



# Принципы построения сетей широкополосного доступа на основе технологии FTTx



**Современные  
инфокоммуникационные системы  
и сети**

*Яблочкин К.А.*

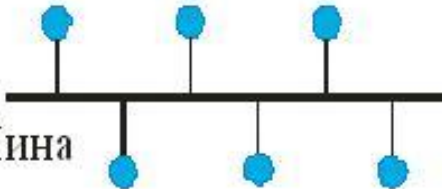
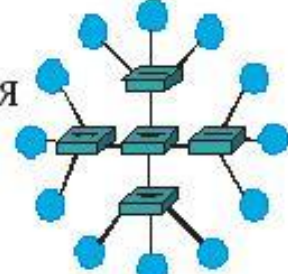
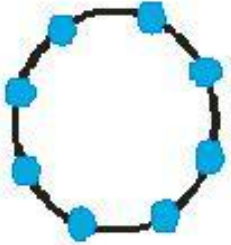
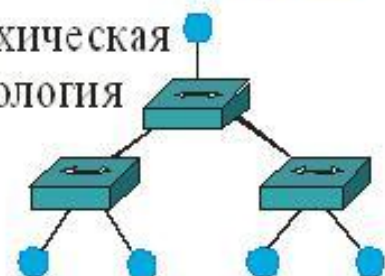
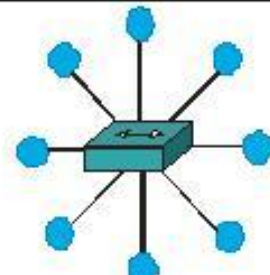
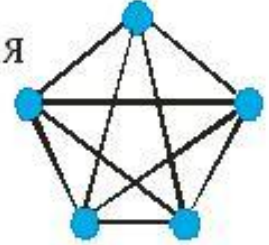
**КАФЕДРА ЛИНИЙ СВЯЗИ И ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕХНИКЕ СВЯЗИ**



**ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ**



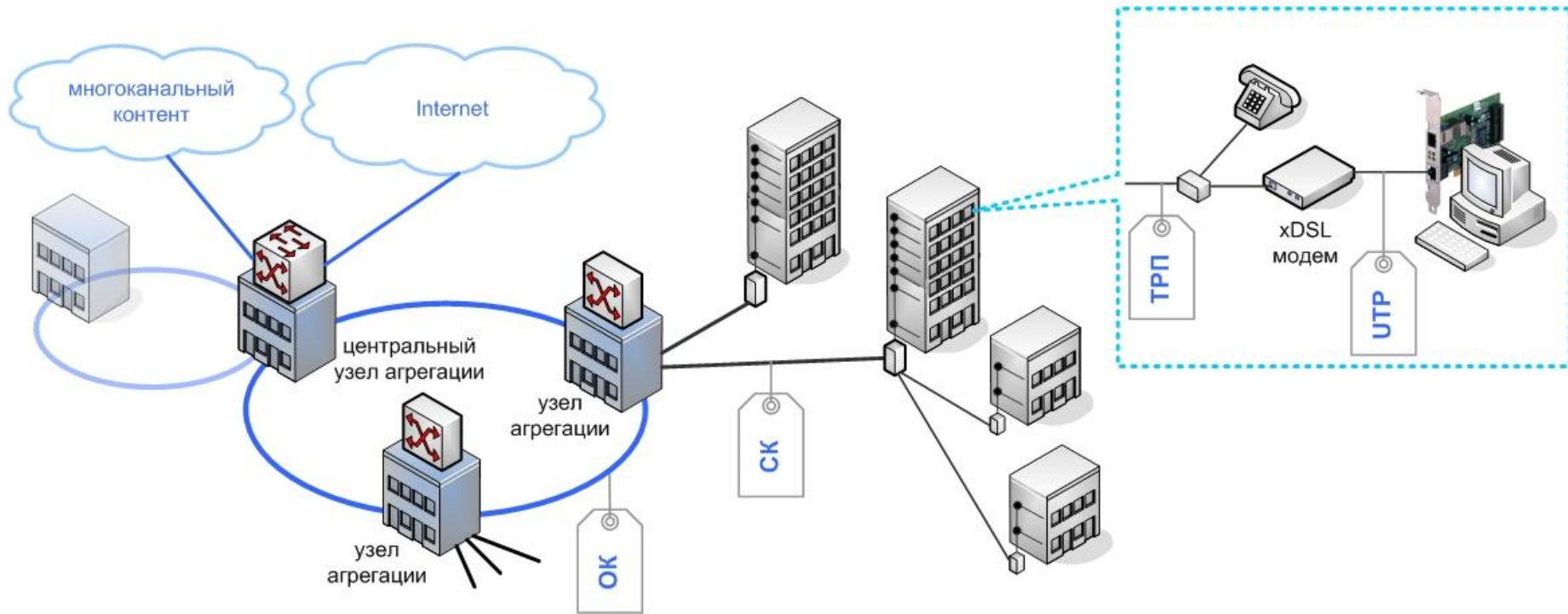
# Топология сети

<p>Шина</p> 	<p>Расширенная звезда</p> 
<p>Кольцо</p> 	<p>Иерархическая топология</p> 
<p>Звезда</p> 	<p>Полносвязная топология</p> 

**FTTx** («Fiber-To-The-**x**») - «волокно до...»

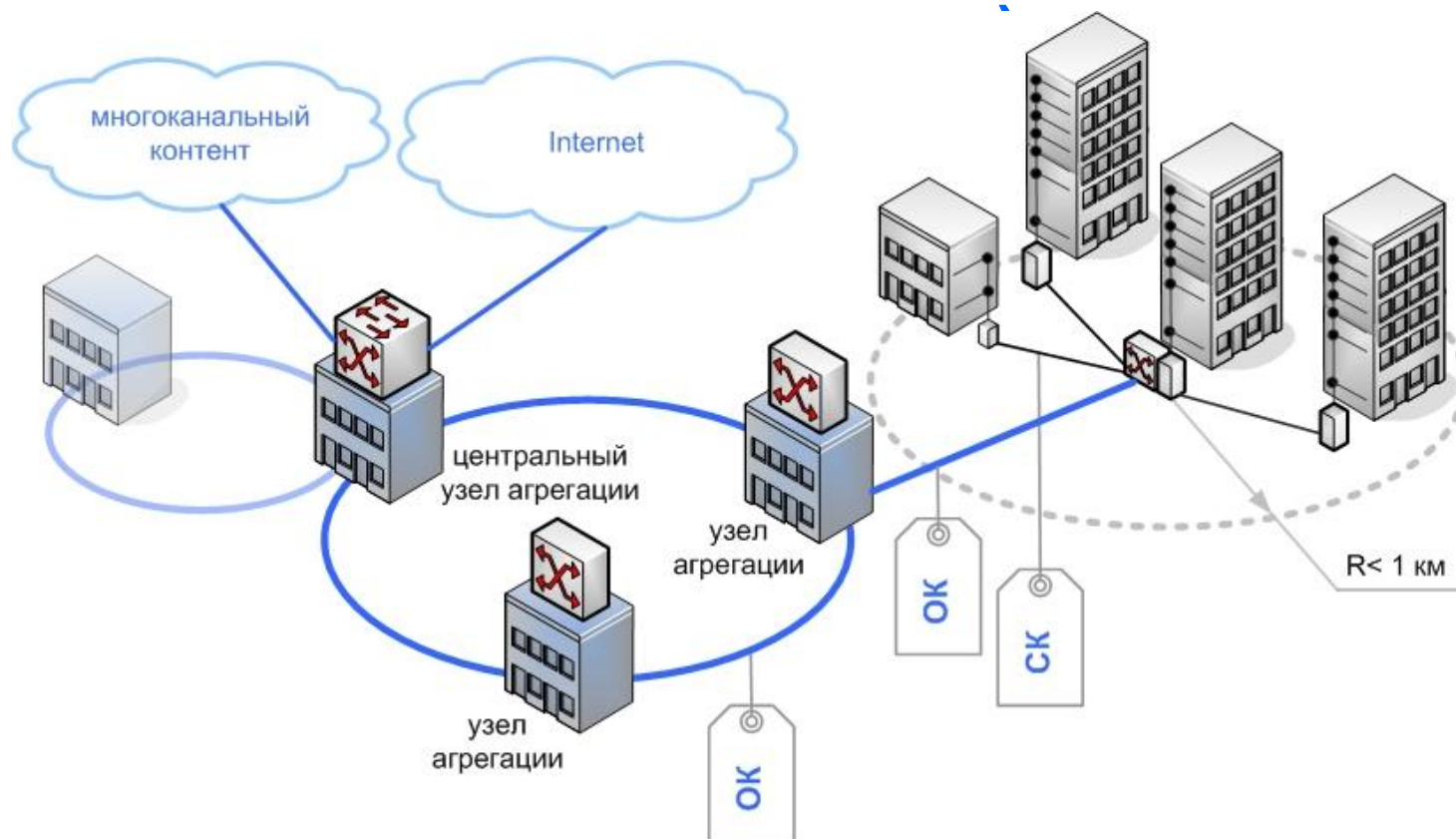


# FTTN – Fiber-To-The-Node – «волокно до узла агрегации» (буквально – «волокно до сетевого узла»)



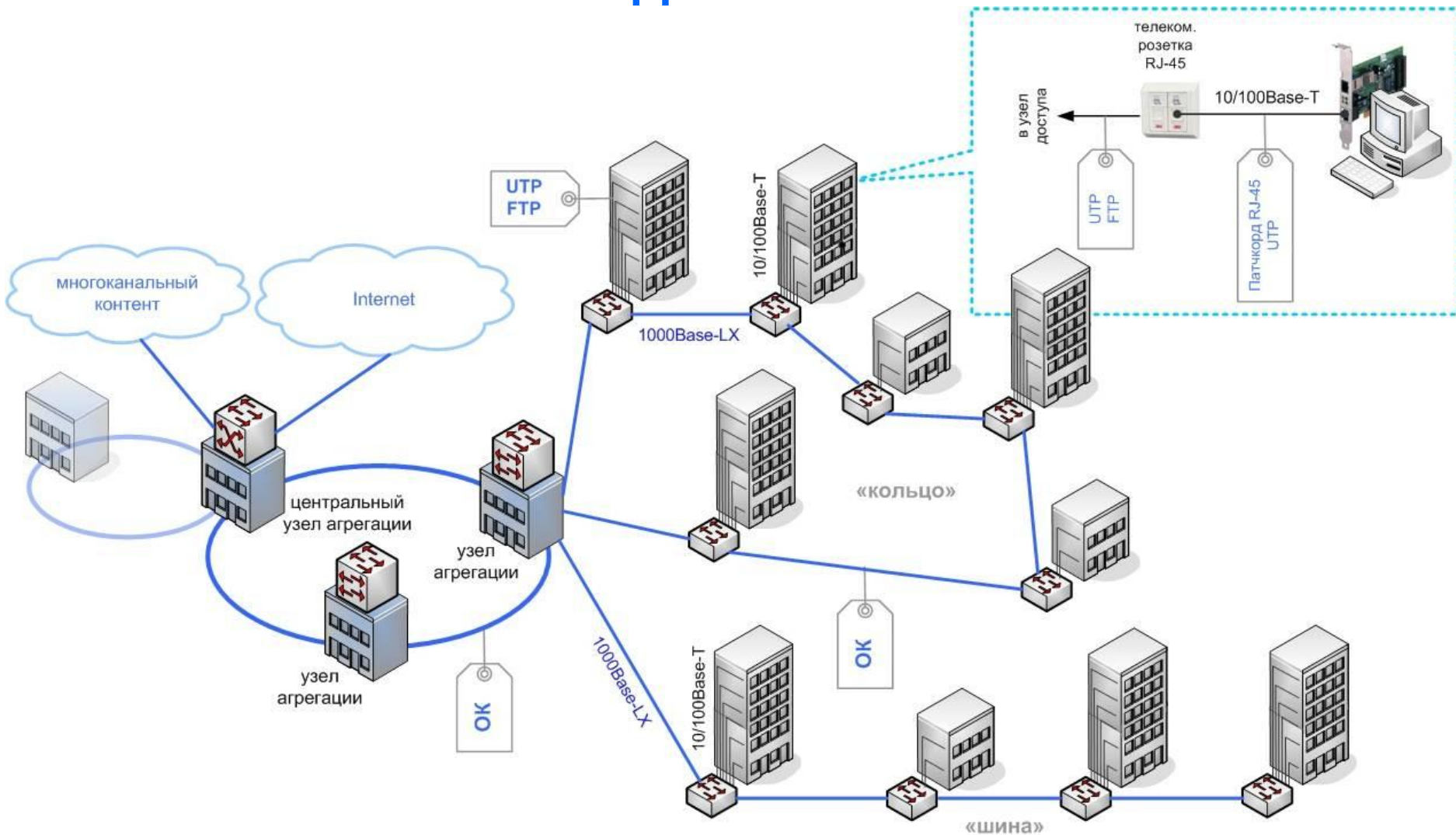
Структурная схема сети ШПД на основе FTTN + xDSL

# FTTC/FTTP – «Fiber-To-The-Curb/Fiber-To-The-Premises» – «ВОЛОКНО ДО МИКРОРАЙОНА (квартала или



Структурная схема сети ШПД на основе FTTC + xDSL

# FTTB – «Fiber-To-The-Building» – «волокно до здания»

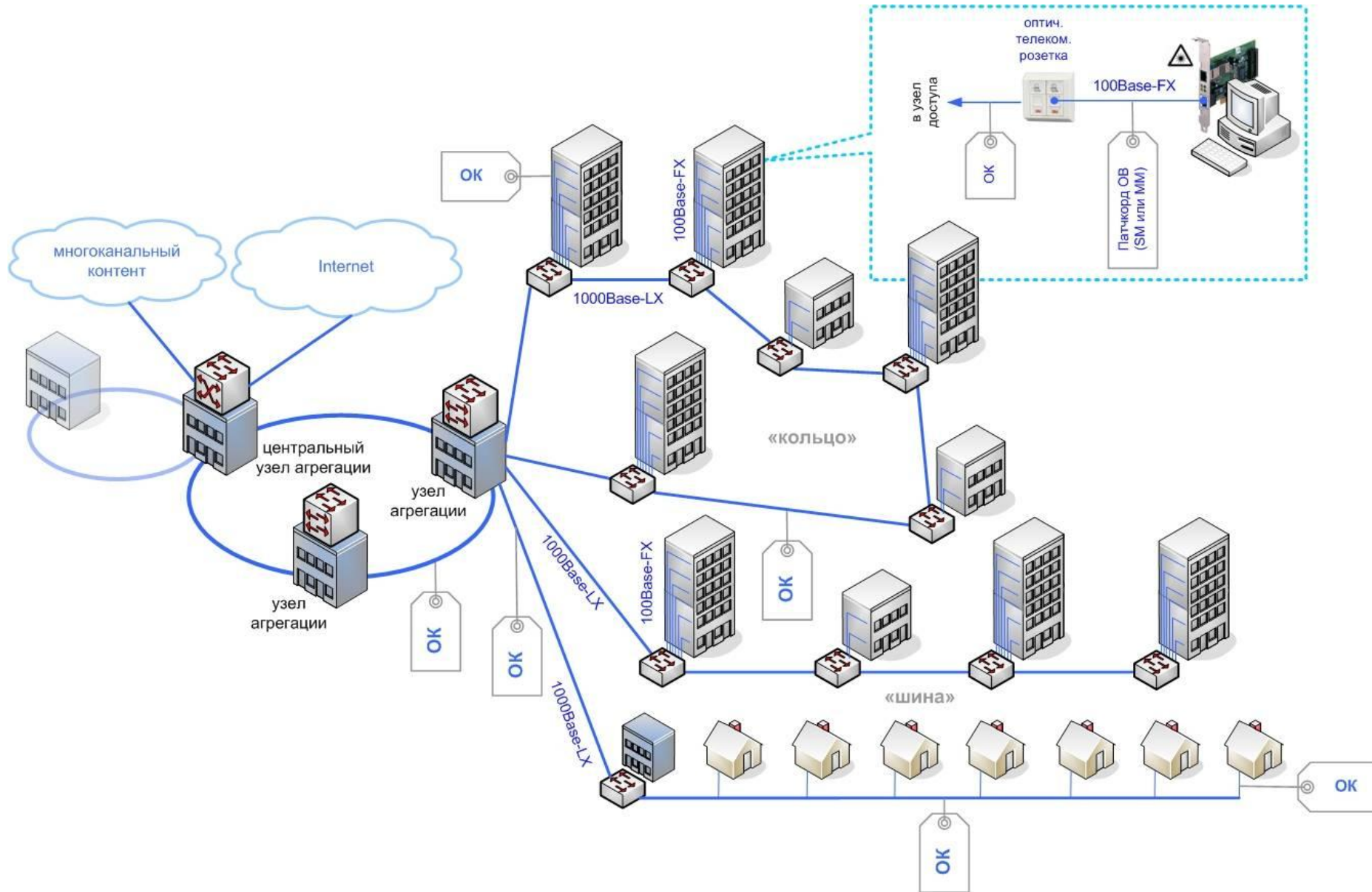


Структурная схема сети ШПД на основе FTTB

# **FTTH – «Fiber-To-The-Home» – «волокно до «жилища»**

- FTTH AON – FTTH на основе «активной»  
оптической сети (Active Optical Network);**
- FTTH PON – FTTH на базе пассивной  
оптической сети (Passive Optical Network).**

# Структурная схема сети ШПД на основе FTTH AON



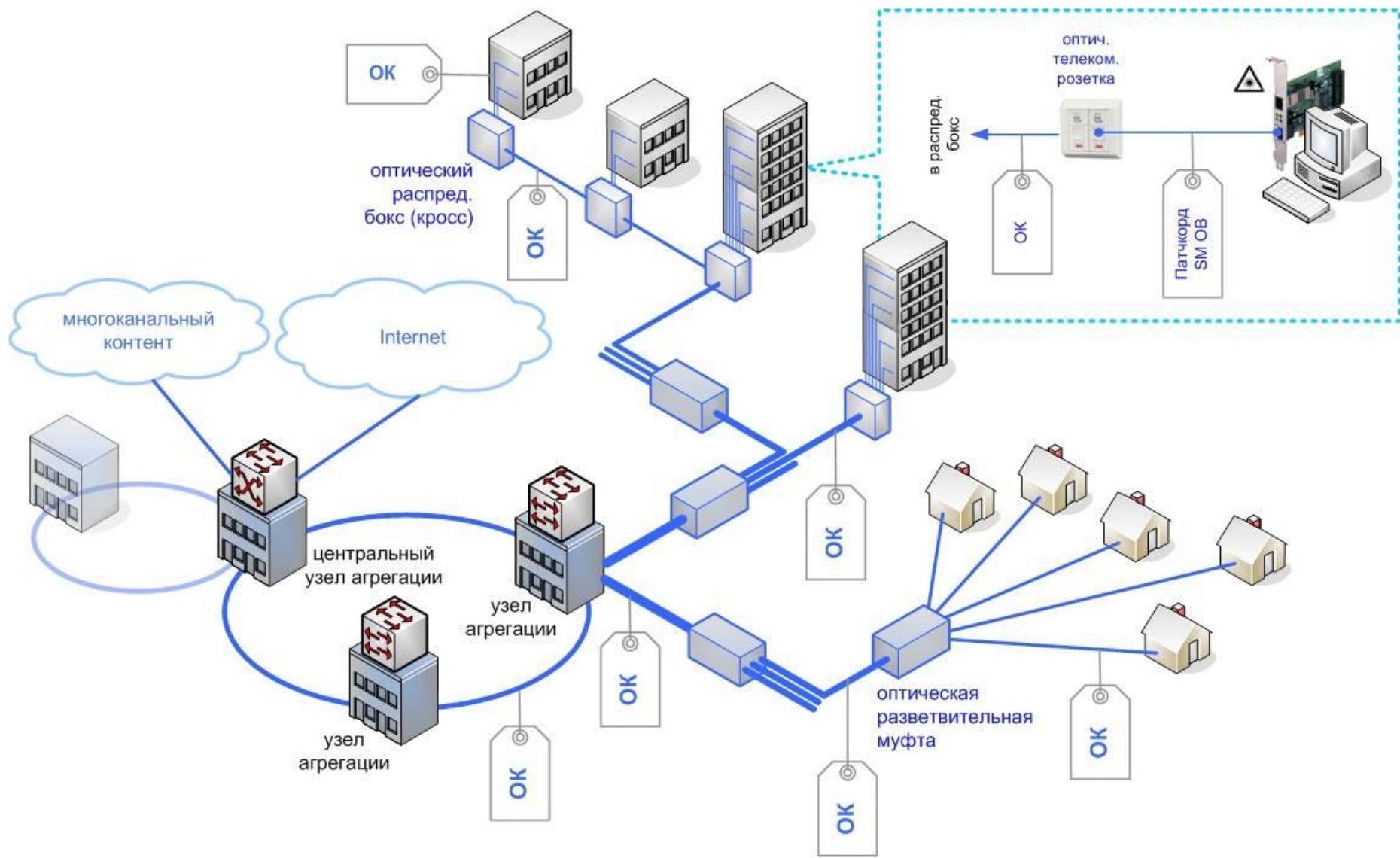


**FTTH PON (PON)- «Fiber-To-The-Home Passive Optical Network» - «волокно до «жилища» на базе пассивной оптической сети»**

**- P2P («point-to-point») – «точка-точка»**

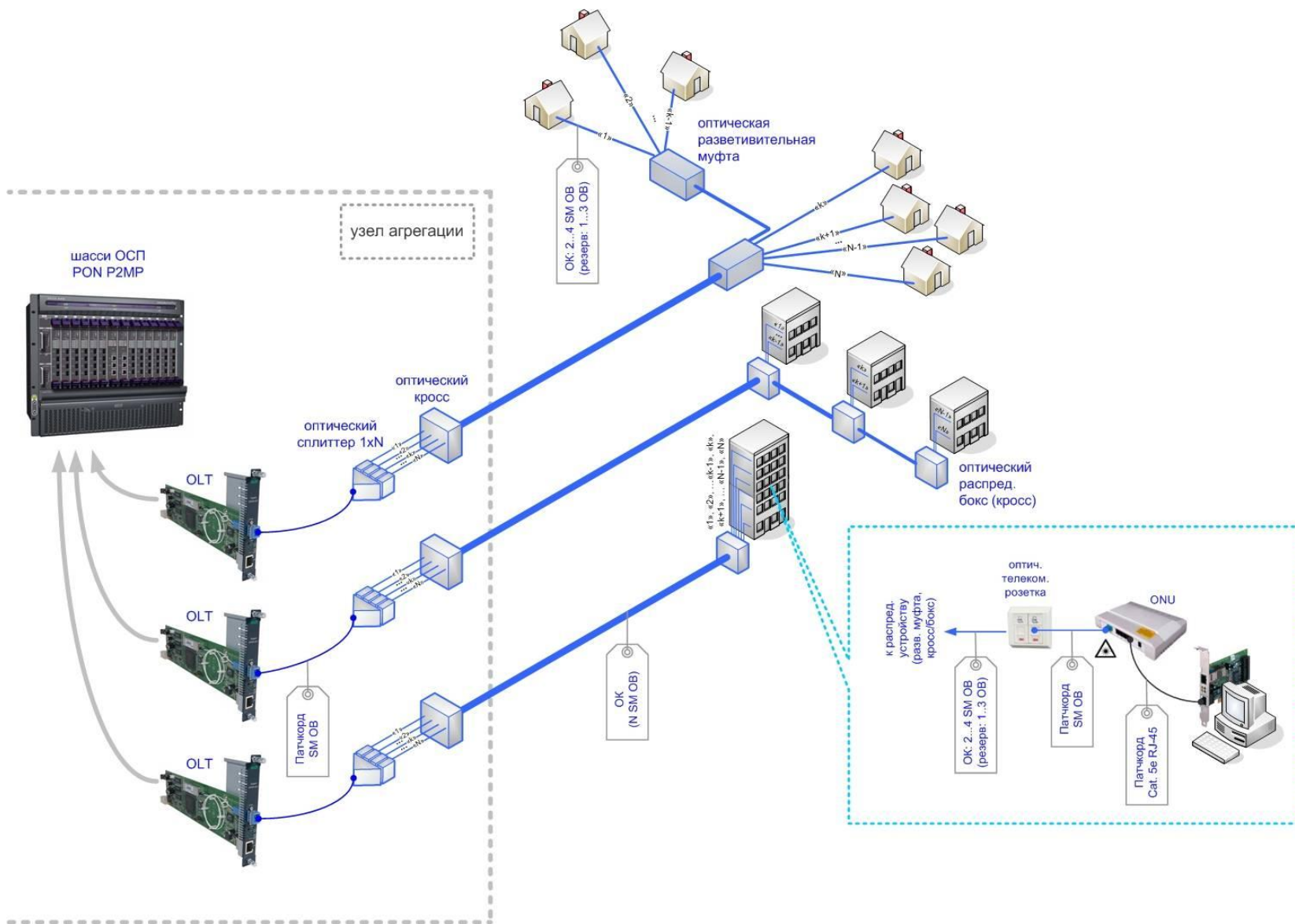
**- P2MP («point-to-multipoint») – «точка–многоточка».**

# Структурная схема сети ШПД на основе PON P2P



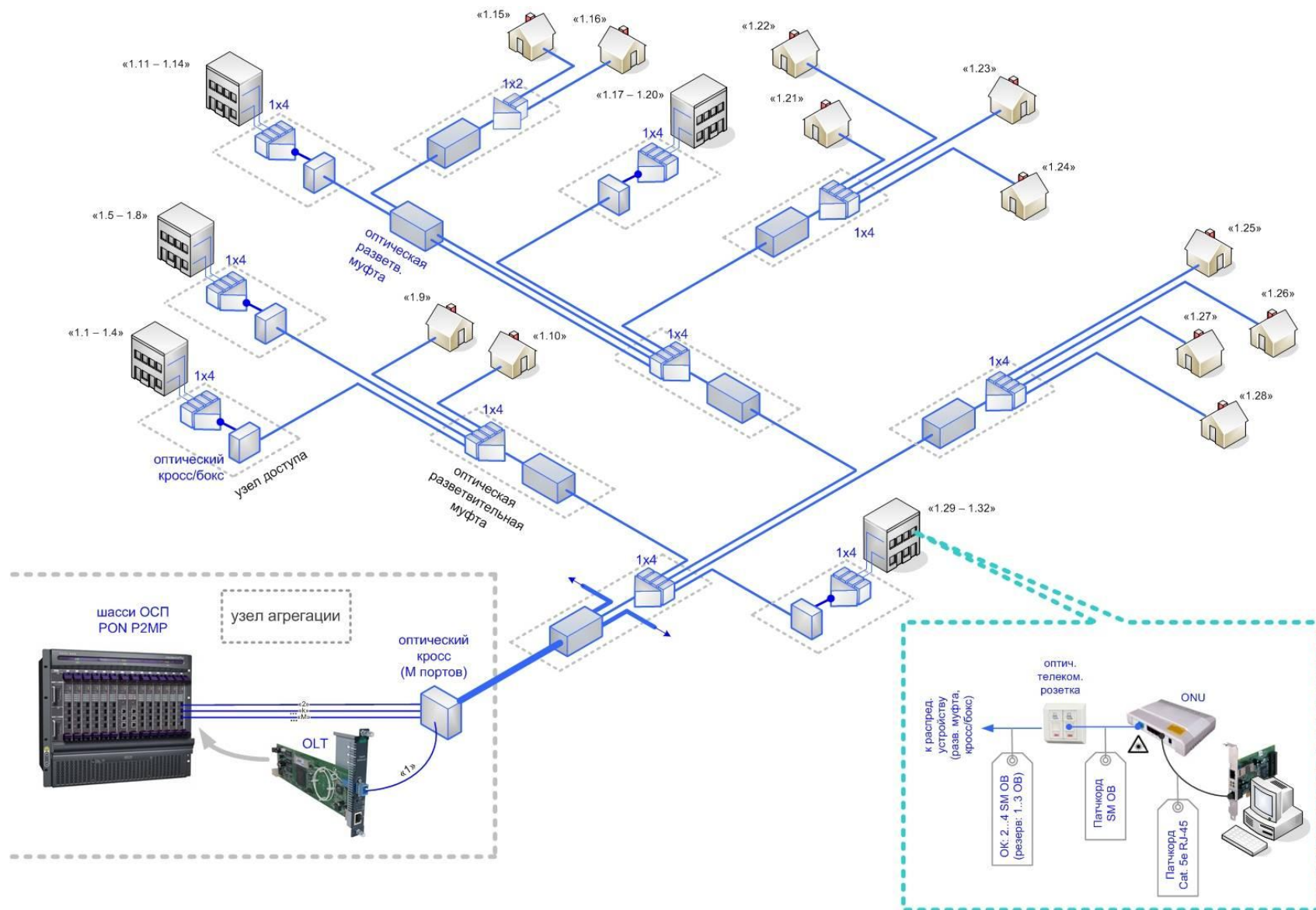
# Структурная схема сети ШПД на основе PON P2MP

## «звезда»





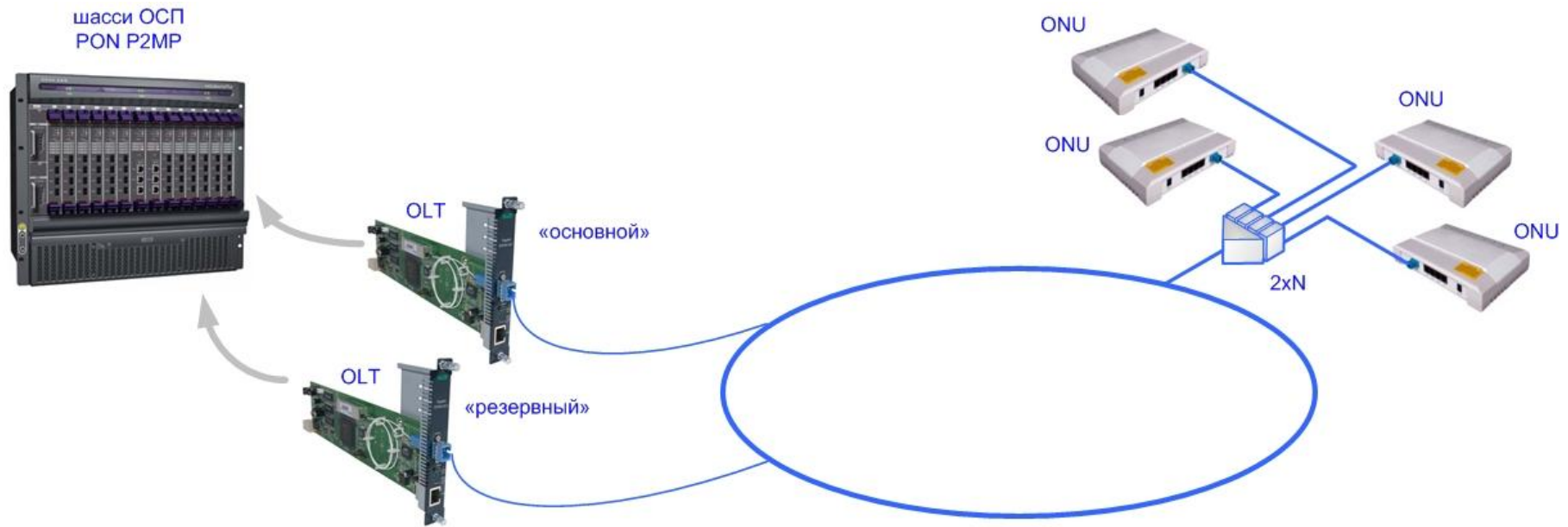
# Структурная схема сети ШПД на основе PON P2MP «дерево»



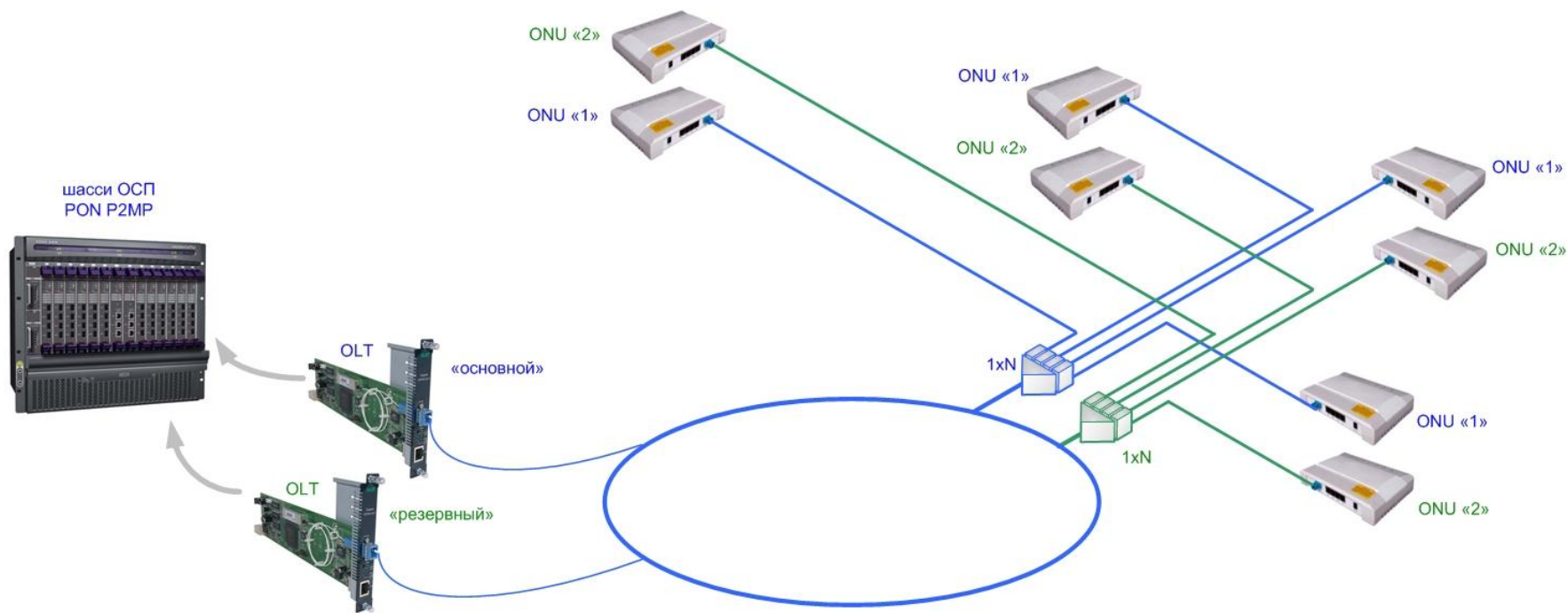
# Сопоставление топологий

ТОПОЛОГИЯ	«звезда»	«шина»	«дерево»
ЭКОНОМИЯ ВОЛОКОН	низкая	высокая	высокая
тестирование и обслуживание	диагностика из узла агрегации. Простая локализация событий	сложная диагностика событий	сложная диагностика событий
география расположения абонентов	большой разброс + произвольное расположение	вдоль транспортной магистрали	кластеры / произвольное расположение
возможности развития	максимальное использование свободных портов	ограничены (вдоль магистрали)	необходим правильный расчет бюджета мощности с учетом разветвителей
уровень принимаемого сигнала	почти одинаковый	разный при однотипных разветвителях	необходим точный расчет для выравнивания
прочее	массовое подключение абонентов в кластерах с плотной застройкой	избыточные потери разветвителей при большом каскаде	наибольшая гибкость при 100% подключении абонентов кластера

# PON P2MP «защищенное дерево»

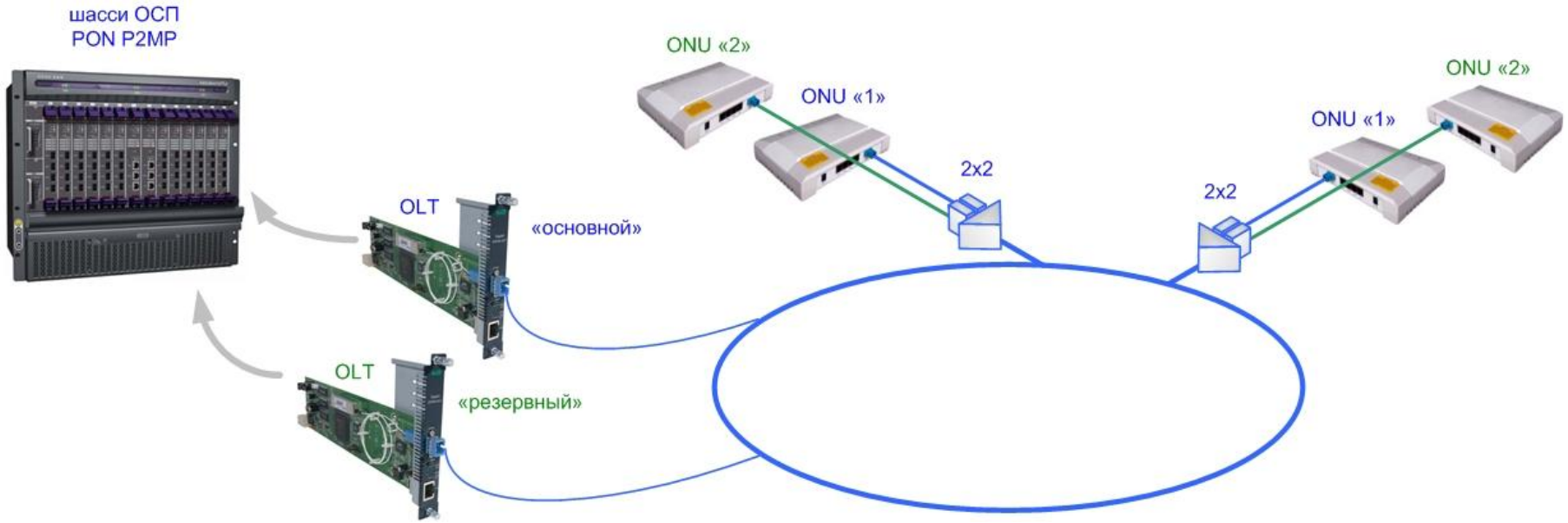


# PON P2MP «полностью защищенное дерево»





# PON P2MP «полностью защищенная шина»



## К основным типам PON, описанных в соответствующих стандартах, относятся:

- **APON** – **ATM PON** – пассивная оптическая сеть, использующая технологию ATM;
- **BPON** – **Broadband PON** – широкополосная пассивная оптическая сеть;
- **GPON** – пассивная оптическая сеть, обеспечивающая гигабитные скорости передачи данных;
- **EPON** – **Ethernet PON** – пассивная оптическая сеть, использующая технологию Ethernet.

# Основные параметры PON P2MP

	<b>APON/BPON</b>	<b>GPON</b>	<b>EPON</b>
Институты стандартизации/альянсы	ITU-T SG15 / FSAN	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / EFMA
Дата принятия стандарта	Октябрь 1998	Октябрь 2003	Июль 2004
Стандарт	ITU-T G.981.x	ITU-T G.984.x	IEEE 802.3ah
Скорость передачи, прямой/обратный поток, Мбит/с	155/622 622/155 622/622	1244/155, 622, 1244 2488/622, 1244, 2488	1000/1000
Базовый протокол	ATM	GEM	Ethernet
Линейный код	NRZ	NRZ	8B/10B
Максимальный радиус сети, км	20	20	20
Максимальное число абонентских узлов на одно волокно	32	64	32
Коррекция ошибок FEC	предусмотрена	предусмотрена	нет
Длины волн прямого/обратного каналов, нм	1550/1310	1490/1310	1490/1310
Динамическое распределение полосы	есть	есть	поддерживается
Защита данных	Шифрование открытыми ключами	Шифрование открытыми ключами	нет
Резервирование	есть	есть	нет

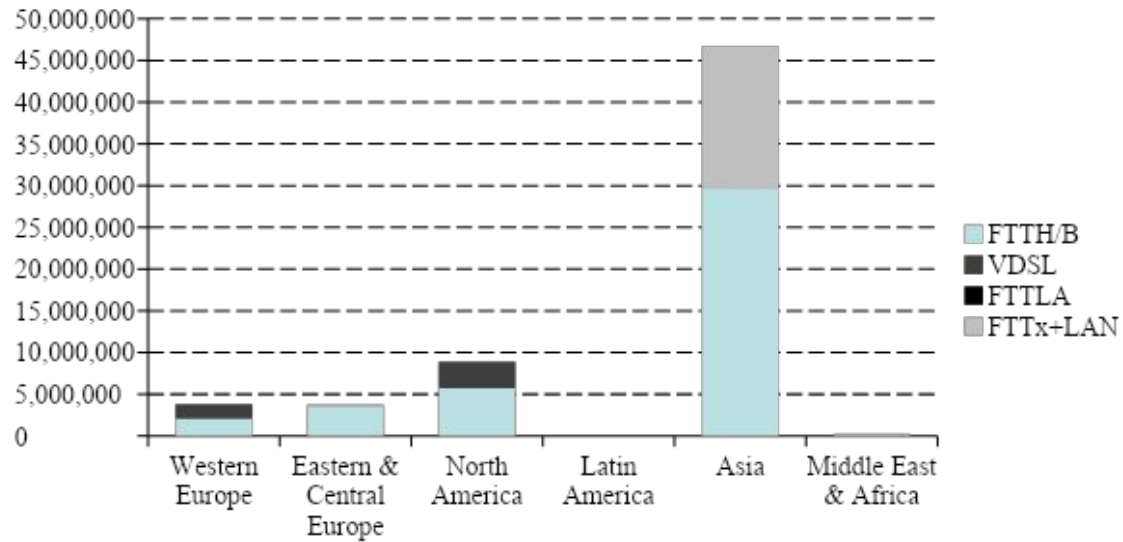
# Сравнительный анализ технологий GPON и EPON

	Преимущества	Недостатки
GPON	<p>Может работать на разных скоростях с одними передатчиками</p> <p>Теоретически скорость в 2 раза выше, чем в EPON</p> <p>Может работать в асимметричном режиме</p> <p>На ONT используются дешевые лазеры</p> <p>Шифруется вся полезная нагрузка</p> <p>Поддержка стандартного TDM-трафика</p> <p>Стандартная сервис-уровневая система управления ONT</p>	<p>Сложная уровневая система Ethernet/GEM/GTS инкапсуляция, усложняющая управление</p> <p>Более дорогое, чем в EPON, решение на сравнимых скоростях</p> <p>Передатчики на 2,4 Гбит/с достаточно дороги на сегодня</p> <p>Восходящий поток ограничен на сегодня скоростью 622 Мбит/с</p>
EPON	<p>Передаются исходные Ethernet-пакеты</p> <p>Простое, знакомое и недорогое управление</p> <p>Преимущества Ethernet-коммутации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Полная совместимость с IP</li> <li>• Поддержка TSL</li> <li>• Broadcast, Multicast</li> <li>• Поддержка IGMP: лучше организована поддержка IPTV, особенно при масштабных инсталляциях</li> </ul>	<p>Основные сложности при взаимодействии с другими технологиями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нестандартное сервис-уровневое взаимодействие</li> <li>• Нестандартный TDM</li> <li>• Нестандартное шифрование</li> <li>• Нестандартное защитное переключение</li> </ul>

# Сравнительный анализ технологий FTTH AON и PON

FTTH	Достоинства	Недостатки
<b>AON P2P</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Меньшая, по сравнению с PON, стоимость абонентского комплекта</li> <li>2. Более простое масштабирование скоростей</li> <li>3. Простая топология</li> <li>4. Упрощенный алгоритм масштабирования сети</li> <li>5. Меньшая стоимость оборудования ОСП</li> <li>6. «Традиционный» алгоритм мониторинга и технической эксплуатации сети</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большой расход ОВ</li> <li>2. Трудности передачи трафика TDM – внедрение технологии TDM over Ethernet приводит к удорожанию</li> <li>3. Наличие активного оборудования в узлах доступа требует организации электропитания, в том числе бесперебойного</li> <li>4. В отдельных случаях нечеткое позиционирование точки демаркации</li> </ol>
<b>PON P2MP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экономия ОВ</li> <li>2. Возможность подключения до 32 (а при использовании модулей FEC до 64 абонентов) на одно ОВ/OLT</li> <li>3. Возможность передачи разнородного трафика (TDM, Ethernet)</li> <li>4. Возможность организации резервирования агрегатных портов и волокон ВОЛП</li> <li>5. Определенность локализации точки демаркации</li> <li>6. Единая система управления, однотипное оборудование, что исключает предпосылки для мультивендорной инсталляции</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая стоимость подключения (особенно на начальном этапе)</li> <li>2. Прерывание связи при расширении сети, в случае, если требуется инсталляция сплиттера с большим числом портов</li> <li>3. Погрешность расчета бюджета мощности может привести к отказам из-за недостаточного уровня мощности сигнала</li> <li>4. Более сложный мониторинг и техническая эксплуатация сети</li> </ol>

# Распределение внедрения технологий ШПД по абонентам стран мирового сообщества



	Western Europe	Eastern & Central Europe	North America	Latin America	Asia	Middle East & Africa
FTTx+LAN	0	180 000	0	0	17 100 000	0
FTTLA	31 000	0	0	0	0	0
VDSL	1 733 200	39 850	3 200 000	0	3 500	20 000
FTTH/B	2 048 900	3 552 335	5 706 500	5 500	29 593 300	173 322

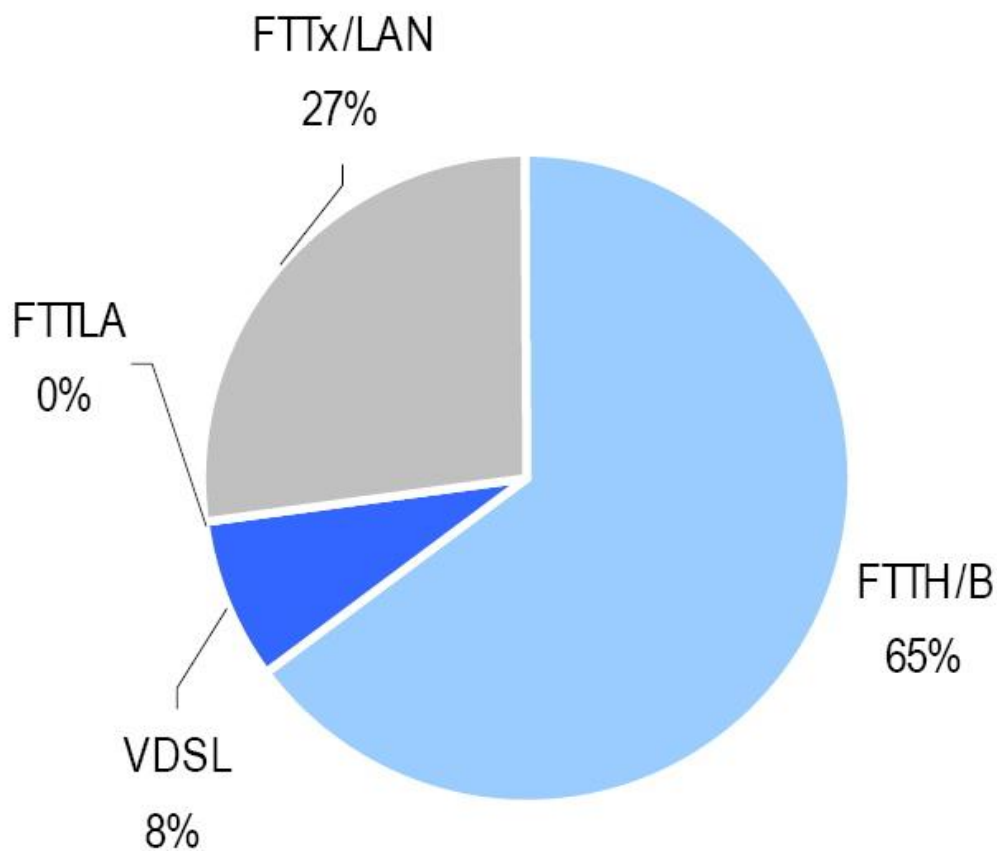
# Общее число абонентов

	FTTH/B	FTTN/VDSL	FTTLA	FTTx+LAN	Total FTTx
Western Europe	2 048 900	1 733 200	31 000	-	3 813 100
Eastern & Central Europe	1 412 335	1 839 850	-	180 000	3 432 185
North America	5 706 500	3 200 000	-	-	8 906 500
Latin America	5 500	-	-	-	5 500
Asia	29 593 300	3 500	-	17 100 000	46 696 800
Middle East& Africa	173 322	20 000	-	-	193 322
<b>TOTAL World</b>	<b>38 939 857</b>	<b>6 796 550</b>	<b>31 000</b>	<b>17 280 000</b>	<b>63 047 407</b>

**FTTLA – Fiber-To-The-Last-Amplifier** – «волокну до последнего усилителя» – сети КТВ на базе технологии FTTB

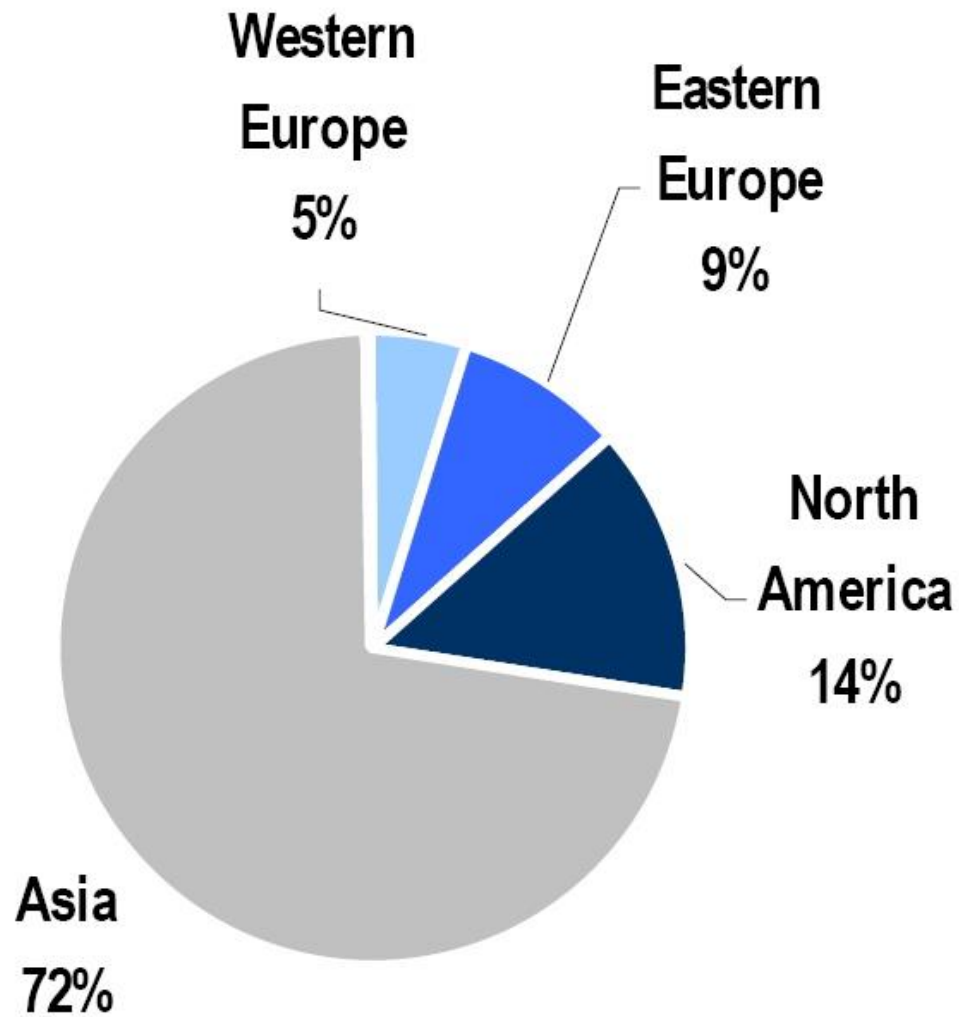
**FTTx+LAN** – «волокну до локальной сети».

# Мировой рынок ШПД: процентное соотношение технологий

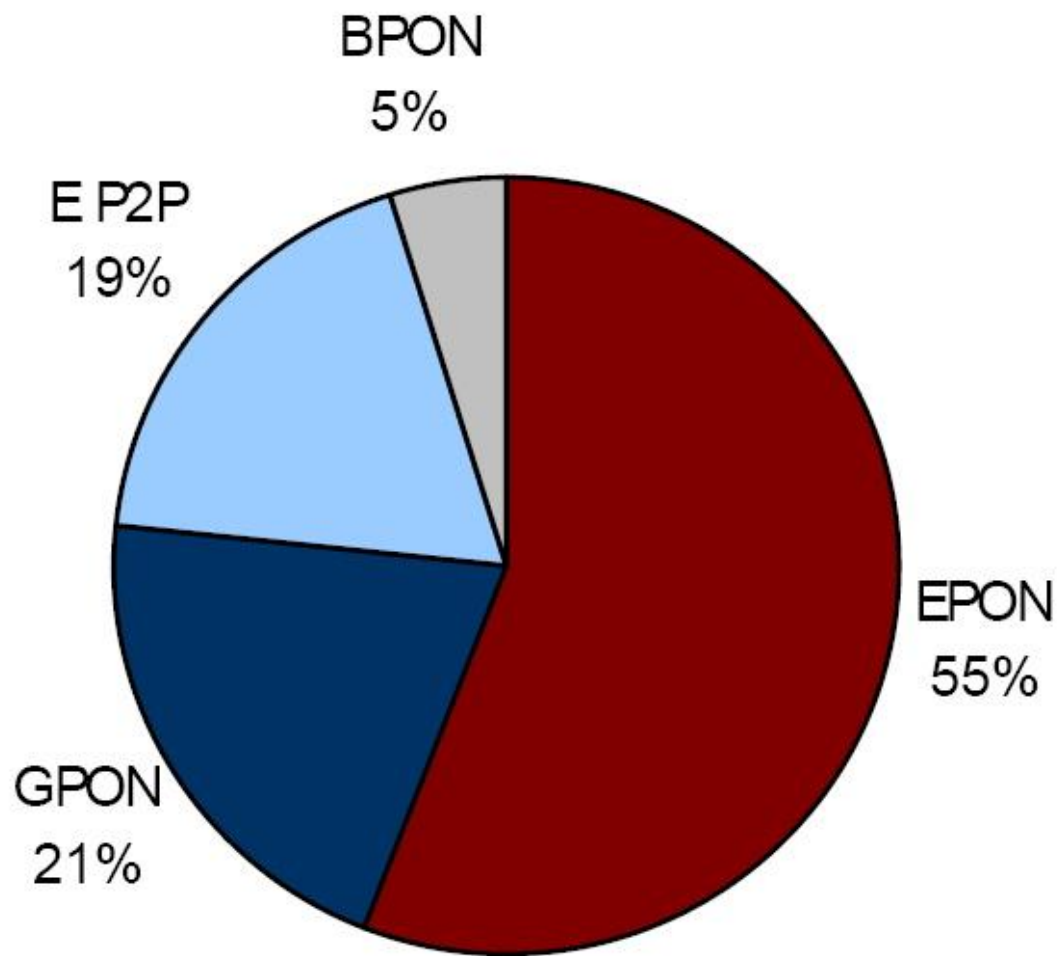




# Мировой рынок FTTH/FTTB



# Глобальное распределение применения технологий



***СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!***