

Cisco Expo 2011



Развитие технологий пакетного транспорта в сетях операторов связи (MPLS-TP, T-MPLS, PBB).  
Реализация в устройствах Cisco.

Калинкевич Максим  
mkalinke@cisco.com

innovate *together*

# Причины появления пакетных технологий в традиционных транспортных сетях

- **Условия рынка**

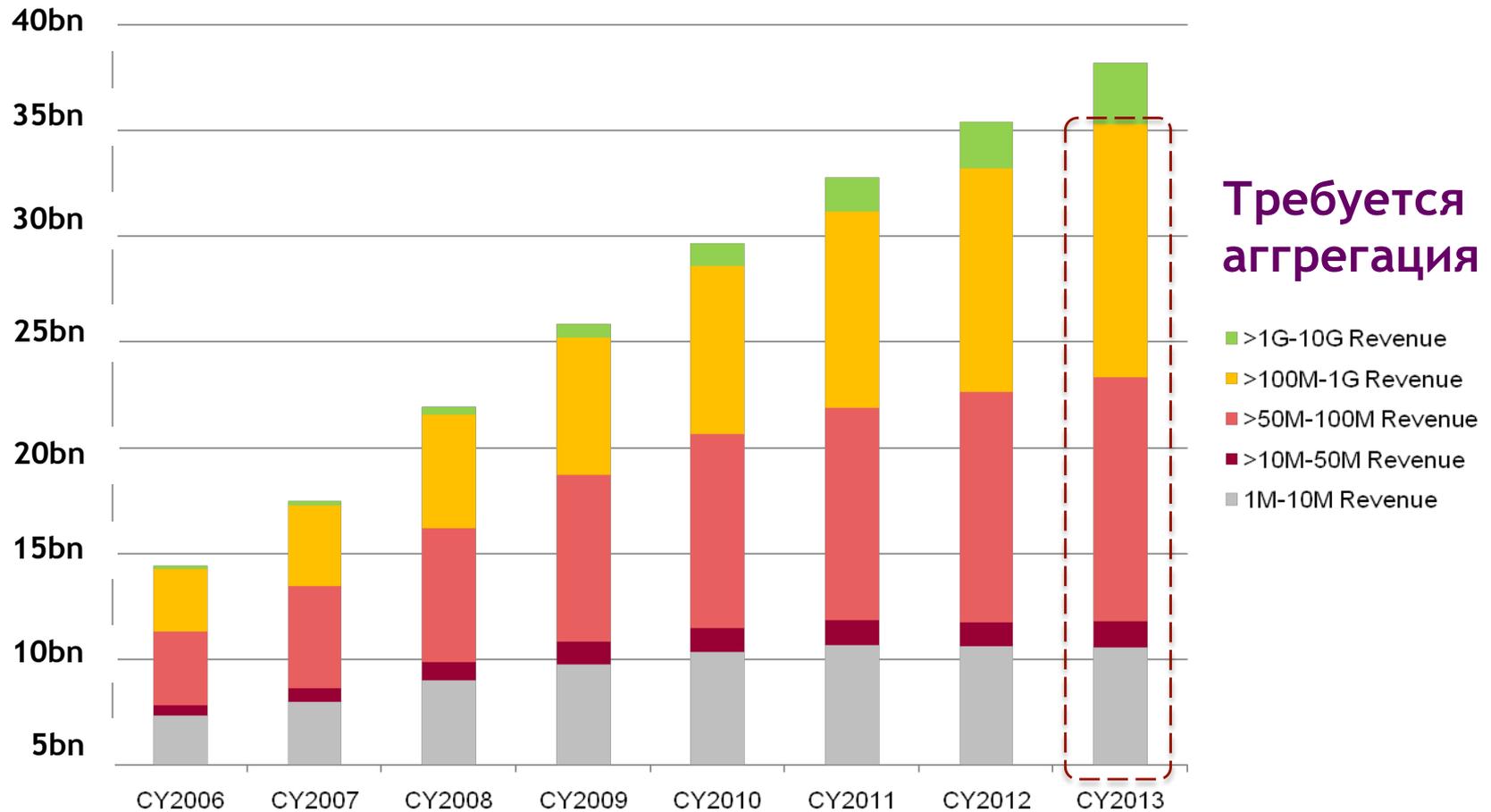
- Быстрое внедрение пакетных приложений и сервисов  
*IP Video, Mobile data*  
*Triple play, IP and Ethernet VPNs*
- Новый источник доходов для операторов
- Конкуренстная среда для новых сервисов

- **Развитие инфраструктуры**

- Замена старых сетей/интерфейсов, старого оборудования
- Консолидация старых сетей в единую транспортную инфраструктуру
- Гибкая полоса пропускания и статистическое мультиплексирование
- Новые пакетные сервисы с низкой ценой



# Ethernet сервисы в мировом масштабе



Wholesale и Retail Ethernet сервисы : EPL, EVPL, ETREE, E-LAN, EV-PLAN

~90% всего Ethernet рынка <1GE в 2013

# Особенности традиционного транспорта

## Пакетные технологии заменяют SONET/SDH инфраструктуру

- SONET/SDH сети управляются выделенным департаментом

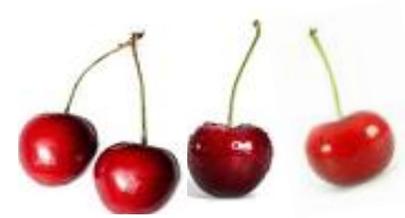
## Методология транспортных сетей

- Долгосрочный провижиннг, predetermined маршруты бэкапа
- Высокоавтоматизированная операционная среда
- Широкое использование функций OAM и систем обнаружения сбоев
- Простой статический control plane

## Мнение транспортного департамента

- Пакетные технологии очень сложные (LDP, IS-IS, OSPF, dLDP, MPLS-TE, MPLS-FRR)
- Слишком много неопределенности, низкое время сходимости
- Функции OAM недостаточны

# Что выбирать ?



	Транспорт TDM		Пакетные сети	
Connection mode	Connection oriented		Connectionless (except TE)	
OAM	In-band OAM		Out-of-band (except PW, TE)	
Protection Switching	Data Plane Switching		Control plane dependency	
BW efficiency	Fixed Bandwidth			Statistical multiplexing
Data Rate Granularity	Rigid SONET hierarchy			Flexible data rate
QoS	One class only			QoS treatment



Пакетные технологии для транспорта

## Первый этап развития: PBT/PBB-TE

Дата	Событие
May 2006	PBT discussion started in IEEE – using Ethernet technologies for packet transport. Nortel lead the effort.
May. 2007	IEEE PAR approved for 802.1Qay – PBB-TE
Apr. 2008	BT decided not to adopt PBB-TE in BT 21CN, PBB-TE lost momentum
Jan. 2009	IEEE 802.1Qay PBB-TE standards draft 4.6 approved
Today	Very few SPs adopted PBB-TE. Some deployed are moving away from it.

# Почему не Ethernet технологии?

- MPLS-TP фрейминг более эффективен чем в Ethernet
- MPLS-TP использует стекирование меток что позволяет организовывать мультиуровневые сервисы с четким разделением
- MPLS-TP имеет режимы работы со статической конфигурацией соединений либо динамической используя GMPLS
- MPLS-TP позволяет резервировать полосу пропускания для соединений, поддерживает QoS и имеет встроенные механизмы HA
- Интеграция с MPLS
- Модель управления через NMS

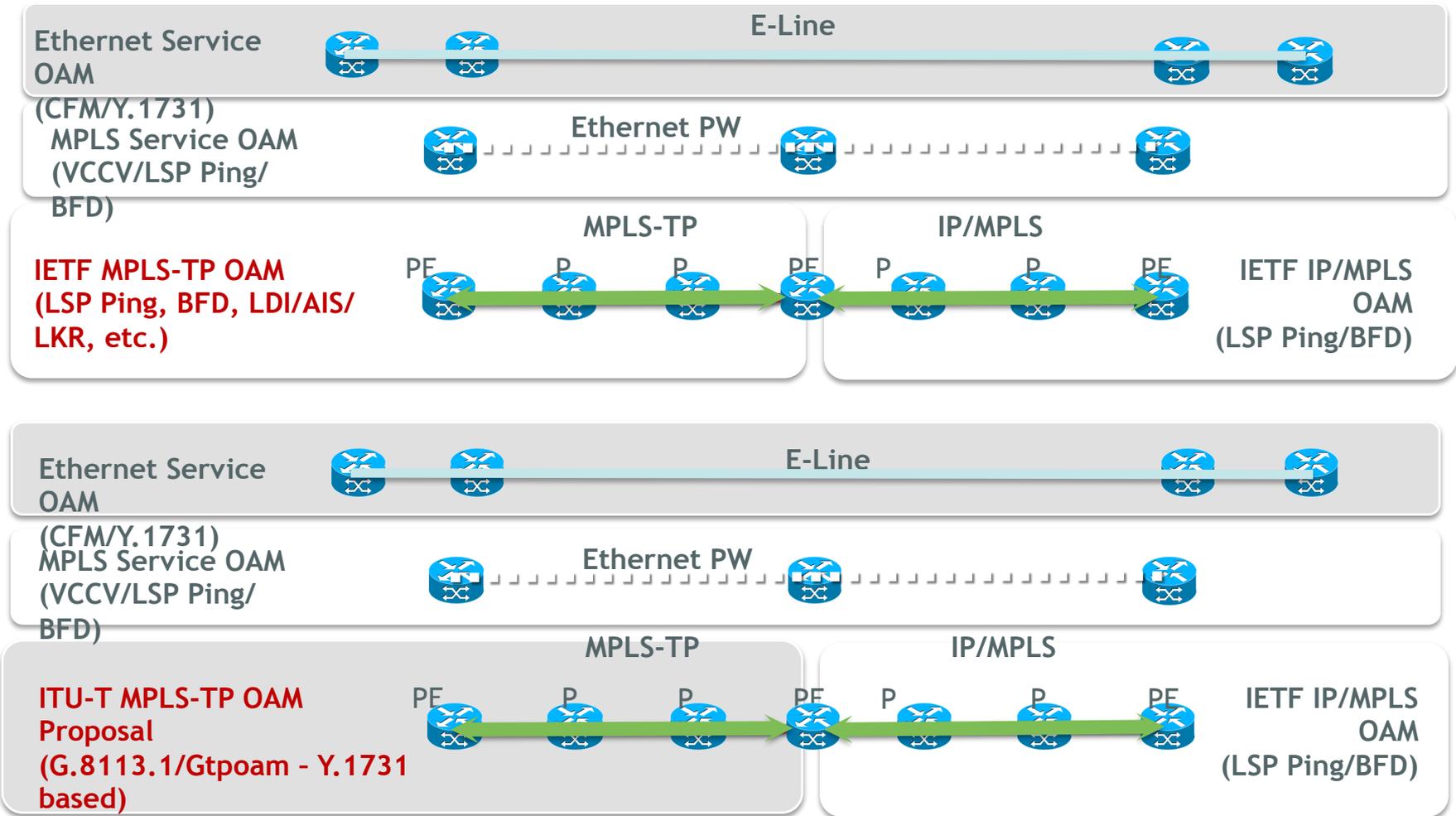


# Второй этап развития: T-MPLS и MPLS-TP

Дата	Событие
May 2005	ITU-T started T-MPLS - broke MPLS Forwarding paradigm, jeopardizing MPLS
Aug. 2007	IETF ultimatum to the ITU-T
Jan. 2008	ITU-T withdrawal of T-MPLS draft G.8114
Apr. 2008	IETF/ITU-T Consensus: TERMINATED T-MPLS . Start joint work on MPLS-TP
May 2010	ITU-T SG15, proposed to standardize T-MPLS based OAM
Jun. 2010	IETF responded by continuing to develop MPLS-TP and not support T-MPLS OAM



# ITU-T G.8113.1/G.tpoam



# VZ, AT&T, BT, мнение о TP OAM

- **Почему только одно OAM решение ?**
  - Опции увеличивают стоимость разработки и внедрения
  - Опции добавляют сложность и проблемы взаимодействия между оборудованием различных производителей
- **Почему IETF MPLS-based OAM ?**
  - Нужен E2E MPLS OAM. MPLS уже используется в сети
  - За MPLS отвечает IETF, MPLS протоколы должны разрабатываться одним источником, определяющим развитие технологии
  - IETF MPLS-based OAM tools отвечает транспортным требованиям
  - Технические недостатки Y.1731 для MPLS: Отсутствие Ping/Trace, нет поддержки TDM/ATM
  - Решение MPLS TP OAM должно быть стандартизованное. Результат стандартизации G.tp oam пока не ясен.

# Сравнение: IP/MPLS, MPLS-TP и T-MPLS

	IP/MPLS	MPLS-TP	T-MPLS/PTN
<b>Data Plane</b>	MPLS Forwarding	MPLS Forwarding, with - Bi-directional LSP - No PHP as default No ECMP Label 13 for OAM	MPLS-TP like forwarding, But: <b>Using Label 14 for OAM (NOT interoperable w/ MPLS)</b>
<b>Control Plane</b>	MPLS, Routing, TE & GMPLS	- Static provisioning - NMS GMPLS Control Plane	<b>Static Only</b>
<b>OAM</b>	MPLS OAM Tools: BFD LSP Ping VCCV	Extended MPLS OAM tools - New: AIS/RDI/LDI - New: Performance Monitoring	<b>Y.1731 (Ethernet ) OAM</b> with modification - Incomplete specification <b>(NOT consistent w/ MPLS OAM)</b>
<b>Recovery</b>	Routing Protocols MPLS-TE Fast Reroute IP/LDP/LFA-FRR	1+1, 1:1 and 1:n Path/Segment, Linear & Ring protection Protection triggered by OAM	Based on ITU-T SONET/ SDH-style Automatic Protection Switching

# Сравнение технологий

	Characteristic	SONET SDH	OTN	PBB-TE	MPLS-TP	IP/MPLS
<b>Ethernet</b>	Eline (10GE)					
	Eline (GE)		ODUflex ??			
	Eline (any gran. Sub GE)		Req. add. XC			
	E-Tree		Req. addl XC			
	E-LAN		Req. add. XC			
<b>Legacy</b>	F/R					
	ATM					
	TDM					
<b>IP</b>	L3VPN					
	L3 Unicast					
	L3 Multicast					
<b>General</b>	Traffic Engineering					
	50ms restoration					
	Multiplexing Technology	Time Division	Time Division	Statistical	Statistical	Statistical
	UNI processing	Limited	None	Typically rich	Typically rich	Typically rich
	Granularity	VC-4	ODU	Variable	Variable	Variable
	Technology Maturity				MPLS w/ OAM & 50ms Protection	

# Основные принципы MPLS-TP



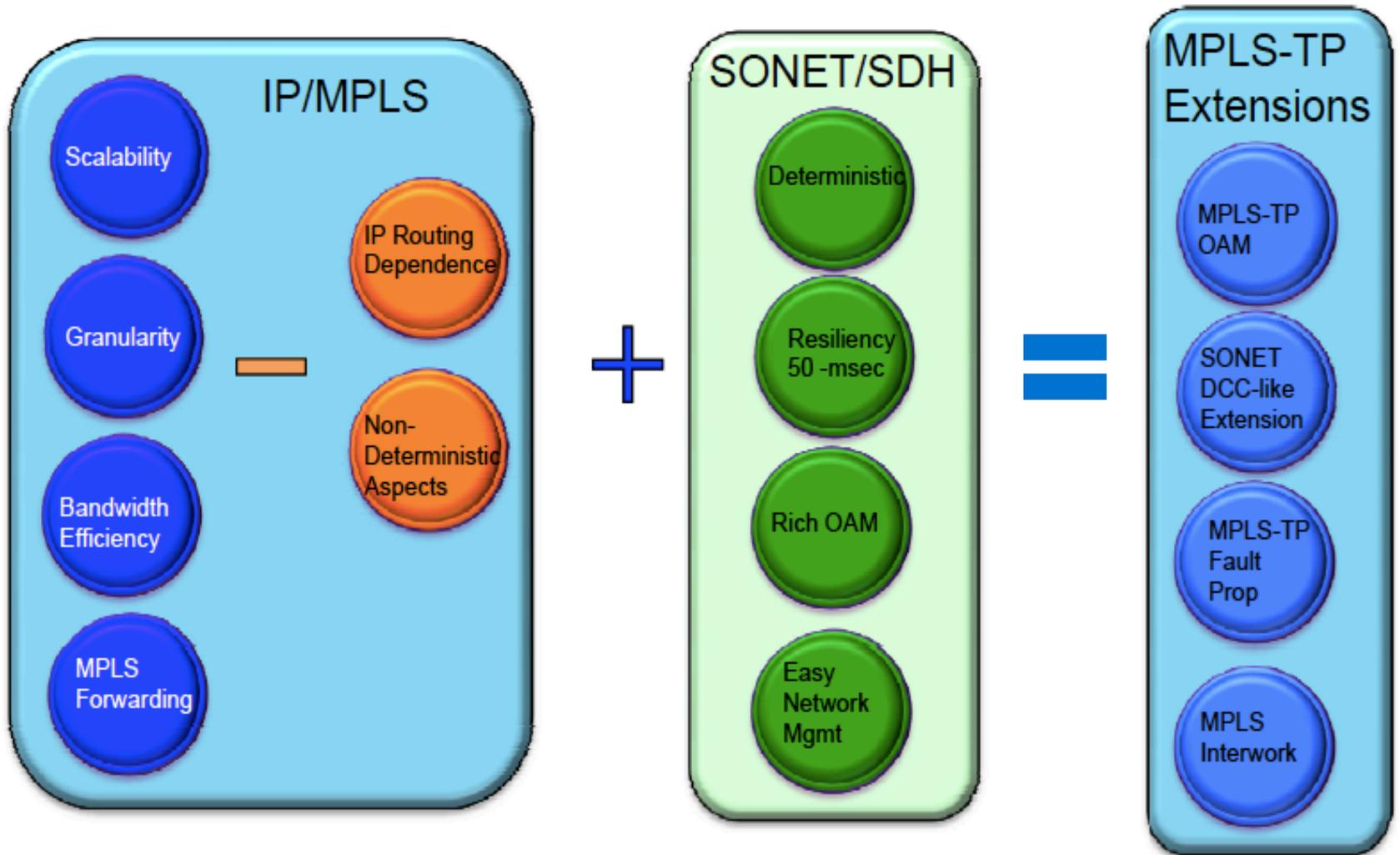
# Цели разработки стандартов MPLS-TP

Адаптировать технологию MPLS для внедрения в традиционных транспортных сетях обеспечивающей операционный уровень аналогичный существующим технологиям (SONET/SDH)

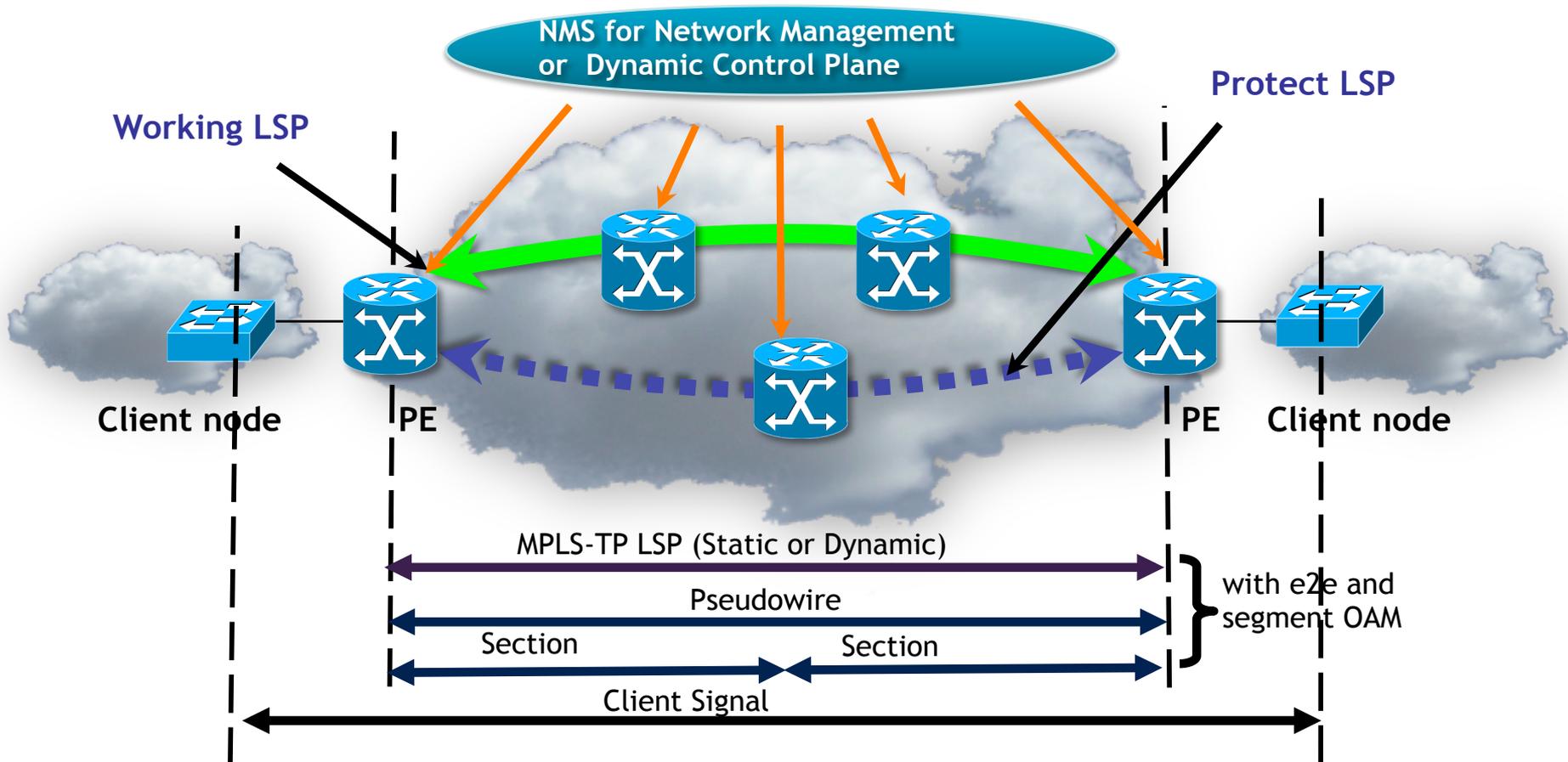
Расширить технологию MPLS для поддержки паркетных сервисов с уровнем предсказуемости, надежности и функциями OAM аналогичными существующим в традиционных транспортных сетях



# Идея MPLS-TP



# Основные компоненты MPLS-TP



# MPLS Transport Profile (TP)

## Требования к технологии (1)

**Не должна** противоречить принципам работы MPLS

**Должна** основываться на существующих принципах работы PW и LSP

**Должна** поддерживать взаимодействие с существующими MPLS/ PW control и data plane

**Должна** оперировать bidirectional LSP точка-точка, многоточечные LSP - unidirectional

MPLS-TP LSPs **не должны** объединяться (merge) с другими LSP

**Должна** поддерживать передачу пакетов основываясь исключительно на MPLS или PW метках, **NO IP Forwarding**.



# MPLS Transport Profile (TP)

## Требования к технологии (2)

**Должна** поддерживать режимы работы установления LSP и PW при отсутствии динамического control plane.

При использовании статического провижининга **не должно** быть зависимости от динамической маршрутизации или сигнализации.

ОАМ, защита и передача трафика **должны** сохранять работоспособность без IP передачи.

**Должна** быть возможность мониторинга ОАМ и PW через функции ОАМ в случае отсутствия маршрутизации или динамического control plane.



# Что в результате ?

## Data Plane

MPLS Bidirectional P2P and P2MP LSPs

- No LSP merging
- PHP optional

GACH: Generic Associate Channel

GAL: Generic Associate Label

PW (SS-PW, MS-PW)

## Control Plane

NMS provisioning option

GMPLS control plane option

MPLS Forwarding

MPLS Based  
OAM

## OAM

In-band OAM

Fault management:

- Proactive CC/CV: BFD based
- Ping and trace: LSP ping based
- Alarm Suppression and Fault Indication
  - AIS, RDI, LDI, and CFI

Performance monitoring: Loss and Delay

MPLS  
Protection

## Resiliency

Deterministic path protection

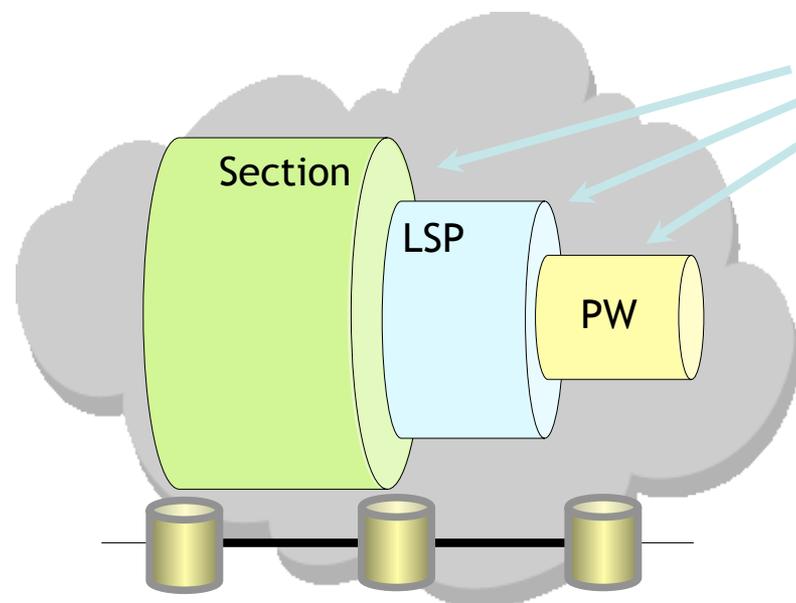
Sub-50ms switch over

- 1:1, 1+1, 1:N protection
- Linear protection
- Ring protection

# Принципы реализации OAM

MPLS поддерживает три способа организации OAM

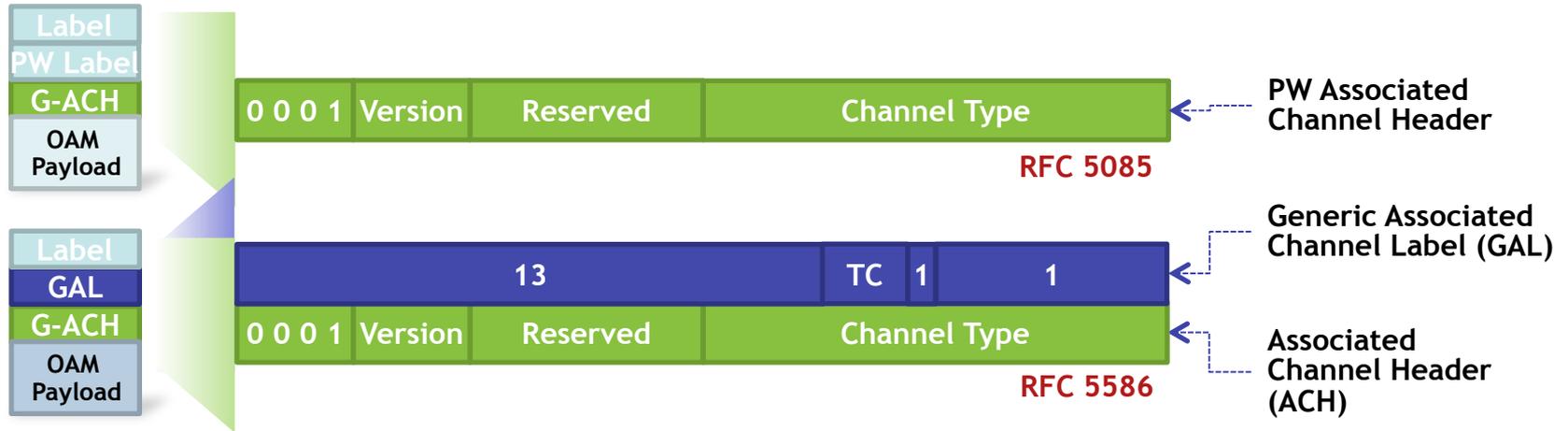
1. Hop-by-hop ( на основе control plane)
2. Out-of-band OAM ( UDP return path)
3. In-band OAM (PW Associated Channel)



MPLS-TP обобщает концепцию PW ACh для реализации на уровнях MPLS-TP LSP и Sections

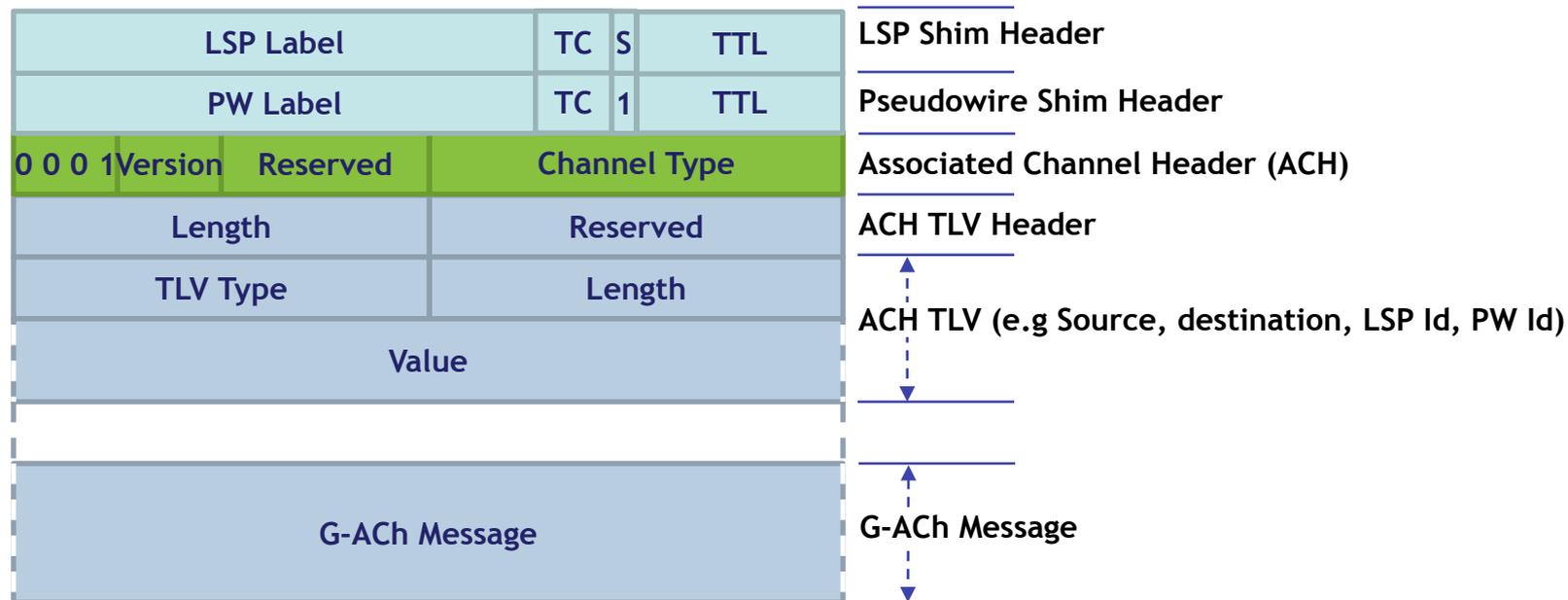
- In-band OAM как в SDH
- Единые утилиты на всех уровнях PW, LSP и Section
- RFC5586 - Generic ACh

# MPLS Generic Associated Channel



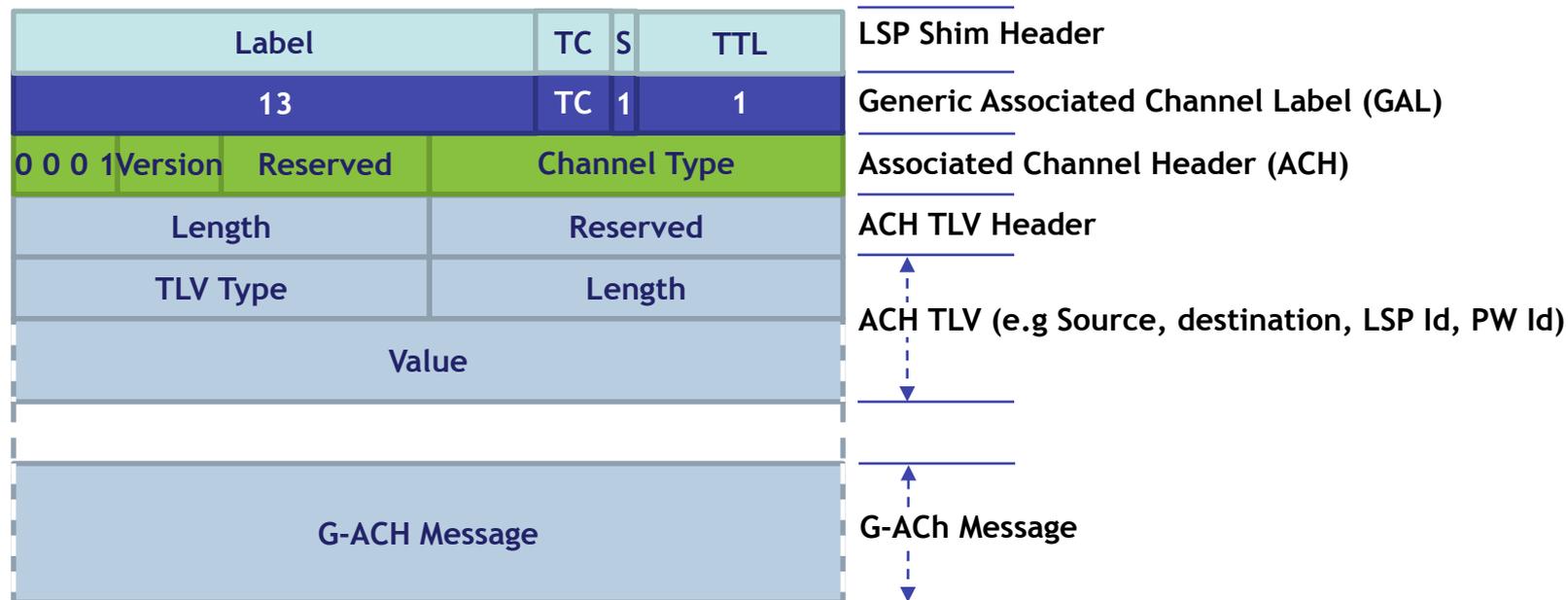
- G-ACh Label (GAL) используется как идентификатор OAM пакетов
- GAL не требуется для PW

# Структура G-Ach для MPLS-TP PW



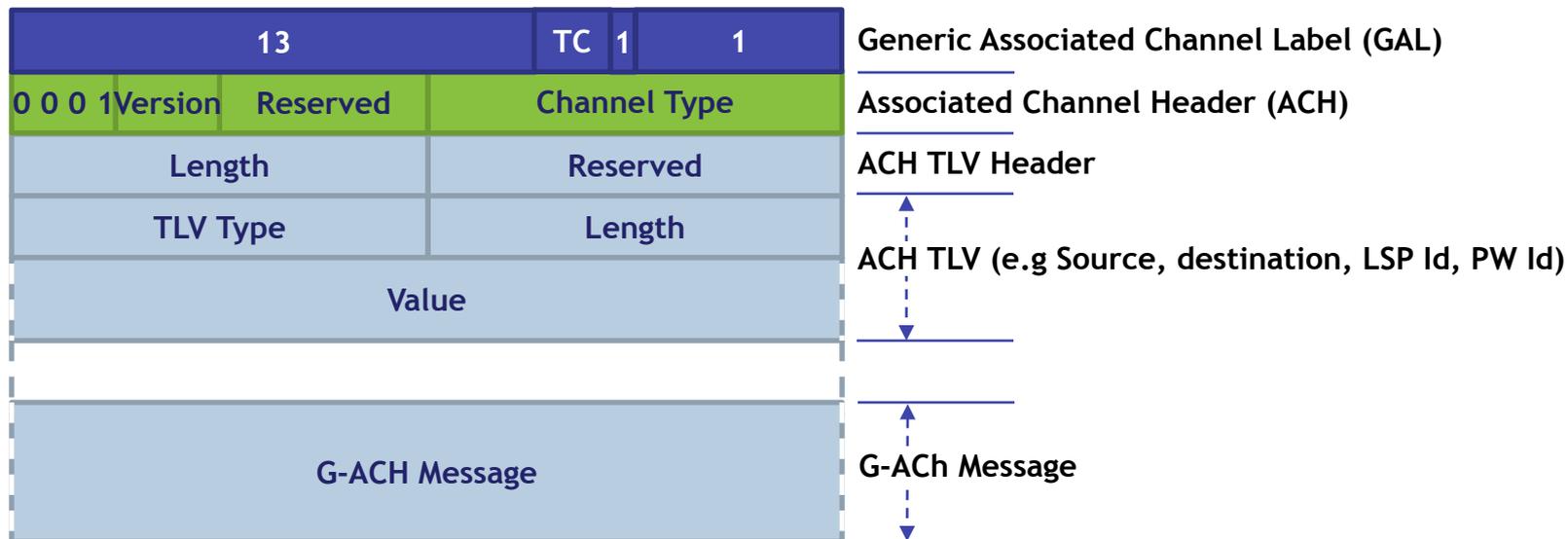
- GAL метка не требуется
- ACH TLV заголовок определяет длину TLV списка
- ACH TLV не обязателен

# Структура G-Ach для MPLS-TP LSP



- GAL метка нижняя
- GAL обрабатывается если убирается LSP метка или заканчивается TTL

# Структура G-Ach для MPLS-TP Section



- MPLS-TP section это участок между двумя соседними LSR
- GAL метка

# Задачи ОАМ

Функция	Описание
<i>Continuity Check</i>	Проактивное детектирование проблем и нарушений SLA
<i>Connectivity Verification ..and Path Trace</i>	Реактивная локализация проблем
<i>Alarm Suppression / Fault Notification</i>	Распространение алармов, предотвращение шторма алармов
<i>Performance Monitoring Delay and loss measurements</i>	Проактивное определение нарушений SLA

# Задачи ОАМ

Function	Description	Tool
Continuity Check	Checks ability to receive traffic	BFD
Connectivity Verification	Verifies that a packet reaches expected node	BFD (proactive), LSP Ping (reactive)
Diagnostic Tests	General diagnostic tests (e.g. looping traffic)	New
Route Tracing	Discovery of intermediate and end points	LSP Ping
Lock Instruct	Instruct remote MEPs to lock path (only test/OAM traffic allowed)	New
Lock Reporting	Report a server-layer lock to a client-layer MEP	New
Alarm Reporting	Report a server-layer fault to a client-layer MEP	New
Remote Defect Indication	Report fault to remote MEP	BFD
Client Failure Indication	Client failure notification between MEPs	PW Status
Packet Loss Measurement	Ratio of packets not received to packets sent	New
Packet Delay Measurement	One-way / two-way delay (first bit sent to last bit received)	New

# Реализация в оборудовании CISCO

## Cisco Carrier Packet Transport System



# Набор оборудования

ACCESS / AGG. (Mobile Backhaul)	ACCESS / AGG. (Metro Transport)	AGGREGATION	
------------------------------------	------------------------------------	-------------	--

ME 3800X



ME 3600X



NG-MWR

CPT 600



CPT 200



CPT 50



7600



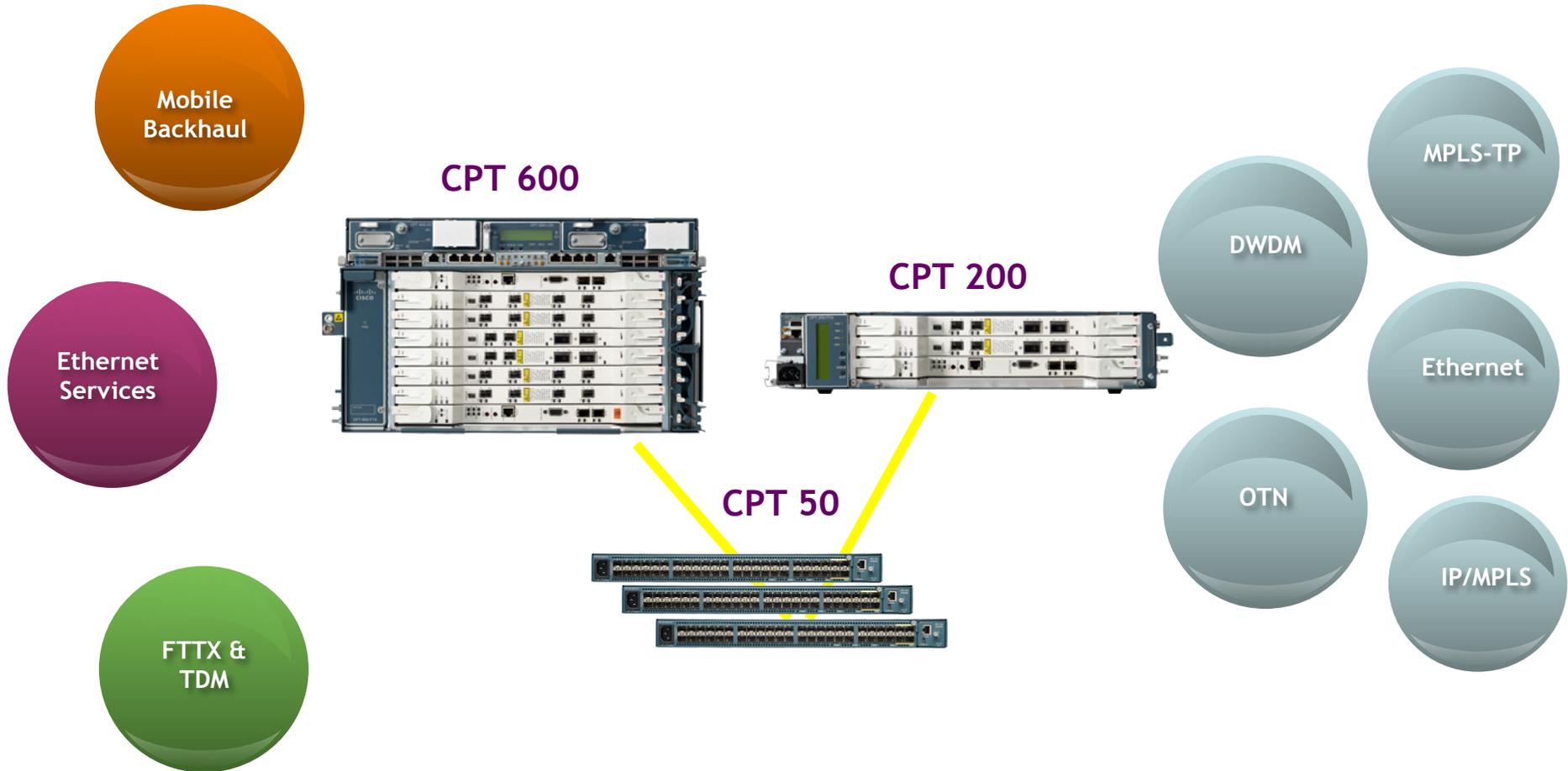
ASR 9000



← Поддержка NMS →



# Carrier Packet Transport (CPT)



# Carrier Packet Transport 600

## Сменный LCD

- Управление корзиной
- Резервирование базы данных

## Electronic Connection Unit

- Bits In/Out Timing,
- External Alarm, USB,
- EMS

Два блока питания  
DC или AC

Блок  
вентиляторов

Два контроллера

- Резервирование источников синхронизации (Stratum 3)
- Резервирование базы данных конфигурации

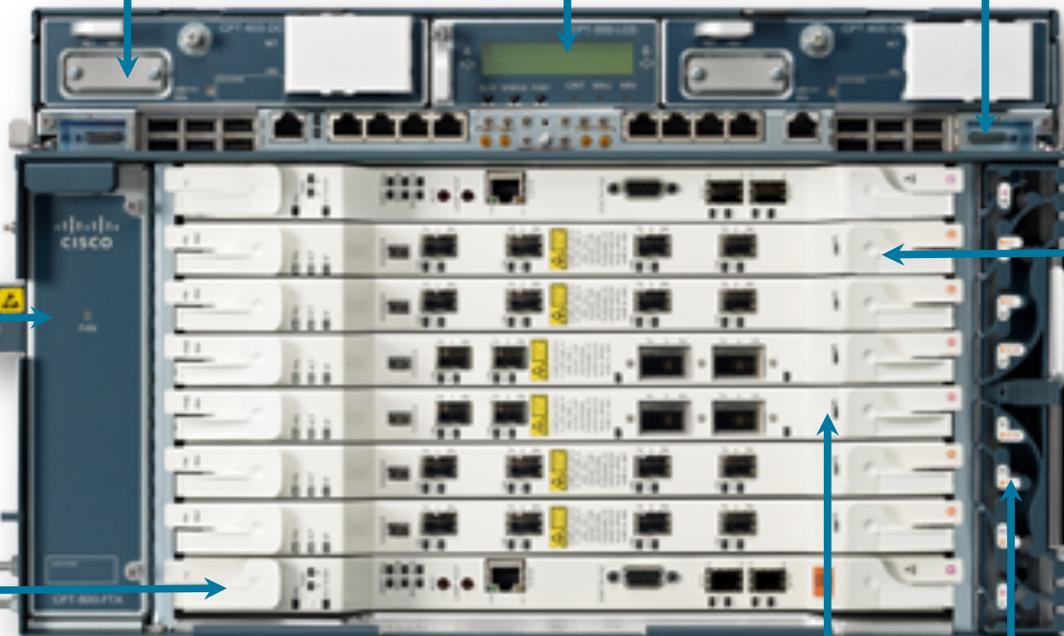
## Packet Transport Module

- 4x10GE UNI/NNI/  
Satellite Inter-Connect

## Packet Transport Fabric

- 2x10GE UNI/NNI/Satellite Inter-Connect
- 2x10GE G.709 Enabled
- 256G Active-Active Switch Fabric

Cable Guide и  
AirFilter



# Carrier Packet Transport 200

Electronic Connection Unit

Bits In/Out Timing, External Alarm, USB, EMS

Блок питания DC или AC

Контроллер

- Резервирование источников синхронизации (Stratum 3)
- Резервирование базы данных конфигурации

Сменный LCD и блок вентиляторов

- Управление корзиной
- Резервирование базы данных

Cable Guide и AirFilter



Packet Transport Fabric

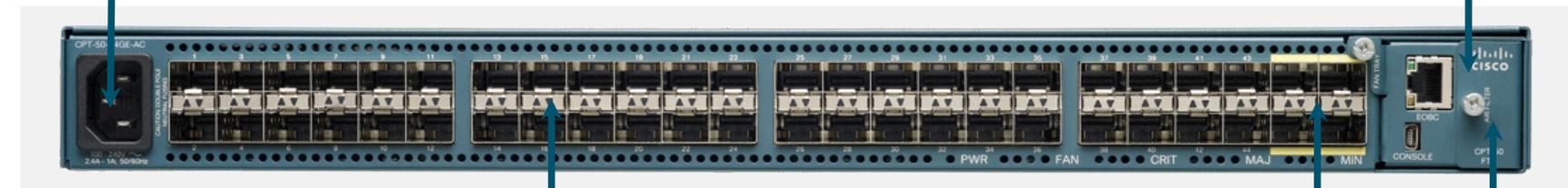
- 2x10GE UNI/NNI/Satellite Inter-Connect
- 2x10GE G.709 Enabled
- 256G Active-Active Switch Fabric

# Carrier Packet Transport 50

Блок питания AC, -24vDC,  
-48vDC

Сменная панель вентиляторов

- Redundant Fans
- ToD/PSS
- Bits Out



44xGE/FE UNI

- Лицензирование портов
- GE and FE SFP available

4x10G Inter-Connect Ports

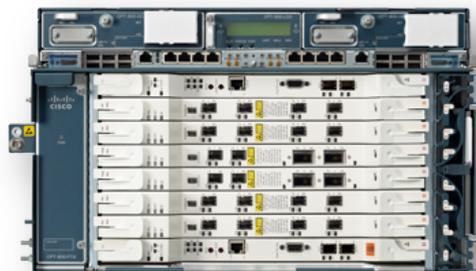
- Автоматическое обнаружение и провижининг

Температурный режим:

- -40C to +65C Operational Temperature
- -40C to +70C Storage Temperature

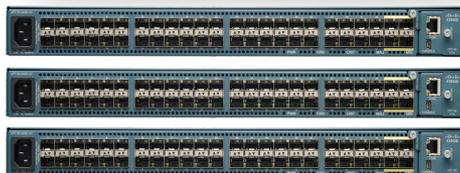
# Связь между CPT50 и CPT600/200

CPT-600



Сервисы 10G

FE / GE  
сервисы



CPT-200

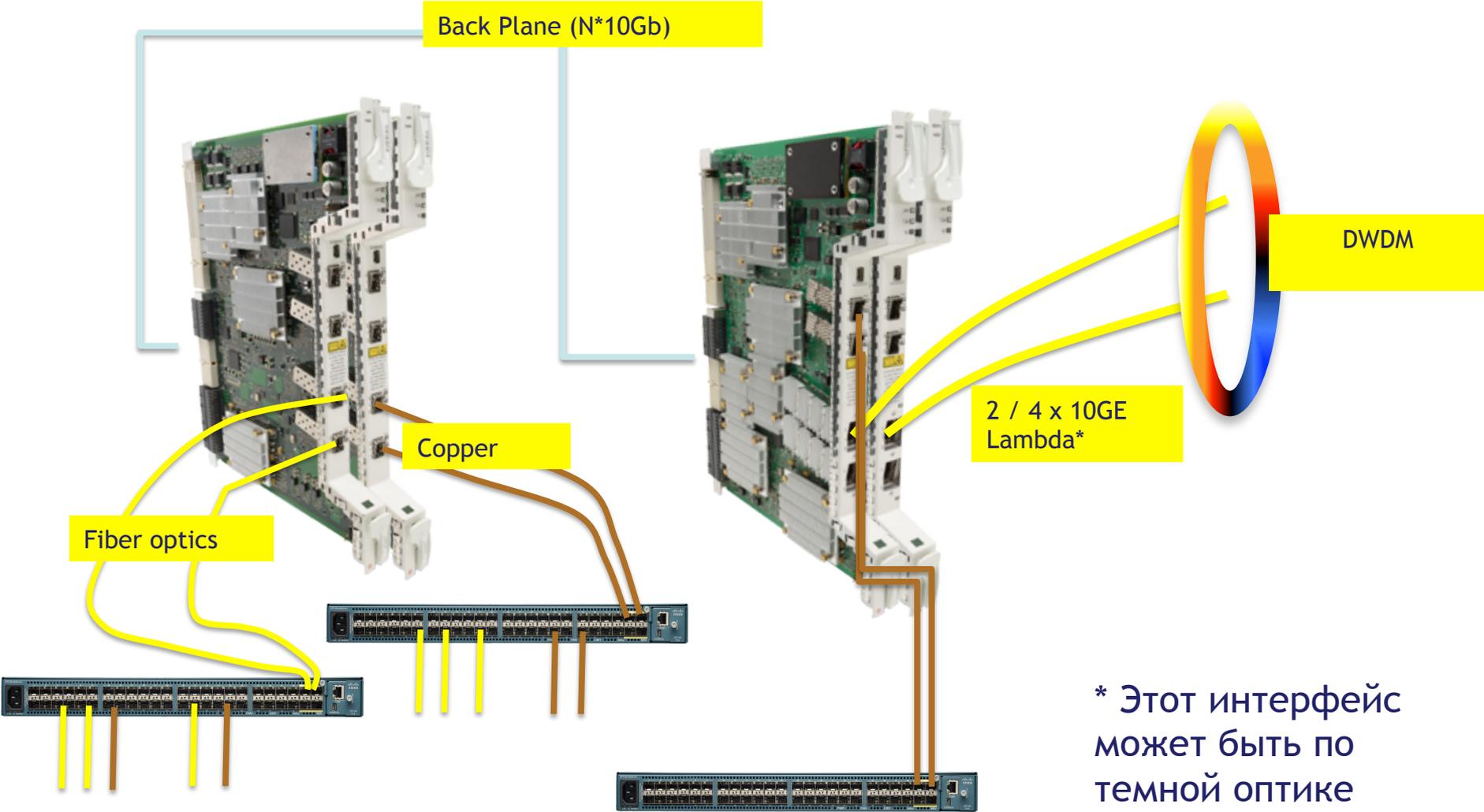


SFP+ интерконнект между CPT-50 CPT-600/200

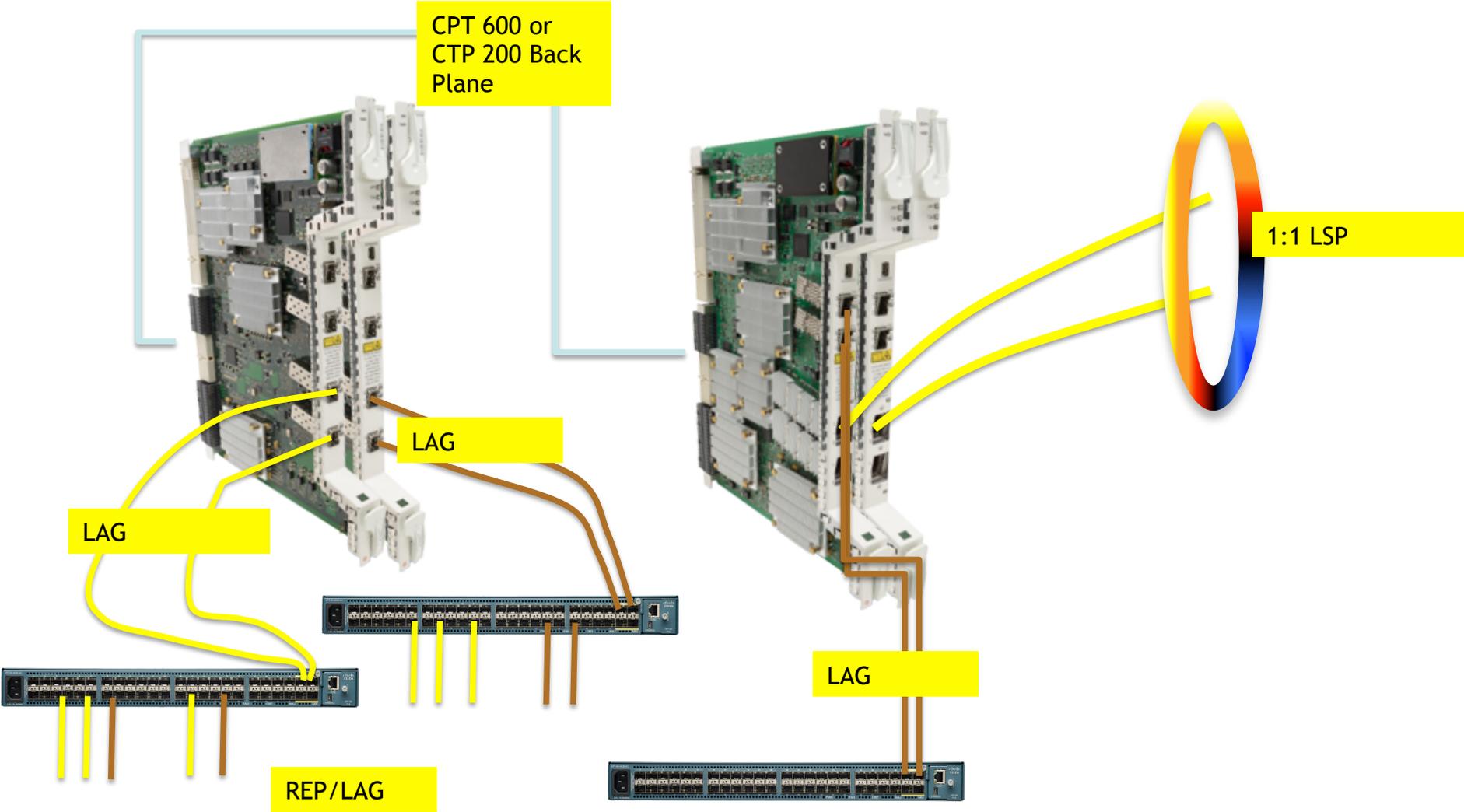
Co-located  
Remote

медный кабель, 1, 3, 5, 7 метров  
оптика до 40km (80km и DWDM скоро)

# Схема соединений



# Схема соединений



# Линейные карты

## Packet Transport Fabric

Category	Feature
Interface	2 port 10GE XFP (OTN enabled) 2 port 10GE SFP+
HW building blocks	Switching fabric Packet processor Traffic Manager Route Processor CPU
Switching Capacity	256G
System Level Service Scale	16K Point-to-Point EVC 4K Point-to-Multipoint EVC with 8K members 16K Point-to-Point EoMPLS pseudowires 2K multicast Groups 8K Policers 2-rate 3-color (2R3C) 64K Queues (3-level H-QoS) 256K MAC address
Route Processor	Distributed forwarding plane architecture Dual RP to provide an active-active switch fabric



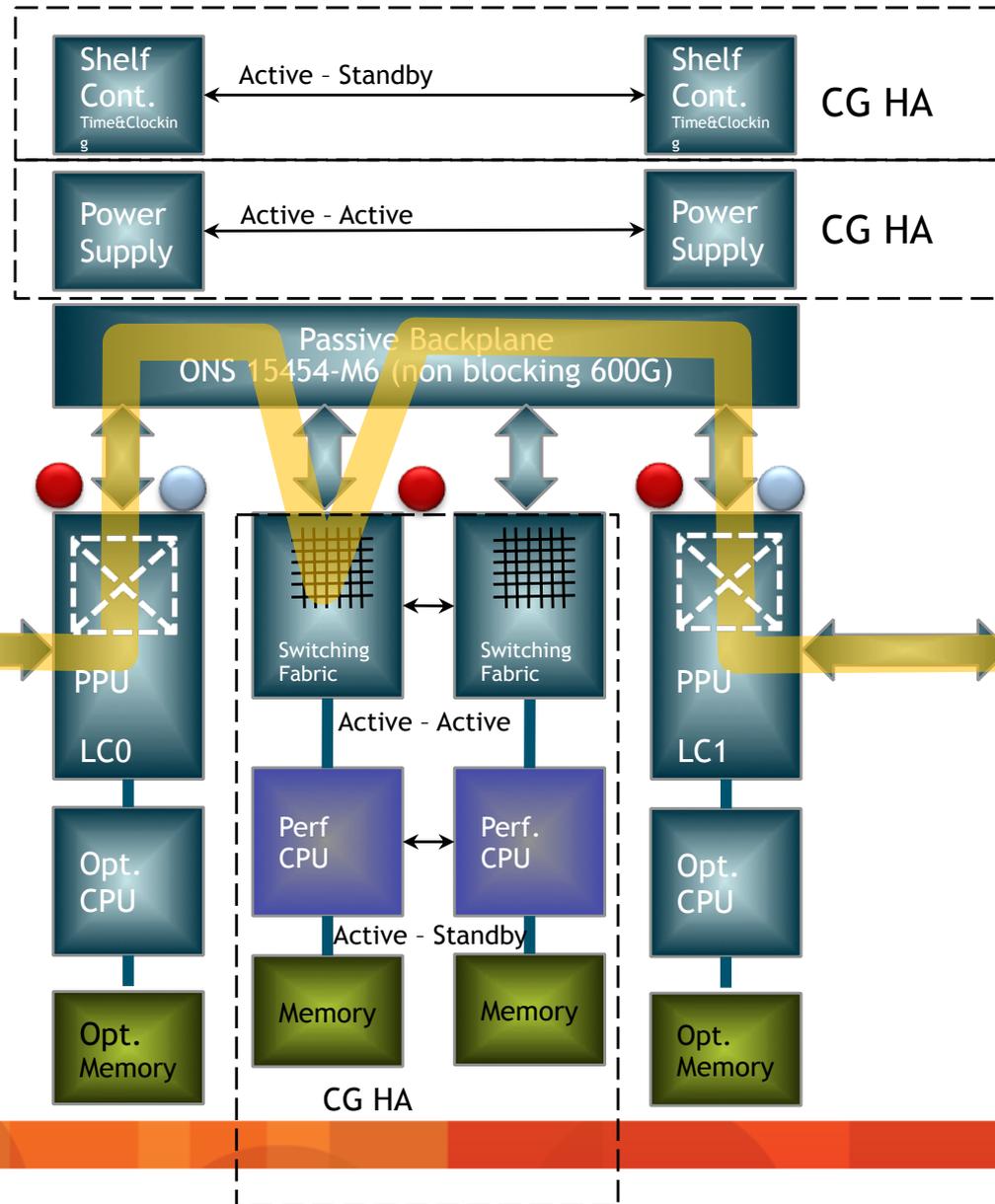
## Packet Transport Module

Category	Feature
Interface	4 port 10GE SFP+
HW building blocks	Packet Processor Traffic Manager Distributed OS CPU
Local Switching Capacity	40G
System Level Service Scale	4K Point-to-Point EVC with 8K members 4K Point-to-Multipoint EVC with 8K members 4K Point-to-Point EoMPLS pseudowires 2K multicast Groups 8K Policers 2-rate 3-color (2R3C) 64K Queues (3-level H-QoS) 256K MAC address

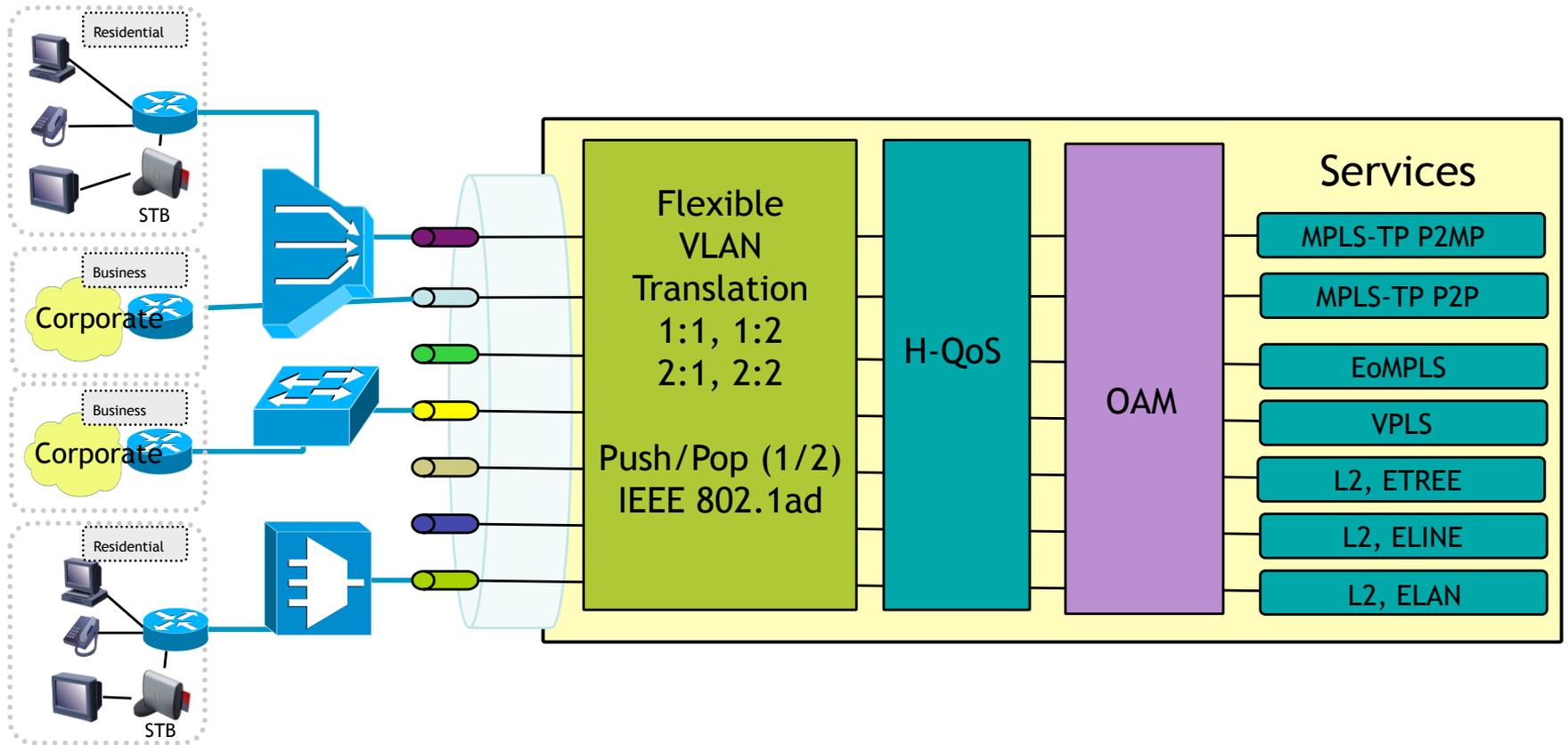


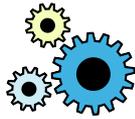
# Архитектура решения СРТ

-  Multicast Replication
-  CoS Scheduler / HW Queues



# Сервисные уровни СРТ

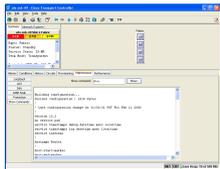




# Управление через CTC



**Packet Point in Click Provisioning**  
GUI Carrier Ethernet + IP/MPLS + MPLS-TP Network Provisioning



**Cisco CLI Provisioning & Management**  
Traditional Cisco CLI Support  
Zero Learning Curve



**Single UI Experience**



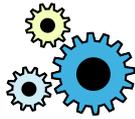
**CTC: Cisco Transport Controller Experience**

Same ONS 15454 Network Element Craft Experience

Network Point-and-click Packet Provisioning & Troubleshooting

GUI Licensing Port Usage Control

Windows Mac Linux Support



# Управление через Prime Optical



Packet  
MPLS+MPLS-TP



Transport  
Wavelengths



Autonomous  
Control



Packet Transport  
MPLS+MPLS-TP,  
Wavelengths



Single UI

PRIME: Premier  
Integrated Management  
Experience

Point-and-click for  $\lambda$   
adapted to Packet (label  
paths)

Reuses existing  
components

No overhaul, No  
retraining



# СРТ Агрегация - hub and spoke

CPT-50



44 x GigE, 4 x 10 GigE

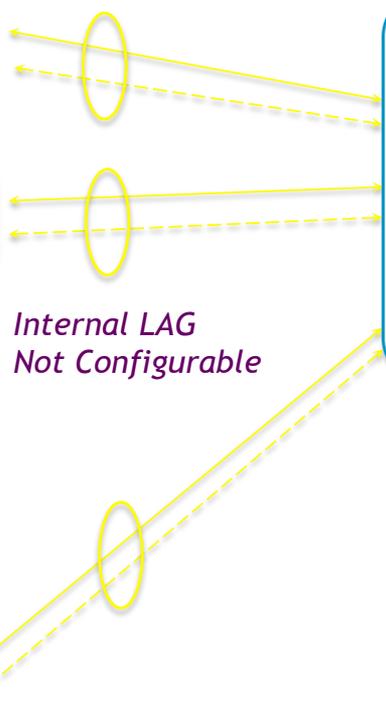


44 x GigE, 4 x 10 GigE

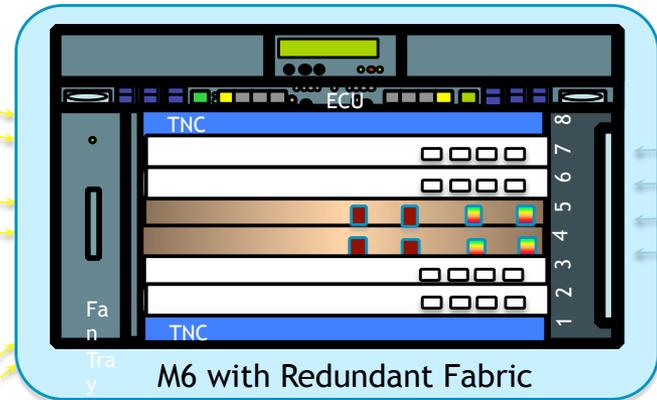
10 x CPT-50 (R9.3)



44 x GigE, 4 x 10 GigE



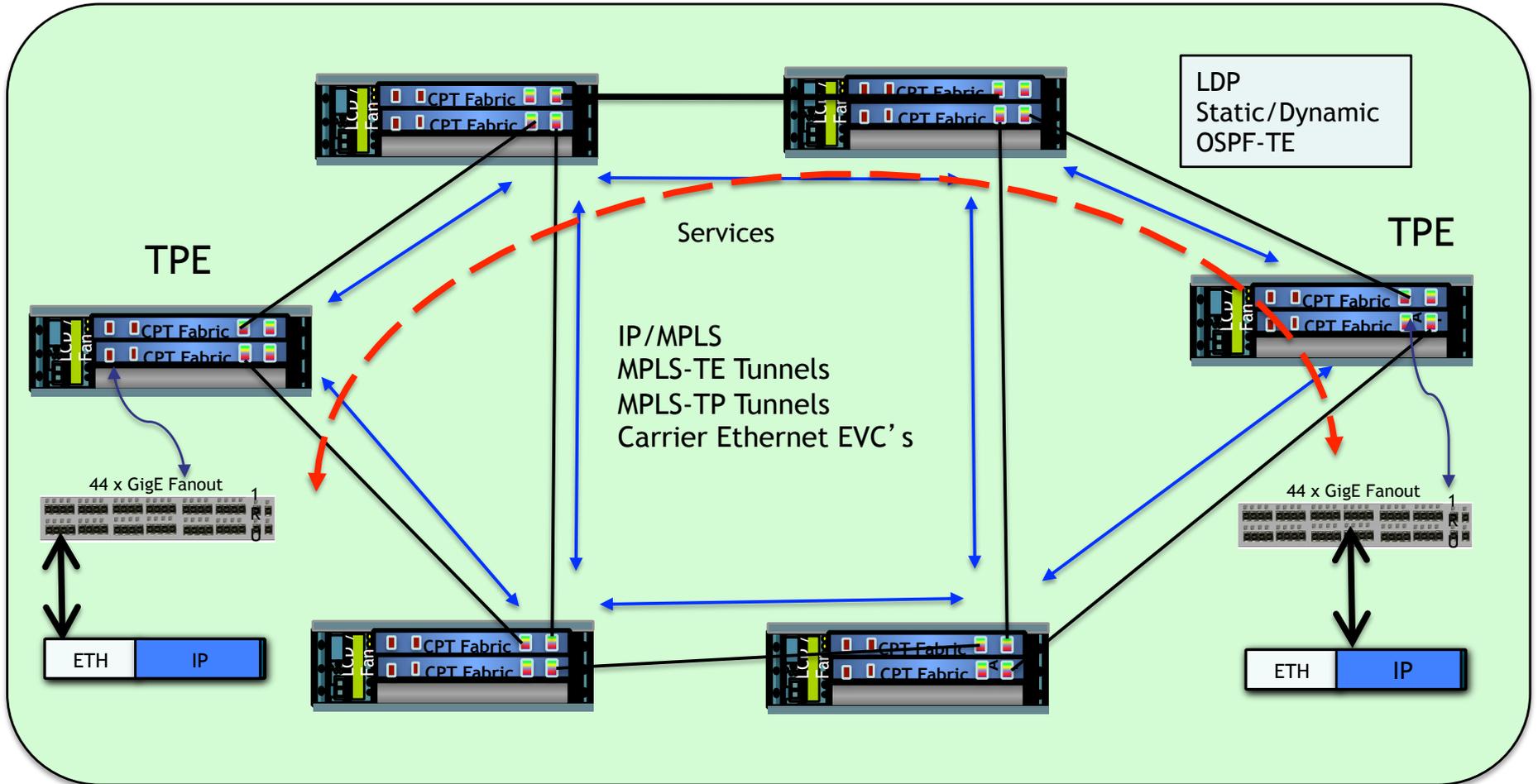
*Internal LAG  
Not Configurable*



4 x 10 GigE  
ITU XFP

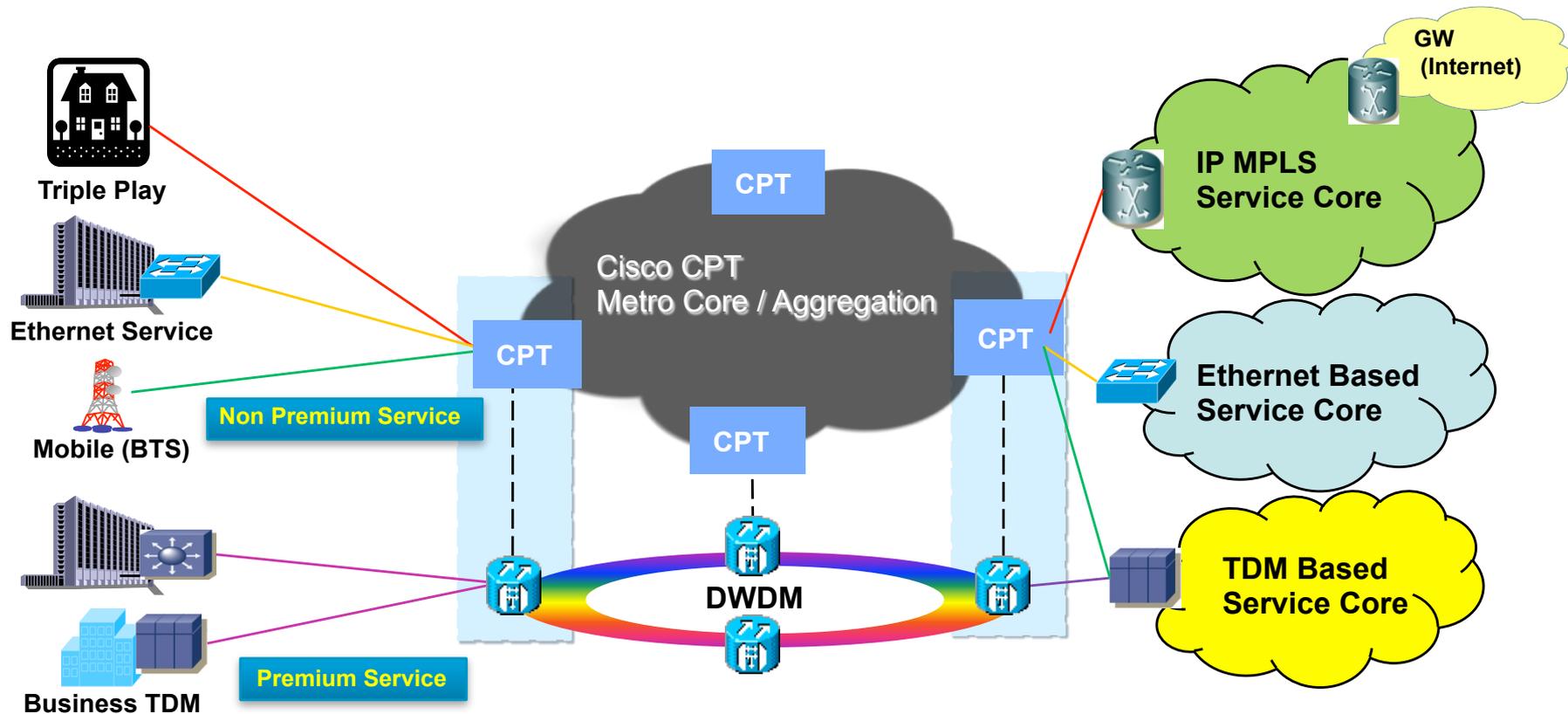


# Меш топология



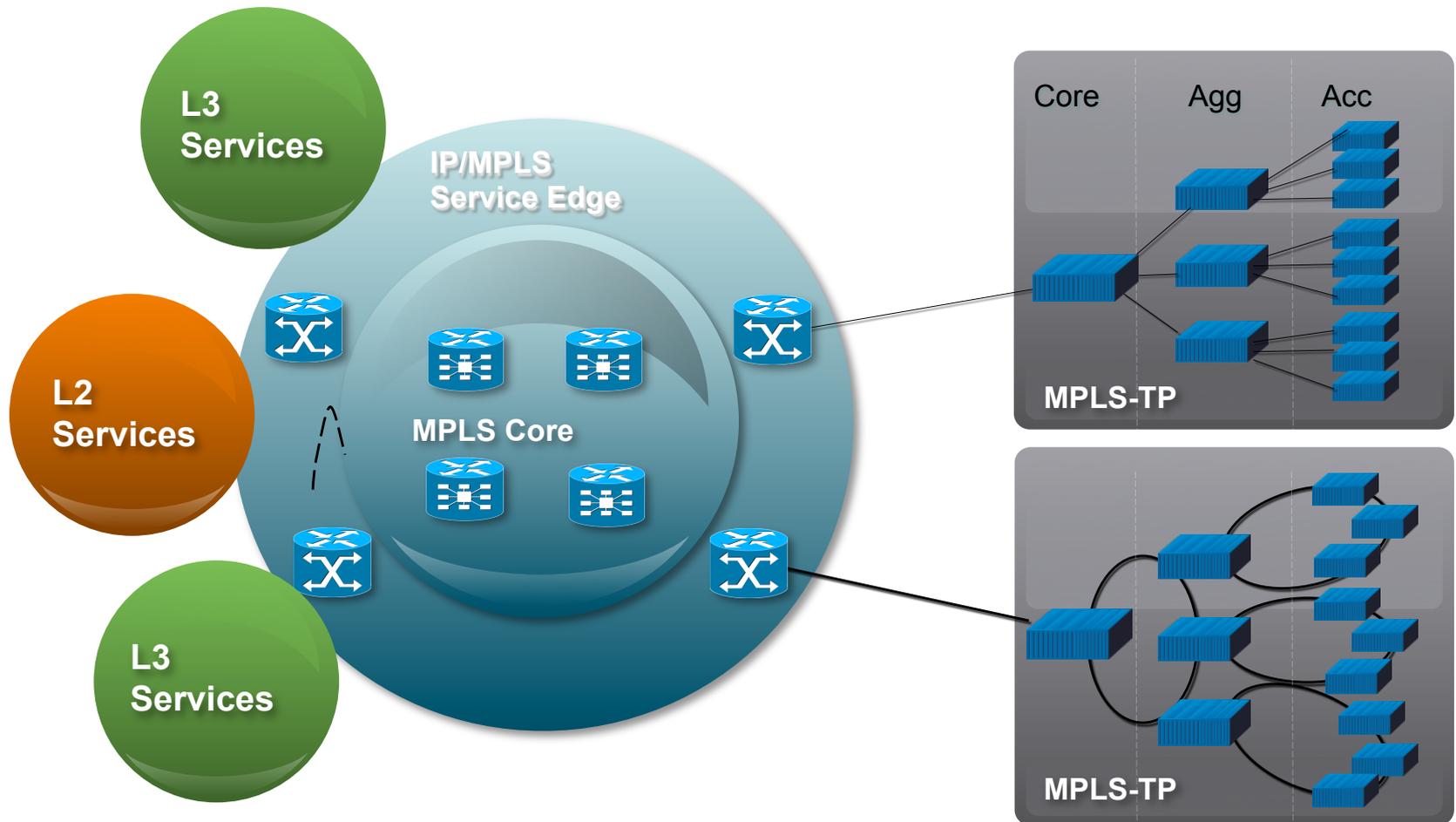
# Применение 1

## Миграция от EoSDH к пакетным сервисам



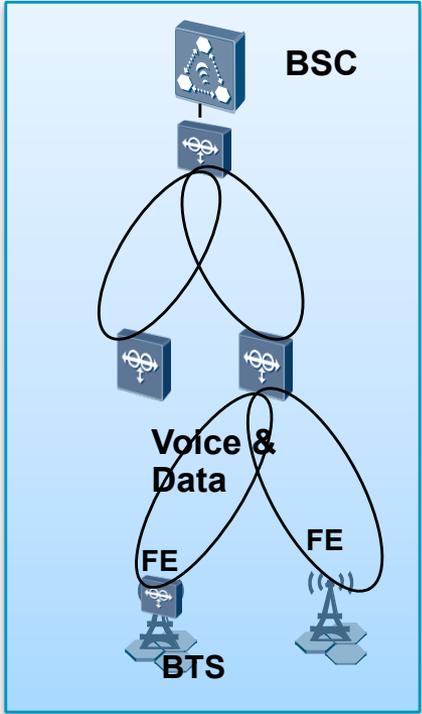
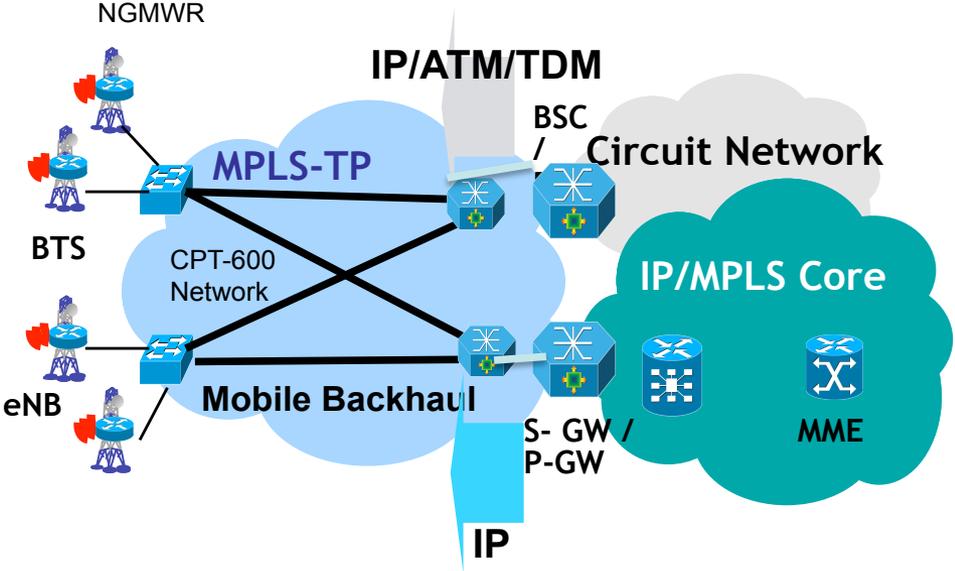
# Применение 2

## Сервисы для Residential FTTX



# Применение 3

## Сеть агрегации для мобильных операторов

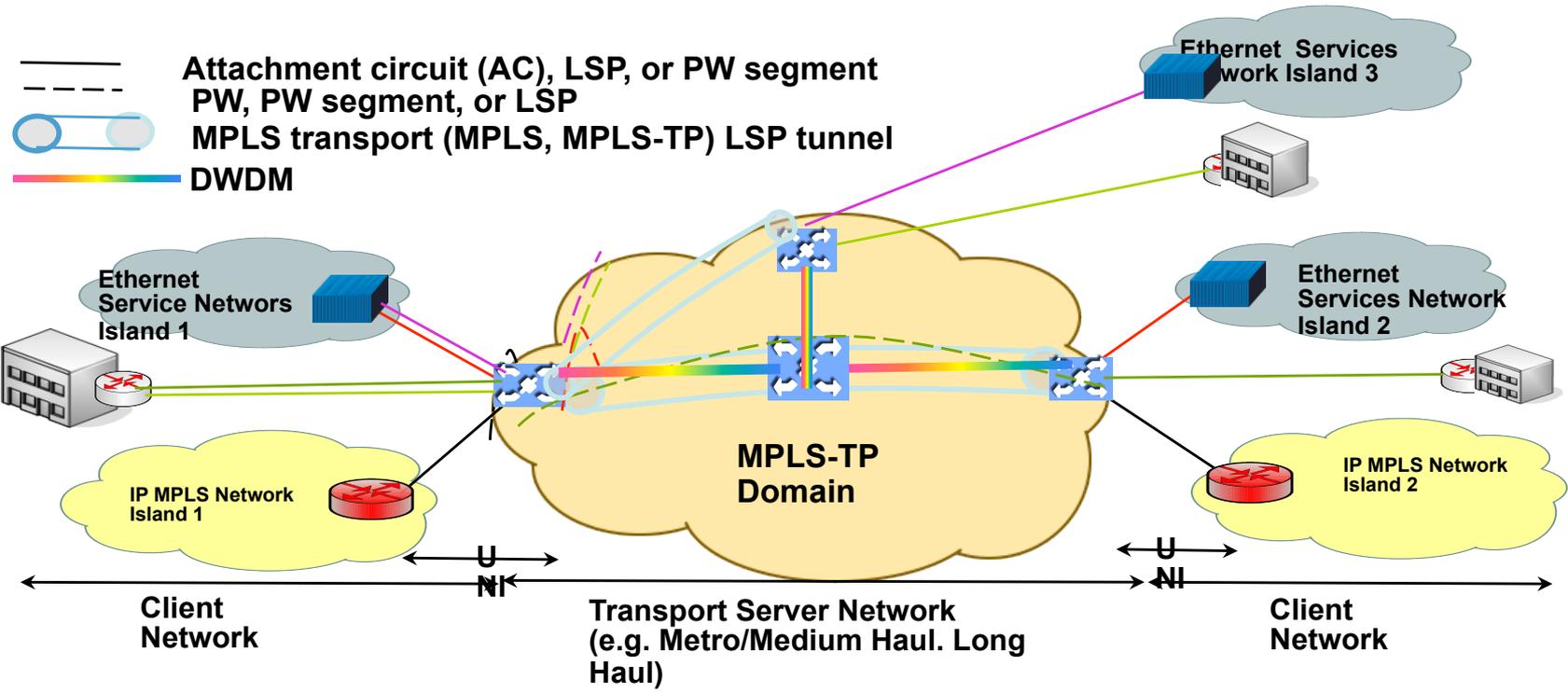


· Синхронизация: Sync-E, 1588v2



# Применение 4

## Транспортная сеть MPLS-TP



## Вынос CPT-50

- В ядре сети кол-во узлов небольшое, доступ и агрегация – намного больше!
- Возможность располагать CPT-50 на удаленной площадке
- Для топологии hub&spoke CPT-50 выглядит как линейная карта
- Не требует настройки каких либо протоколов между CPT-600/200 и CPT-50
- Уровень агрегации значительно проще в эксплуатации и настройке



## Интеграция с DWDM

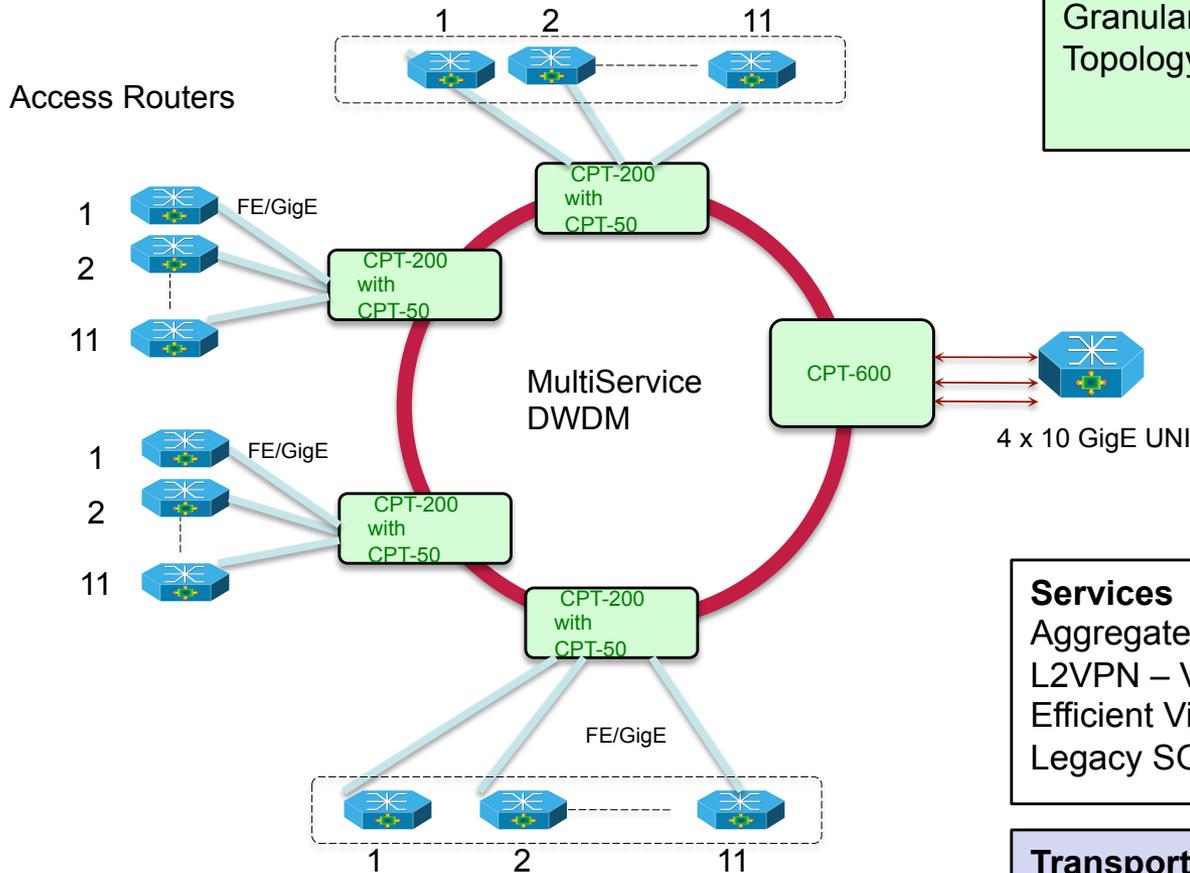
- Транспондеры – наиболее затратная часть сети на базе DWDM
- XFP порты на PTF поддерживают перенастраиваемые и фиксированные DWDM модули с возможностью включения коррекции ошибок FEC/EFEC
- SFP+ поддерживают фиксированные (сейчас) и перенастраиваемые DWDM модули (когда сделают)
- XFP DWDM можно использовать для организации связи через DWDM на большие расстояния ~ 1000 км
- SFP+ DWDM можно использовать для организации связи через DWDM в пределах города/ района ~ 100 км
- Не нужно покупать транспондеры в DWDM
- Единое управления DWDM и CPT в PRIME Optical

## Интеграция с MPLS

- CPT использует стандартную реализацию MPLS-TP
- Существующие решения на базе PTN или T-MPLS не интегрируются с MPLS сетью
- CPT поддерживает как MPLS-TP так и MPLS и позволяет создавать E2E PW
- Единая система управления Prime IP NGN



# MPLS-TP Преимущества



## Degrees of Freedom

Access Agnostic – TDM, ATM, Ethernet  
Scalability – MPLS Label Space  
Granularity – 1 Mbps – 10000 Mbps  
Topology – Mesh, Ring, Linear  
MPLS-TP inherently multipoint

## Simplicity

Transport Operational Model  
50-ms Network Resiliency  
Access Redundancy (LAG)  
A-Z LSP/PW provisioning  
A-Z Connectivity Checks, OAM  
MPLS-TP Fault Propagation

## Services

Aggregates Access Routers  
L2VPN – VPWS, VPLS Services  
Efficient Video Distribution  
Legacy SONET/SDH on different wavelength

## Transport Integration

DWDM Integration  
Dark Fiber  
IP/MPLS Integration

Cisco Expo 2011



# Спасибо!

Просим Вас оценить эту лекцию.  
Ваше мнение очень важно для нас.

Онлайн-анкеты: [www.ceq.com.ua](http://www.ceq.com.ua)

innovate *together*

## Оцени контент Cisco Expo и получи приз!

Призы ждут всех, кто:

- посетил 2 и более дней конференции
- заполнил общую анкету
- заполнил 5 и более сессионных анкет
- заполнил анкеты по 2 и более плановым демо

Онлайн-анкеты доступны на сайте [www.ceq.com.ua](http://www.ceq.com.ua).

Анкеты также можно заполнить, воспользовавшись терминалами в зоне общения на первом этаже.

