

Принципы построения сетей широкополосного доступа на основе технологии FTTx

Современные
Коммуникационные Системы

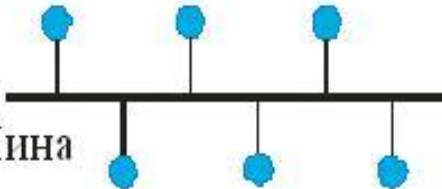
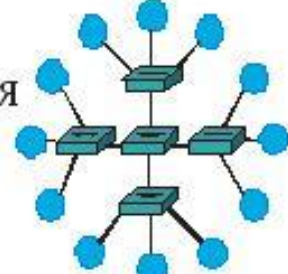
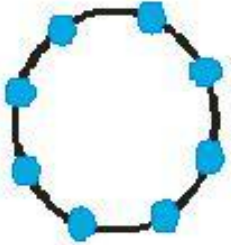
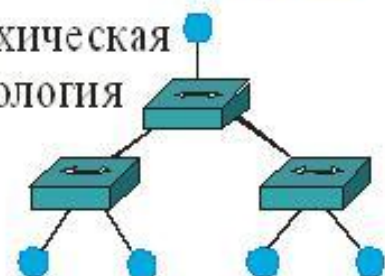
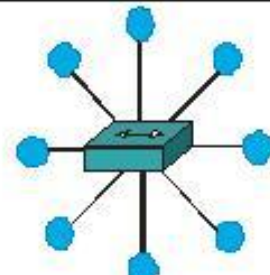
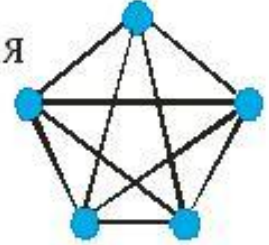
Яблочкин К.А.

КАФЕДРА ЛИНИЙ СВЯЗИ И ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕХНИКЕ СВЯЗИ

ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ



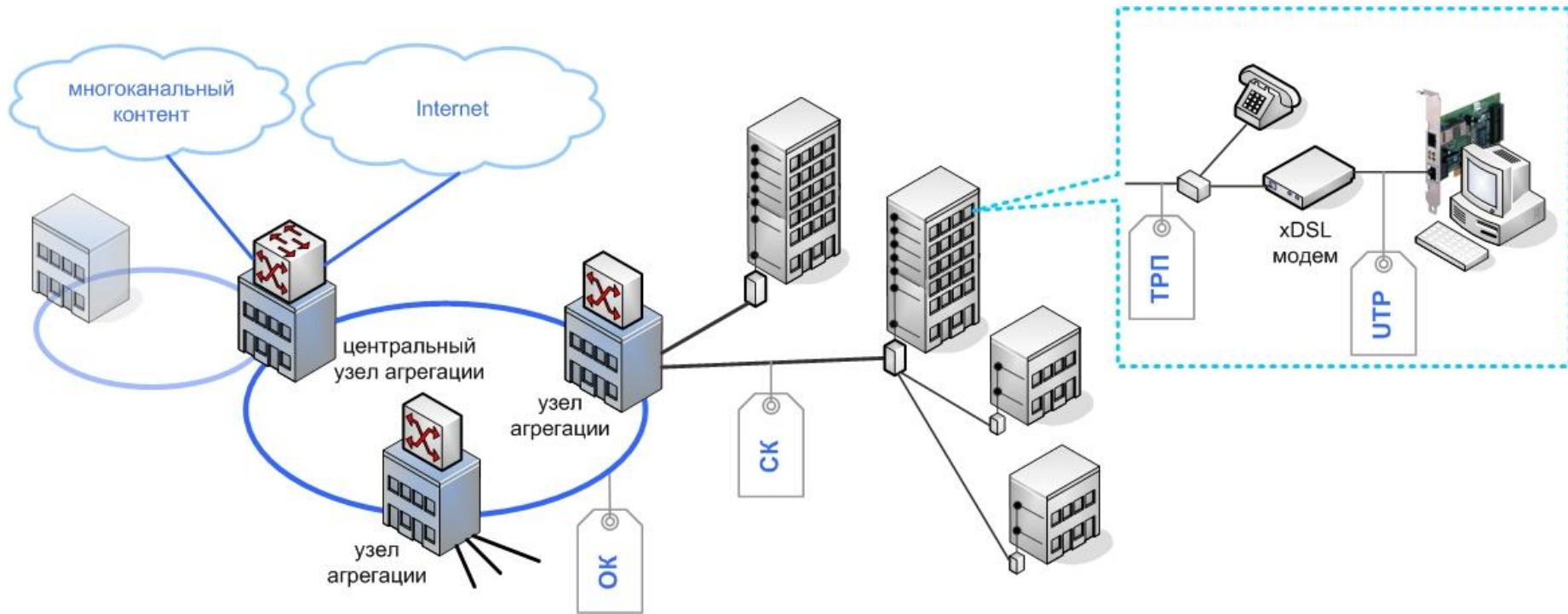
Топология сети

<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...»

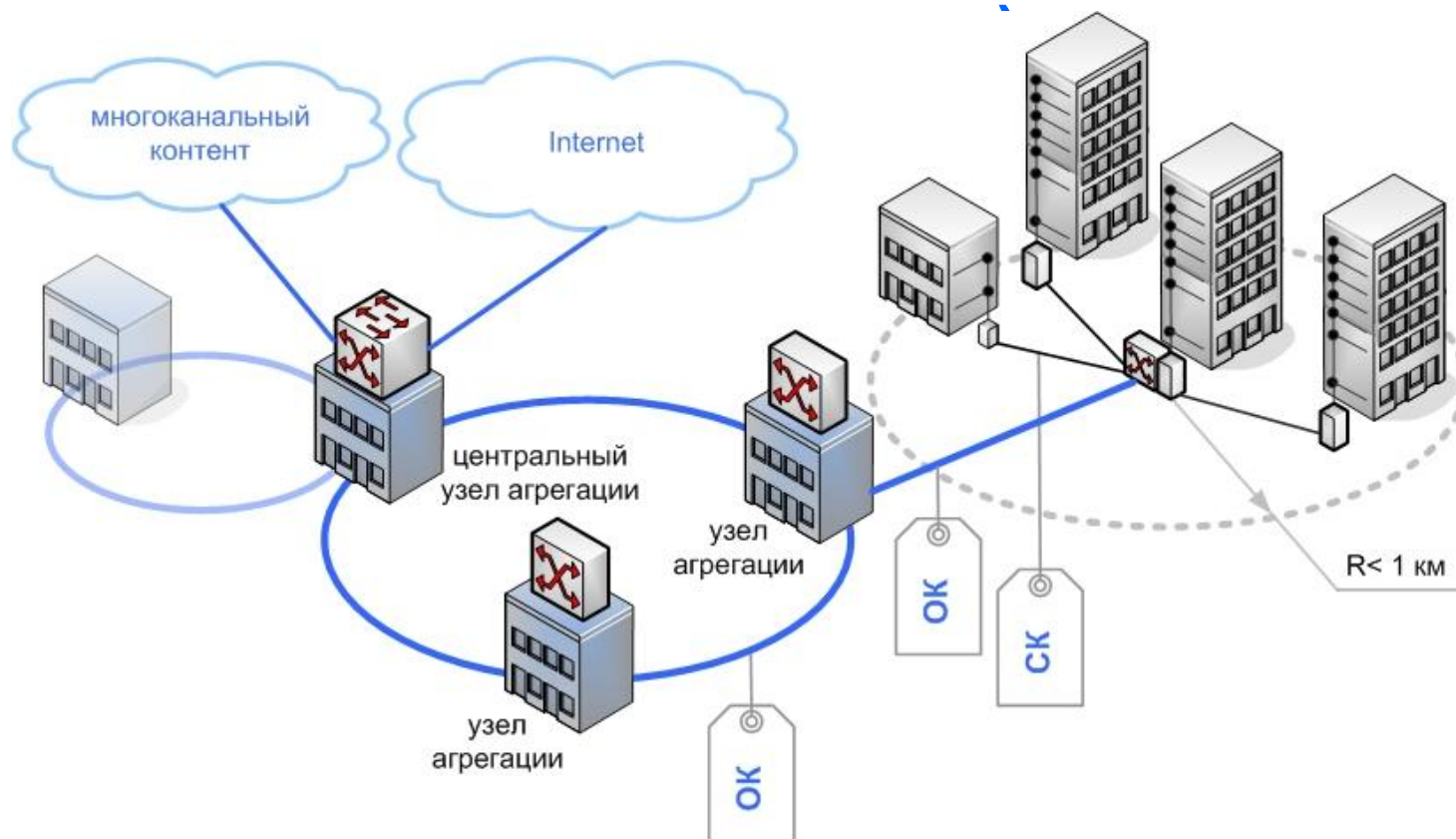


FTTN – Fiber-To-The-Node – «волокно до узла агрегации» (буквально – «волокно до сетевого узла»)



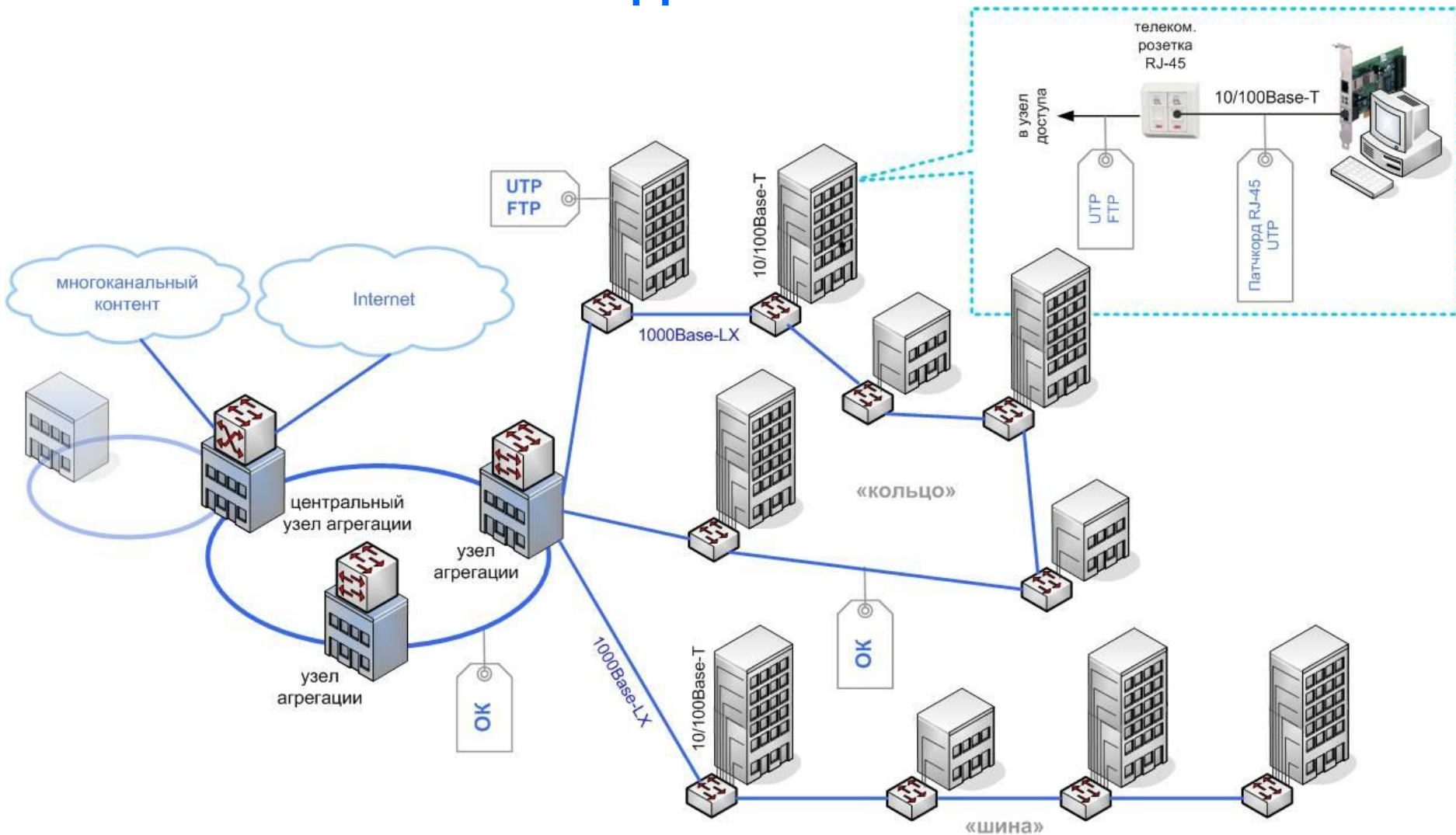
Структурная схема сети ШПД на основе FTTN + xDSL

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»

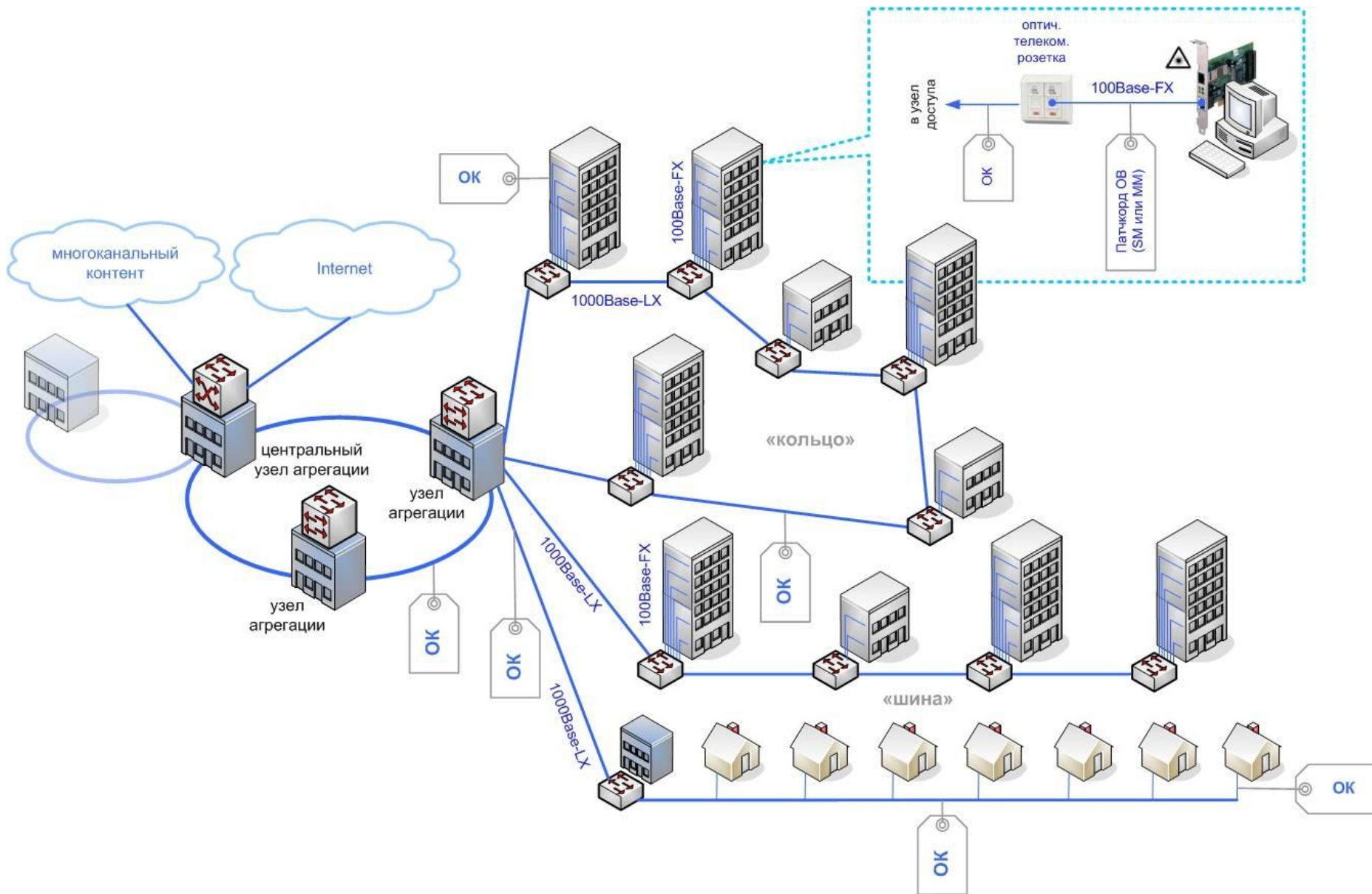


Структурная схема сети ШПД на основе FTTB

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

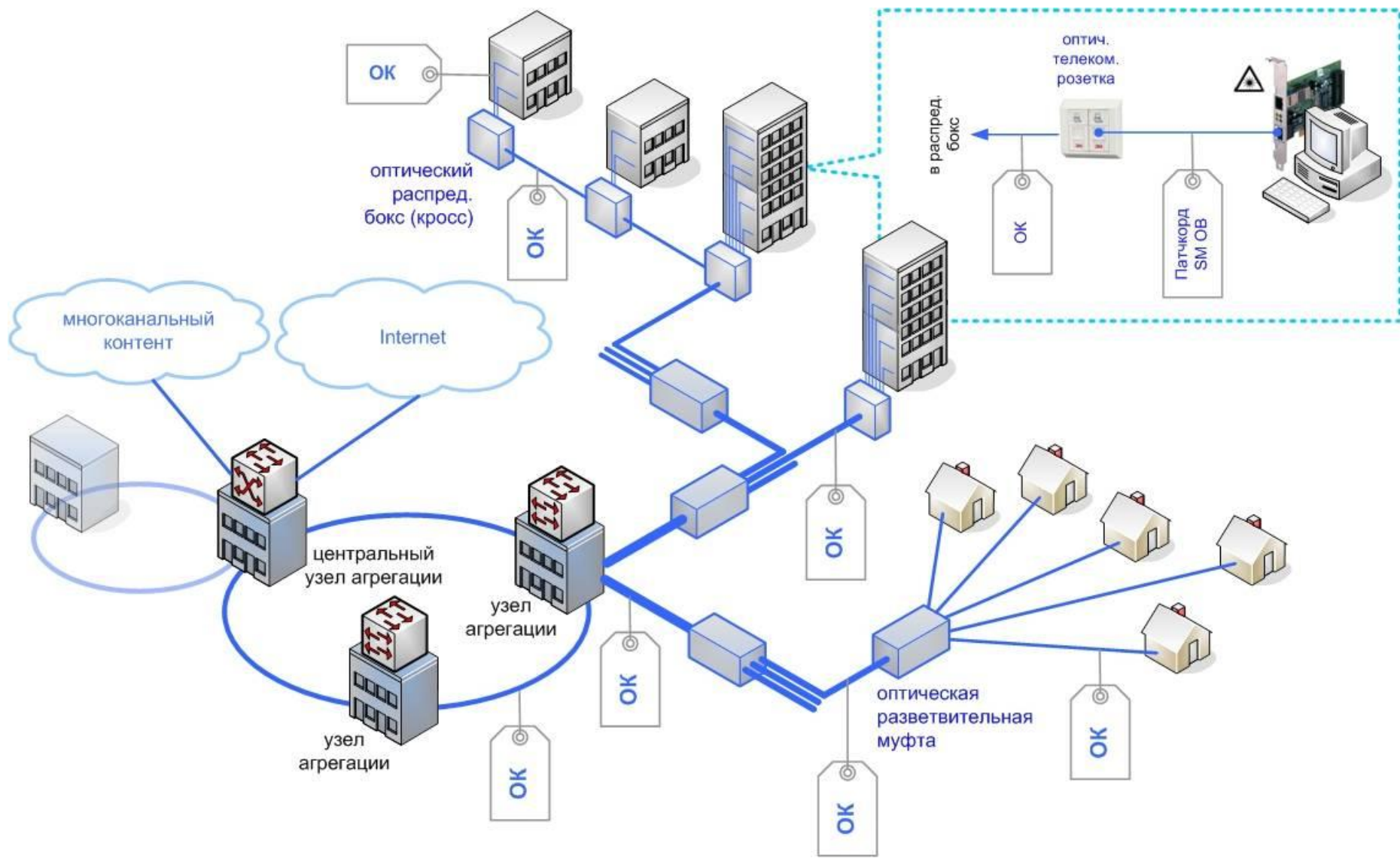


FTTH PON (PON)- «Fiber-To-The-Home Passive Optical Network» - «волокно до «жилища» на базе пассивной оптической сети»

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

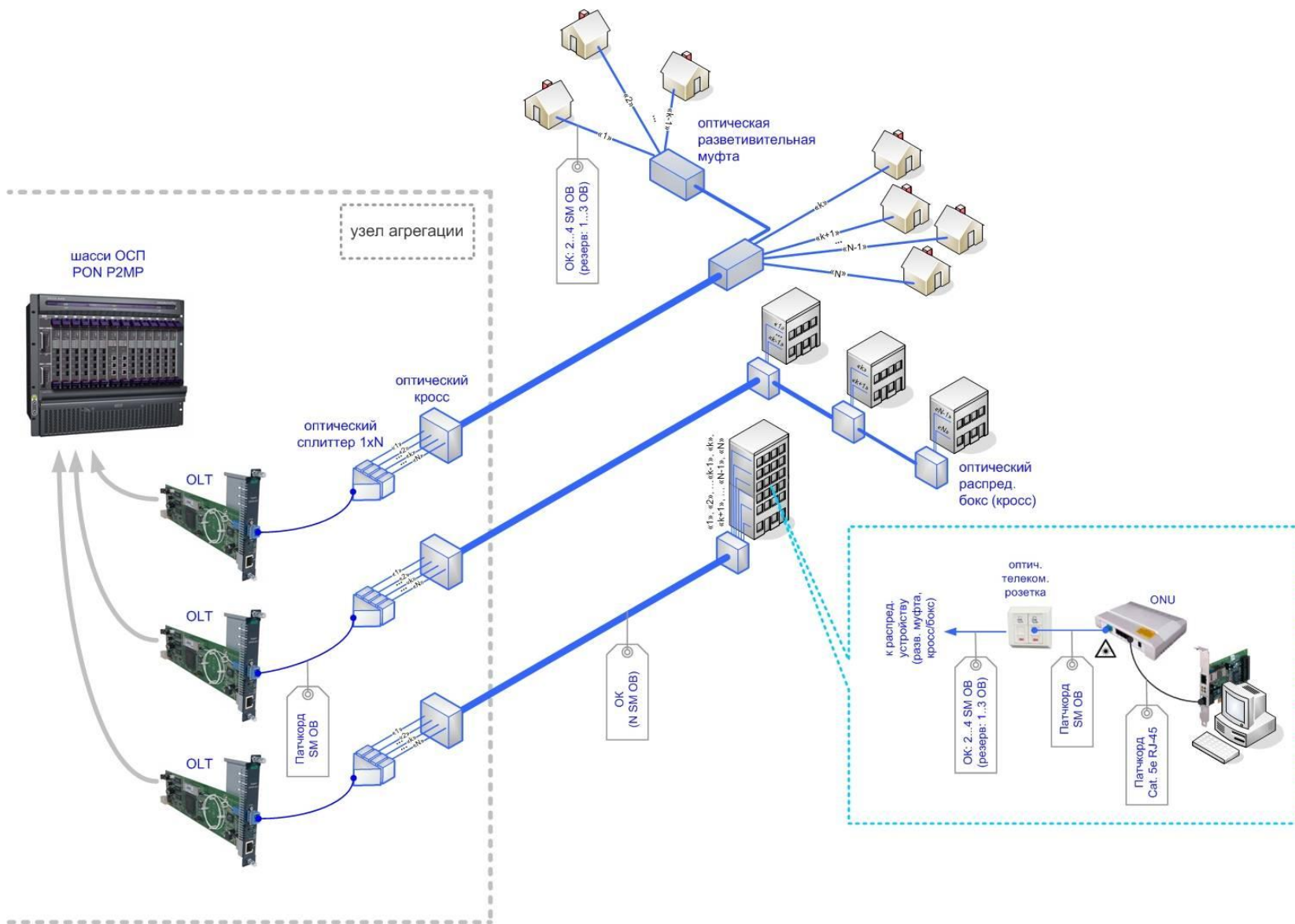
- P2MP («point-to-multipoint») – «точка–многоточка».

Структурная схема сети ШПД на основе PON P2P

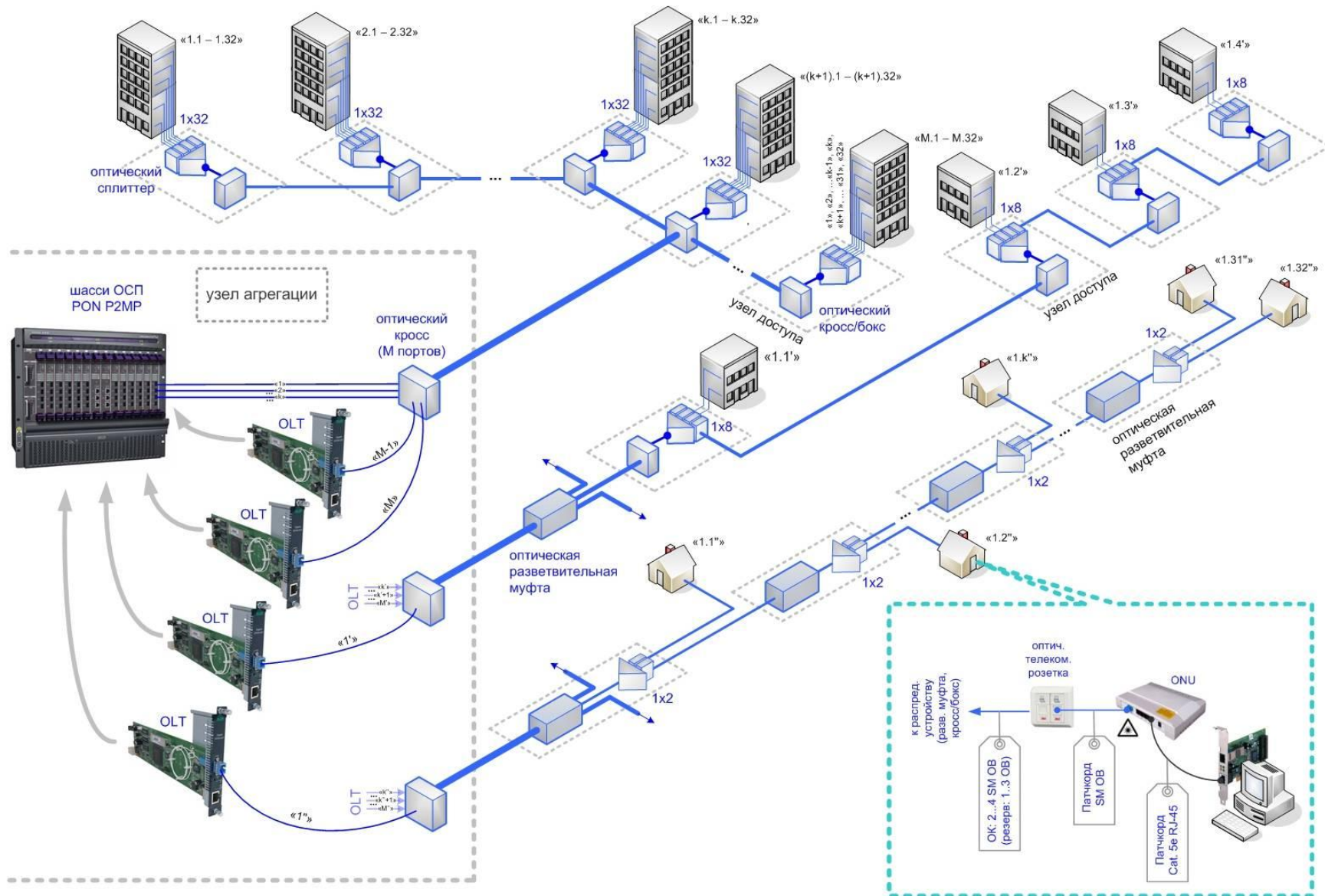


Структурная схема сети ШПД на основе PON P2MP

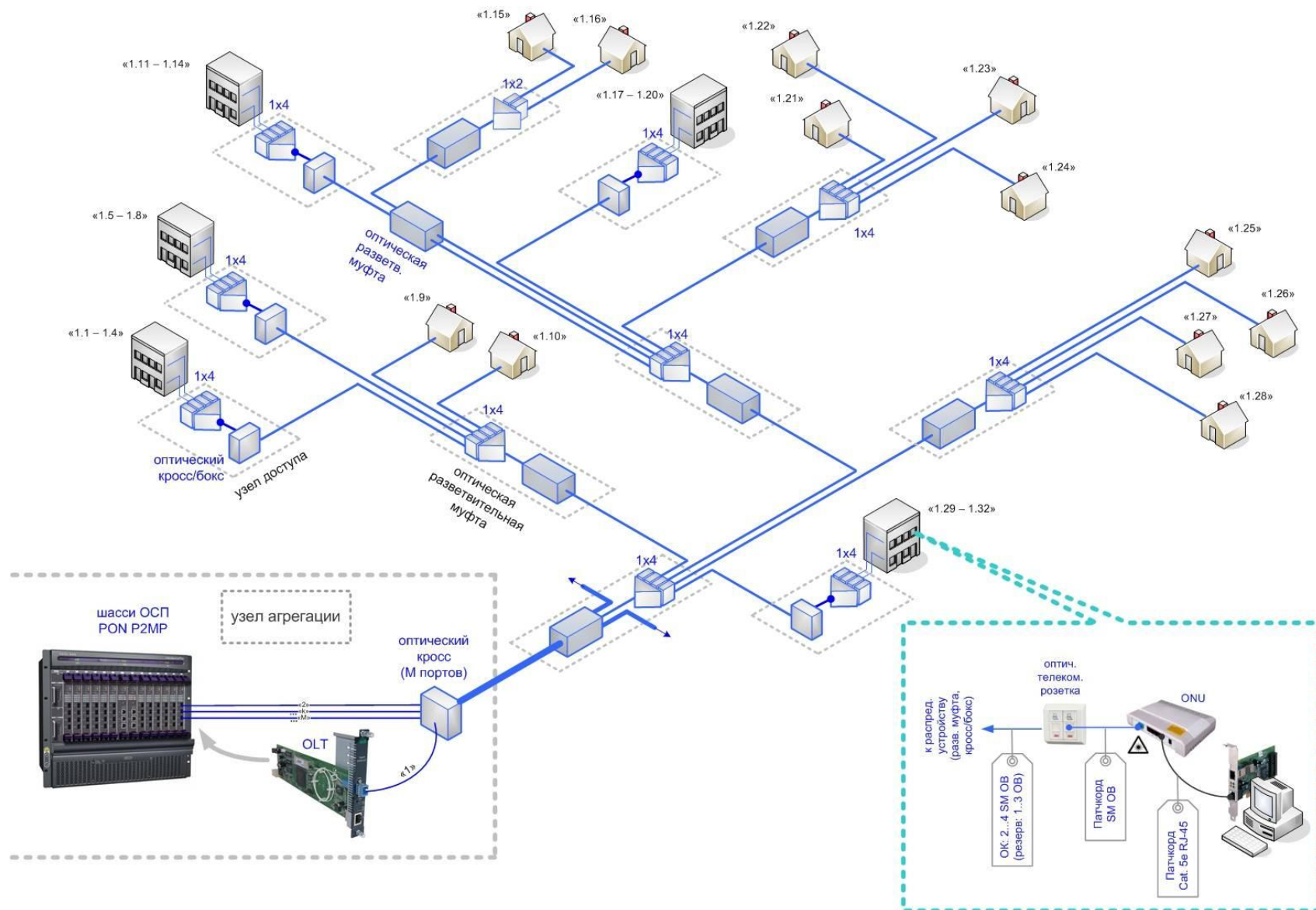
«звезда»



Структурная схема сети ШПД на основе PON P2MP «шина»



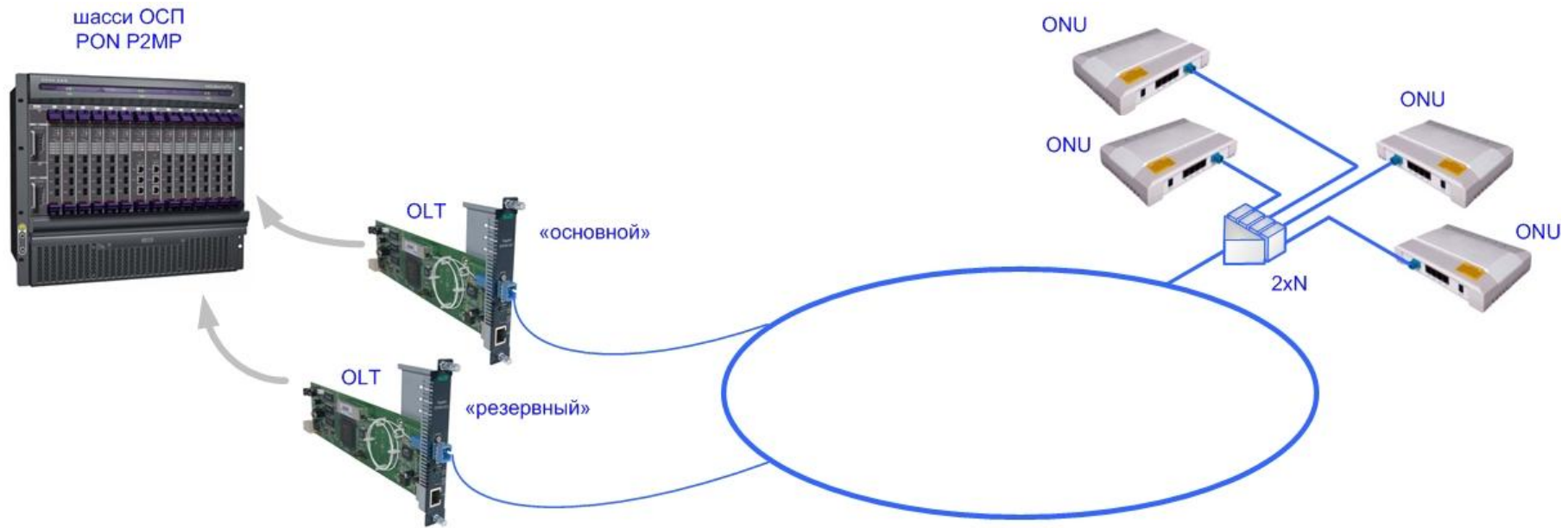
Структурная схема сети ШПД на основе PON P2MP «дерево»



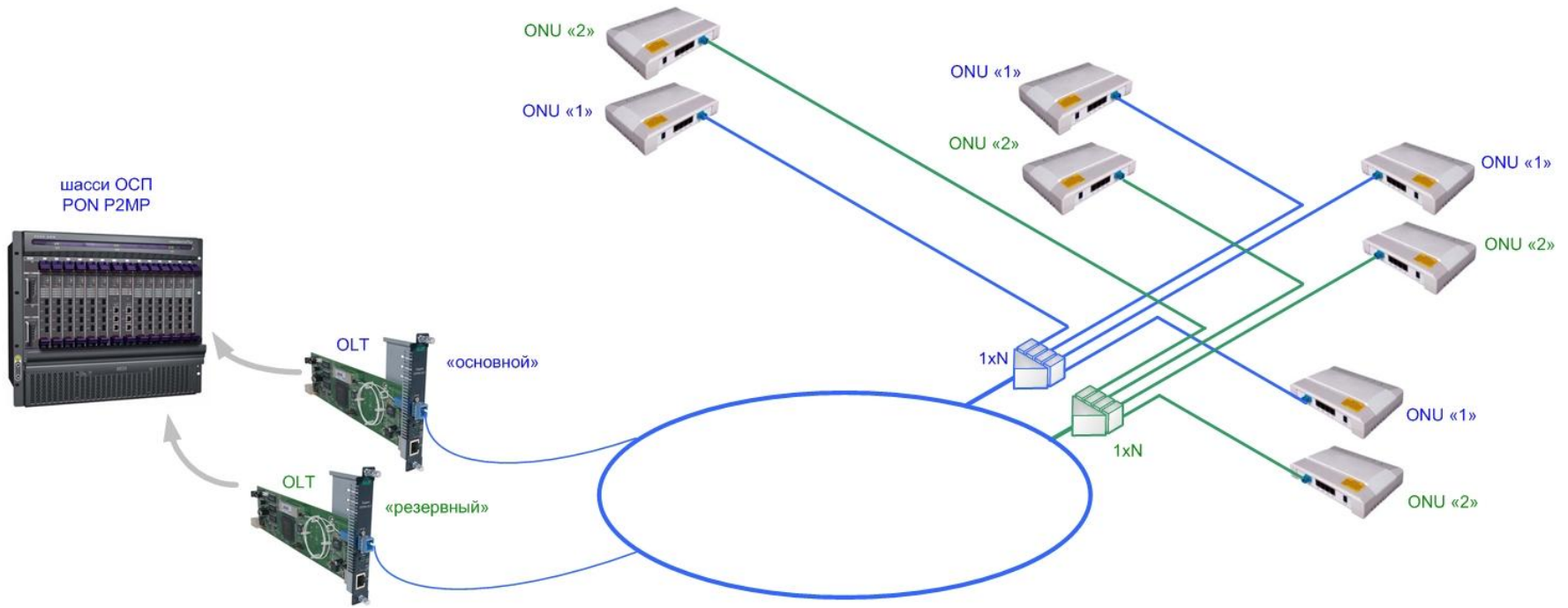
Сопоставление топологий

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

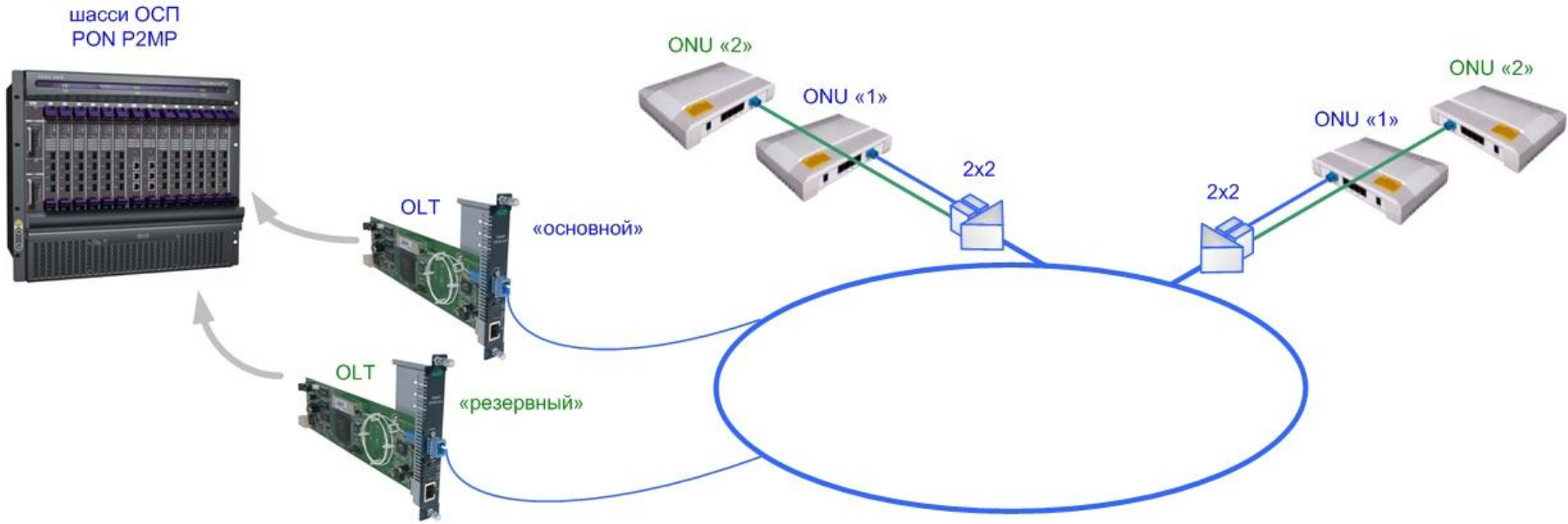
PON P2MP «защищенное дерево»



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

	APON/BPON	GPON	EPON
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

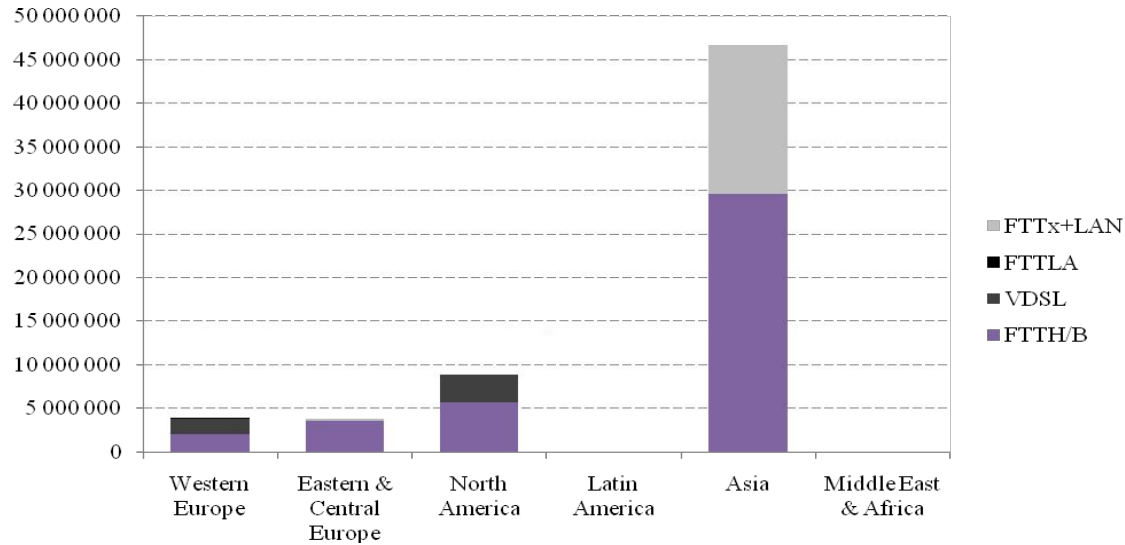
Сравнительный анализ технологий GPON и EPON

	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"> • Полная совместимость с IP • Поддержка TSL • Broadcast, Multicast • Поддержка IGMP: лучше организована поддержка IPTV, особенно при масштабных инсталляциях 	<p>Основные сложности при взаимодействии с другими технологиями:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нестандартное сервис-уровневое взаимодействие • Нестандартный TDM • Нестандартное шифрование • Нестандартное защитное переключение

Сравнительный анализ технологий FTTH AON и PON

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

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

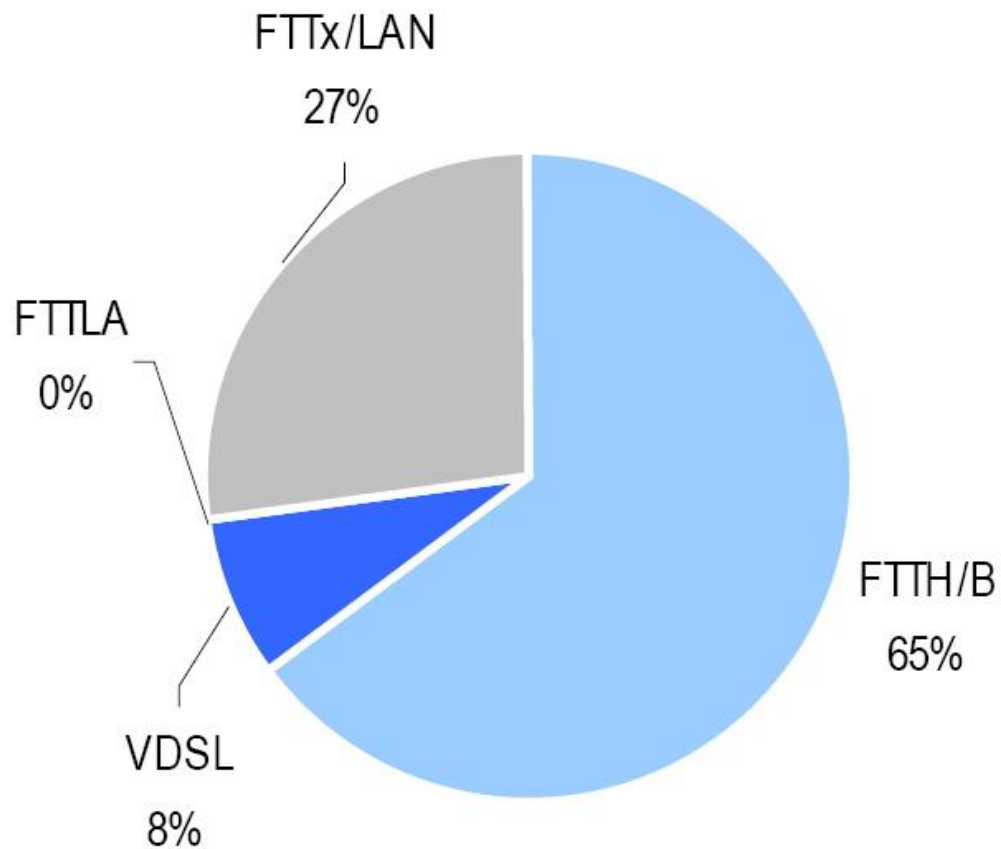
Общее число абонентов

	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
TOTAL World	38 939 857	6 796 550	31 000	17 280 000	63 047 407

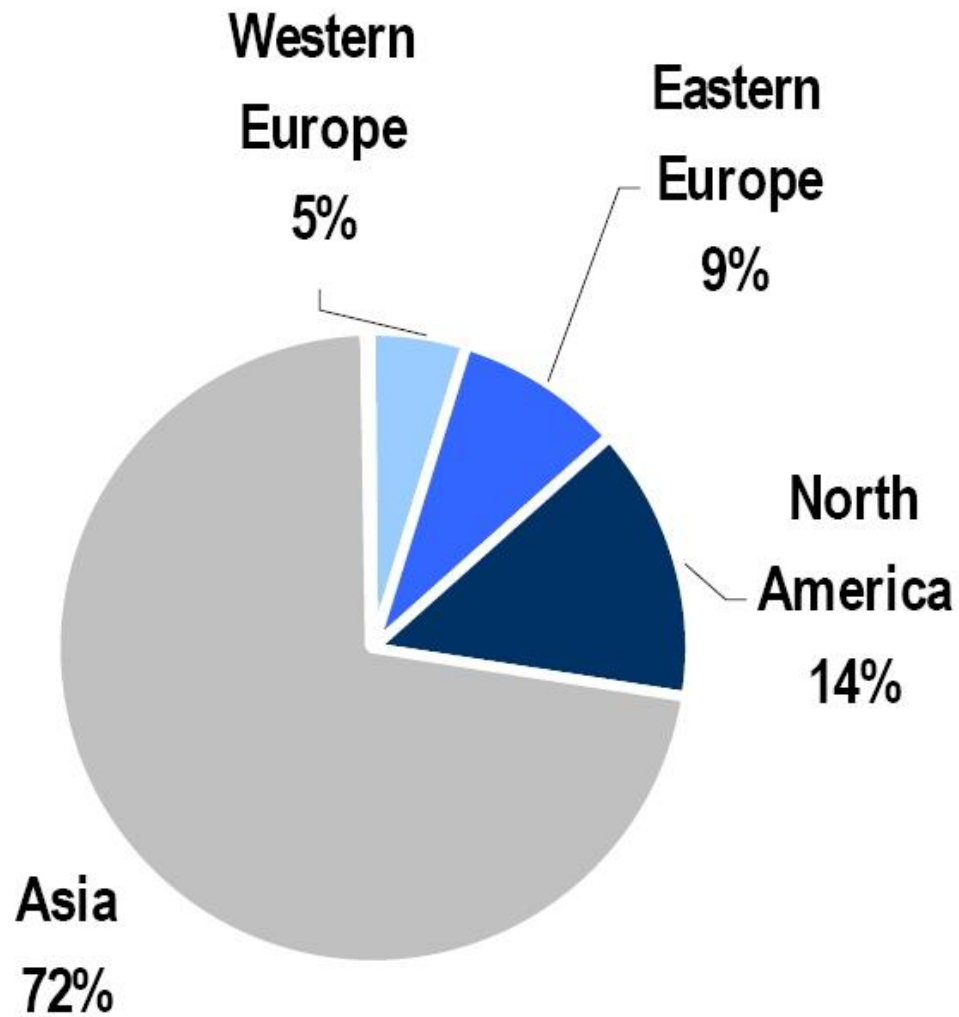
FTTLA – Fiber-To-The-Last-Amplifier – «волоконно до последнего усилителя» – сети КТВ на базе технологии FTTB

FTTx+LAN – «волоконно до локальной сети».

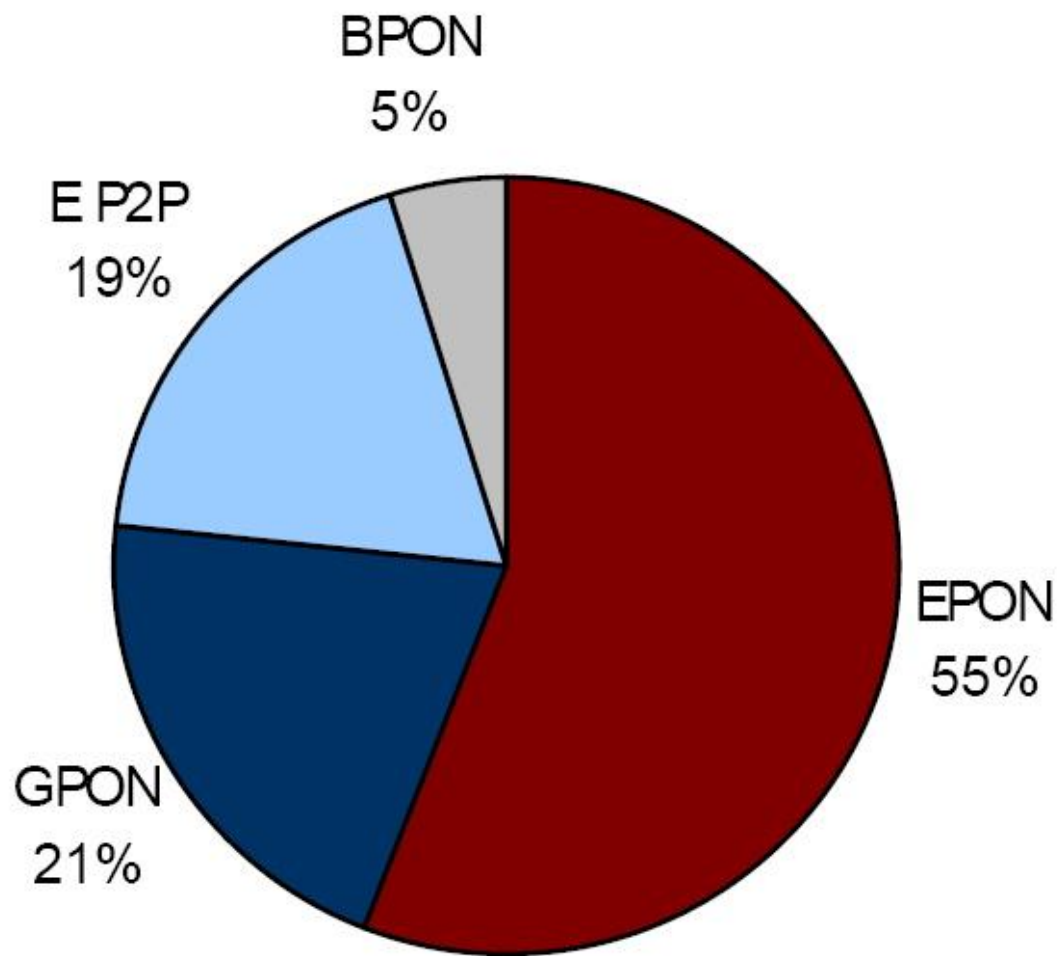
Мировой рынок ШПД: процентное соотношение технологий



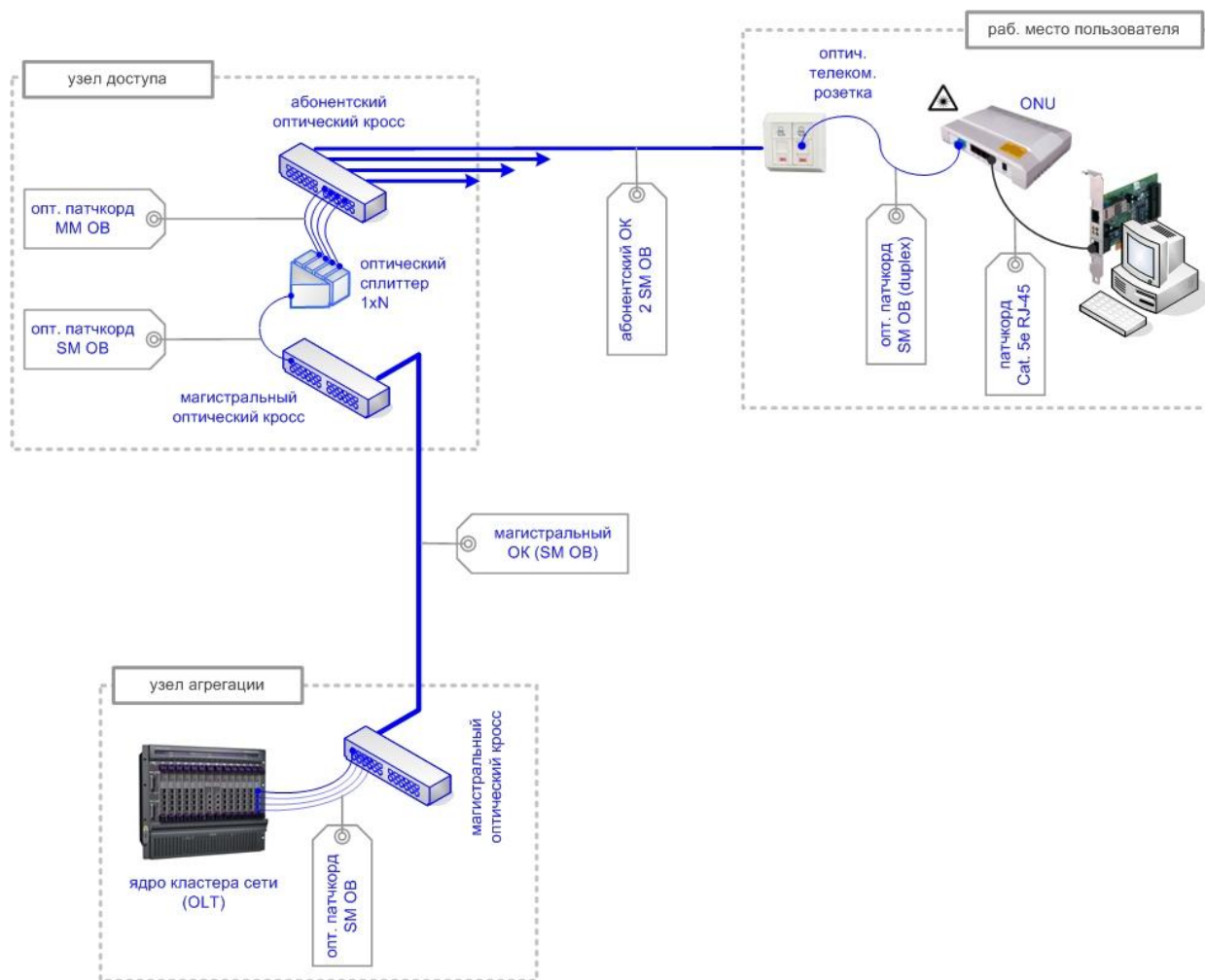
Мировой рынок FTTH/FTTB



Глобальное распределение применения технологий



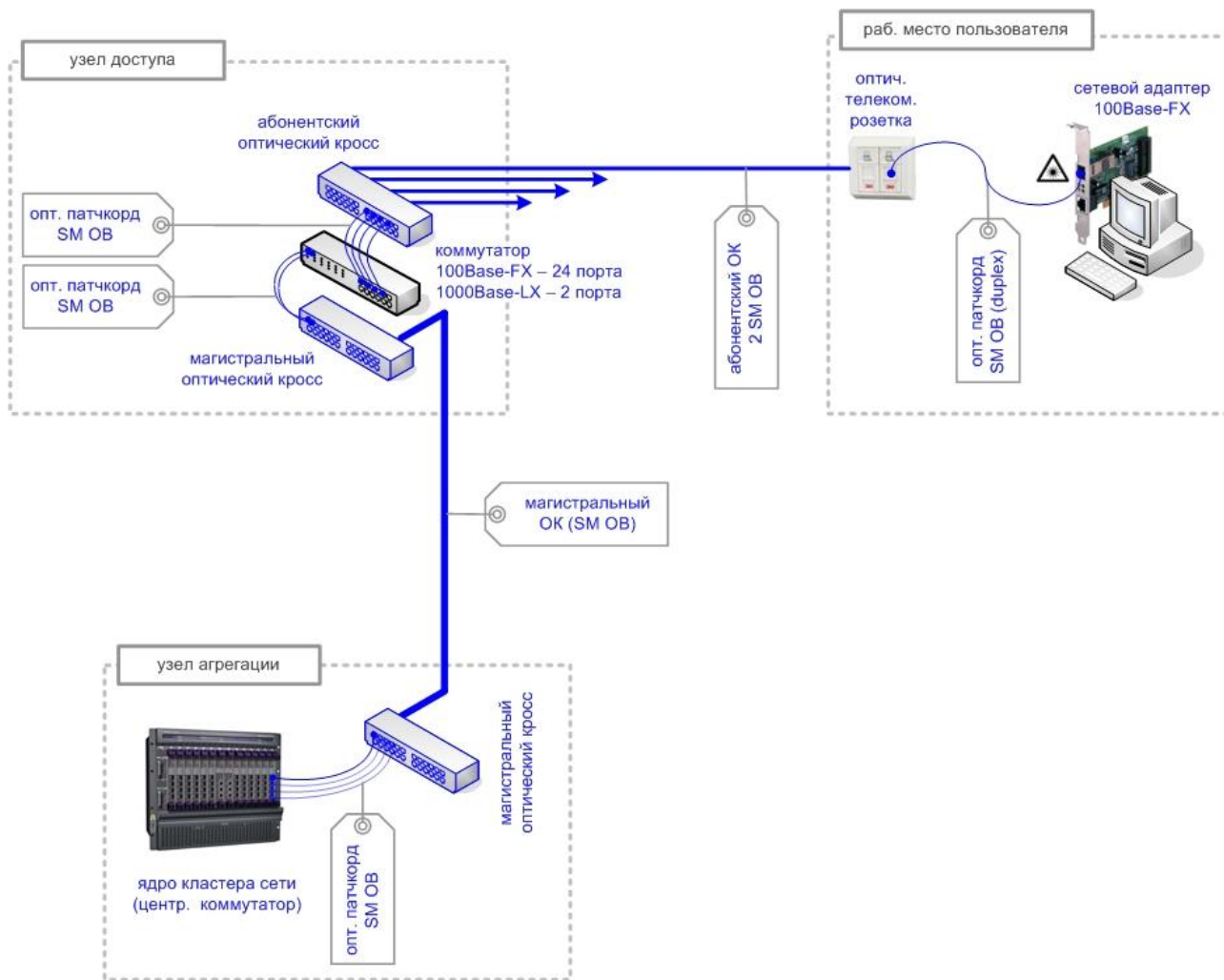
Структурная схема FTTH PON R2MP кластера сети в условиях много- и среднеэтажной квартальной застройки



Сводный перечень компонентов сети ШПД FTTH PON P2MP

№пп	PON P2MP
1.	Узел агрегации
1.1	Шасси ОСП PON
1.2	Оптические модули OLT
1.3	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
1.4	Патчкорд SM OB
2.	Магистральный ОК – SM OB
3.	Узел доступа
3.1.	Настенный антивандальный шкаф
3.2.	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
3.3.	SM многопортовый оптический сплиттер
3.4.	Абонентский оптический кросс / SM оптические розетки
3.5.	Патчкорд SM OB «вход сплиттера – магистральный оптический кросс»
3.6.	Патчкорд SM OB «выходы сплиттера – абонентский оптический кросс»
4.	Абонентская разводка: оптический кабель 2 SM OB
5.1.	Оптическая телекоммуникационная розетка (SM)
5.2.2.	ONU
5.2.3.	Патчкорд UTP/FTP Cat. 5e/6 RJ-45
5.2.4.	Патчкорд SM OB

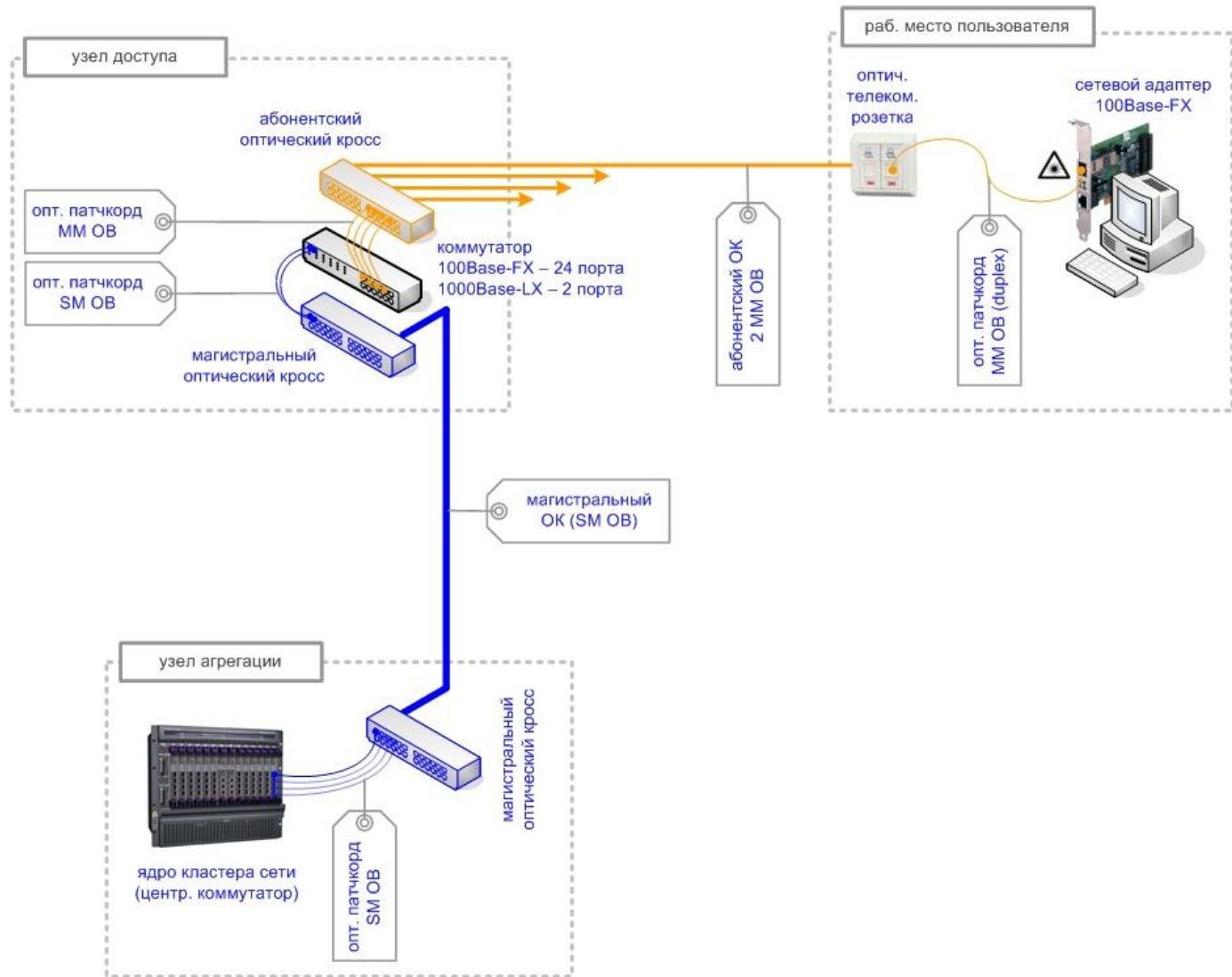
Структурная схема FTTH AON SM-SM кластера сети в условиях много- и среднеэтажной квартальной застройки



Перечень компонентов сети ШПД FTTH AON SM-SM

№пп	FTTH AON SM-SM
1.	Узел агрегации
1.2	Оптический модуль XFP 10GBase-L – подключение кластера к MAN оператора
1.3	Оптические модули SFP 1000Base-LX
1.4	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
1.5.	Патчкорд SM OB
2.	Магистральный ОК – SM OB
3.	Узел доступа
3.1.	Настенный антивандальный шкаф
3.2.	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
3.4.	Оптические модули SFP 1000Base-LX
3.5.	Оптические модули SFP 100Base-FX
3.6.	Абонентский оптический кросс / SM оптические розетки
3.7.	Патчкорд SM OB «коммутатор – магистральный оптический кросс»
	Патчкорд SM OB «коммутатор – абонентский оптический кросс»
4.	Абонентская разводка: оптический кабель 2 SM OB
5.1.	Оптическая телекоммуникационная розетка (SM)
5.2.1.	Сетевой адаптер 100Base-FX
5.2.2.	Патчкорд SM OB

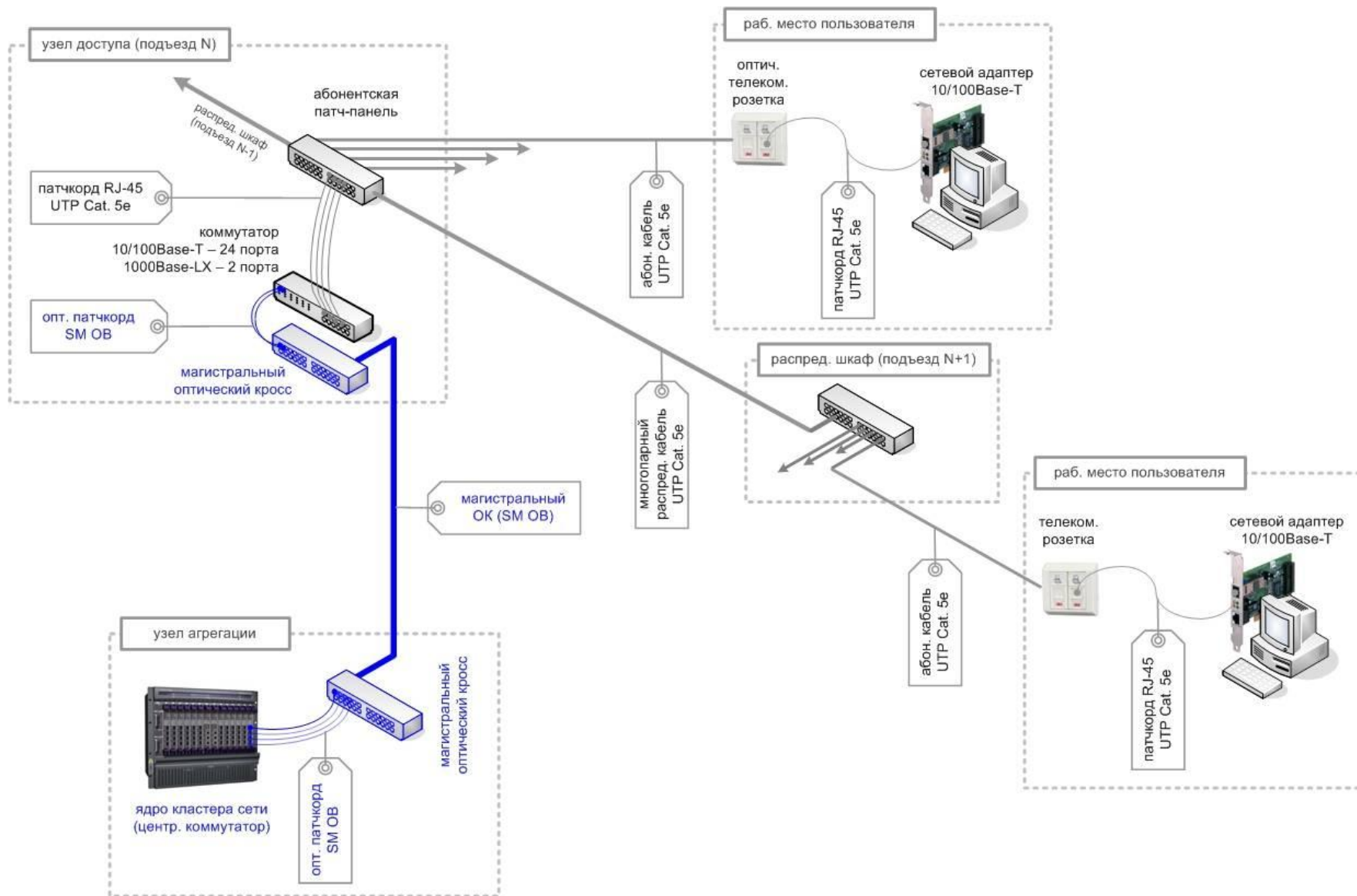
Структурная схема FTTH AON SM-MM кластера сети в условиях много- и среднеэтажной квартальной застройки



Перечень компонентов сети ШПД FTTH AON SM-MM

№пп	FTTH AON SM-MM
1.	Узел агрегации
1.2	Оптический модуль XFP 10GBase-L – подключение кластера к MAN оператора
1.3	Оптические модули SFP 1000Base-LX
1.4	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
1.5.	Патчкорд SM OB
2.	Магистральный ОК – SM OB
3.	Узел доступа
3.1.	Настенный антивандальный шкаф
3.2.	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
3.4.	Оптические модули SFP 1000Base-LX
3.5.	Оптические модули SFP 100Base-FX
3.6.	Абонентский оптический кросс / MM оптические розетки
3.7.	Патчкорд SM OB «коммутатор – магистральный оптический кросс»
	Патчкорд MM OB «коммутатор – абонентский оптический кросс»
4.	Абонентская разводка: оптический кабель 2 MM OB
5.1.	Оптическая телекоммуникационная розетка (MM)
5.2.1.	Сетевой адаптер 100Base-FX
5.2.2.	Патчкорд MM OB

Структурная схема FTTB в условиях много- и среднеэтажной квартальной застройки



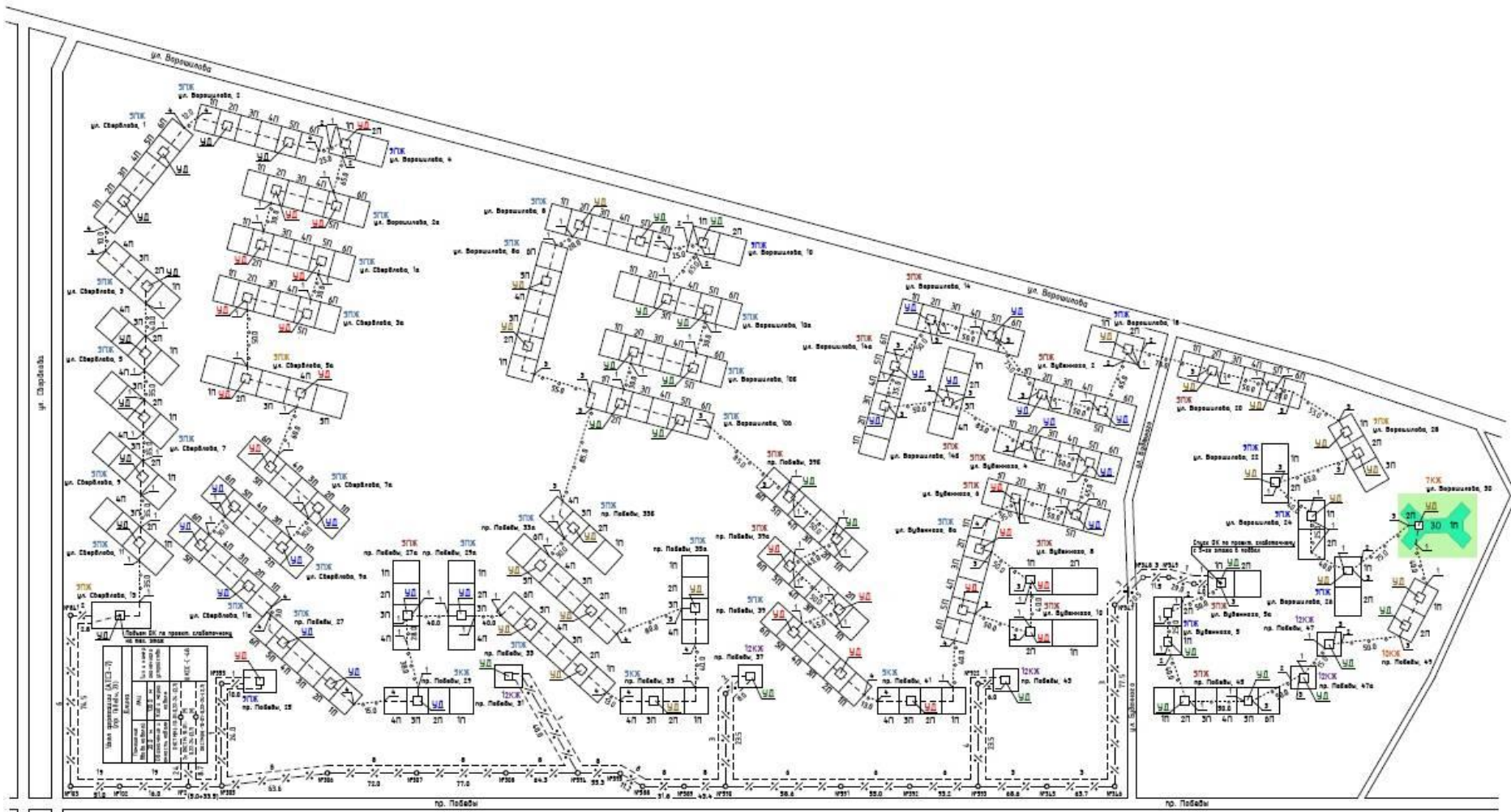
Перечень компонентов сети ШПД ШПД FTTB

№пп	FTTB
1.	Узел агрегации
1.2	Оптический модуль XFP 10GBase-L – подключение кластера к MAN оператора
1.3	Оптические модули SFP 1000Base-LX
1.4	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
1.5.	Патчкорд SM OB
2.	Магистральный ОК – SM OB
3.	Узел доступа / распределительный шкаф
3.1.	Настенный антивандальный шкаф / распределительный малогабаритный антивандальный шкаф
3.2.	Магистральный оптический кросс / SM оптические розетки
3.4.	Оптические модули SFP 1000Base-LX
3.6.	Абонентский оптический кросс / SM оптические розетки
3.7.	Патчкорд SM OB «коммутатор – магистральный оптический кросс»

Общее число потенциальных абонентов при 100%-м подключении

Этажность здания	Число абонентов / число подъездов
5	60 аб. / 3 подъезда 120 аб. / 6 подъездов
9	72 аб. / 2 подъезда 108 аб. / 3 подъезда
20	80 аб. / 1 подъезд 160 аб. / 2 подъезда

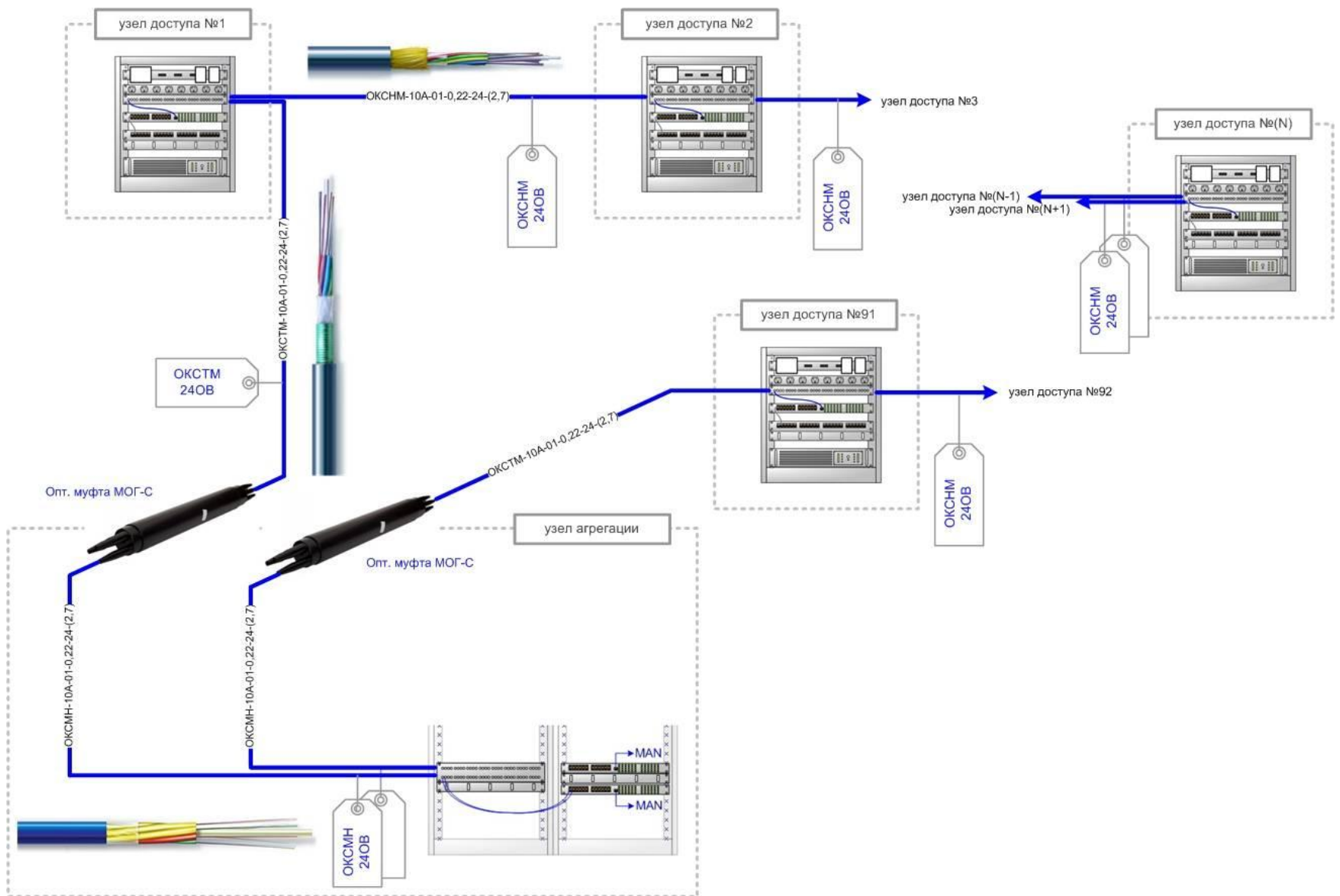
План застройки микрорайона



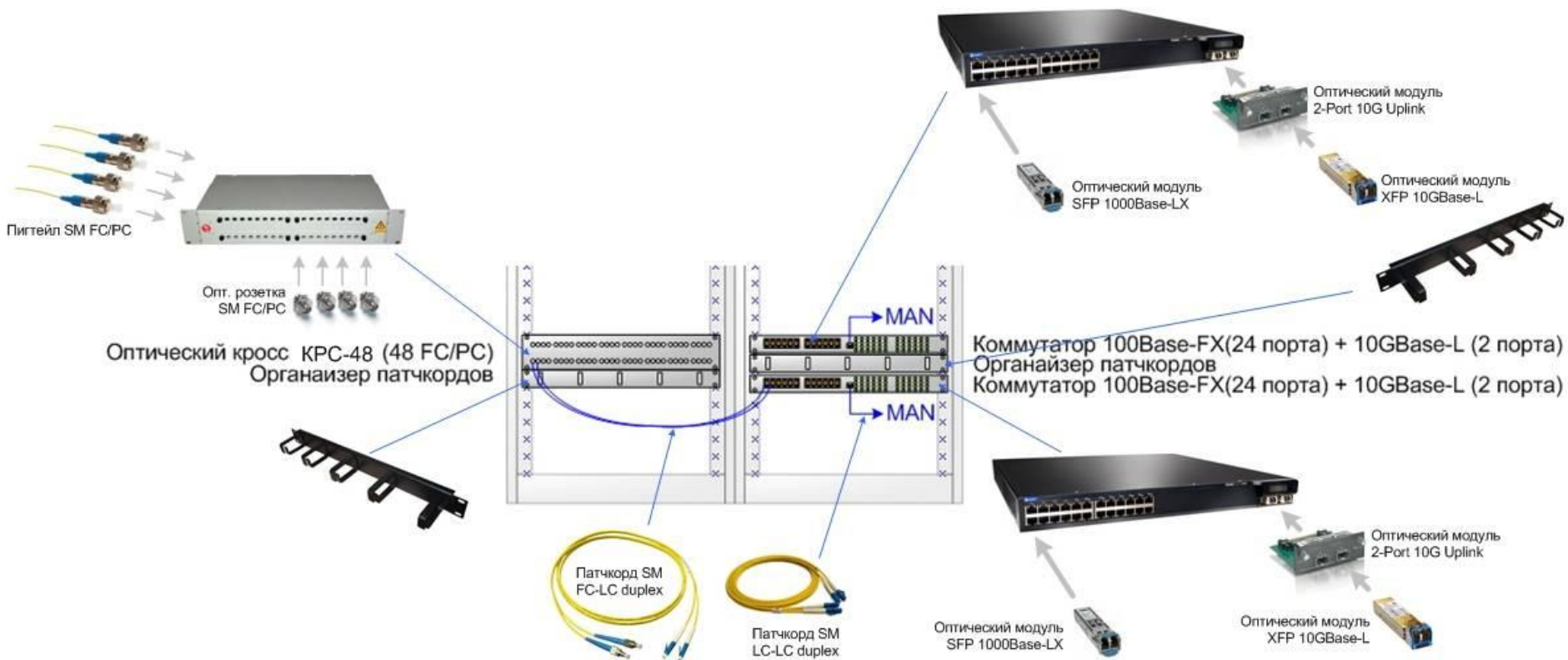
Исходные данные по кластеру

Параметр	Количество
Зданий	61
Узлов доступа	91
Распределительных шкафов	273
Всего распределительных устройств	364
Всего абонентов	2 184
Абонентов на одно распр. устр.-во	6

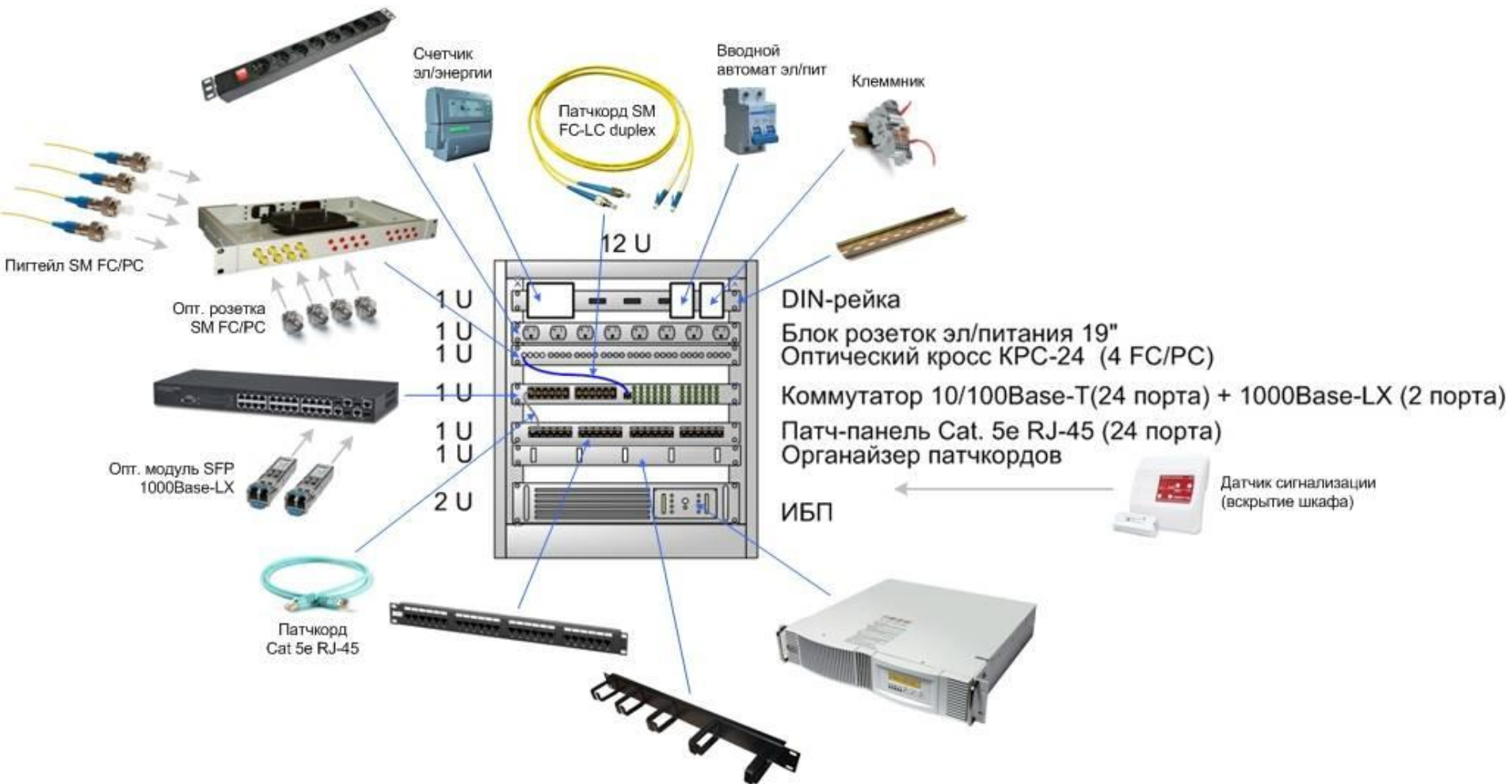
Структурная схема кабельных магистралей



Структурная схема комплектации узла агрегации



Структурная схема комплекта узла доступа



***СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!***