

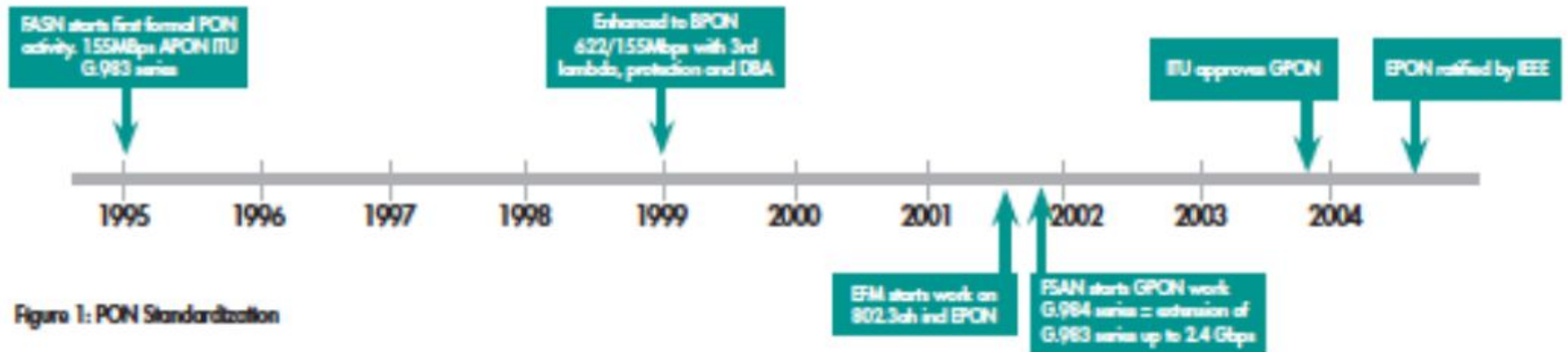


**PON: садим денежное дерево**

**Андрей Антропов**

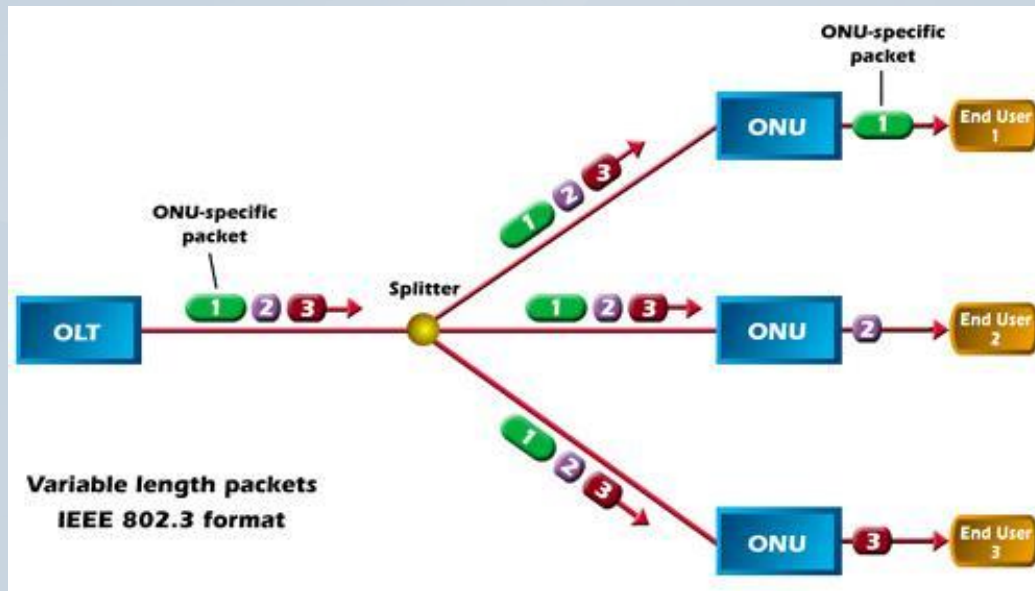
**Евгений Зыков**

# Эволюция PON



- 1995г. создание организации FSAN
- 1998-1999гг. рекомендации ITU-T G.983.x
- 2001г. формирование комиссии EFM
- 2001г. FSAN начинает работу над GPON
- 2003г. рекомендаций ITU-T G.984.x
- 2004г. стандарт 802.3ah (EPON или GPON)

# Принятые стандарты



ITU-T G.983.x – APON (ATM PON) и BPON (Broadband PON);

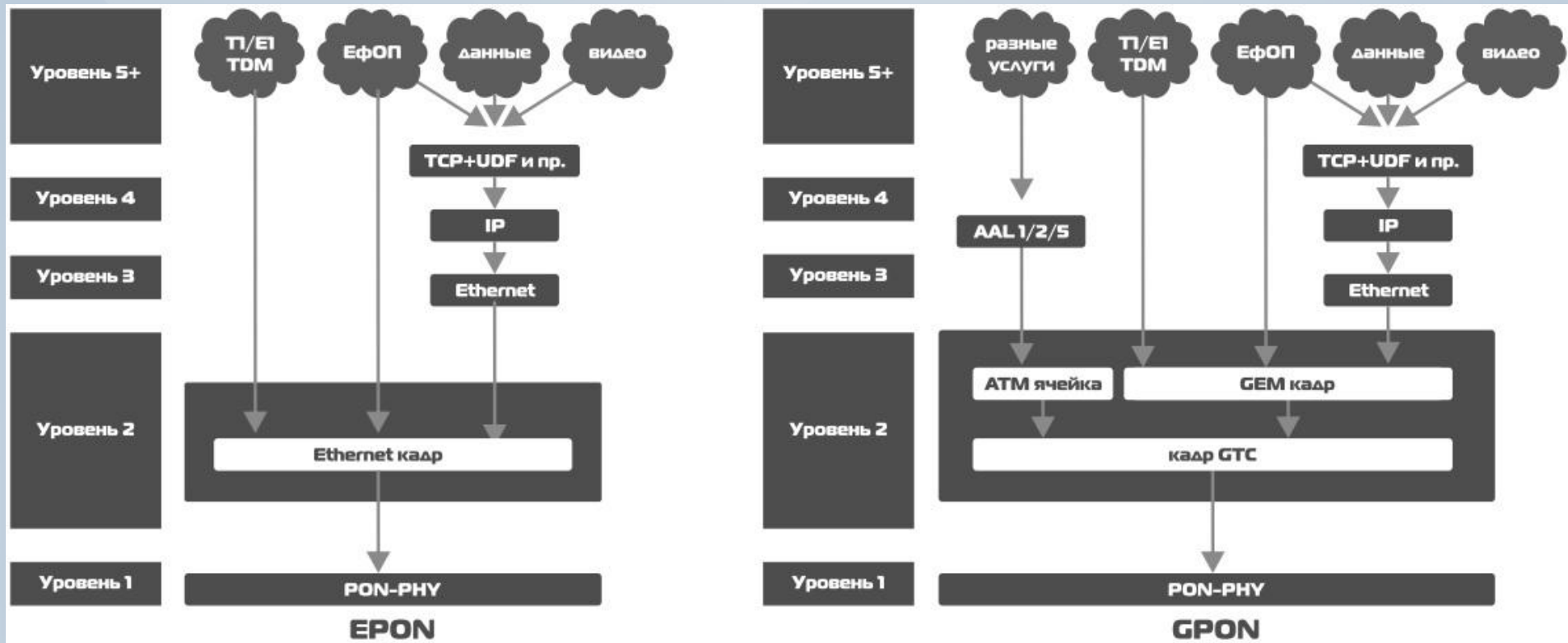
**ITU-T G.984.x – GPON (Gigabit PON);**

ITU-T G.987.x – XGPON (10 Gigabit PON) (2011г.);

**IEEE 802.3ah – EPON или GPON (Ethernet PON)**

IEEE 802.3av – 10GEPON (10 Gigabit Ethernet PON) (2009г.).

# GPON vs GEPON

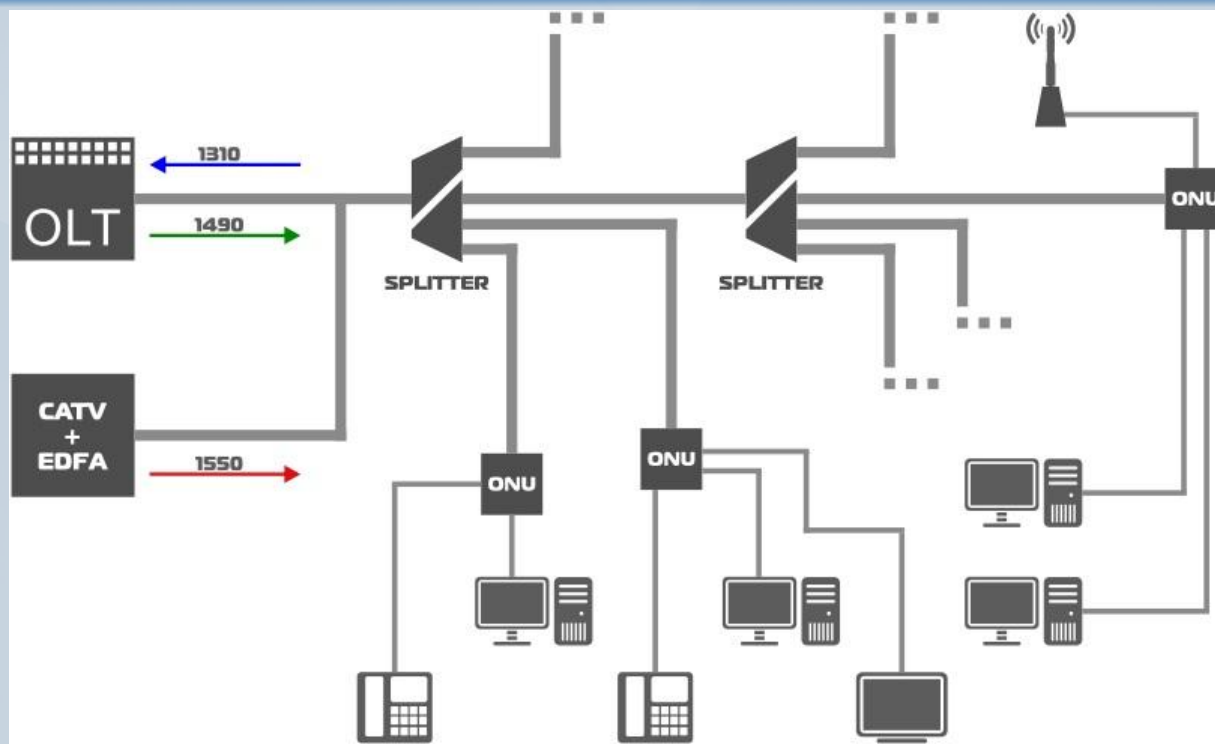


- Структура кадров;
- Особенности конфигурирования.

# GPON vs GEPON

	GPON	GEPON
Услуги	полный пакет услуг (интернет, телефония, ТВ)	
Структура уровней	ячейки ATM и кадры GEM (включающие кадры Ethernet и TDM)	кадры Ethernet (включающие TDM)
Скорость передачи	DS: 2,4Gbps US: 1,2Gbps	DS: 1Gbps US: 1Gbps
Максимальное число ONT (ONU) на 1 порт OLT	64 (128)	32 (64)
Доступ к среде	множественный доступ с временным уплотнением; осуществляется с помощью управляющих кадров	
Обнаружение и активация ONT (ONU)	автоматическое обнаружение новых ONT (ONU)	
Несущие длины волн	DS: 1480–1500нм US: 1260–1360нм 1550нм резервируется для CATV	
Прямая коррекция ошибок (FEC)	Возможна, позволяет работать на меньшем уровне чувствительности приемника	

# Принципиальная схема работы



- OLT / ONT;
- пассивная оптическая сеть;
- PLC/FBT;
- 64xONT на ветку;
- TDMA;
- WDM-трансиверы 1490/1310нм;
- CATV по той же кабельной инфраструктуре;
- Полный пакет услуг.

# Стоит ли выбор между PLC / FBT?

Коэф. деления	Максимальные вносимые потери, дБ		Ценовое соотношение, %
	PLC	FBT	
			15,30
1×2	3,80	3,90	-50
1×4	7,40	7,50	170
1×8	10,70	11,40	266
1×16	13,80	15,00	296
1×32	16,80	18,50	351
1×64	20,40	24,60	220



## PLC:

- Ниже стоимость (кроме 1x2)
- Меньше вносимые потери;
- 1260..1650нм.

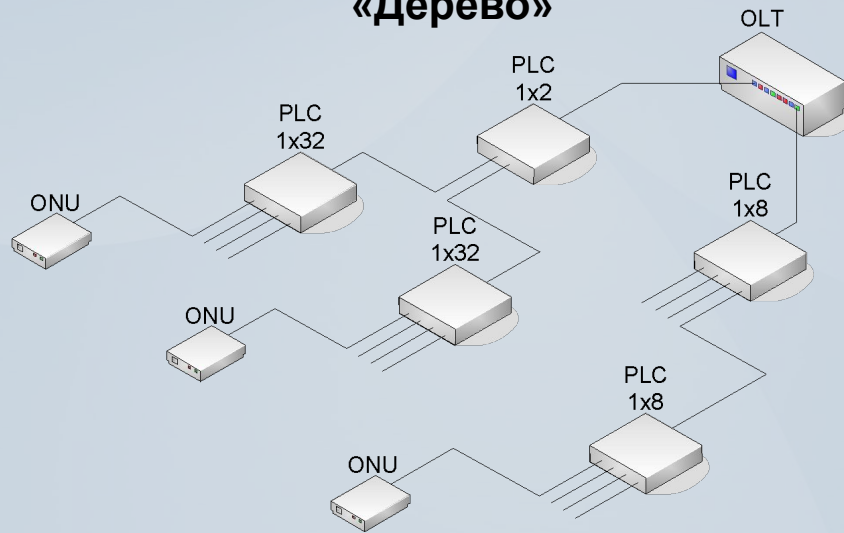


## FBT:

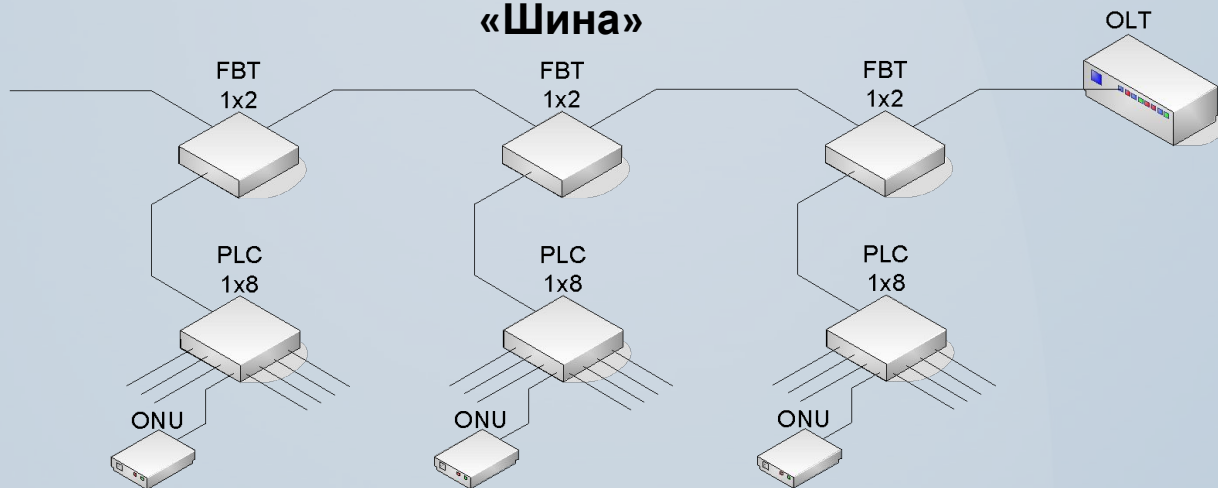
- 1x3, 1x5, ...
- 1x2: 5/95%, 10/90%, ...
- 1310/1490/1550нм.

# Выбор топологии

## «Дерево»



## «Шина»





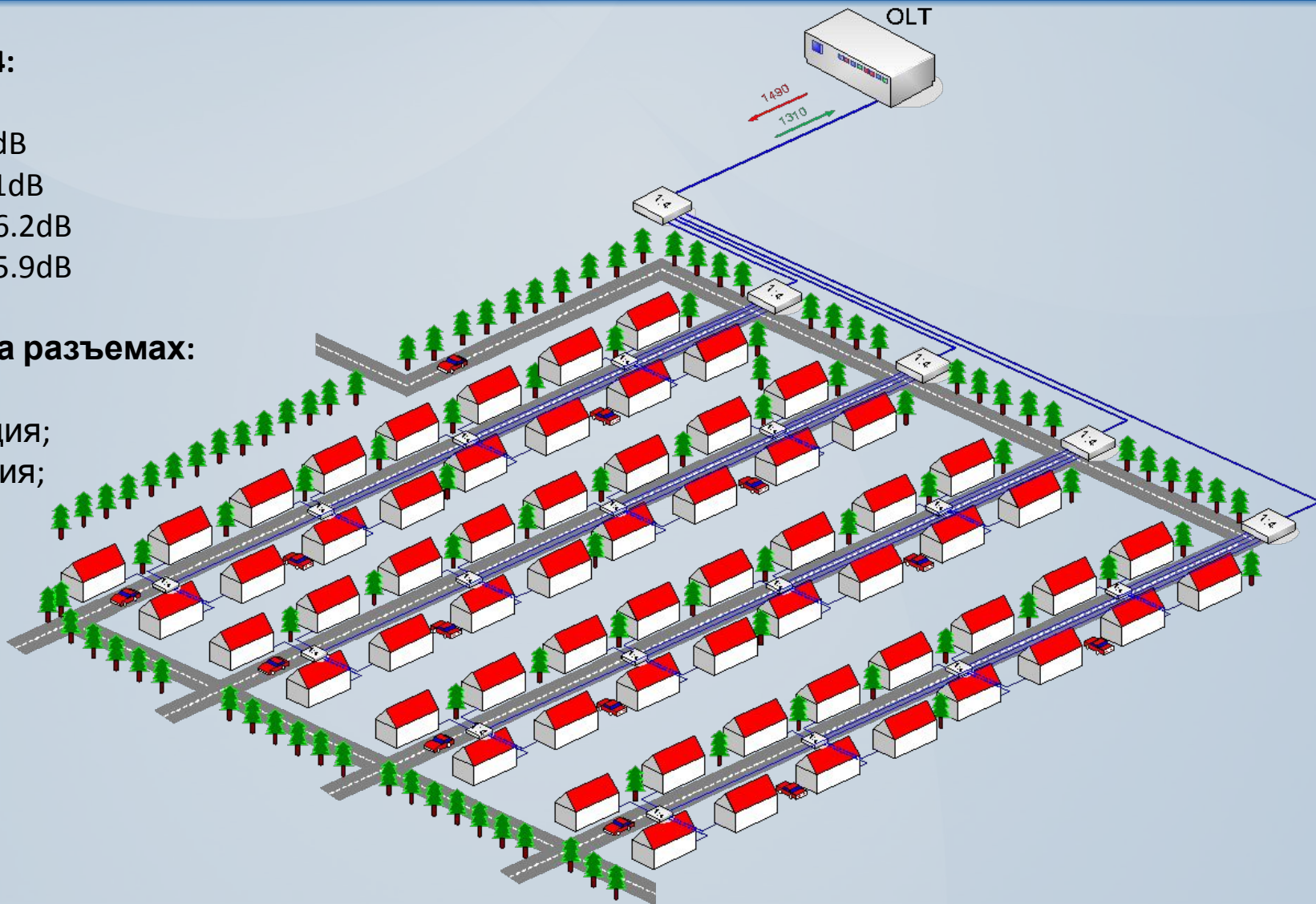
# Классическое дерево

## Деление x64:

- x8/x8 – 24.0dB
- x4/x16 – 24.1dB
- x4/x4/x4 – 26.2dB
- x2/x4/x8 – 25.9dB

## Делители на разъемах:

- +Эксплуатация;
- +Подключения;
- +Гибкость;
- Затухания.



# 128xONU на порт это реально

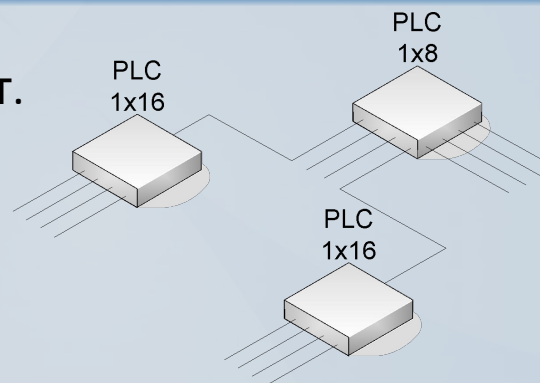
## x8/x16:

6 разъемных соединений  $\sim 0.5$ дБ/шт.

PLC-делитель 1x16 – 13,7 дБ/шт.

PLC-делитель 1x8 – 10,5 дБ/шт.

**Итого:**  $6 \cdot 0,5 + 13,7 + 10,5 = 27,2$ дБ.



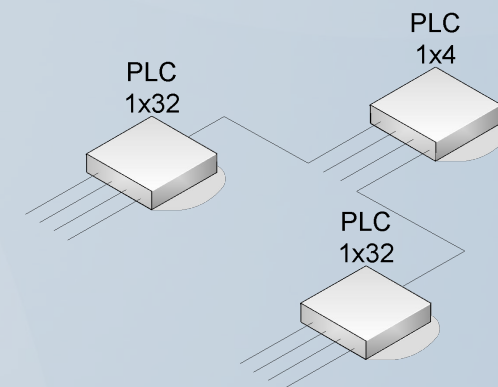
## x4/x32:

6 разъемных соединений  $\sim 0.5$ дБ/шт.

PLC-делитель 1x4 – 7,4 дБ/шт.

PLC-делитель 1x32 – 16,7 дБ/шт.

**Итого:**  $6 \cdot 0,5 + 7,4 + 16,7 = 27,1$ дБ.



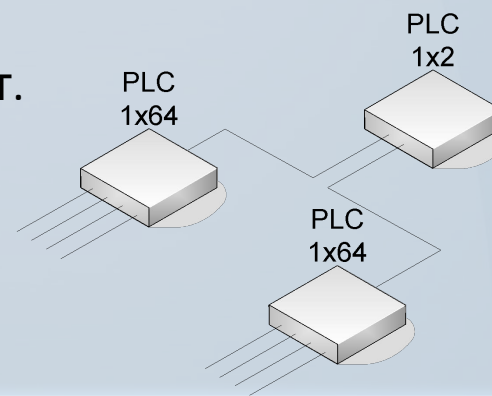
## x2/x64:

6 разъемных соединений  $\sim 0.5$ дБ/шт.

PLC-делитель 1x2 – 4 дБ/шт.

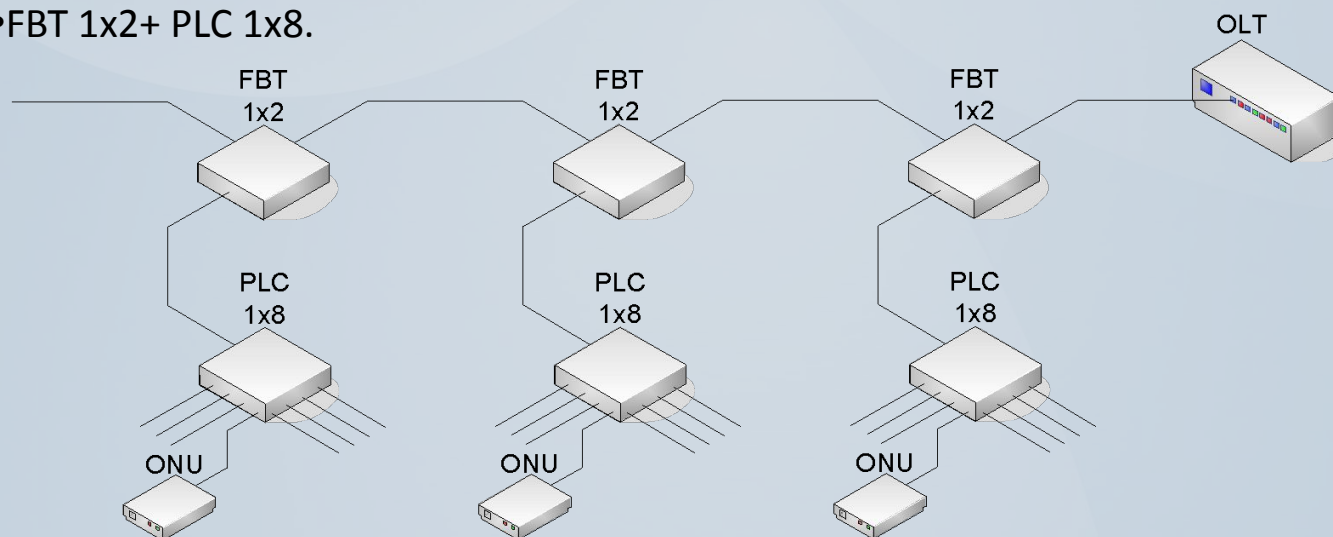
PLC-делитель 1x64 – 21 дБ/шт.

**Итого:**  $6 \cdot 0,5 + 4 + 21 = 28$ дБ.



# 64xONU по 1 волокну

- «шина»;
- Небольшое количество протяженных улиц;
- 1 оптическое волокно;
- FBT 1x2+ PLC 1x8.



№ отвода	1	2	3	4	5	6	7	8
FBT	5/95%	5/95%	5/95%	5/95%	10/90%	10/90%	10/90%	ATT 10dB
Уровень сигнала на выходе FBT, dBm	-11.20	-12.02	-12.84	-13.66	-10.86	-11.85	-12.84	-
Уровень сигнала на выходе PLC, dBm	-22.90	-23.72	-24.54	-25.36	-22.56	-23.55	-24.54	-21.93

## Увеличиваем бюджет в 2 раза за <1%

SFP B+:

Tx Power: 0..+5dBm

Rx Sensitivity: -27dBm

Оптический бюджет:

DS/US:  $0 - (-27) \text{ dB} = \mathbf{27\text{dB}}$



SFP C+:

Tx Power: +3...+7dBm

Rx Sensitivity: -32dBm

Оптический бюджет:

DS:  $3 - (-27) \text{ dB} = \mathbf{30\text{dB}}$

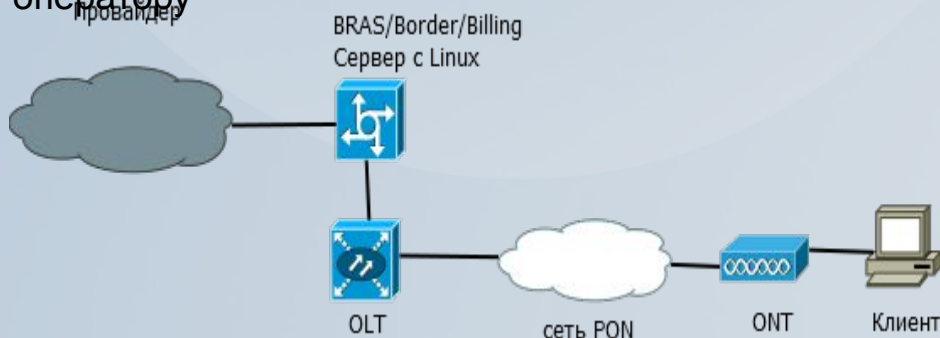
US:  $0 - (-32) \text{ dB} = \mathbf{32\text{dB}}$



- ~20% разница в цене трансиверов;
- <1% разница в CAPEX;
- Выигрыш по бюджету в ~2 раза!

# Выбор сервисной модели

Вариант 1 - Отдельно стоящий поселок подключается к стороннему оператору



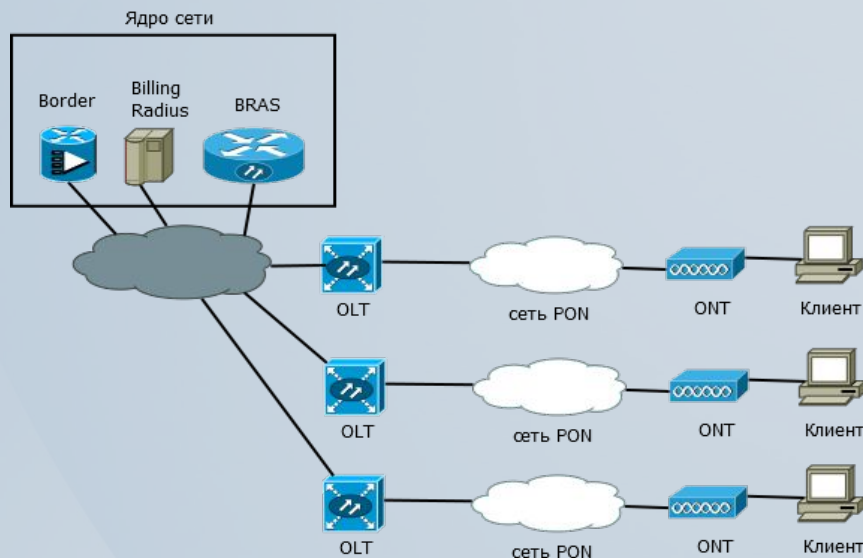
## Vlan на клиента (IPoE)

Плюсы: не выявлены

Минусы:

- Необходимость создавать много профилей

Вариант 2 - Подключение к собственной инфраструктуре



## Vlan на дерево (IPoE, PPTP/PPPoE)

Плюсы:

- унификация конфигурации
- уменьшение broadcast трафика

Минусы: не выявлены

## Vlan на сервис (IPoE, PPTP, PPPoE)

Плюсы:

- Максимальное упрощение конфигурации ОЛТ

Минусы:

- Увеличения broadcast трафика

## bridge или NAT

### Работа ОНТ в режиме bridge (индивидуальное, коллективное)

Плюсы:

- Возможно использовать в коллективном режиме

Минусы:

Необходимость  
дополнительной установки  
CPE



### Работа ОНТ в режиме NAT(индивидуальное)

Плюсы:

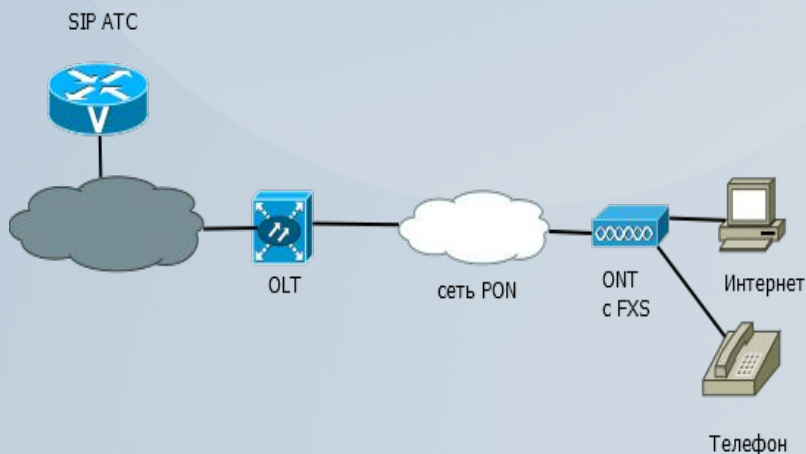
- Нет необходимости устанавливать CPE
- Одна конфигурация
- Более легкая диагностика
- Уменьшение точек отказа

Минусы:

- Высокая цена
- Невозможность использования в коллективном режиме



# VoIP. ONT с FXS или отдельный SIP шлюз?



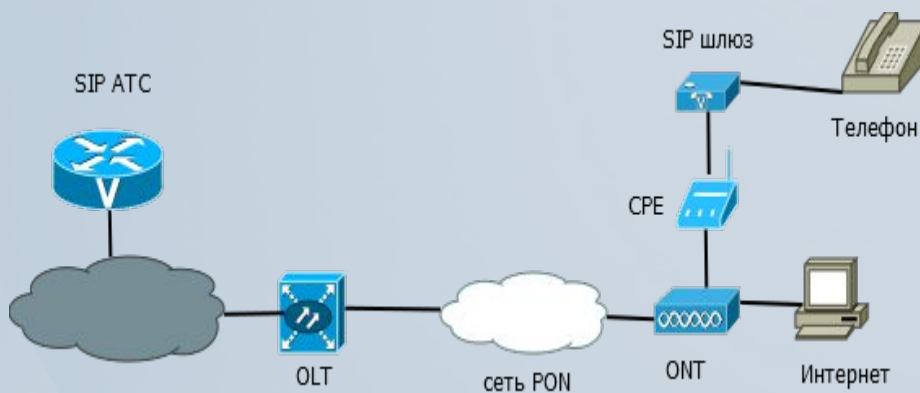
## ONT с FXS

Плюсы:

- Одна конфигурация на все
- Одно активное устройство
- Более легкая диагностика

Минусы:

- Высокая цена



## ONT + SIP шлюз

Плюсы:

- Более низкая цена

Минусы:

- Три активных устройства
- Увеличение точек отказа
- Необходимость конфигурировать несколько устройств

# Модели OLT

## P3310B



## GL8



## LTE-8X





# Модели OLT

Производитель			
Модель	P3310B	Gamma GL8	LTE-8X
Основные характеристики	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1RU;</li> <li>• 4xGEPON-порта (SFP);</li> <li>• 6xGE Uplink (SFP/RJ45);</li> <li>• Скорость работы: DS/US 1.25G;</li> <li>• Максимальное количество ONU на 1 GEPON-порт: 64</li> <li>• Два блока питания AC/DC;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1RU;</li> <li>• 8xGPON-портов (SFP);</li> <li>• 2x10GE (SFP+) &amp; 2xGE (SFP/RJ45) Uplink;</li> <li>• Скорость работы: DS/US 2.5/1.25G;</li> <li>• Максимальное количество ONT на 1 GPON-порт: 128</li> <li>• Два блока питания AC/DC;</li> <li>• Модульная архитектура;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1RU;</li> <li>• 8xTurboGEPON-портов (SFP);</li> <li>• 2x10GE (SFP+) &amp; 2xGE (SFP/RJ45) Uplink;</li> <li>• Скорость работы: DS/US 2.5/1.25G;</li> <li>• Максимальное количество ONT на 1 GEPON-порт: 64</li> <li>• Два блока питания AC/DC;</li> </ul>
Стоимость	1000\$	2700\$	4700\$

# Абонентские устройства

## P1501C1

55\$



- 1 порт GE PON (SC/PC), 1 порт GE (RJ45)
- Скорость работы : DS/US: 1.25G;
- Bridge
- Поддерживаемые технологии:
- IEEE 802.3ah, PRC Community Industry Standard (YD/T 1475-2006), IEEE 802.1d, Spanning Tree, IEEE 802.1Q, VLAN, IEEE 802.1w, RSTP, Ethernet — II, Ethernet-SNAP;

## P1004C1

55\$



- 1 порт GE PON (SC/PC), 4 порта FE (RJ45)
- Скорость работы : DS/US: 1.25G/155Mbps;
- Bridge
- Поддерживаемые технологии:
- IEEE 802.3ah, PRC Community Industry Standard (YD/T 1475-2006), IEEE 802.1d, Spanning Tree, IEEE 802.1Q, VLAN, IEEE 802.1w, RSTP, Ethernet — II, Ethernet-SNAP;

## SFP ONU



- Совместимость с BDCOM;
- Скорость работы : DS/US: 1.25G/1.25G;

# Абонентские устройства

## Gn1



- 1 порт GPON (SC/APC), 1 порт GE (RJ45)
- Скорость работы : DS/US: 2.5/1.25G;
- Скорость работы : нисходящая 2.5G, восходящая 1.25G;
- Поддерживает технологии:
- DHCP, DNS relay / NAT / NAPT, VPN, Firewall, ALG, DMZ, DDNS, NTP, IGMP Proxy, IPv6

## Gn4WRP



- 1 порт GPON (SC/APC), 4 порта GE (RJ45), 2 порта FXS;
- WiFi 802.11 b/g/n;
- Скорость работы : DS/US: 2.5/1.25G;
- Поддерживает технологии:
- DHCP, DNS relay / NAT / NAPT, VPN, Firewall, ALG, DMZ, DDNS, NTP, IGMP Proxy, IPv6



## Gn4WRP



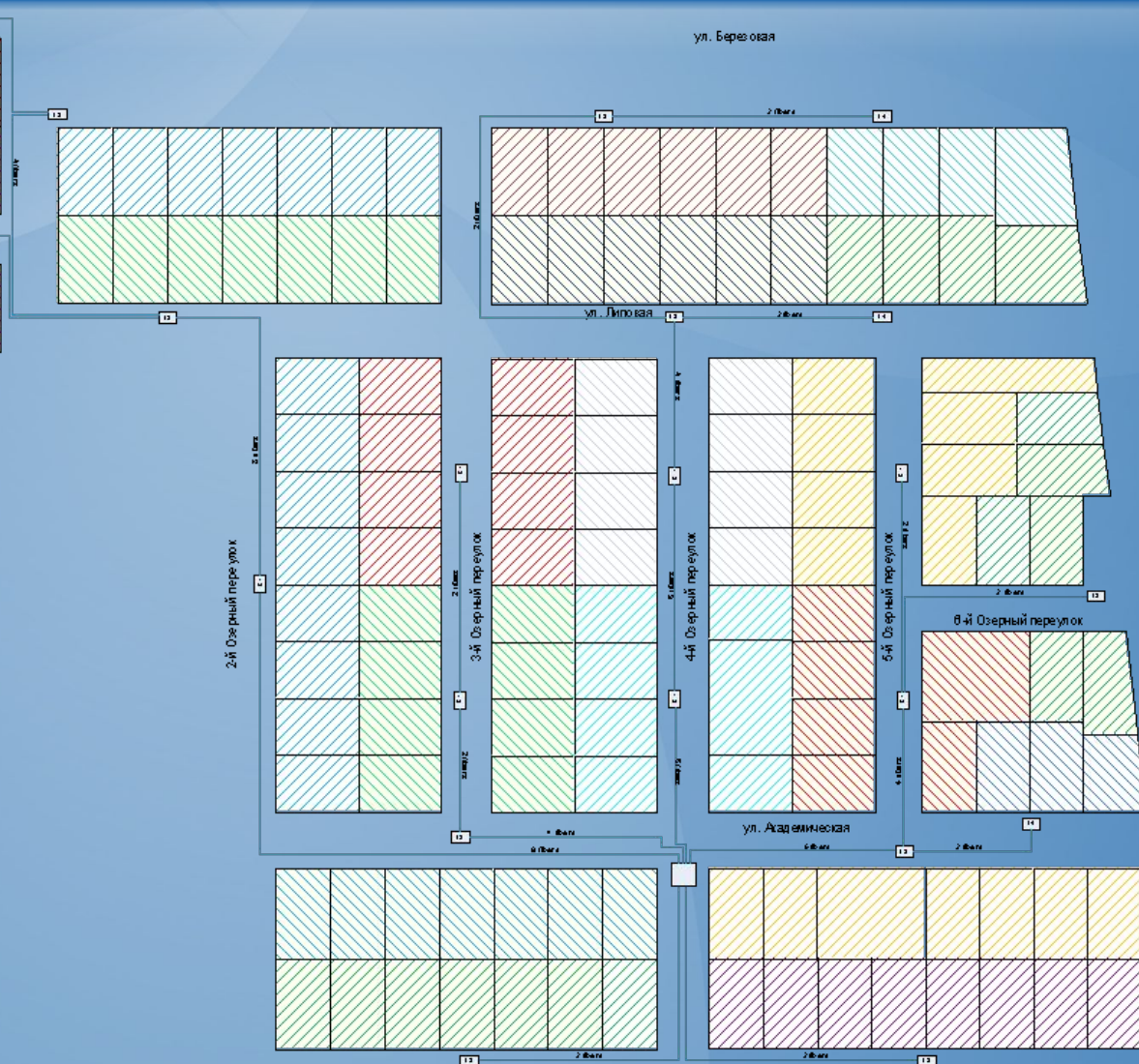
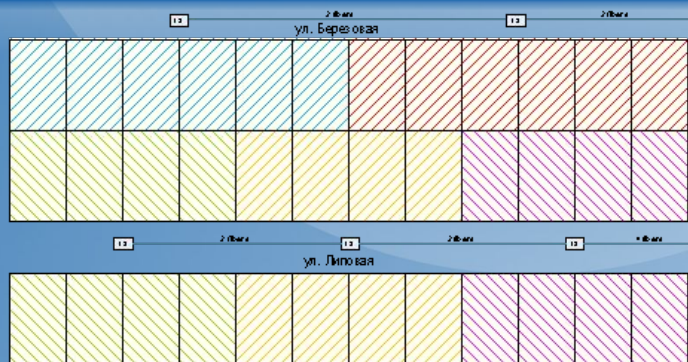
- 1 порт GPON (SC/APC), 4 порта GE (RJ45), 2 порта FXS, RF;
- WiFi 802.11 b/g/n;
- Скорость работы : DS/US: 2.5/1.25G;
- Поддерживает технологии:
- DHCP, DNS relay / NAT / NAPT, VPN, Firewall, ALG, DMZ, DDNS, NTP, IGMP Proxy, IPv6

## Реальный объект

- Коттеджный поселок;
- 160 домохозяйств;
- 100% и 50% проникновение;
- Расчет CAPEX и срока окупаемости;
- GERON & GPON;
- 64xONU на ветку.

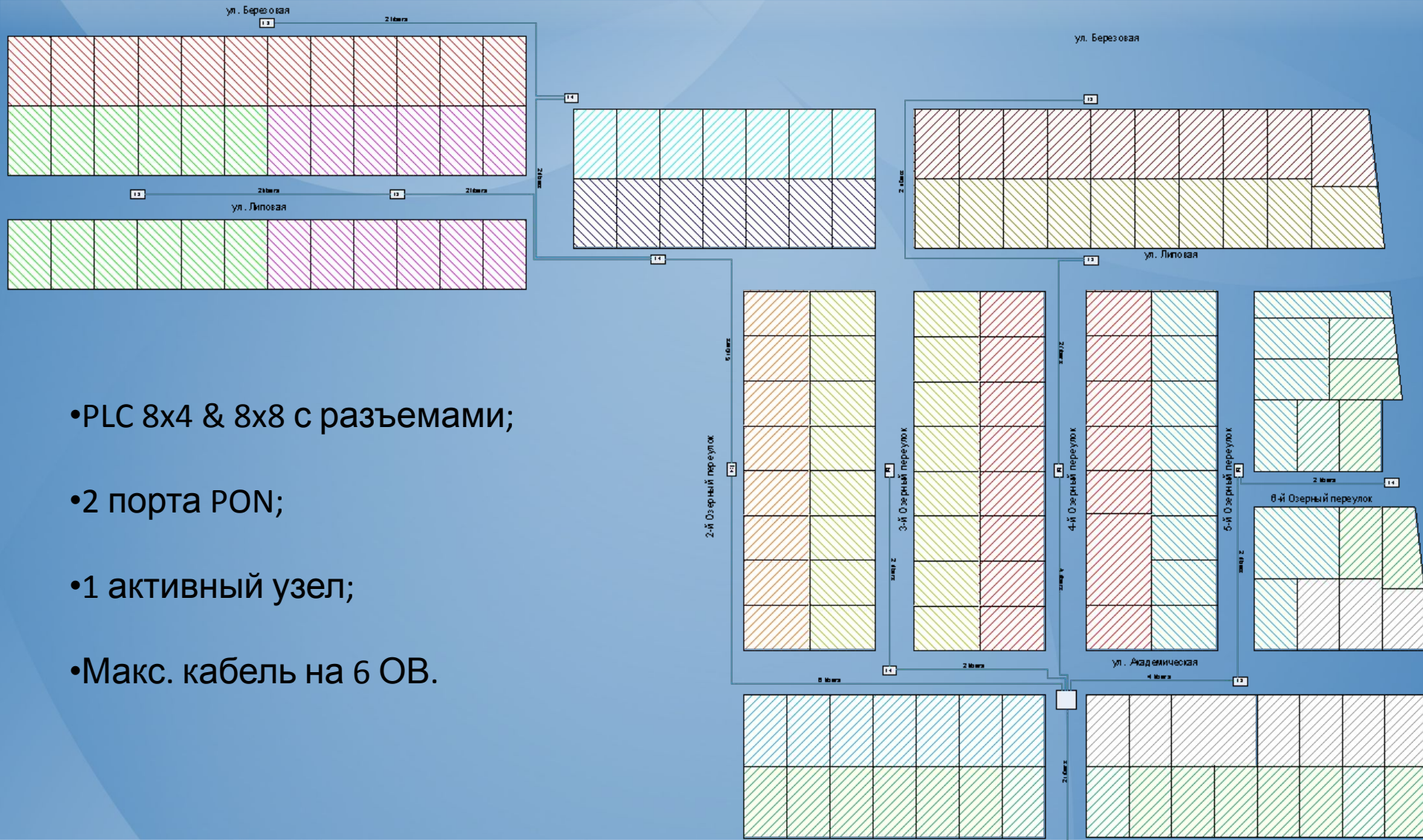


# 100% проникновение



- PLC 8x8 с разъемами;
- 3 порта PON;
- 1 активный узел;
- Макс. кабель на 8 ОВ.

# 50% проникновение



- PLC 8x4 & 8x8 с разъемами;
- 2 порта PON;
- 1 активный узел;
- Макс. кабель на 6 ОВ.

# Экономика

Проникновение	Оборудование	CAPEX	Стоимость подключения	Срок окупаемости
100%	BDCOM с P1004C1	436 097	3634	-8,2/-3,0
	BDCOM с P1004C1 + CPE	447 792	4695	-6,8/-1,6
	Orion с Gn1	552 500	3902	-6,7/-1,0
	Orion с Gn1 + CPE	564 195	4963	-5,2/0,6
	Orion с Gn4WP	578 588	6270	-3,3/2,6
50%	BDCOM с P1004C1	353 724	3634	-8,9/-4,0
	BDCOM с P1004C1 + CPE	359 122	4695	-7,7/-2,7
	Orion с Gn1	465 237	3902	-7,6/-2,3
	Orion с Gn1 + CPE	470 634	4963	-6,3/-0,9
	Orion с Gn4WP	477 277	6270	-4,6/0,8

## Миф или реальность?

- Медиаконвертер в дереве;
- Разница уровней у абонентов;
- Совместимость оборудования;
- 128xONU на ветку.





## Преимущества и недостатки



- +ниже CAPEX;
- +полностью пассивная оптическая сеть;
- +меньше активных узлов;
- +возможность установки OLT вдали от поселка;
- +ниже энергопотребление;
- +ниже трудозатраты по восстановлению кабельной инфраструктуры;
- + оборудование занимает значительно меньше юнитов.



- больше CAPEX при небольшом количестве домохозяйств;
- привязанность к одному производителю;
- сложнее на этапе проектирования;
- сравнительно небольшой выбор оборудования;
- меньше community;
- 1 абонент может повлиять на качество услуг других абонентов;
- высокие требования к качеству кабельной инфраструктуры.

