

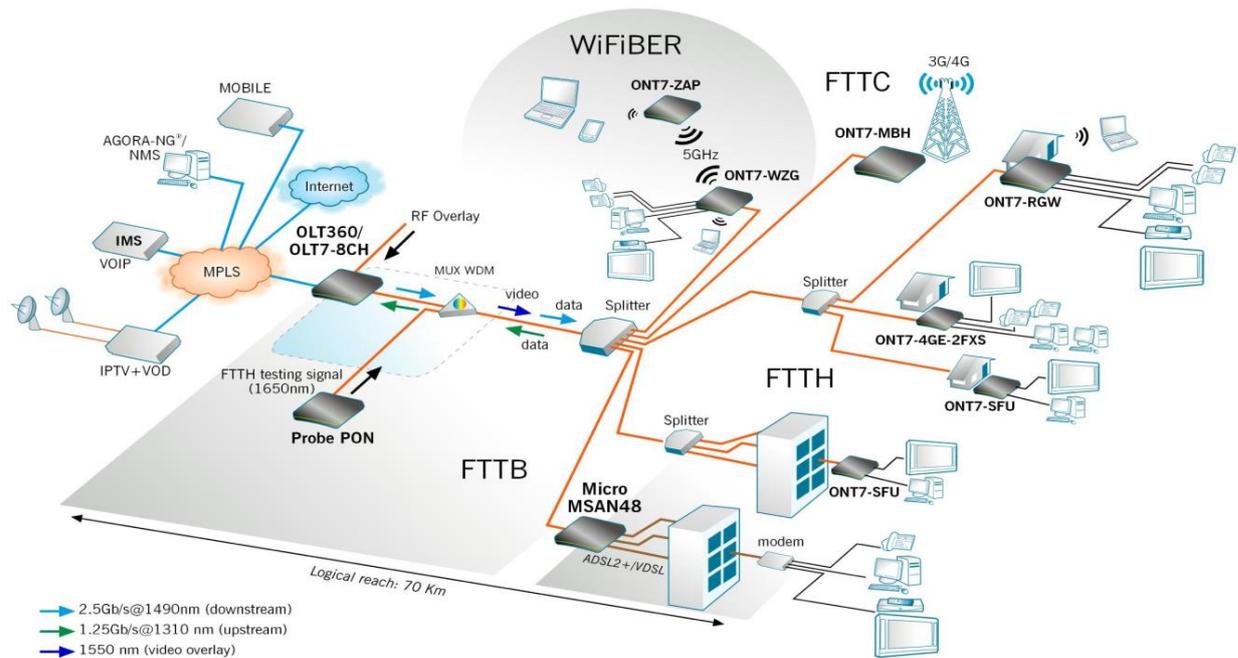


управляющая компания



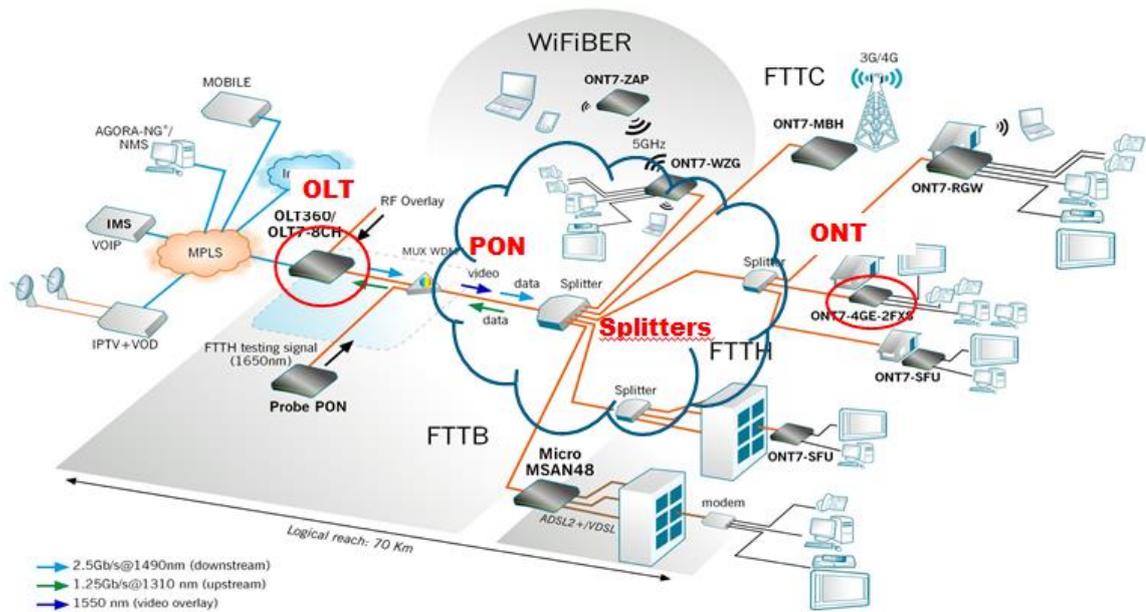
Архитектура сети GPON

учебный материал



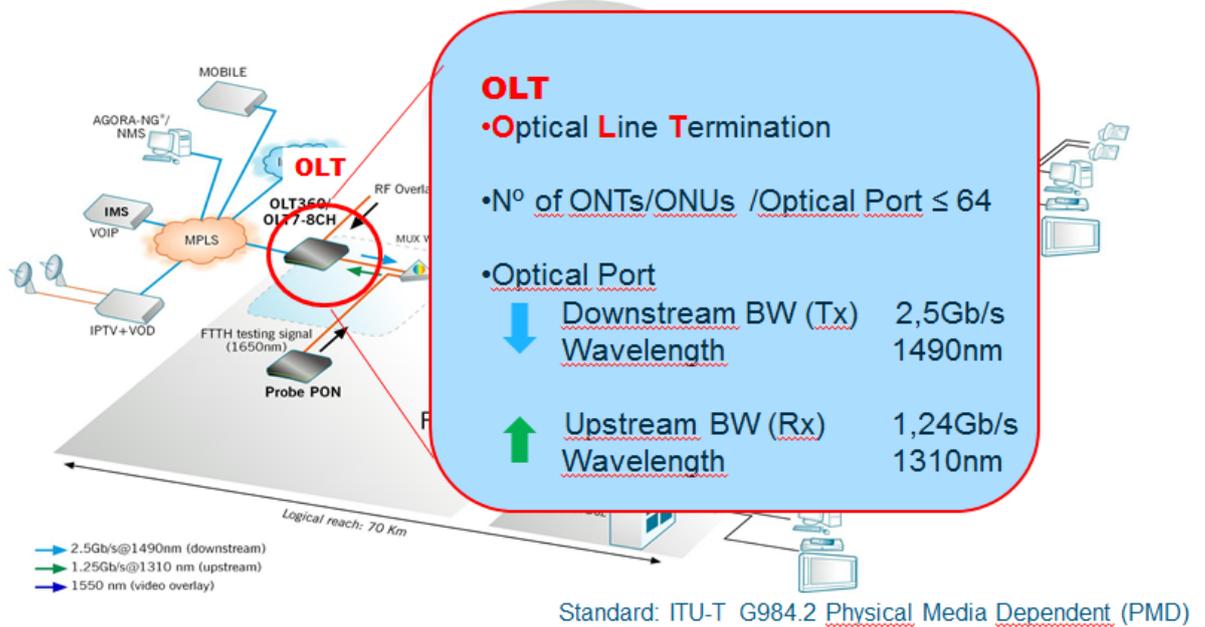
Архитектура сети GPON.

- Топология “точка многоточка” P2MP(point to multipoint)
- Распределительная сеть доступа PON, основанная на древовидной волоконной кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах
- Древовидная топология P2MP позволяет оптимизировать размещение оптических разветвителей исходя из реального расположения абонентов, затрат на прокладку ОК и эксплуатацию кабельной сети.



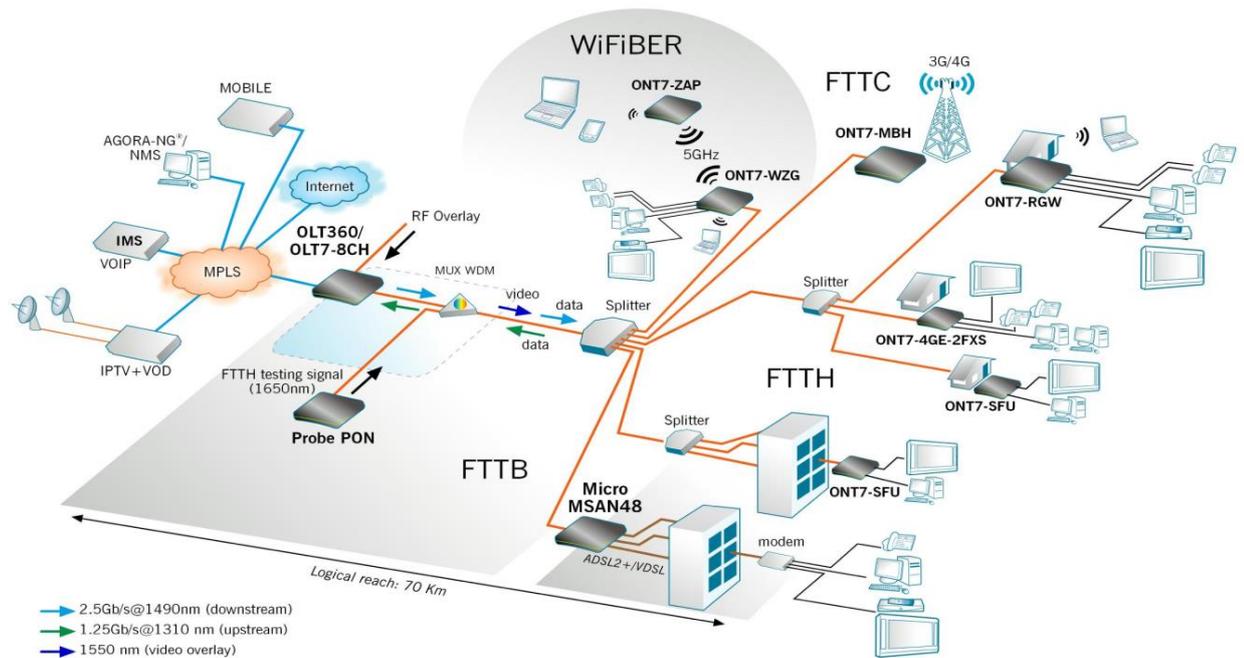
- Основная идея архитектуры PON – использование всего одного приемопередающего модуля в OLT для передачи информации множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них

-Число абонентских узлов, подключенных к одному приемопередающему модулю OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет бюджет мощности и максимальная скорость приемопередающей аппаратуры. Для передачи потока информации от OLT к ONT – прямого (нисходящего) потока, как правило, используется длина волны 1550 нм. Наоборот, потоки данных от разных абонентских узлов в центральный узел, совместно образуя обратный (восходящий) поток, передаются на длине волны 1310 нм. В OLT и ONT встроены мультиплексоры WDM, разделяющие исходящие и входящие потоки



Основные функции:

- Скорость передачи нисходящего/восходящего потоков - 2.488/1.244 Гбит/с
- Усовершенствованный стандарт шифрования (AES)
- Прямая коррекция ошибок (FEC);
- до 64 ONT на одну линию PON; (аппаратная часть оборудования поддерживает коэффициент деления 1:128)
- Конфигурации L2: Прозрачно передать/Добавить/Изменить S-Тег, C- Тег
- Динамическое Распределение полосы пропускания (DBA).



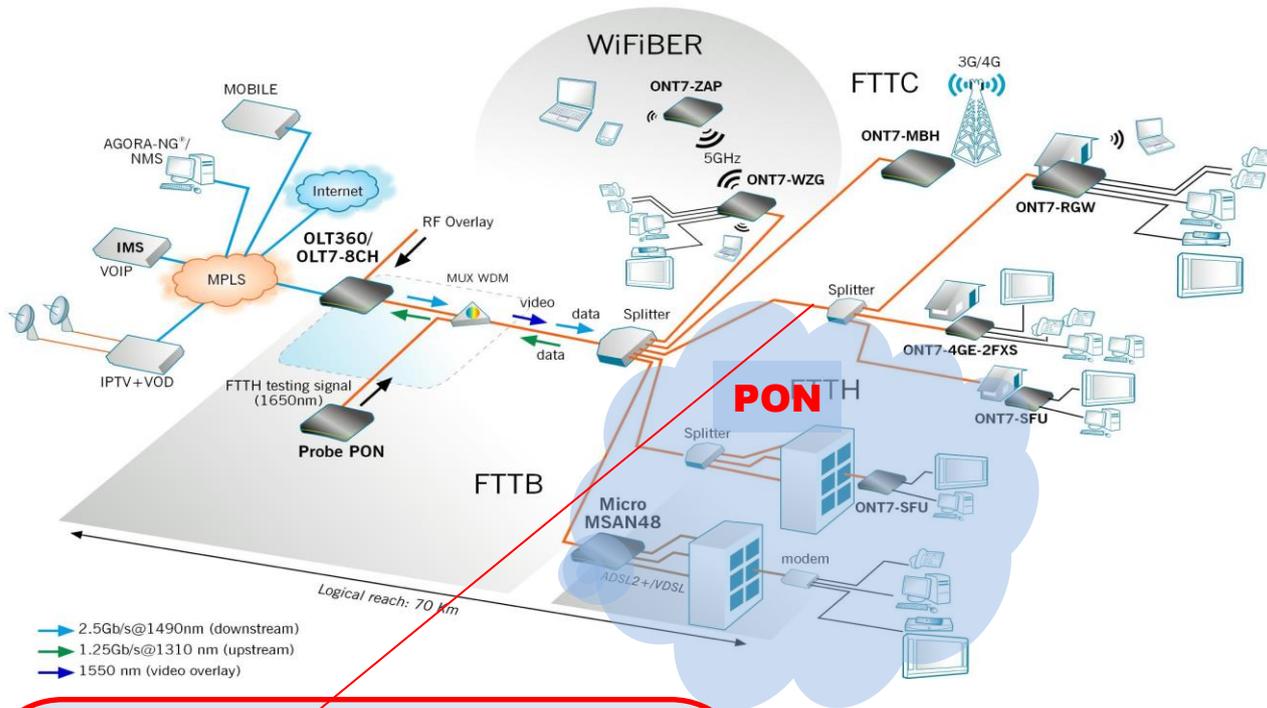
GPON ODN

PON

- **P**assive **O**ptical **N**etwork
 - Optical Fiber ITU-TG.652
 - **O**ptical**S**plitters
 - Optical Junctions
 - Optical Connectors

ODN - это оптическая распределительная сеть.

ODN является участком сети между оптическим линейным терминалом (OLT) и оптическим сетевым модулем (ONU) и включает в себя магистральный, распределительный и абонентский участки кабеля, а также все необходимые соединители и пассивные устройства



- **Splitting Ratio**
 - 1:64
- **PON Class B+**
 - Max. Attenuation 28dB
- **PON Class C+**
 - Max. Attenuation 32dB

Standard: ITU-T G984.2 Physical Media Dependent (PMD)

GPON OPTICAL BUDGET

Оптический бюджет - это величина затухания в линии, при которой сигнал еще достаточно мощный, чтобы приемник модуля мог его принять без ошибок.

Бюджет оптического модуля = мощности передатчика - чувствительность приемника.

Обе эти величины можно легко найти в спецификациях на оборудование

При расчетах оптического бюджета ВОЛС необходимо учитывать следующие источники затухания:

- затухание сигнала в оптическом волокне

При распространении сигнала в оптическом волокне происходит естественное затухание сигнала. Величина затухания в волокне зависит от большого количества факторов, однако при расчетах учитывают только два из них – длину линии и длину волны сигнала. Средние потери для сигнала в одномодовом волокне составляют 0,2 дБ/км для длины волны 1550 нм, и 0,35 дБ/км для 1310 нм

- Точки соединения

Коннекторы – от 0,3 дБ.

Места сварок – от 0.02 дБ

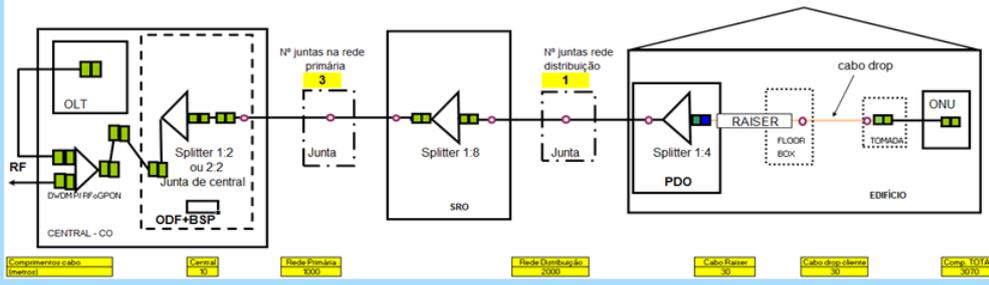
Механические соединители – от 0,7 дБ

- Оптические разветвители

При расчете затухания на оптических разветвителях необходимо отталкиваться от спецификации конкретного разветвителя.

- Запас мощности

Для обеспечения надежной работы оптической системы необходимо учитывать возможность увеличения оптических потерь при изменении внешних факторов и ухудшении характеристик компонентов ВОЛС, связанных с их старением. Для компенсации данных потерь внесите в расчеты 3-6 «запасных» дБ.



Max Loss per component in 1310nm wavelength (λ)

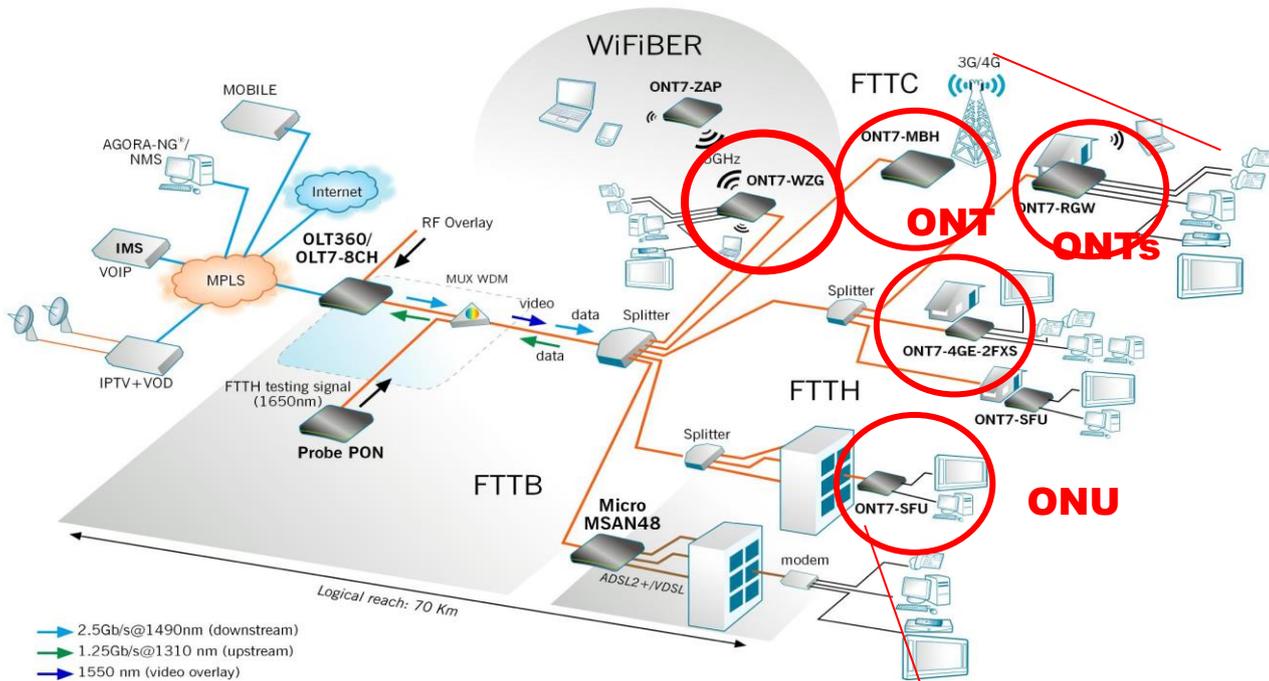
Max Attenuation in OF	0,4 dB/km
Termic Fusion attenuation	0,05 dB
Mechanical Fusion attenuation	0,3 dB
Connector attenuation	0,3 dB
Field Connector attenuation	0,35 dB
Splitter 1:2 or 2:2 attenuation	3,7 dB
Splitter 1:4 attenuation	7,4 dB
Splitter 1:8 attenuation	10,7 dB
DWDM 2:1 attenuation	0,8 dB
Total Attenuation in the Optical Path (Max) λ= 1310nm	
Max. Attenuation	27,98 dB

Optical Elements by path

Number of Connectors	11
Number of field connectors	1
Number of Termal Fusion	10
Number of mechanical fusions	0

Reach (m)

Total Length	3070
--------------	------



ONU/ONT

- Optical Network Unit/Termination



- Optical Port



Downstream BW (Rx) 2,5Gb/s
Wavelength 1490nm



RF (Analog Video) (Rx) 1550nm
Upstream BW (Tx) 1,24Gb/s
Wavelength 1310nm

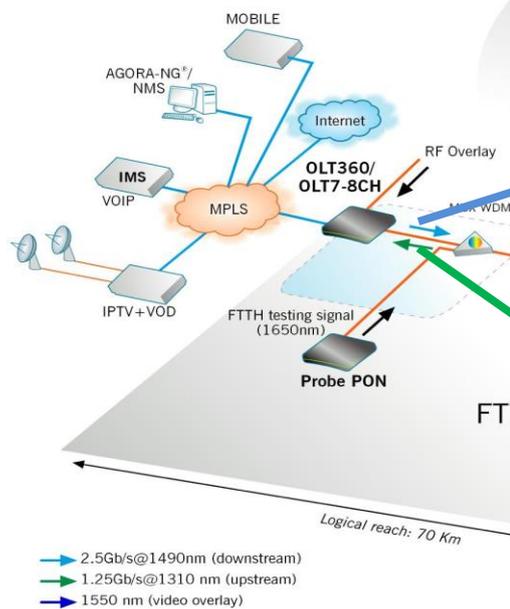
Типы опций клиентского интерфейса:

- 4x 100/1000Base-T для сетевого соединения Ethernet (RJ45 коннекторы);
- 2x FXS порты (RJ 11 коннекторы)
- 2x3 точки доступа 2.4/5.0 GHz беспроводные интерфейсы (802.11 b/g/n);

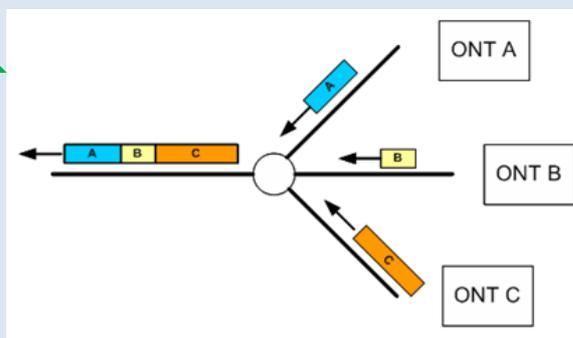
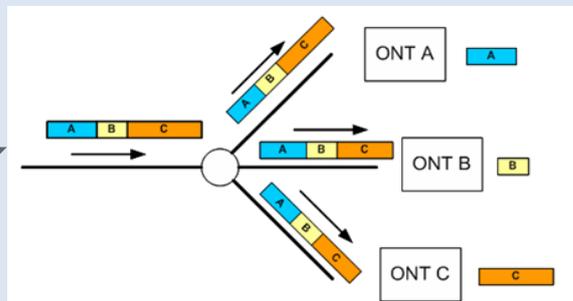
- 2x USB 2.0 функции для совместного использования принтера, мультимедиа и для 3G/4G резервного копирования восходящего потока;

Тип опции сетевого интерфейса:

- GPON SC/APC оптический коннектор (B+/C+).



Network information flow



Standard: ITU-T G984.3 – *Transmission Convergence* (TC)

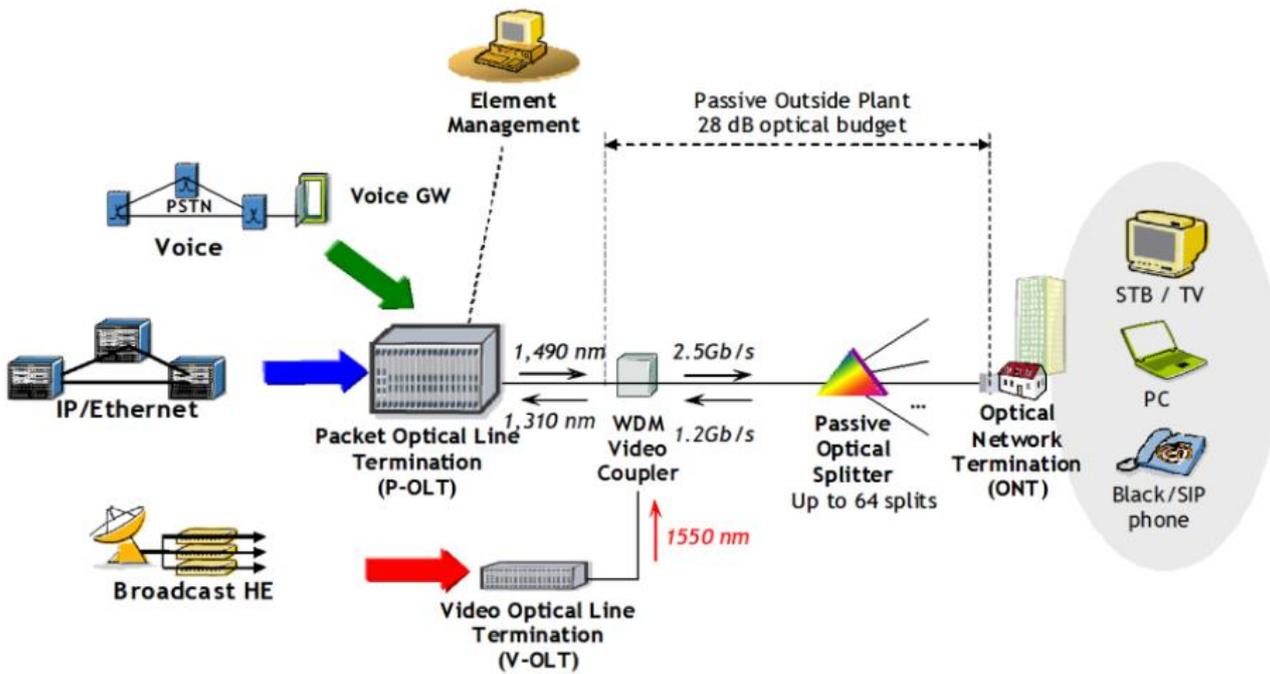
Прямой поток

Прямой поток на уровне оптических сигналов, является широковещательным. Каждый абонентский узел ONT, читая адресные поля, выделяет из этого общего потока предназначенную только ему часть информации. Фактически, мы имеем дело с распределенным демультиплексором.

Обратный поток

Все абонентские узлы ONT ведут передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, используя концепцию множественного доступа с временным разделением TDMA (time division multiple access). Для того, чтобы исключить возможность пересечения сигналов от разных ONT, для каждого из них устанавливается свое индивидуальное расписание по передаче данных с учетом поправки на задержку, связанную с удалением данного ONT от OLT. Эту задачу решает протокол TDMA MAC.

GPON FTTX SCENARIO



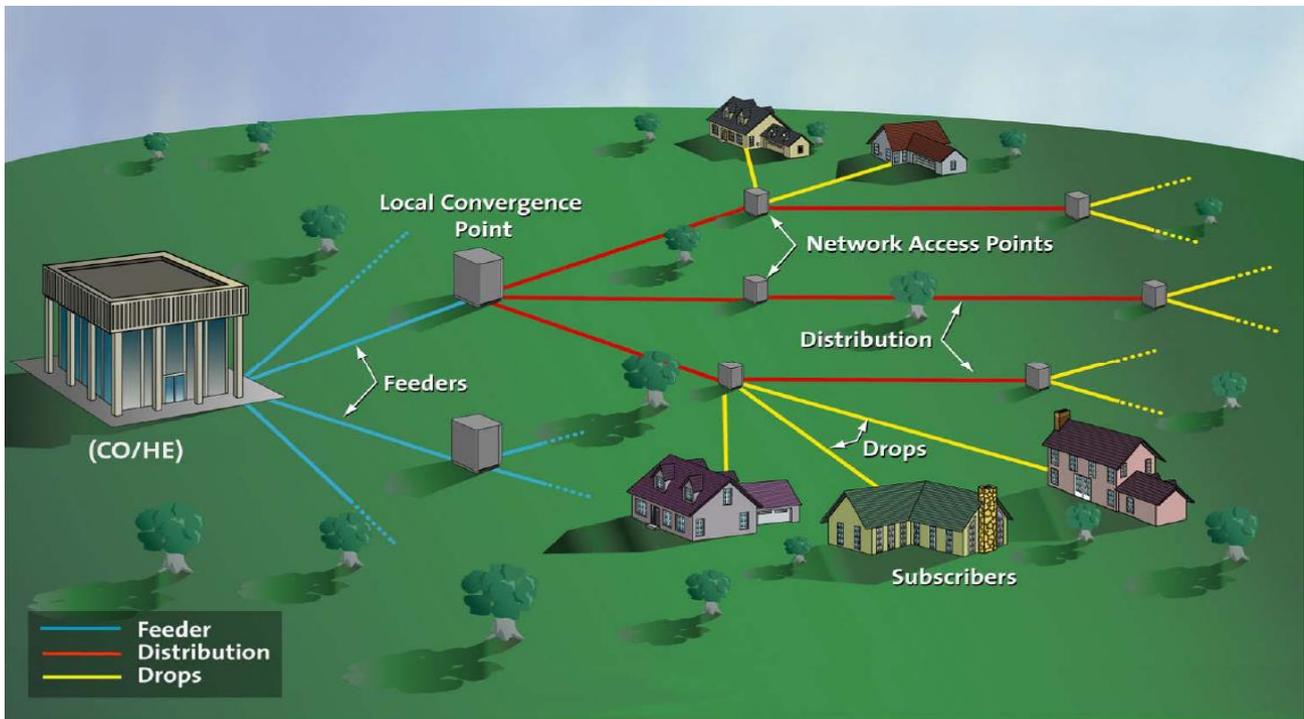
Source: FTTH Handbook, FTTH Council Europe, 2010

GPON Fundamentals

GPON Technology (G.984.x)

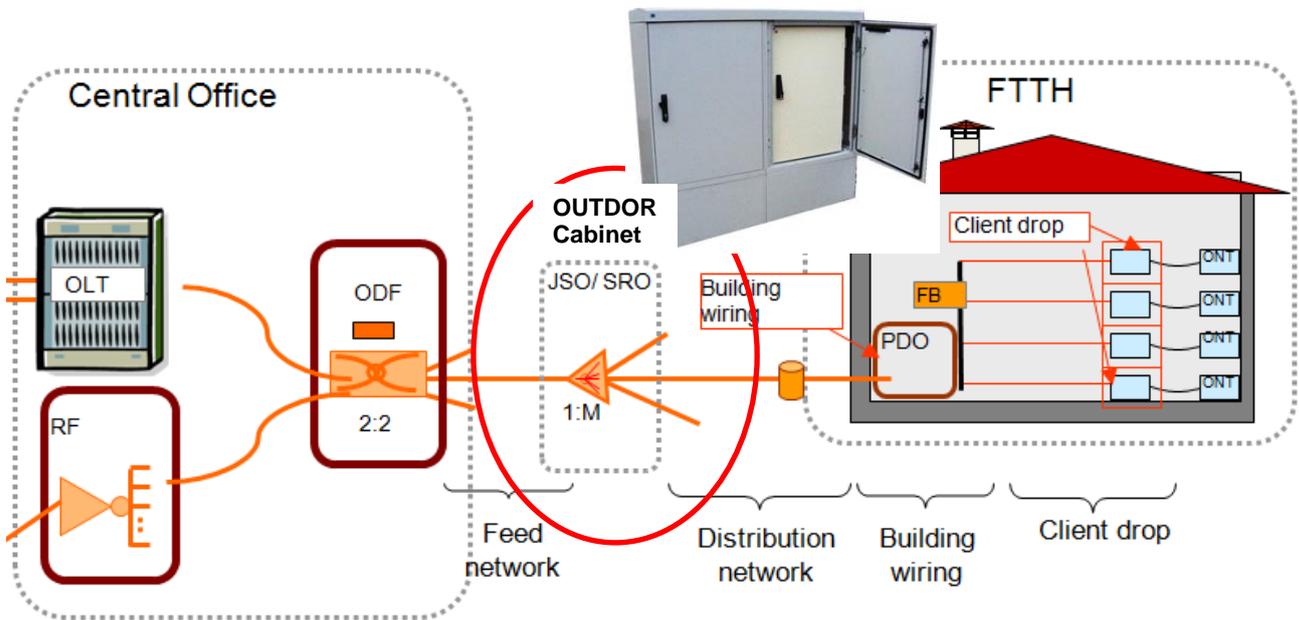
Outside Plant

TR-156



NETWORK ARCHITECTURE/SEGMENTATION

SPLITTERS IN STREET CABINET



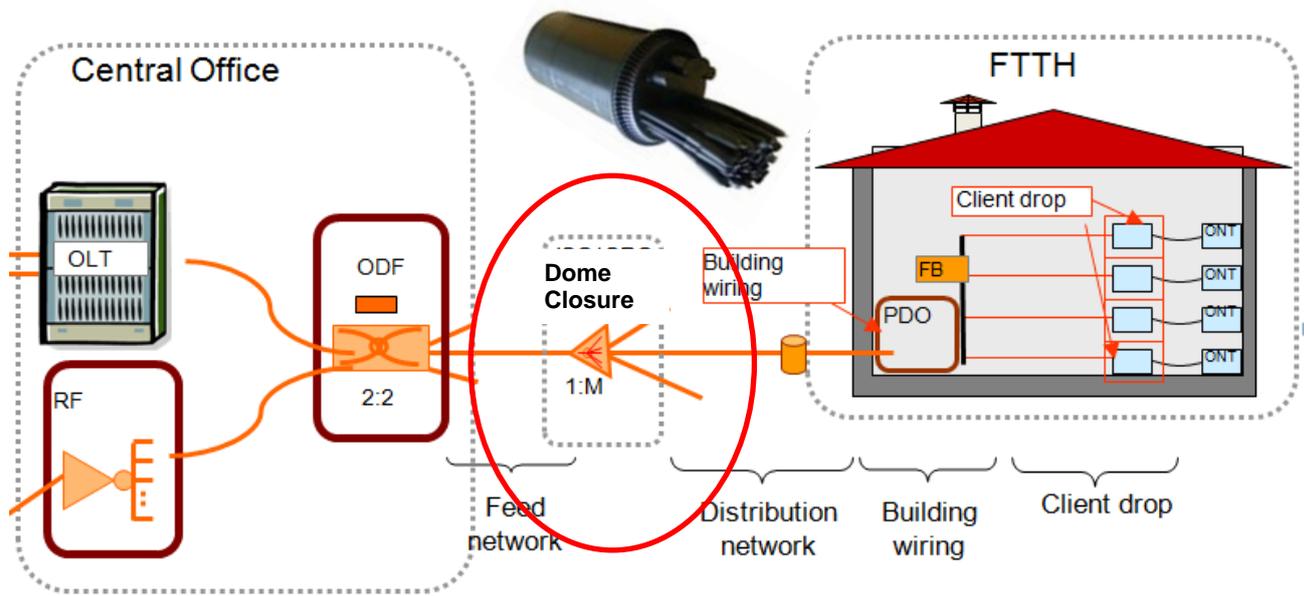
😊 + **Flexibility**
+ **Pay as you grow**
+ **Monitoring Points**

☹️ - **City Hall licensing**
- **Cost**

Splitter –это разветвитель. Оптический разветвитель представляет из себя пассивное устройство, разделяющее поток энергии, передаваемый по оптоволокну. Данное устройство является пассивным, поскольку для разделения оптической мощности электропитание не требуется

Внешняя сеть (OSP) делиться на три главных участка:

- Магистральная(feeder)
- Распределительная(distribution)
- Подключения(drop)



- + Cost
- + Distance
- + Protection against vandalism



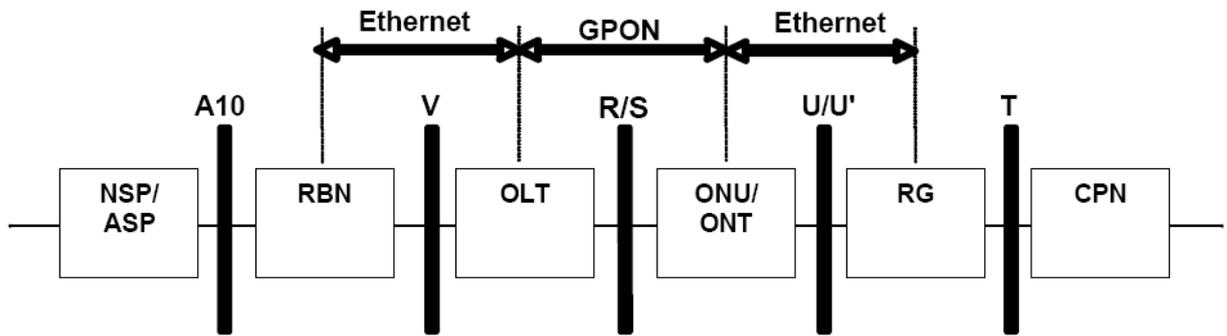
- Rigid Network
- Construction
- Pay as you grow

GPON Fundamentals

GPON Technology (G.984.x)

Outside Plant

TR-156



Существует три типа топологии VLAN :

- VLAN N:1
- VLAN 1:1
- Transparent LAN Services

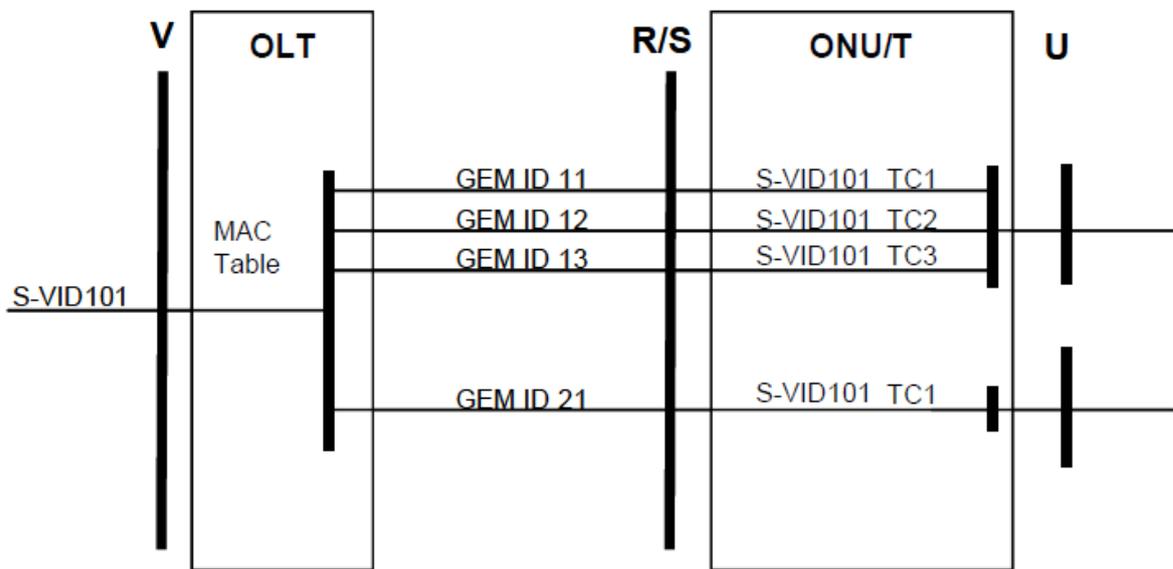
Существует два типа GEM Портов:

- **Multicast GEM Ports(unidirectional)**

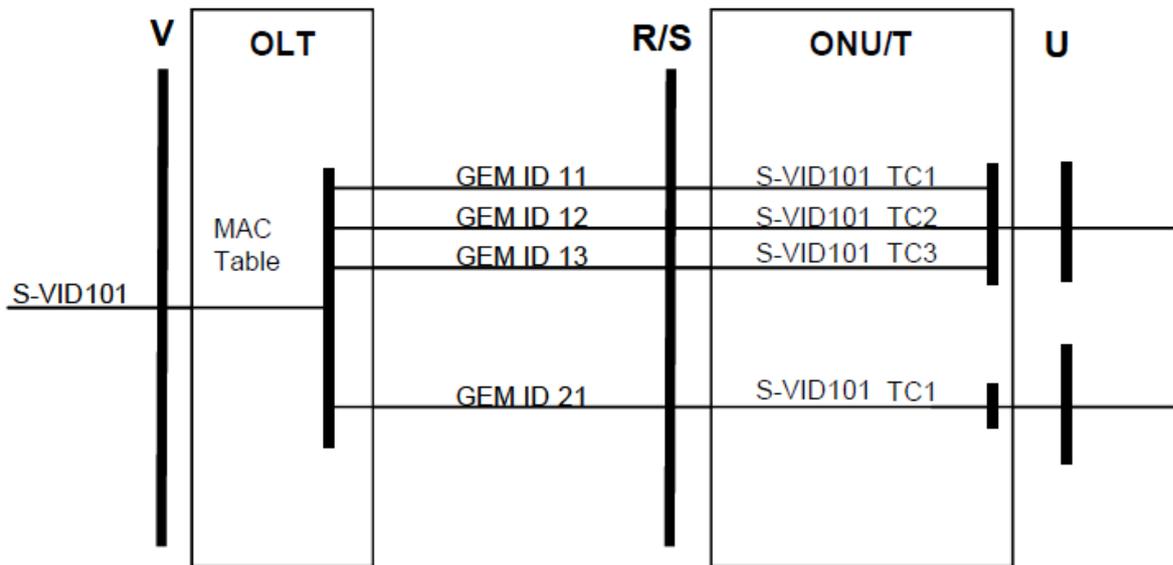
Используется для транспортировки Broadcast, Multicast или Unicast Unknown traffic in downstream потоке. Каждый мультикаст GEM Port может быть назначен множеству ONU/T и поэтому не может быть зашифрован.

- **Unicast GEM Ports (bidirectional)**

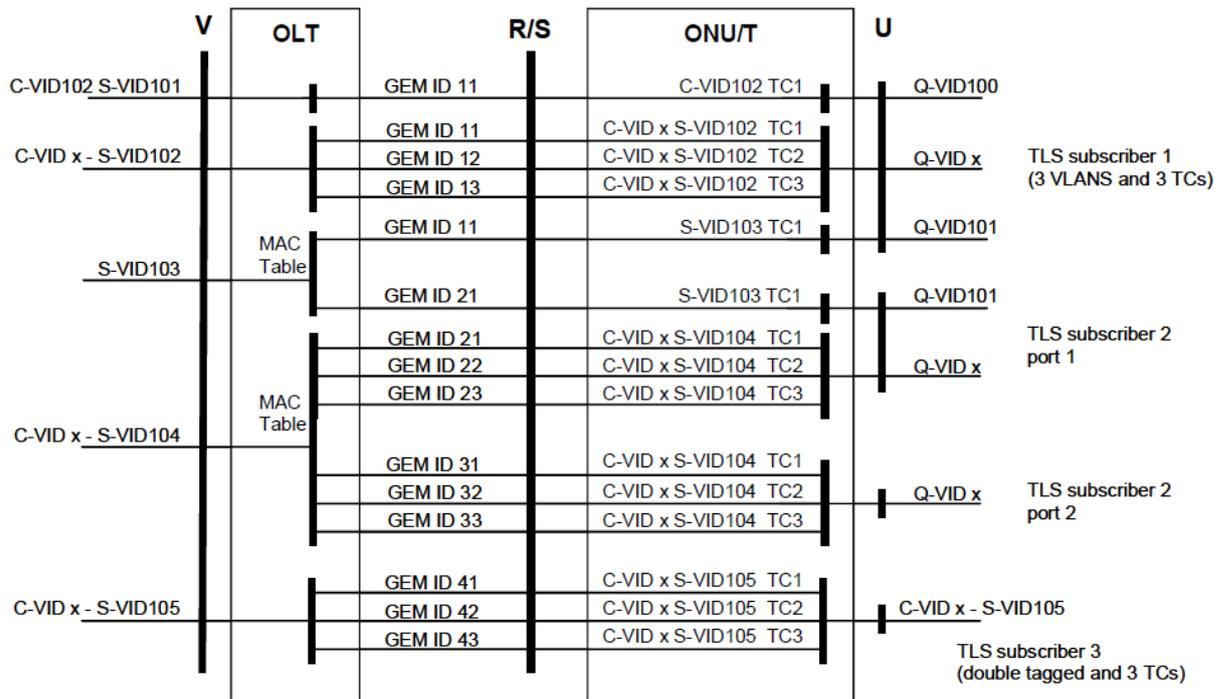
Используется для транспортировки downstream и upstream потоков. Каждый из GEM ports назначается уникально на один ONU/T. Для безопасности GEM Порты шифруются.



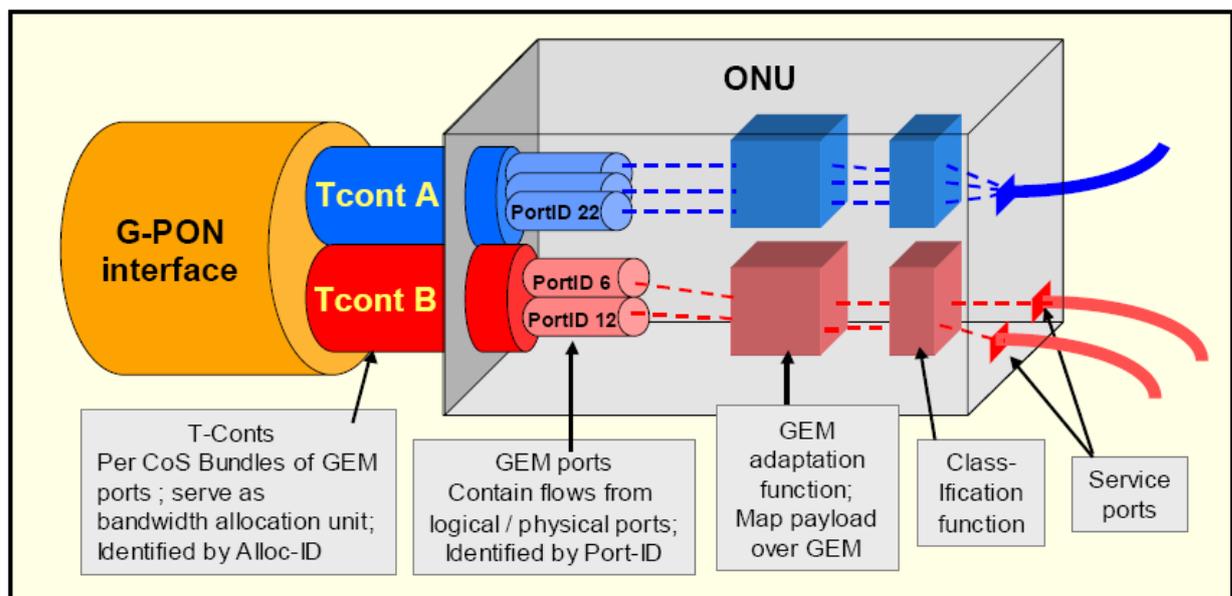
Топология N:1



Топология 1:1



Прозрачная передача LAN Сервисов



GPON Multiplexing Architecture

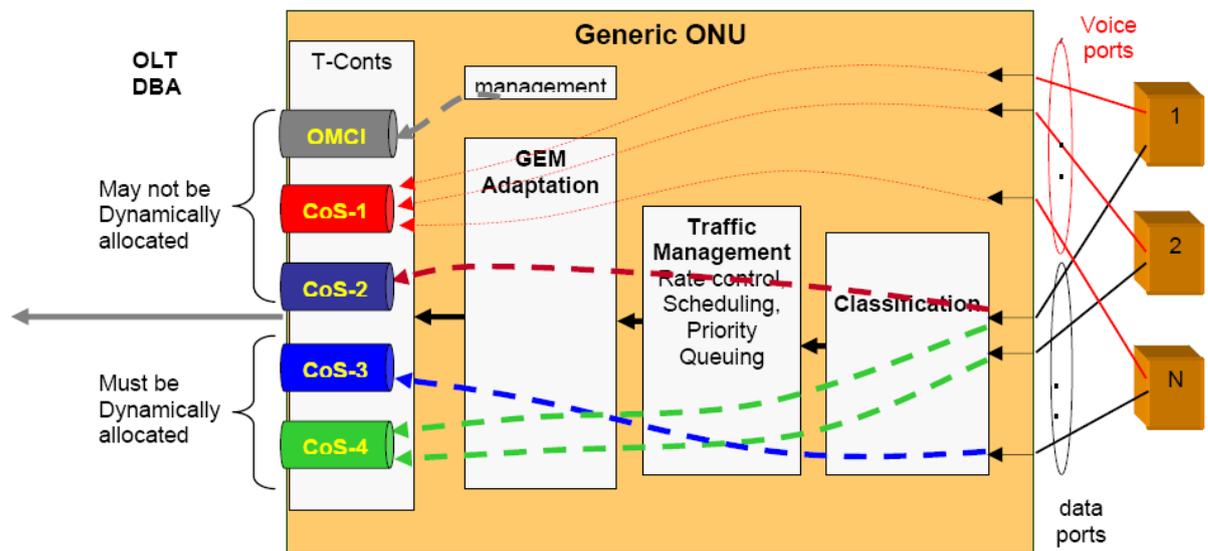
GEM Port: минимальный блок для передачи сервиса.

T-CONT: Transmission Containers(контейнер передачи) это вид буфера, который переносит сервисы. Главным образом используется для передачи данных upstream потока. T-CONT создан, чтобы реализовать динамическую полосу распределения(DBA) полосы пропускания upstream потока, таким образом увеличивается утилизация линии.

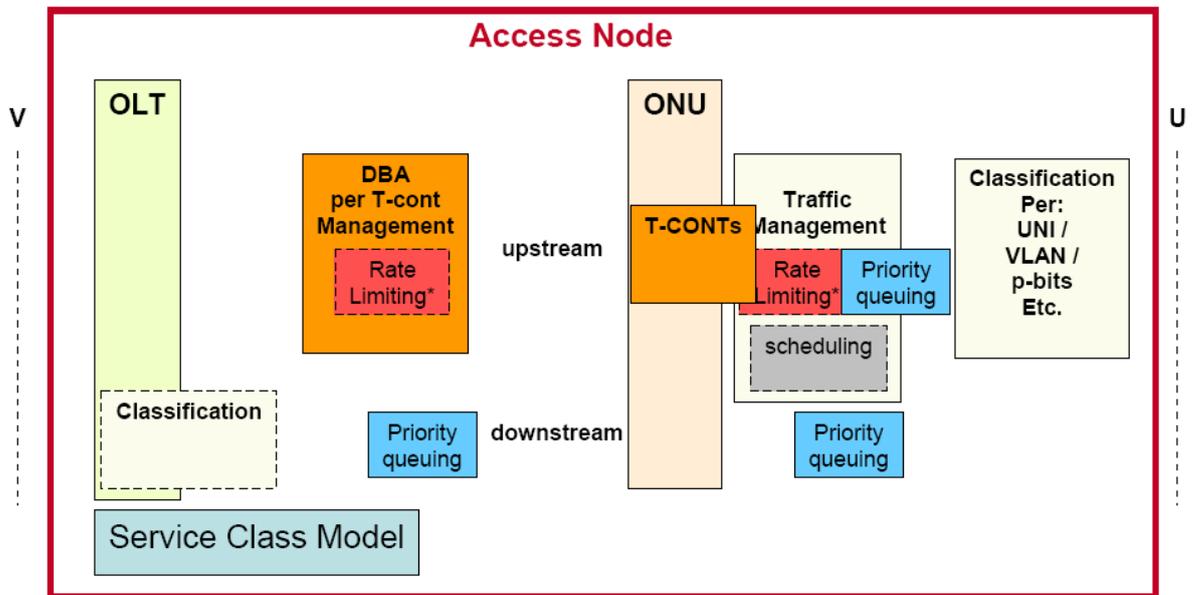
Основываясь на схему маппинга, трафик сервисов переноситься разными GEM портами и затем разными T-CONTs. Маппинг между GEM порт и T-CONT гибкий. GEM Port соответствует T-CONTу; или множество GEM портов может соответствовать одному одинаковому T-CONT.

GPON interface ONU содержит один или несколько T-CONTs.

Классификация и приоритизация



Архитектура T-CONT



Управление трафиком

CoS	Service Type	Service Tolerance
1	Real Time	low jitter, low delay, low PLR
2	Real Time, Bursty	medium jitter, medium delay, low PLR
3	Service Guarantee, Bursty	high jitter, high delay, medium PLR
4	Best Effort	high jitter, high delay, high PLR

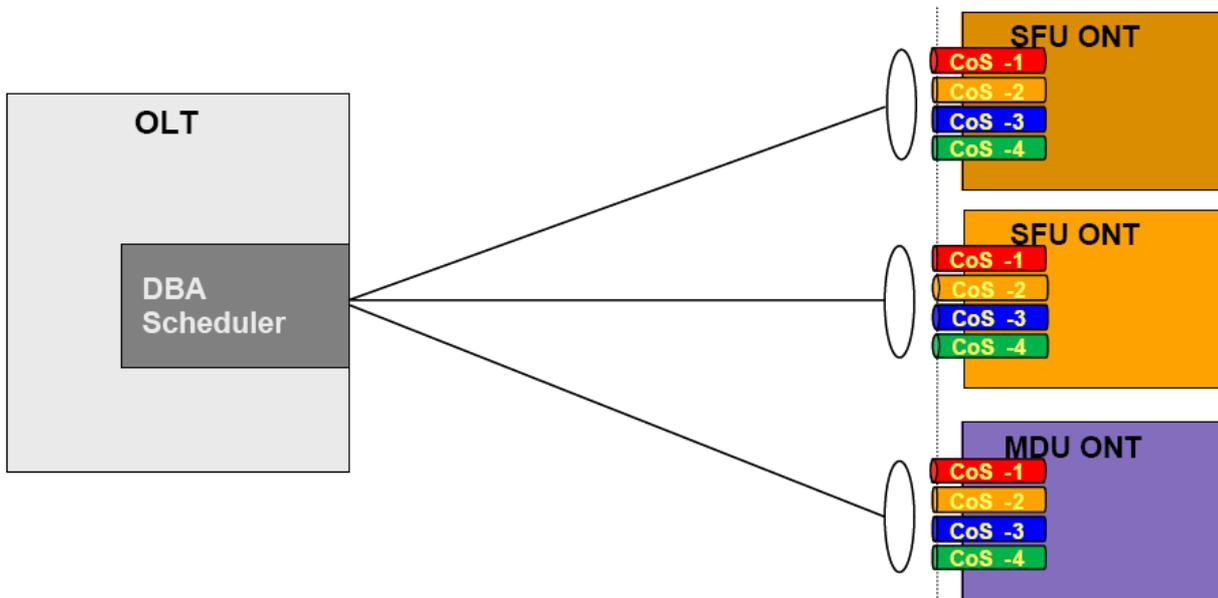
Управление классами сервисов

Ограничение скорости Upstream потока

- ONU/T выполнение Traffic Policing на клиенте/ONT
- Traffic Policers основывается на профайле по ограничению пропускной способности, который назначается на клиентские потоки
- OLT назначает тайм слоты на передачу каждому T-CONT. Это назначение тайм слота может быть static(статическим) или dynamic (динамическим) (DBA – Dynamic Bandwidth Allocation)

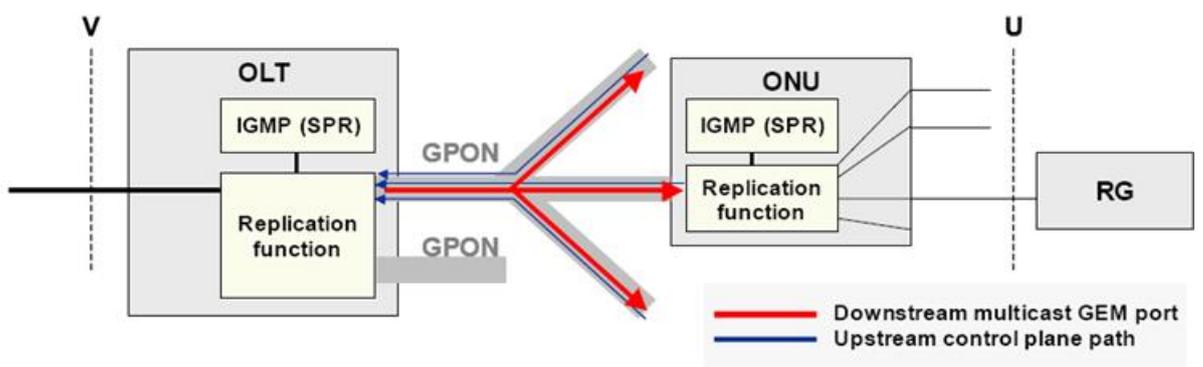
Ограничение скорости Downstream потока.

- Основываясь на CoS, OLTs и ONTs назначают трафику разные очереди приоритезации, которые добавляются в разные листы приоритетов.
-



Динамическое распределение полосы пропускание(DBA)

- DBA позволяет делать статическое мультиплексирование GPON TDMA трафика upstream потока
- Управление полосой представлено в возможности T-CONTs. Каждый T-CONT идентифицируется Alloc-ID (1...1024)



- Мультикаст GEM порты могут быть расшарены среди множества ONU/ONTs
- Так как Мультикаст GEM порты однонаправлены, двунаправленный GEM порт должен быть использован для транспортировки управляющих пакетов (IGMP)
- Трафик в мультикаст GEM портах не зашифрованный (возможно осуществить шифрование верхними уровнями приложений)
- OLT и ONU/T с множеством U интерфейсами должны поддерживать IGMP Snooping с Proxy Reporting и Replication Function
- ONTs только с одним U интерфейсом должны поддерживать IGMP Snooping

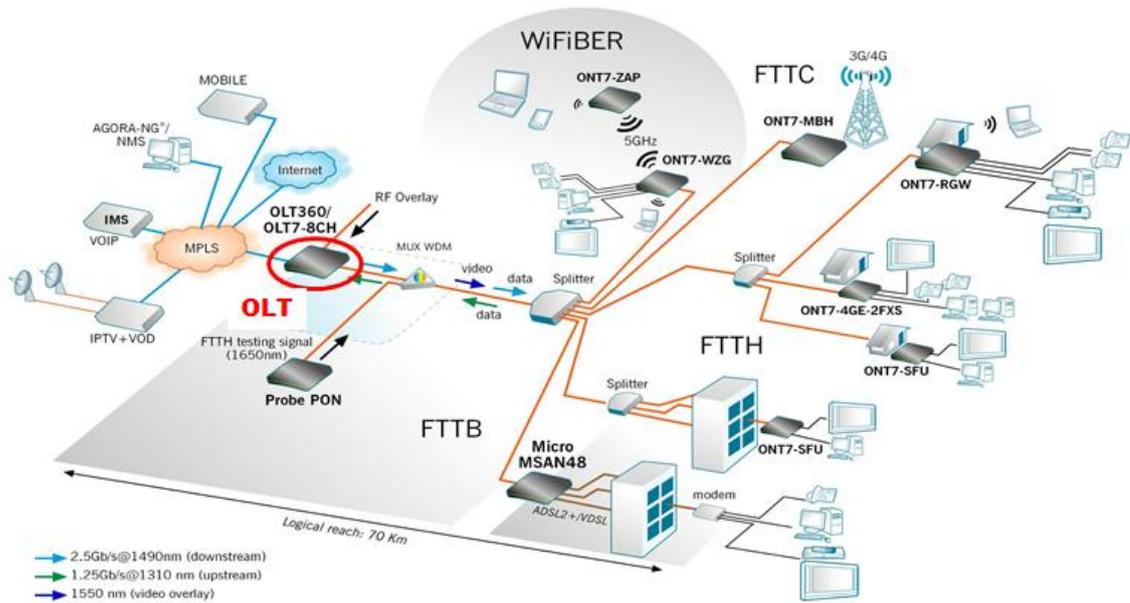


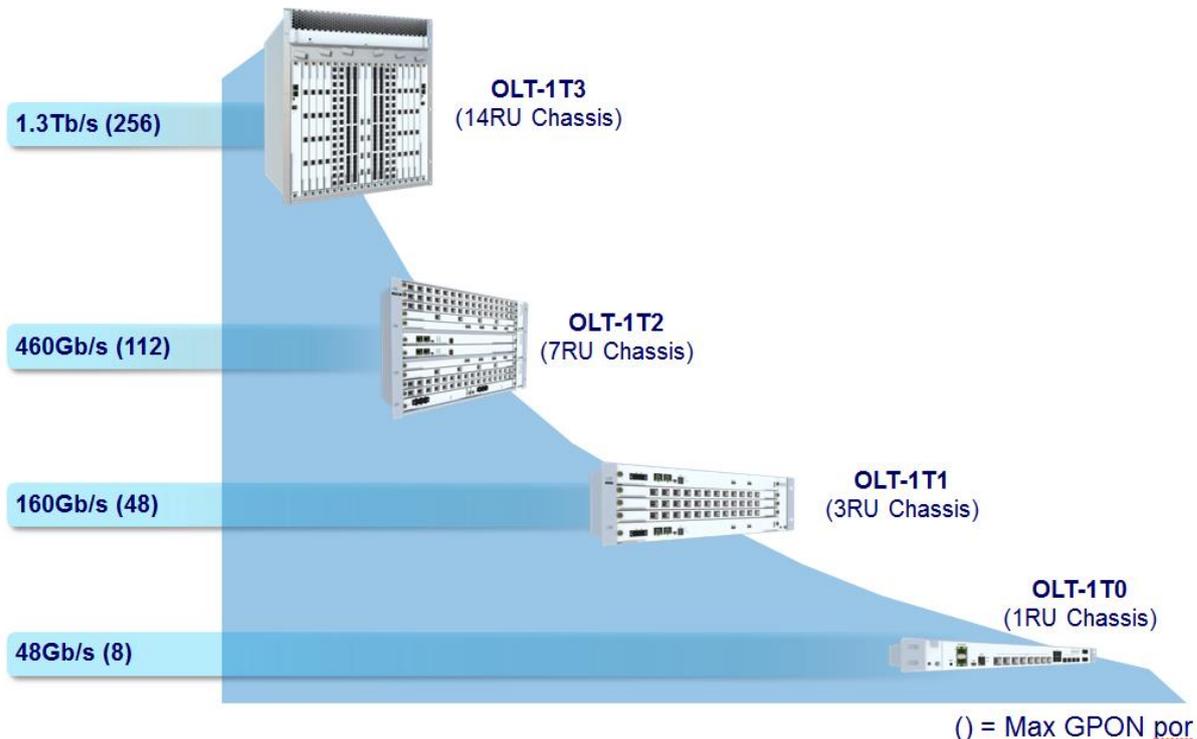
GPON Product Family

OLTs
ONTs

OLTs

Arquitectura MGPON® / MGPON® Architecture





Implements point-to-point and/or point-to-multipoint topologies

Why bandwidth is important:

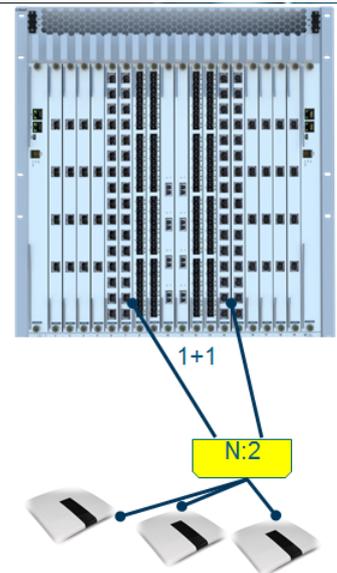
- 64 ONTs with 100Mb/s service means 6.4Gb/s per OLT port (unicast services w/o multiplex gain) → important to reduce split ratio(SR) to provide more BW

Best market performer:

- High density equipment for up to 16k GPON ONTs w/o redundancy at SR 1:64
 - Allows **1+1 GPON Line card protection** for at least 4k ONTs (margin for splitter N:2 & 20km)
 - Supports up to **120Gb/s per line card slot** (better than best competitor)
 - Allows **3 x NG-PON2(40Gb/s) interfaces per slot**
- Incorporates GPON, NG-PON1(XG-PON), and NG-PON2(TWDM-PON)
- Up to 3 OLTs per ETSI rack (2200x600x300mm) (HxWxD)

Management:

- CLI, XML, SNMP, [WebTI](#) and mass provision support



Supports:

- 1 + 1 slot dedicated to Switch Fabric (1)
- 18 slots for Line Cards (2)
- FAN module with redundant FANs (3)
- 1+1 Power input (-48V) (4)

Switch Fabric options

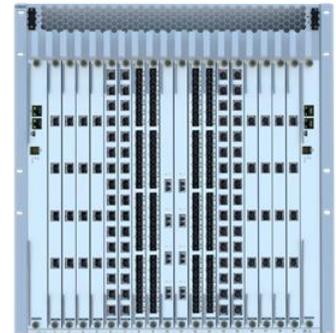
- CXO640Gb/s: 4xslots w/ 20Gb/s and 14xslots w/ 40Gb/s
- CXO1,3Tb/s: 12xslots w/ 40Gb/s and 6xslots w/ 100Gb/s or 3x40Gb/s (4Q2014)

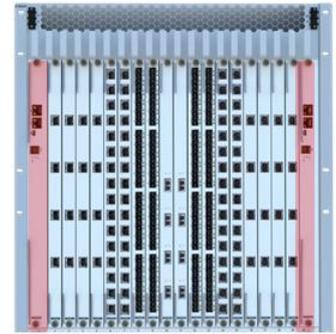
Dimensions:

- 14Ux19"x240mm (HxWxD)

Ventilation:

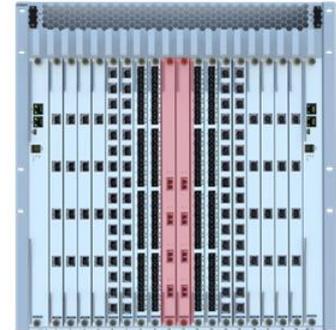
- Forced bottom front to top rear





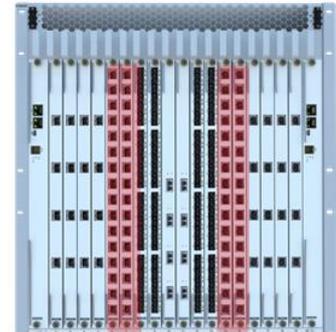
CXO640G

- Works in redundant mode 1+1 mode
- Backplane bandwidth:
 - CXO640G: 4xslots w/ 20Gb/s and 14xslots w/ 40Gb/s
- MAC-TABLE SIZE: 128K mac-addresses
- Integrates central timing: SYNC-E and IEEE 1588v2/PTP
- Auxiliary interfaces:
 - Alarms I/O: 4 inputs 2 outputs
 - Synchronization interface: T1/E1

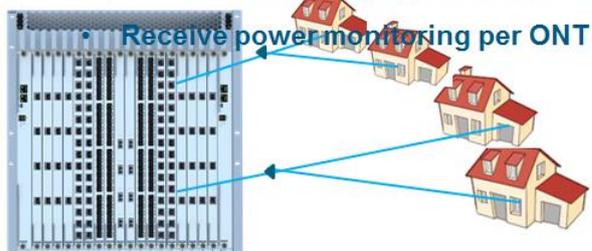


TU40G: up to 18 LCs per shelf

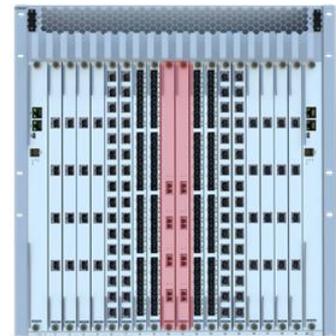
- 4 interfaces 10GbE
 - Supports P2P or Uplink topology per port
 - Interfaces made available via XFP modules
 - SYNC-E and IEEE 1588v2/PTP
 - Uplink Bandwidth: up to 80Gb/s
 - LAG group: up to 8 interfaces
 - Traffic balancing & port redundancy
-



- **TG16G: up to 16 LCs per shelf**
 - 16xGPON OLT interfaces
 - MAC-TABLE SIZE:32K mac-addresses
- **Common functionalities:**
 - Splitting Ratio: 1 OLT port : 64 ONTs
 - SFP based optical interfaces: B+(28dB), C+(32dB)

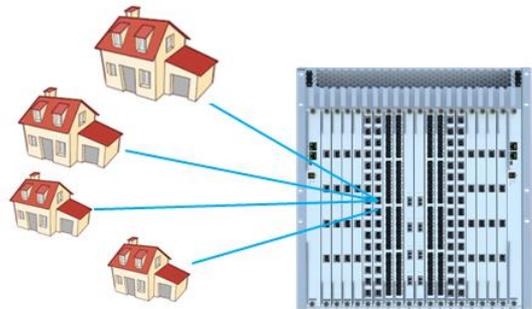


**Max. Optical Network Terminations:
TG16G: 16.384 ONTs**



TA48GE: up to 18 LCs per shelf

- Active Ethernet point-to-point topology
- 24/48x 1GbE/FE interface
- CSFP to increase interface capacity from 24x 1GbE up to 48x 1GbE
- 1000Base-BX Interface
- SYNC-E and IEEE 1588v2/PTP
- Y.1731 OAM



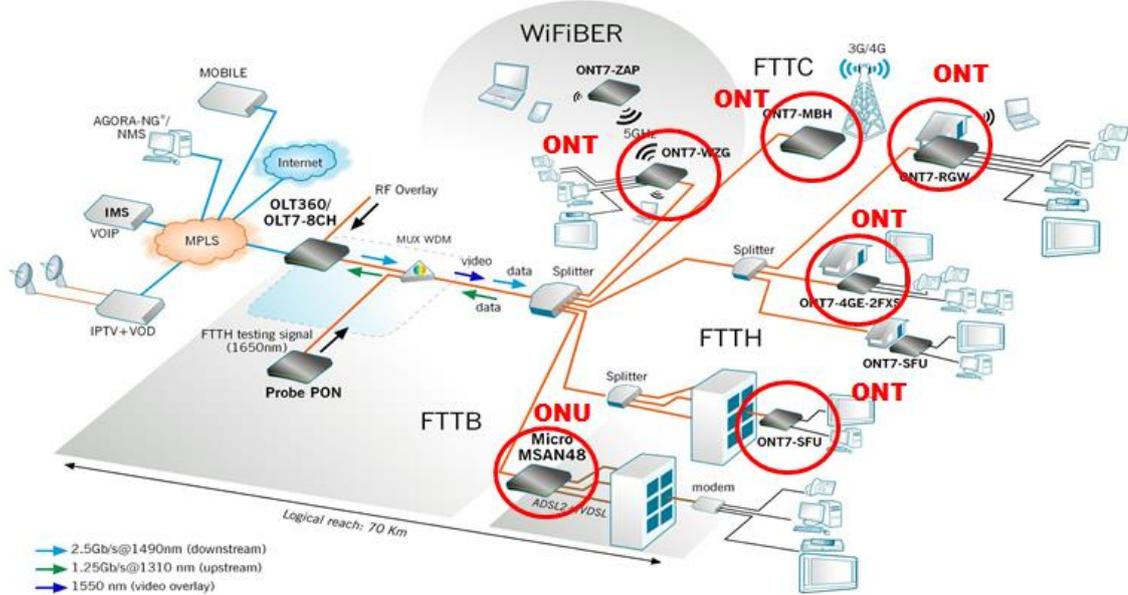


GPON Product Family

OLTs
ONTs

Сценарий

Arquitectura MGPON® / MGPON® Architecture





ONT Models



Indoor Mount



Indoor Mount



Outdoor Mount

	NTA	ONT-MBH	ONT-SFU	ONT-4GE-2FXS	ONT-RGW	ONT-WZG
RF-Overlay			1	1	1	
WiFi (802.11 b/g/n)					2,4GHz/(2x2)- 5GHz/(2x2) Single band	2,4GHz/(2x2)- 5GHz/(3x3) Dual-concurrent
USB	2				2x Host	1
FXS Ports	2/4			2	2	2
ETH Ports	4 x 10/100/ 1000BASE-T	1 x 10/100/ 1000BASE-T	1 x 10/100/ 1000BASE-T	4 x 10/100/ 1000BASE-T	4 x 10/100/ 1000BASE-T	4 x 10/100/ 1000BASE-T
NAT/NAPT					✓	✓
Firewall					✓	✓
VPN pass-through					✓	✓
PPPoE termination					✓	✓
Nx64K	✓					
E1	✓					
OMCI	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TR-069					✓	✓
CLI					✓	✓
WebGUI					✓	



ONT7-SFU



- Interoperability with main OLT vendors
- Up to 1000Mb/s
- RF Overlay
- FXS

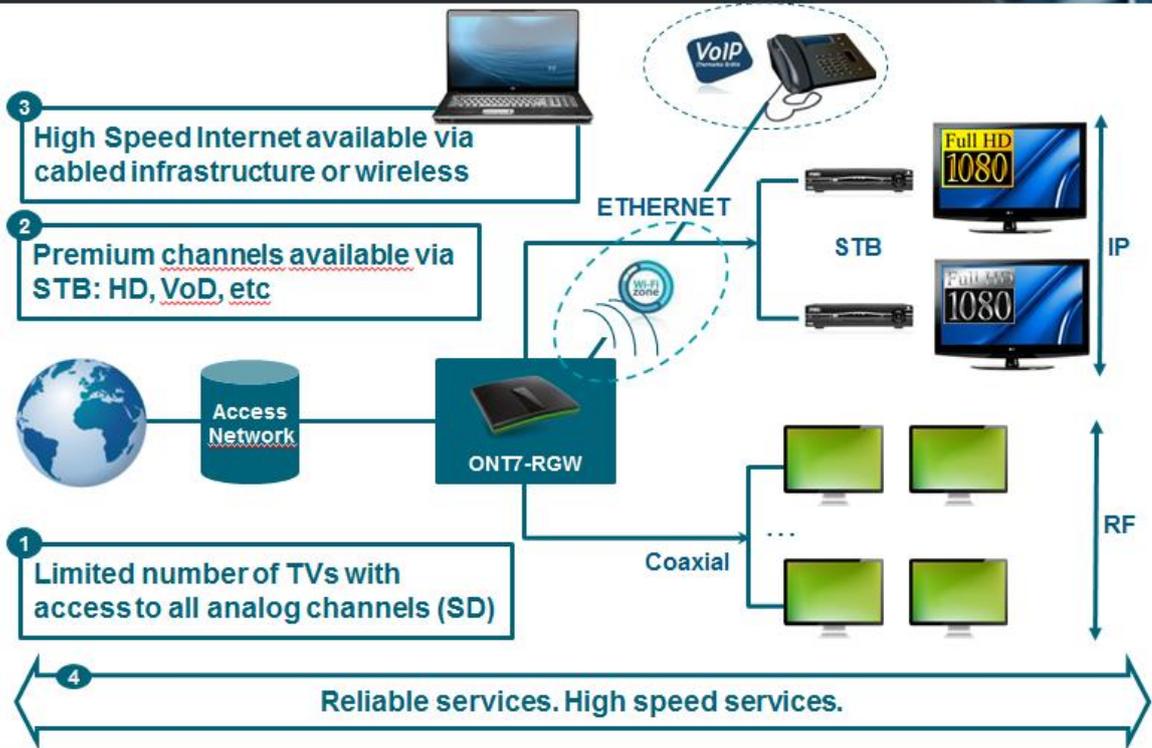
- Supports full GbE wire speed
- OMCI GPON Stack: developed in-house, able to handle a protocol from any vendor (Huawei, Alcatel-Lucent, Ericsson, ZTE...)
- Support the network upgrade to XGPON
 - GPON Certification Program
 - <http://www.broadband-forum.org/certifiedgpon.php>
 - One year later: only 9 certified vendors!



24 October 2011



Digital home: A single box solution





ONT7-RGW: An integrated service enabler

High performance single box ONT with Residential Gateway (1Gb/s)

Broad range of physical ports: GbE, FXS, WiFi, USB, RF, Home Networking

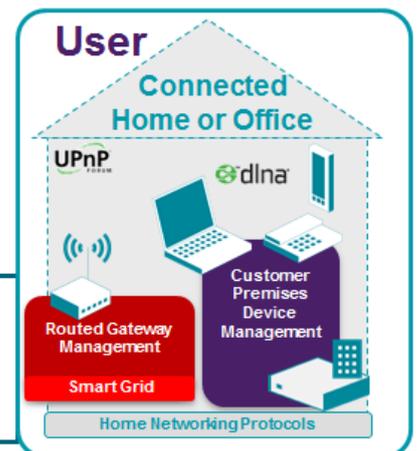
Supported Services: HSI, VoD, VoIP, Wi-Fi, Security, Parental Control, DLNA, UPnP, OSGI for new services

Uses the following **BBF** certified SW stacks :

- TR-247(OMCI ONT) → **BBF.247**
- TR-069 (RGW) → **BBF.069**



BBF certification: a quality ensurer





ONT7-WZG: Mobile offload over WiFi

ONT7-WZG:

- Is a high performance WiFi public Access Point
- Includes ONT, Routing and Access Point features
- Is compatible with current NGIN Wi-Fi service platforms
- Provides concurrent WiFi interfaces (2x2 @ 2.4GHz and 3x3 @ 5GHz)

New functionalities:

- WiFi: 802.11ac new features
 - Gigabit speeds on wireless (3x Performance per stream)
 - Up to 1 Gb/s of TCP/IP throughput
 - Significant benefits for single stream 11ac devices
- **Mobility**: Hot Spot 2.0 (IEEE 802.11u) , CAPWAP (under evaluation)
- **OAM**: xWAMP Y.1731





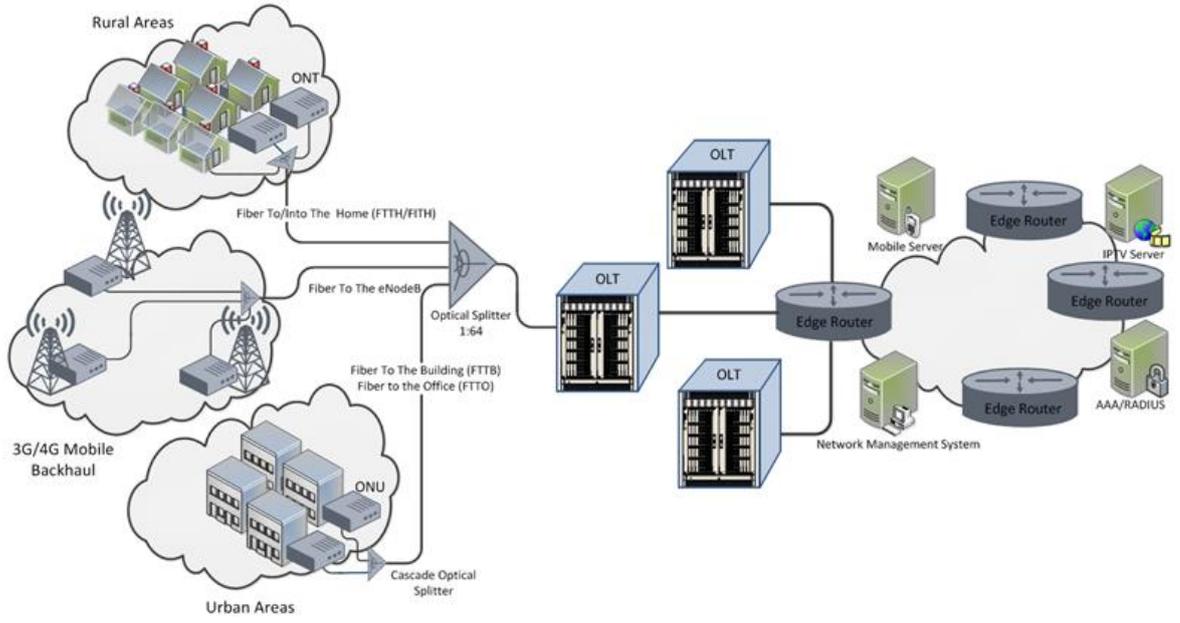
OLT1-T3

[Services](#)

[Features](#)



Use Cases of GPON Infrastructure





N:1

- Множество абонентов используют одинаковый Service Tag
- Traffic Forwarding основывается на S-TAG+DMAC

1:1

- Универсальный S-TAG или S-TAG+C-TAG для клиентской услуги
- Traffic switching основывается на S-TAG+C-TAG или S-TAG

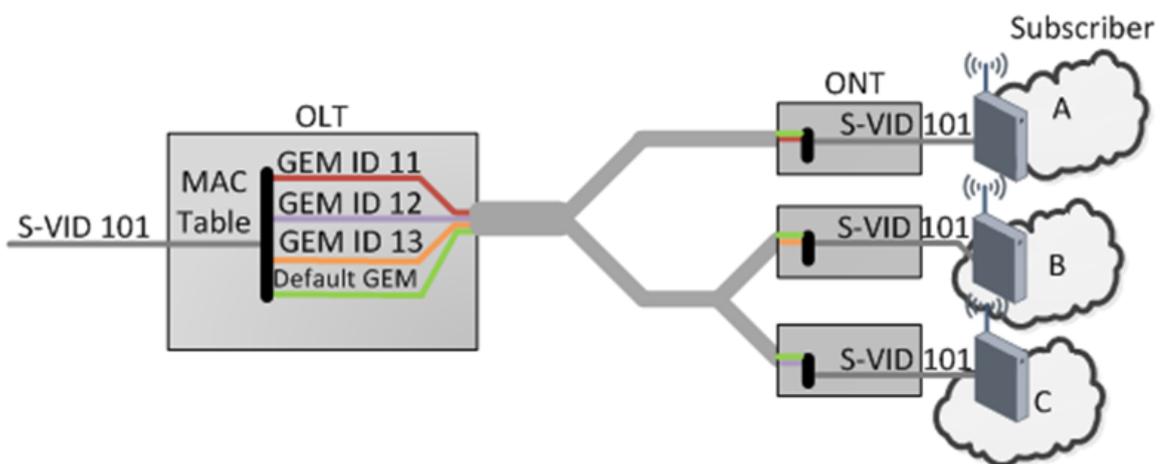
Transparent LAN Services (TLS)

- Трафик не обрабатывается
 - CPU не является частью EVC
 - Может быть использована 1:1 и N:1 топология
-



N:1 Services

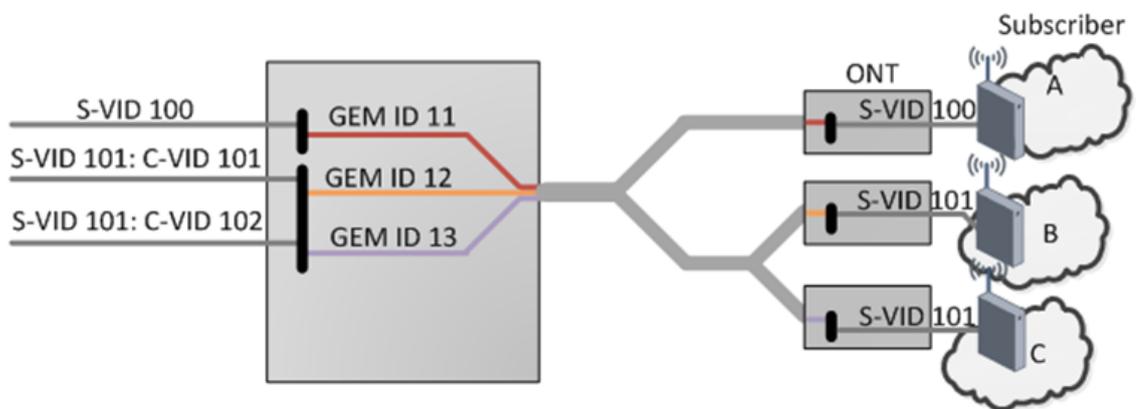
- Forwarding is based on S-VID+DMAC (e.g. Residential Gateway MAC Address).
- Default GEM Port Transports Unicast Unknown, Multicast and Broadcast MAC Addresses
- Multicast Services only have the Default GEM





1:1 Services

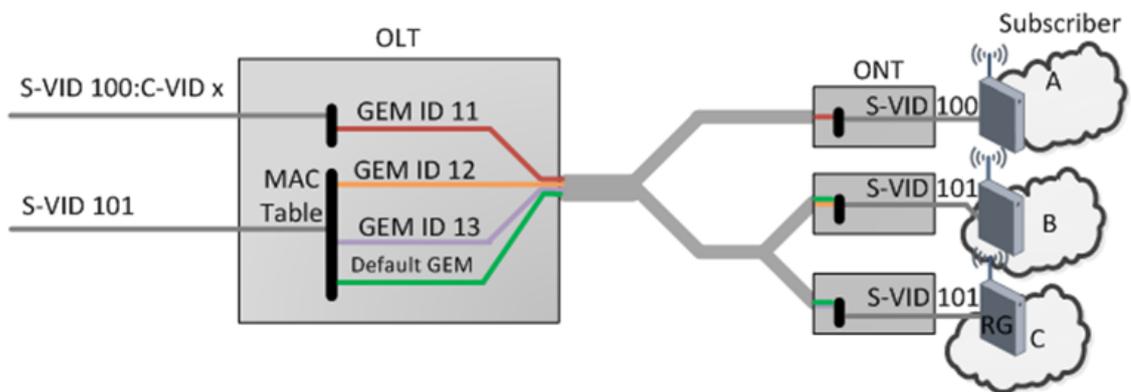
- Traffic is encapsulated in different GEM ports according to S-VID and C-VID;
- Traffic is forward either using S-Tags + C-Tags or S-Tags.





Transparent LAN Services (TLS)

- The traffic is not processed
- The CPU is not part of the EVC
- Can be use 1:1 and N:1 topology





INOVAÇÃO



OLT-3TX

Services

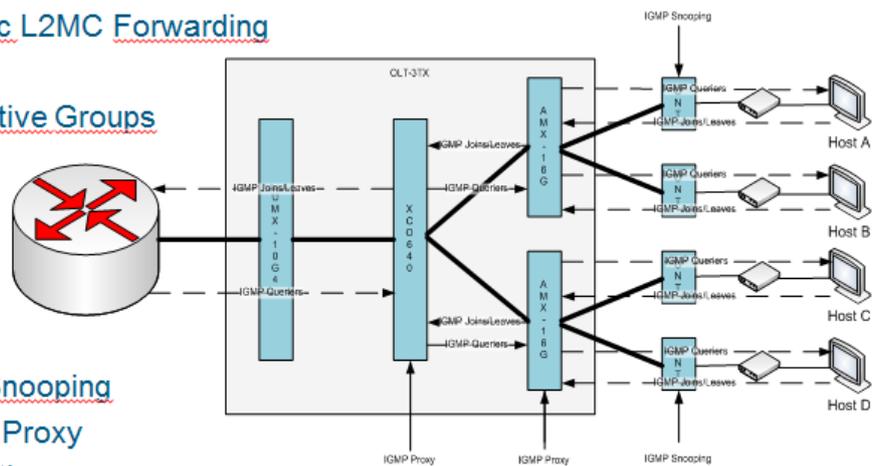
Features



Multicast: IGMP Snooping/Proxy

OLT: Multicast L2/L3 – Snooping with Proxy Reporting

- 1st Proxy stage at the TOLT8G (each cards proxies up to 512 clients)
- 2nd Proxy stage at the CXO360 (Proxies up to 18 line cards)
- Multicast Forwarding based on DMAC+VLAN
- Static/Dynamic L2MC Forwarding
- IGMP Querier
- Up to 1024 active Groups



ONT:

- SFU - IGMP Snooping
- RGW – IGMP Proxy
- Up to 1024 active groups



Link Aggregation Control Protocol (LACP)

LACP обеспечивает следующие функции:

Aggregation(агрегация)

- Агрегация в логическую группу несколько физических портов (LAG)

Protection(защита)

- Трафик проходит только через активные порты

Load Balancing(балансировка нагрузки)

- По MAC источника
- По MAC получателя
- По MAC источника и получателя

Динамическое сообщение LAG LACPDU определяет активный порт или нет

Статический LAG без сообщения LACPDU



Bandwidth Profiles (1)

Upstream Profiles:

• **Контролируется GPON dynamic bandwidth (DBA) mechanism**

• **Fixed BW(kbps):** Фиксированная полоса пропускания может быть двумя разными типами CBR или UBR. Максимально доступная полоса на порт PON 400Mb/s в случае CBR профайла и 1,2Gb/s в случае UBR профайла с шагом в 8kb/s.

• **Assured BW(kbps):** максимально добавленная полоса на порт PON 1,2Gb/s с шагом 8kb/s

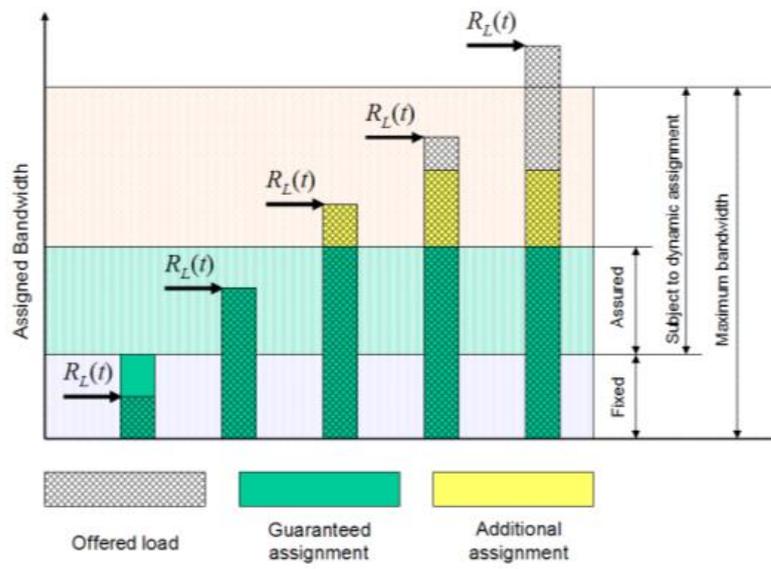
• **Max BW(kbps):** максимальная полоса должна быть больше или равна Fixed+Assured Bandwidth. Максимальная полоса 1,2Gb/s с шагом 8kb/s.

T-CONT	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	BW
Fixed BW- R_F	R_{F1}	0	0	0	R_{F5}	[b/s]
Assured BW- R_A	0	R_{A2}	R_{A3}	0	R_{A5}	[b/s]
Max BW - R_M	$R_{M1} = R_{F1}$	$R_{M2} = R_{A2}$	$R_{M3} > R_{A3}$	R_{M4}	$R_M \geq R_{F5} + R_{A5}$	[b/s]
Additional BW eligibility	None	None	NA	BE	Any	[b/s]

Downstream profiles:

• **CIR(bit/s):** *Committed Information Rate* defines the average guaranteed bandwidth in bit/s.

• **EIR(bit/s):** *Excess Information Rate* defines the average bandwidth (in bit/s) that the network can offer in case there isn't any congestion.

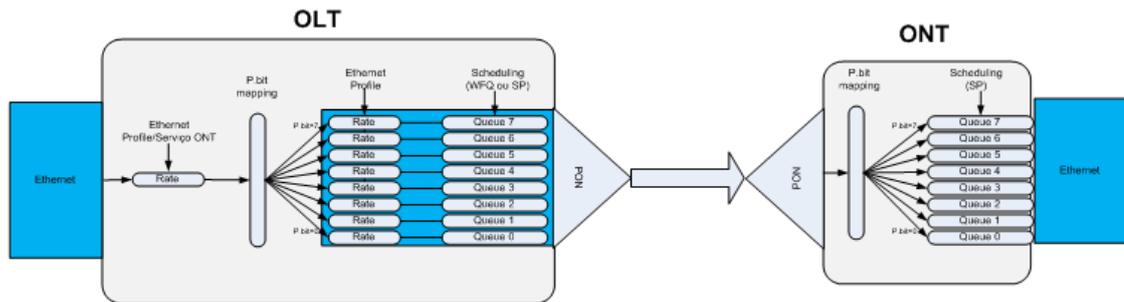


OLT:

- Policer Applied to each service
- P-Bit mapping to each port (Max: 8 Queues)
- Scheduler to each queue (WFQ or SP)

ONT:

- P-bit mapping (8 Queues)
- Strict Priority Scheduler

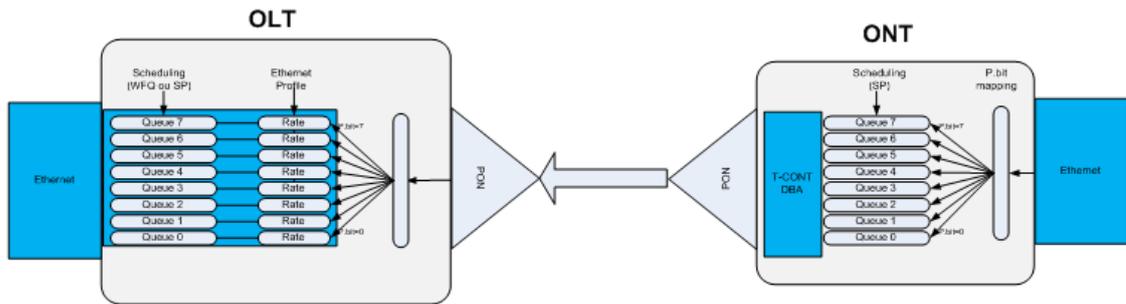


OLT:

- P-Bit mapping to each port (Max: 8 Queues)
- Scheduler to each queue (WFQ or SP)
- DBA control to guarantee SLA

ONT:

- P-bit mapping (8 Queues)
- Strict Priority Scheduler



ONT provides the following information:

- *RF Video Optical Power(1550nm),*
- *Received Optical Power(1490nm),*
- *Transmitted Optical Power(1310nm),*
- *Temperature*

OLT PON interfaces provides the following information:

- *SFP,*
- *All ONT's Received Optical Power(1310nm),*
- *Transmitted optical Power(1490nm),*
- *Temperature*

OLT Ethernet Interfaces provides the following information:

- *XFP,*
- *Received Optical Power,*
- *Transmitted Optical Power,*
- *Temperature*
- *MediaType*
- *Link and Activity(Tx/Rx)*

The ONT's report the following alarms:

- **RF Video Optical Power(High/Low),**
- **Received Optical Power(High/Low),**
- **Dying Gasp,**
- **Ethernet Link Down**

The OLT reports the following alarms:

- **FAN,**
- **Temperature**
- **Board Down**
- **CPU**
- **Memory**
- **Link Down**
- **LOS**

The OLT reports the following alarms related with the ONT's:

- **LOFi,**
 - **LOSi,**
 - **SFi,**
 - **SDi,**
 - **RDi**
-

OLT provides the following statistics:

- **Ethernet according with RFC2819**
 - **GPON Line Errors**
 - **ONT Gem Port**
 - **IGMP**
 - **Service**
 - **Client**
 - **DHCP**
 - **Service**
 - **Client**
 - **LACPDU's**
 - **Service**
 - **Multicast Group**
-