

Желько Попович:

Построение цифровых городов

Желько Попович
Эрикссон Никола Тесла А.О., Загреб, Хорватия
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia



Резюме

В настоящее время цифровые города развиваются повсюду в мире. Они обеспечат гражданам создание информационной среды для повседневного пользования. Ключевым элементом для развития цифровых городов и улучшения качества жизни граждан являются широкополосные услуги. В статье больше внимания посвящено технологиям широкополосного доступа, а не приложениям или услугам. Местное самоуправление играет все более значительную роль при развитии устойчивых широкополосных услуг, особенно в сельских местностях, которые не очень привлекательны коммерческим операторам из-за капиталовложений в широкополосную инфраструктуру. Следовательно, именно местное самоуправление должно поощрять развитие широкополосного доступа, обеспечивая гражданам онлайн-услуги, и определяя политику и программы, которые будут стимулировать введение приемлемых широкополосных услуг на местном уровне. Предлагаемая компанией Эрикссон сеть доступа, с доведением оптического кабеля до квартиры пользователя (FTTH - *Fiber To The Home*), может помочь городской власти и коммунальным предприятиям при реализации оптоволоконных сетей доступа, которые стимулируют и создадут условия конкуренции между всеми поставщиками услуг на рынке телекоммуникаций. Компания Эрикссон предлагает полные решения для широкополосной сети доступа. Наряду с поставкой оборудования (например, оборудование пользователя, оптоволоконные узлы доступа, агрегационные узлы, граничные маршрутизаторы, а также пассивные компоненты, такие как оптические системы Ribbonet и Micronet, оптические кабели, оборудование для сращивания оптических волокон и остальное установочное оборудование), компания Эрикссон предлагает и разные профессиональные услуги - консультации, разработка сети, реализация и интеграция, услуги проектирования и управления сетью.

Abstract

Today, digital cities are being developed all over the world. They will provide an opportunity to people to create a public information space for their everyday life. Broadband services are recognized as one of the most critical components of development and improvement of citizens' quality of life.

This paper focuses on the broadband access technologies instead of the applications and services. Local government has a significant role in the development of sustainable broadband services, particularly in regional areas where the business case may be insufficient to attract commercial suppliers. As the primary public service provider and infrastructure manager to local communities, local government is in a key position to facilitate the growth of broadband through the delivery of online services to local communities and the development of policies and programmes that encourage the provision of affordable broadband services at the local level. Local government needs a broadband vision that directly supports the national vision, recognising the need for all levels of government to work collaboratively on this important task and to leverage the unique role of local governments in the widespread uptake and deployment of broadband services.

Ericsson's solution Fiber-To-The-Home (FTTH) is primarily aimed at helping new municipalities and utility companies to deploy fiber networks that allow numerous service providers to compete in the network. Ericsson offers equipment for complete end-to-end broadband access. In addition to delivering equipment such as CPEs, fiber access nodes, aggregation nodes and edge routers for the network as well as passive components such as optical fiber systems, ducts, fiber cables, Ribbonet™, Micronet™, ODF and splicing equipment and many more, Ericsson can also offer complete turnkey solutions comprising the actual active and passive infrastructure but also a range of professional services from the early stage of business consulting through network and service design, actual implementation and integration. It goes without saying that Ericsson can take the responsibility of project management and when everything is in place, run and manage networks for the success of its customers.



Ключевые слова	Key words:
Цифровой город	Digital city
Следующая генерация широкополосной инфраструктуры	Next Generation Broadband Infrastructure
Оптоволокно до квартиры пользователя, FTTH	Fibre To The Home, FTTH
Открытый доступ	Open access

1 Введение

Цифровые технологии проявили себя как мощный стимулирующий фактор экономического развития и конкурентоспособности. Применяя эти технологии, хозяйство США в 90-х годах прошедшего столетия пережило значительный экономический рост. Европейский союз (ЕС), поощренный таким успехом, в рамках программ „eEurope2002“ и „eEurope 2005“, задал себе сложную задачу - до 2010 года стать самым конкурентным обществом знаний в мире. Эти программы относились не только на достижение большей экономической конкурентоспособности, они также гарантировали гражданам Европейского союза доступ к современным технологиям связи, а значит, улучшение качества жизни. В начале 2005 года Европейская комиссия одобрила инициативу „i2010“, которая должна стимулировать развитие и предоставление работы в сфере информационного общества и средств информации. Инициатива „i2010“ основывается на трех основных столбах. Первым является создание совместного информационного пространства (развитие широкополосных сетей для доступа к Интернету вдоль целой Европы, а также стимулирование производства новых мультимедийных содержаний в сети). Вторым является применение новаторства и исследований (в европейские научно-исследовательские программы, как приоритетные области, включены технологии информационного общества). И третьим является обеспечение включаемости (подразумевается доступность технологий и услуг информационного общества во всех регионах ЕС, всем слоям населения, также и обществам меньшинств).

Цифровой город это вид информационного пространства, относящийся на определенное физическое пространство в городе. Цифровые города охватывают широкую область цифровых сетей и приложений, которые обеспечивают различные аспекты социальной и экономической жизни в городах: электронный бизнес, здравоохранение, финансовые транзакции, общественная безопасность, образование, транспорт и остальное. Ключевыми преимуществами цифрового города являются оптимизированная передача информации, значительно уменьшенный цифровой разрыв между городом и гражданами, эффективный экономический рост и улучшение качества жизни в больших городах. Значительный рост и массовость широкополосного доступа являются основой для развития рынка передовых электронных услуг, цифровых содержаний и Интернет-коммерции, а также базы пользовательских услуг.

Построение цифрового города может помочь местному самоуправлению в осуществлении следующих целей:

- уменьшение расходов городской власти – эффективная городская власть;
- увеличение удовлетворенности и качества жизни граждан;
- обеспечение большого числа содержаний и услуг для граждан и деловых субъектов;
- ускорение экономического развития города;
- увеличение конкурентоспособности городов;
- увеличение общей безопасности и защиты граждан;
- стимулирование роста и массовости широкополосного доступа, т.е. использования сети Интернет;
- снижение телекоммуникационных расходов всех операторов и поставщиков услуг;
- установка инфраструктуры многоцелевой службы, “One-Stop-Shop”, для городской администрации.

Очевидно, в настоящее время невозможно успешно реализовать электронные услуги без соответствующей сетевой инфраструктуры, которая включает широкополосный доступ, а также повсеместное применение компьютеров и мобильной коммуникации.

На полностью либеральном рынке телекоммуникационных изделий появляются новые телекоммуникационные операторы и поставщики услуг, которые самостоятельно, или общими усилиями предоставляют услуги конечным пользователям. На основании опыта и примеров из европейской практики можно заключить, что при развитии телекоммуникационного рынка, а особенно при развитии широкополосного рынка, все большую роль играют местные и региональные самоуправления. Большинство городов Европы вкладывают значительные средства в построение оптоволоконных сетей доступа, которые обеспечат пользователю выбор поставщика услуг для каждой услуги отдельно. Это значит, что всем заинтересованным операторам нужно обеспечить доступ к пользователю без ограничений, с использованием ресурсов сетевого оператора. Городская власть выступает в роли владельца сетевой инфраструктуры, и она должна обеспечить уважение принципов открытого и равноправного доступа к телекоммуникационной инфраструктуре, под одинаковыми условиями для всех участников на рынке. Новые передовые широкополосные услуги задают определенные запросы к сетям доступа, касательно значительно увеличенной емкости. Долгосрочно, медная пара больше не сможет быть решением для новых услуг. Опыт показывает, что после снижения цен оптоволоконной технологии, она начала массово применяться в сетях доступа, передачи и распределительной сети. Оптоволокно до здания, FTTB (*Fiber To The Building*), и оптоволокно до квартиры пользователя, FTTH, стали неременной частью современных телекоммуникационных сетей.

2 Услуги цифрового города

Важность внедрения информационных и коммуникационных технологий (ICT – *Information and Communications Technology*) во все сегменты общества, от образования, профессиональной деятельности, правосудия до здравоохранения, культуры и городской власти, не подлежит сомнению.

Разные проекты и планированные инициативы ясно показывают, что информатизация общества стала частью системной политики, поступающей с государственного уровня. Повсеместно опознана важность внедрения информационных и коммуникационных технологий в повседневную жизнь и достигнуто согласия о более активном участии городских властей и местного самоуправления в их широком применении.

Развитие широкополосных коммуникаций обеспечивает создание и использование новых, более требовательных применений, а также улучшение уже существующих. Оно стимулирует экономический рост, т.к. позволяет создание новых услуг и осуществление новых капиталовложений и рабочих мест. Однако это развитие влияет и на производительность многих существующих процессов, что ведет к увеличению прибыли и ускоренному возмещению инвестиционных затрат. Власти на всех уровнях опознали влияние широкополосных коммуникаций на повседневную жизнь, и уделяют внимание обеспечению одинаковых условий для всех сегментов общества и хозяйства.

Доступность широкополосных услуг является одним из ключевых элементов, обеспечивающих и облегчающих местному самоуправлению привлечение капиталовложений, введение дистанционного способа работы, предоставление медицинской помощи, лучшего образования и более качественных услуг общественного управления.

Сеть Интернет является главной двигательной силой информационного общества. Поэтому Европейская комиссия определила задания, направленные на увеличение использования Интернета. Самым важным из них является обеспечение доступа к Интернету каждому гражданину, в каждом доме, школе, предприятии и государственном учреждении. Этого можно добиться увеличением ширины полосы доступа, уменьшением цен услуг и увеличением надежности пользования Интернетом. Одновременно нужно работать на введении новых приложений и на создании цифровых содержаний.

Поэтому комиссия вводит программы, которые:

- увеличивают использование Интернета в обществе;
- стимулируют создание и производство высококачественных мультимедийных содержаний, особенно учитывая богатство и разнообразие языкового и культурного наследия Европы;
- обеспечивают европейским предприятиям возможность получения ведущей роли при развитии Интернет-приложений;
- стимулируют исследования и развитие новых технологий и приложений, улучшающих жизнь граждан;
- стимулируют развитие работы по сети Интернет и электронной коммерции (*e-working, e-commerce*);
- обеспечивают доступность инфраструктуры для осуществления выше перечисленных целей.

Между протекающими в настоящее время инициативами, важно выделить электронное правительство (*e-government*) и электронную включаемость (*e-inclusion*).

Электронное местное самоуправление это новый подход к дальнейшему улучшению коммуникаций внутри местного самоуправления, а также между гражданами и местным самоуправлением. Такой подход поддерживают программные системы Интранет и Интернет, которые обеспечивают увеличение эффективности общественного управления, ускорение выполнения работы и деловых заданий и, что наиболее важно, предоставление услуг гражданам посредством сети Интернет.

Модель электронного общественного управления использует все современные средства коммуникации и обмена информацией, типа электронной почты (*e-mail*) или электронных форумов и конференций, для улучшения обмена информацией посредством локальной сети (LAN - *Local Area Network*). Самой важной особенностью модели электронного общественного управления для местного самоуправления, разработанной в рамках Проекта реформы местного самоуправления, является интерактивная коммуникация граждан с местным самоуправлением, и предоставление качественных услуг гражданам посредством Интернета. Э-общественное управление обеспечивает гражданам доступ к информации, касающейся всех проектов местного самоуправления. Таким образом, улучшается надзор и уровень контроля над расходом бюджетных средств, а также повышается качество планирования в местном обществе. Электронное общественное управление обеспечивает гражданам возможность непосредственной коммуникации с выбранными представителями местного самоуправления и членами городской или районной власти, а значит и их более активное участие при выборе решений на местном уровне. Граждане, посредством э-общественного управления, могут городской или районной власти подавать свои запросы на выполнение услуг из области местного самоуправления, слать документы на одобрение, значительно экономя при этом свое время.

Следующим значительным шагом на пути реализации концепта цифрового города является

информатизация городского управления, которая повысит эффективность и качество работы управляющих организаций и их служащих.

Кроме того, появится возможность большей открытости управляющих организаций при коммуникации с гражданами, будет заложена основа для создания настоящих электронных услуг и запуска двусторонней электронной коммуникации.

После установления коммуникационной инфраструктуры и полной информатизации городской власти следует фаза, состоящая из ряда проектов, целью которых является улучшение жизни граждан: э-образование, э-здравоохранение, э-библиотека, э-бизнес и т.д.

Параллельно с предложением публичных услуг, целью проектов также является создание среды для электронного ведения дел, установление надежной информационной инфраструктуры и обеспечение общей доступности к широкополосному Интернету по сходной цене.

Новые услуги, основанные на видео и IPTV (телевидение на базе Интернет-протокола) технологии, значительно увеличивают запросы к емкости сети доступа. В настоящее время все больше операторов предлагают услуги triple play, которые включают: доступ к Интернету, IPTV и речевую услугу. Принимая во внимание передовые техники компрессии видео сигнала в формате SDTV (*Standard Definition TV* – телевидение со стандартным разрешением), и в новом формате HDTV (*High Definition TV* – телевидение высокой четкости), в *Таблице 1.* представлены требующиеся емкости передачи.

Система/компрессия	Скорость по каналу (Мбит/с)	Типично (Мбит/с)
SDTV /MPEG-2	2-5	3
SDTV/MPEG-4	1,5 - 2	1,5
HDTV/MPEG-2	15 - 20	16
HDTV/MPEG-4	5-10	8

Таблица 1. Запросы к емкости для цифрового телевидения

Рис. 1: Запросы к емкости передачи для услуги triple play

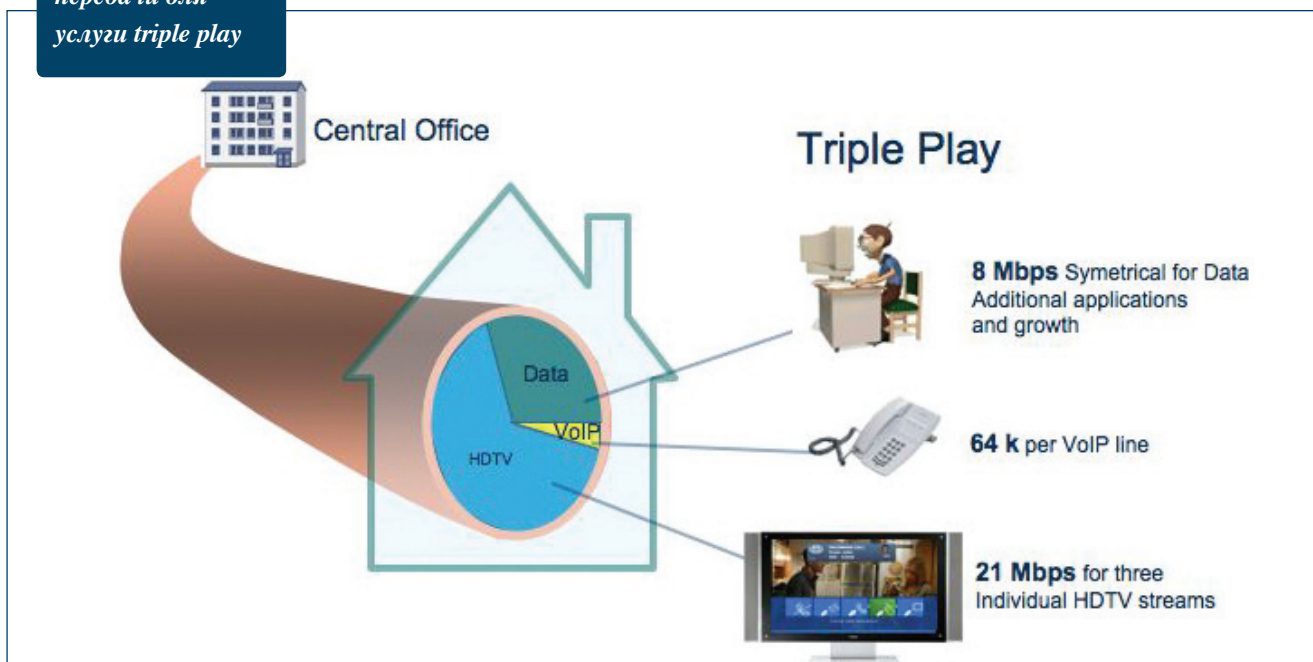




Рис. 2:
Структура
цифрового города

Запросы, задаваемые к скорости, ежедневно увеличиваются и превышают доступные емкости построенных широкополосных сетей. Большинство уже построенных широкополосных сетей в Европе поддерживают емкости передачи до 20 Мбит/с. В ближайшем будущем среднему домашнему хозяйству потребуется минимально 100 Мбит/с (Рис.1). Следовательно, необходимо построение следующей генерации сетей доступа, основывающихся на оптоволоконной инфраструктуре.

3 Инфраструктура цифрового города

В настоящее время не существует единственная архитектура цифрового города, которая могла бы быть применимой для всех цифровых городов. Каждый город имеет различные цели, что при развитии цифрового города значит различную архитектуру, различную организацию и различные услуги.

3.1 Структура цифрового города

Упрощенная модель цифрового города состоит из четырех уровней (Рис. 2.):

- „Back office“ городской власти: все органы городской и остальных уровней власти, необходимые для реализации услуг, требующихся гражданам / деловым пользователям;
- приложения: э-государственное управление, э-здравоохранение, э-образование, надежность, э-бизнес (э-коммерция), и остальное;
- сетевая инфраструктура: региональная сеть, широкополосная сеть доступа, открытая беспроводная сеть доступа – *Hot Spots*, публичные терминалы, и т.д.;
- оконечные пользователи: граждане, группа граждан и деловые субъекты;

3.2 Архитектура городской широкополосной сети

Под городской сетью подразумевается телекоммуникационная инфраструктура, построенная средствами местного самоуправления и являющаяся его собственностью. Главными пользователями городской сети являются: операторы и поставщики услуг, деловые пользователи, институции государственного сектора и частные пользователи. Архитектура и топология городской сети состоит из городской опорной сети с оптоволоконными узлами и сетями доступа (Рис. 3.). Городские сети, в первую очередь, предназначены для обеспечения широкополосной инфраструктуры на длительный период времени.

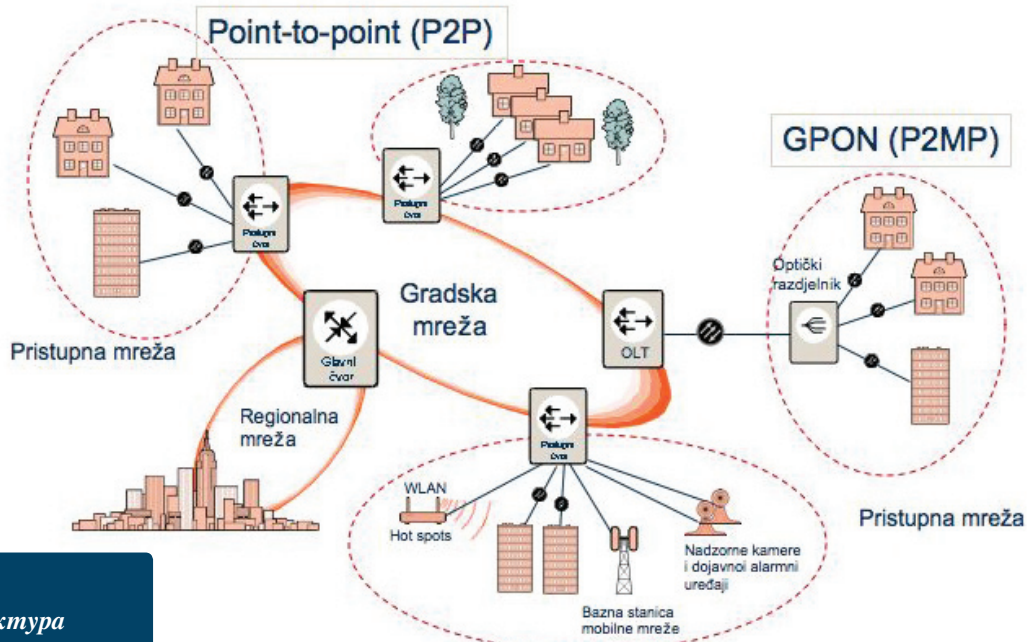


Рис. 3:
Архитектура городской широкополосной оптоволоконной сети

Сеть доступа подключает отдельных пользователей или группы пользователей к узлу доступа. Сети доступа, в основном, охватывают определенную зону города, где находятся частные или коммунальные дома, заводы, больницы, школы и т.д. На оптоволоконный узел доступа можно подключить разное оборудование: точки доступа локальной беспроводной сети (WLAN - *Wireless Local Area Network*), базовые станции мобильных сетей, а также различное оборудование общей безопасности (надзорные камеры и устройства аварийной сигнализации), оборудование для управления городским транспортом, и т.д.

Проект построения коммунальной широкополосной инфраструктуры должен был бы содержать следующее:

- расширение и построение в городах распределительной телекоммуникационной кабельной канализации (DTK) для оптоволоконной пассивной инфраструктуры, являющейся собственностью города и управляемой городской властью;
- для новых жилых городских районов построить оптоволоконную сеть доступа до квартиры пользователя (FTTH);
- построить совместные помещения для размещения коммуникационного оборудования оператора и поставщика услуг;
- построить открытые локальные беспроводные сети (WLAN) для доступа к Интернету на публичных местах в городе (*hot spots*);
- подключить к сети и соединить все городские организации (коммунальные предприятия, школы, библиотеки, музеи, институты, медицинские учреждения и т.п.).

3.3 Модели инфраструктуры

Целью деловой модели для коммунальной широкополосной сети является обеспечение устойчивости городской оптоволоконной сети и обеспечение ресурсов для ее работы, обслуживания и наращивания. Параллельно с этим, модель должна содействовать конкуренции на рынке, предлагая лучшие и более дешевые услуги гражданам. Деловая модель определяет способ эксплуатации оптоволоконной городской сети (Рис. 4.).

Существуют различные деловые модели для рынка коммунальных широкополосных сетей, т.е. нет единственной деловой модели, применимой для всех городов.

Обычно в деловой модели существуют три основных уровня:

- первый уровень определяет, кто будет эксплуатировать пассивную инфраструктуру (распределительная телекоммуникационная кабельная канализация, колодцы, шахты, оптические кабели и др.);
- второй уровень определяет, кто обеспечивает и эксплуатирует активную сетевую



Рис. 4:
Многоуровневая модель сети

инфраструктуру (маршрутизаторы, коммутаторы, переносные оптоволоконные коммутаторы и т.п.);

- третий уровень определяет, кто предлагает доступ к сети, услуги и содержание.

Сетевой оператор обеспечивает пассивную инфраструктуру, чаще всего, оптоволоконную кабельную сеть. Типичным сетевым оператором является коммунальное предприятие.

Оператор связи обеспечивает активную инфраструктуру (коммутации, маршрутизаторы, оптоволоконные сети, и др.). Оператор связи арендует емкости у сетевого оператора.

Поставщик услуг обеспечивает услуги в сети. Поставщик услуг платит оператору связи за доступ к конечному пользователю, а прибыль получает от конечного пользователя.

Закрепление различных ответственностей уровнями деловой модели ведет к различным деловым сценариям, которые показывают насколько успешно сотрудничают общественные организации, городская власть, операторы связи с целью улучшения жизни пользователей, граждан. Можно применить различные деловые модели, а именно:

- **Модель равноправного доступа**
Целью этой деловой модели является обеспечение равноправного доступа к пассивной инфраструктуре, при чем один сетевой оператор несет ответственность за уровень пассивной сети, предлагая доступ под одинаковыми условиями и по приемлемым ценам. Пассивная сеть является собственностью городской власти, точнее, предприятия, принадлежащего городской власти, которое ответственно за развитие, обслуживание и управление сетью. На втором уровне сети, на рынке существует большее число операторов связи, которые конкурируют между собой, предлагая услуги доступа к широкополосной сети любым поставщикам услуг под одинаковыми условиями. На третьем уровне находится большее число поставщиков широкополосных услуг, которые действуют в условиях рыночной конкуренции.

В этой модели городская власть должна обеспечивать и поощрять эффективную и устойчивую конкуренцию на широкополосном рынке, с одинаковыми возможностями для всех поставщиков услуг. Возможны два варианта этой модели. В первом варианте широкополосная инфраструктура уже существует и в нее не нужно инвестировать. В этом сценарии местное самоуправление координирует и объединяет частные организации по модели совместных вложений, и таким образом управляет пассивной инфраструктурой. При этом достаточно иметь одну частную компанию, играющую роль оператора связи, на уровне активной сети. Во втором варианте модели равноправного доступа городская власть является собственником и пассивной, и активной инфраструктуры, и управляет ими. Рыночная конкуренция проводится на уровне услуг, а в этой модели подразумевается большее число частных компаний в роли поставщиков услуг.

• **Модель исключительно частного оператора**

Эта модель применима в тех случаях, в которых на рынке не существуют поставщики услуг, или широкополосный рынок не содержит критическую массу пользователей, которые бы могли генерировать достаточную прибыль для большего числа операторов связи. В этой модели одна частная компания играет роль и поставщика услуг, и оператора связи. Пассивная инфраструктура является собственностью городской власти. Преимущество этой модели заключается в том, что проект можно осуществить и с более низким уровнем прибыли от конечных пользователей, однако в распоряжении конечных пользователей находится меньший выбор услуг, а также не созданы условия для рыночной конкуренции. Установление монополистической позиции оператора связи должно быть временным, и постепенно эту модель следует преобразовать в модель равноправного доступа.

• **Модель полного контроля со стороны городской власти.**

В этой деловой модели городская власть несет ответственность за все части широкополосной сети (пассивная инфраструктура, сетевая инфраструктура и услуги). При этом городская власть обеспечивает полный контроль на всех уровнях сети посредством модели общественного и частного партнерства. Недостатком этой модели является то, что городская власть не стимулирует рыночную конкуренцию на уровне услуг.

3.4 Модель открытого доступа к сети

Открытый доступ обеспечивает конечным пользователям выбор поставщика услуг и стимулирует рыночную конкуренцию на уровне услуг (Рис. 5.).

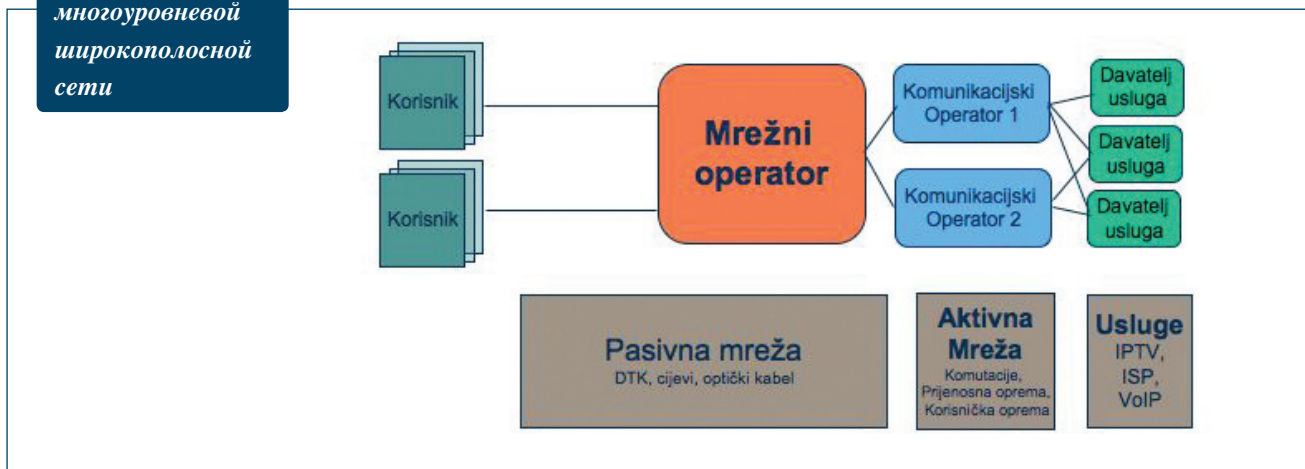
3.5 Регулятивное законодательство для открытого доступа к сети

Нынешнее регулятивное законодательство Европейского Союза не создает условий для стимулирования инвестиций в следующее поколение инфраструктуры доступа, а вследствие этого новаторские и творческие возможности при развитии приложений и содержаний очень ограничены. Европейские операторы, в основном, инвестируют в технологии доступа, которые обеспечивают гораздо меньшие емкости по сравнению с существующими сетями в Японии или Корее. Далее, эти сети обеспечивают только асимметричные широкополосные услуги, что значительно замедляет введение новых приложений и услуг, которые бы могли развиваться в Европе. Кроме того, это замедляет более массовое введение передовых услуг, таких как э-здравоохранение, э-образование и э-бизнес.

3.6 Примеры и опыт европейских городов

В последние годы в некоторых европейских странах появились проекты FTTH (сеть оптического кабеля до квартиры пользователя), которые, в основном, учредили коммунальные предприятия, являющиеся собственностью городской или региональной власти. Главным мотивом запуска этих проектов было желание улучшить социальные и экономические позиции города или региона.

Рис. 5: Общая модель многоуровневой широкополосной сети



Большинство этих проектов проводится в Швеции и Дании, однако в последнее время разработаны проекты и в Австрии, Германии, Нидерландах и Швейцарии. В *Таблице 2.* представлен обзор самых значительных проектов оптоволоконной сети доступа, базирующейся на архитектуре FTTH.

Город	Сетевой оператор	Оператор связи	Сетевая архитектура	Планируемое число линий и инвестиции
Амстердам GlasvezelNet	GNA общественное и частное партнерство	BBNed(TI)	P2P (Ethernet)	420.000 до 2013 года
Вена Blizznet	Wienstrom (публичное коммунальное предприятие - собственность города)	Blizznet Wienstrom (публичное коммунальное предприятие - собственность города) Blizznet (собственность Wienstrom)	P2P (Ethernet)	800.000 до 2012 года
Кельн CityNetCologne	NetCologne AG (собственность города)	NetCologne AG	FTTB i VDSL2	1000.000 до 2010 года.
Стокгольм StokAB	StokAB			(125 мил. евро)
Рейкьявик Energi	Reykjavik Energi	Reykjavik Energi		80.00
Vesteras	Malarenergi	MalarNetCity	P2P Ethernet	50.000 (2007.)

Таблица 2: Выбранные FTTH проекты в Европе

Эти инициативы мотивированы желанием, улучшить доступ к широкополосным услугам. Сети находятся в собственности городской власти и базируются на принципе открытого доступа, т.е. городская власть не является поставщиком услуг, она лишь предлагает сетевые ресурсы остальным поставщикам услуг, на основании равноправности и прозрачности.

Например, территорию Парижа с кабельной оптоволоконной сетью охватывает предприятие, находящееся в собственности города, которое соединяет все институты местного самоуправления, коммунальные предприятия, а также культурные и образовательные учреждения. Подобным образом поступили в Берлине, Лондоне и Франкфурте. Часть телекоммуникационных емкостей таких городских (коммунальных) кабельных оптоволоконных сетей, построенных согласно потребностям города, позднее коммерчески сдаются в аренду всем заинтересованным операторам, или им предоставляются емкости городских распределительных канализаций связи (ДТК). Опыт ЕС доказывает, что затраты на создание таких городских телекоммуникаций возмещаются за три-четыре года деятельности.

Компания Эрикссон, по принципу “сдача под ключ”, подписала договор с греческим городом Trikala о поставке полного решения для построения первого в Греции цифрового города. Компания Эрикссон лидирующий интегратор в этом проекте FTTH базовой телекоммуникационной инфраструктуры, которая жителям города обеспечит широкополосные услуги. Компания Эрикссон также является единственным поставщиком коммутаций, WiFi систем (Локальная беспроводная вычислительная сеть), оптоволоконной сети на территории города, а также связанных с этим телекоммуникационных услуг, таких как услуги консультаций, выполнения, интеграции систем и поддержки покупателям до 2008 года.

Оптоволоконная городская сеть (*Metropolitan Area Network - MAN*), протяженность которой в городе составляет 15 км, объединит целый ряд зданий – городскую власть, больницы, школы и университеты, культурные и спортивные центры, а также полицию, пожарную защиту, налоговые органы, метеорологическую службу и полупромышленный городской парк. Городская сеть будет связана с национальной сетью общественной администрации (Syzefxis) и Интернетом, и обеспечит большую скорость передачи данных, а также высококачественные широкополосные услуги.

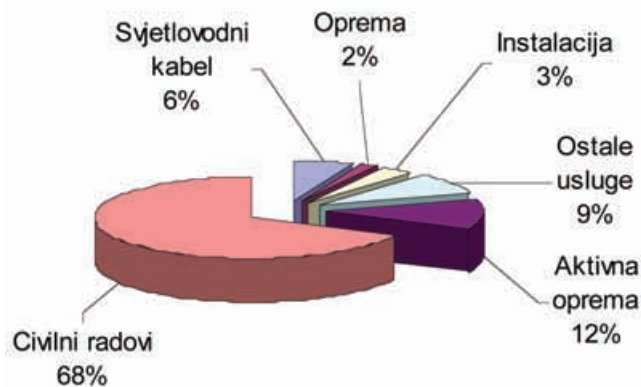
Между услугами городской сети находятся услуги электронной коммерции для местных предпринимателей, геоинформационные системы для данных из области окружающей среды и безотлагательных случаев, интеллектуальные транспортные сети и программа здравоохранения. В решение интегрирована и система уведомления о безотлагательных случаях, городской центр для дистанционной работы (*teleworking*) и электронное обучение (*e-learning*) для безработных.

Концепт цифрового города содержит ряд приложений из области информационной и коммуникационной технологии в городском самоуправлении, базирующихся на греческой программе информатизации общества. Реализация проекта в городе Trikala, под названием „e-Trikala“, упрощает публичные транзакции, уменьшает телекоммуникационные расходы конечных пользователей, и предлагает ряд услуг конечным пользователям, соответствующих потребностям граждан средних по величине городов.

4 Оптические сети доступа

Сеть доступа с оптоволоком до квартиры/дома пользователя (FTTH – *Fiber To The Home*) это тип коммунальной инфраструктуры, который, подобно остальным коммунальным структурам, требует значительных начальных капиталовложений, которые компенсируются в течение нескольких лет. Сам световодный кабель сравнительно дешев и он представляет менее 6% общих расходов на оптоволоконные сети доступа. Однако расходы на земляные работы и укладку труб для установки оптических кабелей, могут быть значительными и часто составляют до 80% от общих затрат на новые сети. На *Рис. 6.* представлено распределение начальных расходов при построении новой оптоволоконной сети доступа. Расходы на земляные работы можно снизить, если используется существующая коммунальная инфраструктура (канализация, туннели, существующая распределительная телекоммуникационная инфраструктура и др.).

Рис. 6:
Распределение расходов при построении новой оптической сети доступа



4.1 Технологии широкополосного доступа с применением оптоволоконна

Установка оптических кабелей в сети доступа может быть осуществлена несколькими способами. Разные технологии доступа, которые комбинируют оптические кабели и медные пары проводов, представляют собой архитектуру FTТх, где “х” определяет тип окончания кабеля:

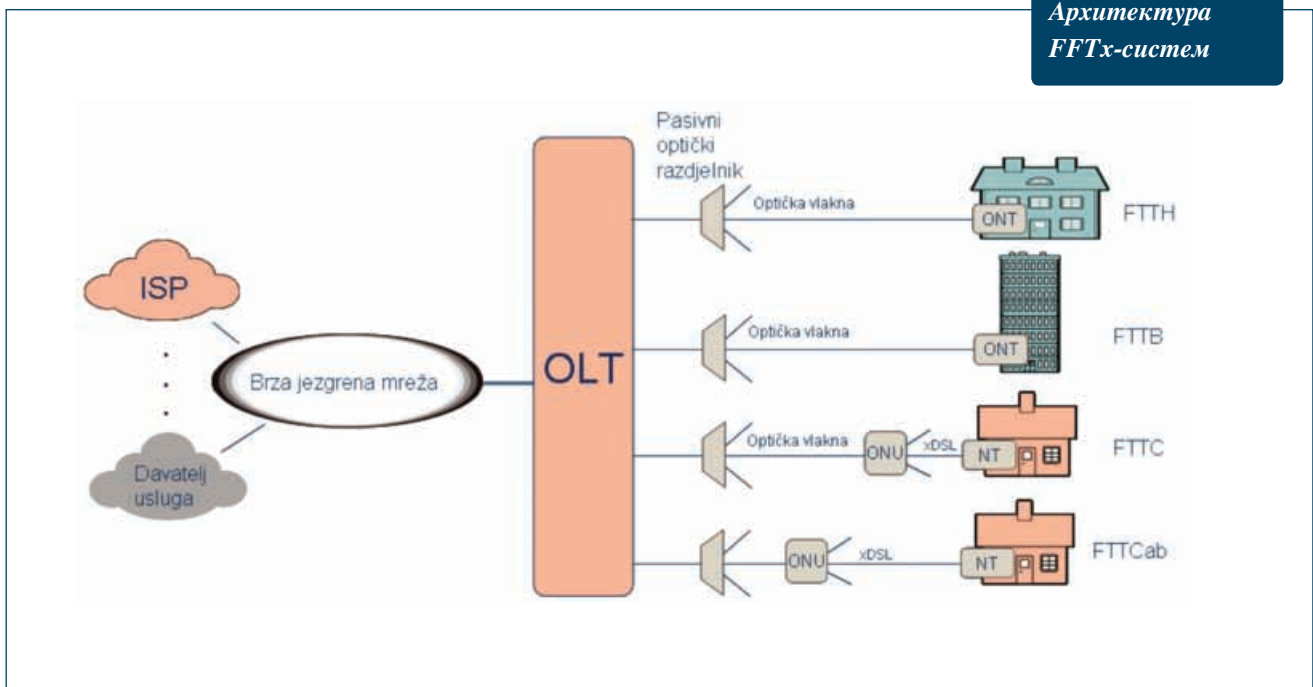
- оптоволоконно до квартиры – Fiber to the Home (FTTH);
- оптоволоконно до здания – Fiber to the Building (FTTB);
- оптоволоконно до улицы – Fiber to the Curb (FTTC);
- оптоволоконно до распределительного шкафа – Fiber to the Cabinet (FTTCab).

Доступ посредством оптоволоконна всегда представлял собой самый качественный вариант широкополосного доступа, т.к. обеспечивает возможность больших скоростей и передачи на большие расстояния. Единственным препятствием на пути массового введения технологий FTТх является их цена и регуляторные правила в большинстве стран, требующие очень обстоятельных и дорогих вмешательств в кабельную инфраструктуру. Это дополнительно увеличивает расходы на реализацию сети доступа, что в свою очередь на длительное время увеличивает стоимость услуг.

На *Рис. 7.* представлена архитектура систем FTТх. В системах FTTH и FTTB, оптический линейный

терминал (OLT - *Optical Line Terminal*) с помощью оптоволокна соединен с оптическим сетевым терминалом (ONT - *Optical Network Termination*), установленным в квартире или здании. В системах FTTC и FTTCab терминал OLT с помощью оптоволокна соединен с оптическими сетевыми единицами (ONU - *Optical Network Unit*), размещенными вблизи группы частных домов или зданий, которые посредством одной из технологий цифровых абонентских линий (ADSL или VDSL) соединены с окончаниями сети (NT - *Network Termination*) внутри частных домов или зданий. Система FTTH широкополосной сети обеспечивает самые большие доступные емкости на большие расстояния, при чем активное оборудование можно разместить на центральной позиции и таким образом уменьшить расходы обслуживания и упростить целую сеть.

Рис. 7:
Архитектура
FTTx-систем



Сеть типа FTTH существует в двух вариантах (Рис. 8):

- сеть “точка-точка” (point to point - P2P);
- пассивная оптическая сеть.

Основным преимуществом использования пассивных оптических сетей (PON) по сравнению с оптическими сетями типа точка-точка (P2P), является снижение затрат на построение кабельной инфраструктуры, т.к. использование PON уменьшает требуемое количество оптоволокна. Мощность сигнала, посылаемого в направлении конечных пользователей, делится в соотношении 1:N, где N значит число конечных пользователей, подключенных на пассивный оптический разветвитель (*passive optical splitter*).

В случае пассивных оптических сетей, базирующихся на временном мультиплексировании (TDM-PON), данные в направлении конечного пользователя передаются методом широковещания (*broadcast*), а в направлении от пользователя к сети данные передаются методом многократного доступа к среде (*multiple medium access*). Это значит, что имеющаяся в распоряжении полоса передачи, соединяющая OLT с ONU, полностью делится между конечными пользователями. От числа конечных пользователей зависит величина предоставляемой им скорости передачи (верхняя граница числа пользователей не задана). Однако практически, максимальное число пользователей ограничено максимальным запаздыванием доступа. В соответствии с этим, число конечных пользователей по одному разветвителю обычно не превышает 64.

В настоящее время пассивные оптические сети PON в широкополосной сети реализуются в виде BPON (*Broadband PON* – широкополосная пассивная оптическая сеть), EPON (*Ethernet PON*) или GPON (*Gigabit PON* – Гигабитная PON) сети.

В Таблице 4. дан сравнительный обзор основных характеристик технологий PON.

	BPON	EPON	GPON
Стандарт	ITU-T G.983	IEEE 803.2ah	ITU-T G.984
Емкость	Входящее направление: до 622 Мбит/с	Симметрично: до 1,25 Гбит/с	Входящее направление: до 2,5 Гбит/с Исходящее направление: до 2,5 Гбит/с
Исходящее направление: 155 Мбит/с	Симметрично: до 1,25 Гбит/с	Входящее направление: до 2,5 Гбит/с	1490 и 1550
Исходящее направление: до 2,5 Гбит/с	1310	1310	1310
Длина волны во входящем направлении (нм*)	1490 и 1550	1550	1490 и 1550
Длина волны в исходящем направлении (нм*)	1310	1310	1310
Передача	ATM	Ethernet	ATM, Ethernet, TDM

* нанометр=10⁻⁹м

Таблица 4: Сравнение PON технологий

BPON определяет пассивные сети PON, которые обеспечивают скорости передачи на входящем направлении до 1244,16 Мбит/с, и на исходящем направлении скорости до 622,080 Мбит/с. APON это один из вариантов BPON, который используется в ATM (асинхронный режим передачи).

Сеть GPON использует скорости передачи (симметричные или асимметричные) величины 155,520 Мбит/с, 622,080 Мбит/с, 1244,16 Мбит/с и 2,488.32 Мбит/с. Достижимость передачи составляет до 20 км (при использовании регенератора и до 60 км).

Сеть EPON (синонимом для EPON является EFMP) поддерживает скорости передачи, определенные стандартами Ethernet: 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, 1 Гбит/с или 10 Гбит/с. Определено два EFMP стандарта физического уровня:

- 1000BASE-PX10, достигаемость передачи 10 км;
- 1000BASE-PX20, достигаемость передачи 20 км.

Число конечных пользователей в сети EPON ограничено на 16 или 32.

Наряду с перечисленными вариантами сетей PON, использующих метод TDM (уплотнение с временным разделением каналов) в исходящем направлении коммуникации, сети PON можно использовать вместе с методом WDM (разделение по длине волны). В этом случае каждому пользователю выделяется отдельная длина волны и, таким образом, проблема многократного доступа к совместной среде гораздо упрощается, а также можно добиться и значительно высших скоростей для каждого пользователя. Единственным недостатком WDM-PON является их высокая стоимость по сравнению с традиционными сетями PON.

4.1.1 PON приложения

Целью большинства операторов является предоставление услуги triple play, т.е. услуги передачи речи, видео содержания и данных.

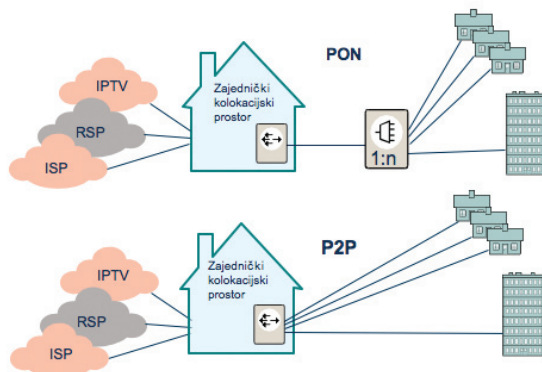
• **Передача речи**

Существуют два метода предоставления услуги передачи речи в сетях PON - VoATM и VoIP. Так как большинство пользователей используют (и продолжают использовать) аналоговые телефоны, для POTS услуг необходим интерфейс TR-57 и соединитель RJ-11.

• **Передача видео сигналов**

Передача RF (радиочастотного) видео сигналов привлекательна операторам потому, что

Рис. 8:
Реализация
сетей доступа
FTTH



услуга непосредственно связана с уже существующей пользовательской коаксиальной разводкой. Для этой услуги обычно требуются 80 аналоговых каналов и ширина полосы передачи от 200 до 300 МГц для цифровых каналов. При этом аналоговые каналы могут иметь отношение мощности сигнала несущей к шуму (*Carrier-to-Noise Ratio - CNR*) более 45 дБ.

• Передача данных

Для передачи данных употребляется пользовательский интерфейс 10/100Base-T, а сама передача по сети PON может значительно отличаться, в зависимости от производителя оборудования. Операторы, которые в своем ассортименте содержат цифровые абонентские линии DSL с пользовательской системой управления BRAS, задают подобные запросы к своим системам PON, включая и запрос на соединение точка-точка посредством Ethernet (PPPoE). Операторы, которые услугу предоставляют посредством модема, будут использовать DHCP (протокол динамического конфигурирования узла) для определения адреса.

• IPTV

Из технического аспекта, IPTV (телевидение базирующееся на Интернет-протоколе) это услуга передачи данных, которая охватывает видео по запросу (*Video on Demand - VoD*) и коммутуемое цифровое видео (*Switched Digital Video - SDV*). При использовании VoD, каждый IP поток данных может принять только одно TV устройство (unicast – одноадресная передача). Если речь идет о SDV, тот же самый поток может принять большее число TV устройств (multicast – многоадресная передача). Оба случая требуют высокого качества услуги, широкой полосы сигнала и быстрого отклика системы.

Все эти системы базируются на идее временного разделения оптического носителя посредством TDMA (*Time Division Multiple Access - Множественный доступ с временным разделением*). Технология TDMA эффективно использует полосу пропускания оптоволокна, мультиплексируя нагрузку, передаваемую разными пользователями.

4.1.2 Гигабитные пассивные оптические сети (GPON)

Запрос на новые услуги, базирующиеся на Интернет-протоколе, такие как телевидение высокой четкости IPTV, побуждает потребность новых емкостей в сети доступа. Всем ясно, что только оптические сети доступа могут удовлетворить сегодняшним и будущим потребностям с точки зрения емкости.

Международная организация электросвязи ИТУ-T серией рекомендаций G.984 определила спецификации для сетей GPON (Таблица 6.).

ITU-T номер	Описание
G.984.1	Основные свойства сетей GPON
G.984.2	Спецификации физического уровня
G.984.3	Спецификации уровня передачи
G.984.4	Спецификации интерфейса управления и управления оптическими сетевыми терминалами ONT

Таблица 6: Серия рекомендаций ИТУ-T G.984

На Рис. 9. представлена типичная архитектура сети GPON. Сигнал, поступающий из центрального оптического линейного терминала OLT, делится на пассивном разветвителе и отсылается

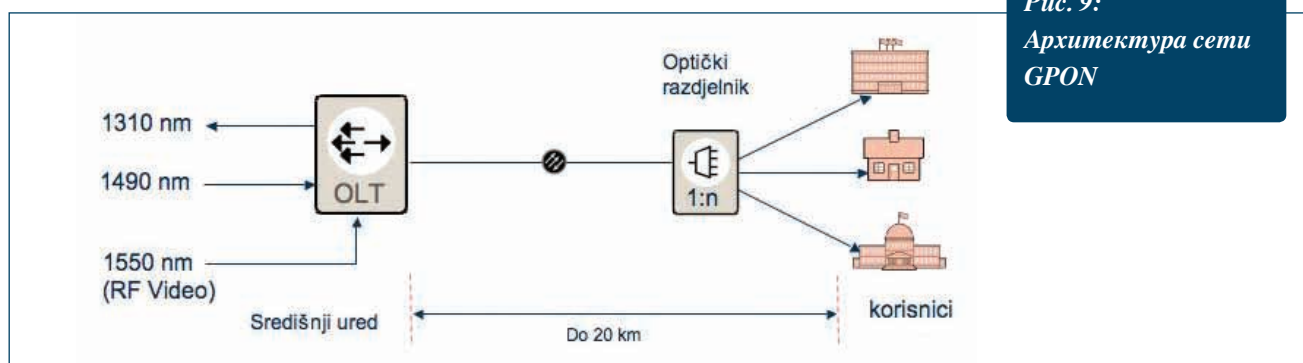


Рис. 9: Архитектура сети GPON

всем пользователям. Сигналы, поступающие от пользователя к центральному терминалу, комбинируются на оптическом разветвителе.

Центральный терминал OLT одним оптоволоконным соединен с пассивным оптическим разветвителем. Оптический разветвитель это устройство с одним входом и 2n (обычно 32) выходов. Оптическая мощность сигнала на входе разветвителя одинаково распределяется между выходами разветвителя, при чем оптическая мощность на каждом выходе по отношению к мощности на входе уменьшена на фактор $n \times 3,5$ дБ ($10 \log 2n = n \times 10 \log 2$; 0,5 дБ добавлено с учетом потерь на разветвителе). От оптического разветвителя до каждого пользователя ведет одно оптоволоконно. Передача данных посредством оптоволоконна от центрального офиса до каждого пользователя может быть осуществлена на расстояние до 20 км.

Стандарт сети GPON определяет различные скорости передачи данных по направлению от центрального терминала и в обратном направлении, к центральному терминалу. Возможные различные комбинации скоростей передачи представлены в *Таблице 7*.

Входящее направление	Исходящее направление
1,2 Гбит/с	155 Мбит/с
1,2 Гбит/с	622 Мбит/с
1,2 Гбит/с	1,2 Гбит/с
2,4 Гбит/с	155 Мбит/с
2,4 Гбит/с	622 Мбит/с
2,4 Гбит/с	1,2 Гбит/с
2,4 Гбит/с	2,4 Гбит/с

Таблица 7: Комбинация скоростей передачи для GPON

4.1.3 Свойства сети GPON

- **Рабочая длина волн**

Длина волн, используемых в сетях GPON, лежит в диапазоне от 1480 до 1500 нм для направления центральный терминал - пользователь, и 1260 до 1360 нм в обратном направлении.

- **Упреждающее исправление ошибок**

Упреждающее исправление ошибок (FEC - *Forward Error Correction*) это математическая техника обработки сигнала, которая используется для кодирования данных. Вместе с оригинальной информацией передается и избыточная информация, служащая для детектирования и коррекции ошибок.

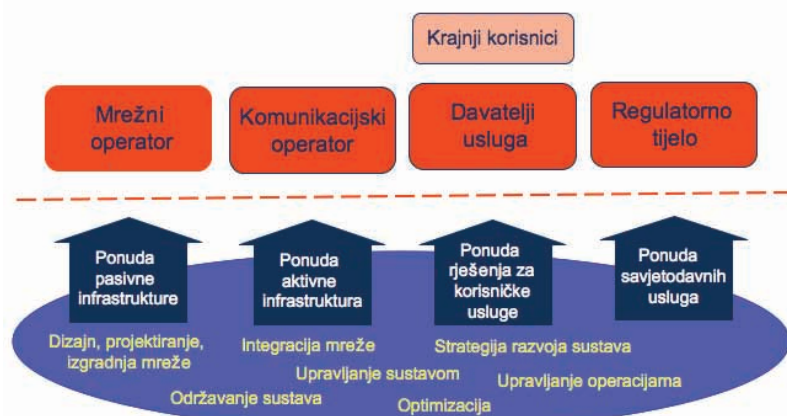
- **Контейнеры передачи**

Контейнеры передачи (T-CONT) это объекты передачи, которые употребляются при выделении пользователям полосы для передачи данных в направлении центрального терминала. Контейнер T-CONT передает ATM или GEM нагрузку различных классов услуг. GPON поддерживает пять типов контейнеров передачи, в зависимости от класса услуги.

- **Динамическое выделение полосы**

Динамическое выделение полосы, т.е. выделение полосы на время передачи (DBA -

Рис. 10:
Предложение
компании
Эрикссон для
альтернативных
операторов



Dynamic Bandwidth Allocation), это методология, которая, на основании действительных требований пользовательской нагрузки, обеспечивает быстрое выделение полосы пользователем. Динамическим выделением полосы управляет центральный терминал.

- **Надежность**

В сетях GPON используется алгоритм кодирования AES – (*Advanced Encryption Standard* – улучшенный стандарт кодирования).

- **Защита**

Для улучшения надежности сетей доступа, в сетях GPON используются два типа защищенной коммутации – автоматическая и принудительная. Автоматическая коммутация активируется при появлении ошибки (потеря сигнала и т.п.), а принудительная относится на “административные” события (замена оптоволокна и т.п.).

5 Решение компании Эрикссон для оптических широкополосных сетей

Выбор FTTH решений компании Эрикссон применим для различных деловых моделей, и может удовлетворить потребности разных операторов, и операторов сети, и операторов связи, а также поставщиков услуг и регуляторных органов (Рис. 10).

Сетевым операторам Эрикссон предлагает полное решение для пассивной инфраструктуры, которое включает замысел и построение сети, а также услуги интеграции, проектирования и др.

Операторам связи Эрикссон предлагает активную инфраструктуру и все услуги, необходимые для установления сети, от консультативных услуг до дизайна сети, все требуемое активное оборудование, систему деловой поддержки и систему обслуживания и управления сетью BSS/OSS, услуги интеграции и услуги управления сетью.

Для поставщиков услуг Эрикссон предлагает ряд решений, включая решение IPTV и решения для услуг мультимедийной подсистемы, базирующейся на Интернет-протоколе IMS.

5.1 Пассивная инфраструктура сети

Инвестиции в оптические сети это долгосрочное решение, использующее наращиваемые и открытые будущему технологии, оптимизированные с точки зрения емкости, качества и затрат на обслуживание.

Одним из новаторских решений, обеспечивающих снижение затрат на земляные работы, является установка оптических кабелей с помощью технологии инъекции световодного волокна для надземных и подземных оптических инсталляций.

Ribbonet® и Micronet™ это системы компании Эрикссон для инъекции оптического волокна, которые обеспечивают неограниченную емкость и поддерживают наращивание системы в соответствии с потребностями пользователей.

Решения Ribbonet® и Micronet™ компании Эрикссон это системы прокладки оптических кабелей с единственным концептом реализации, разработанным специально для городских сетей и для сетей доступа, в которых основные запросы относятся на возможность наращивания, экономическую эффективность и простоту выполнения.

Гибкость системы достигнута применением технологии инъекции оптического волокна. Одна

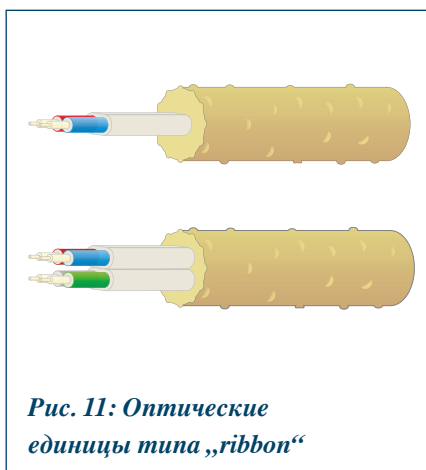


Рис. 11: Оптические единицы типа „ribbon“



Рис. 12: Микро трубы



Рис. 13: Оборудование для инъекции оптических волокон

оптическая единица в системе Ribbonet содержит до 12 оптических волокон, а в системе Micronet до 96 отдельных оптических волокон. Из-за большей емкости система Micronet более приемлема для реализации городских сетей, а может использоваться и как дополнение для системы Ribbonet в сетях доступа. Обычно в таком случае Micronet используется в первой части сети доступа, от распределительного узла до точки соединения.

Ericsson Ribbonet® это новая технология, которая позволяет установку оптических коммуникационных сетей в объектах всех типов: жилых зданиях, учреждениях, заводских цехах, туннелях. Ribbonet® технология базируется на принципе инъекции оптических кабелей (ribbon) в заранее установленные микро трубы (Рис. 11., 12. и 13.). При установке системы прокладываются микро трубы, в которые позднее вдуваются оптические кабели, при чем число оптических кабелей зависит от действительных потребностей пользователей. Таким образом значительно снижаются затраты на построение системы, а одновременно обеспечивается очень простое и дешевое наращивание системы.

5.1.1 Сетевая инфраструктура жилого района

Местный узел доступа размещается в центре жилого района (совместное помещение), и здесь каждое здание или частный дом соединяются с оптическим кабелем. Для такого типа сети доступа используется технология микро кабеля, а обычно добавляются резервные микро трубы, посредством которых позднее, если потребуются, можно очень просто увеличить число оптических волокон (Рис. 14. и 15.).

5.1.2 Сетевая структура внутри объектов

При прокладке оптических кабелей в зданиях (Рис. 16.) число точек подключения можно значительно уменьшить, а таким образом уменьшить и затраты на прокладку. Оптические кабели из каждой квартиры соединяются в шкафу, который, обычно, устанавливается в подвале здания.

5.2 Активная сетевая инфраструктура

Оператору связи требуется надежная сеть большой емкости, несложная для реализации и обслуживания, с низкими капитальными и эксплуатационными расходами, с целью обеспечения надежной прибыли от поставщиков услуг.

Компания Эрикссон предлагает различные изделия для оптических сетей доступа и городских

Рис. 14: Шкаф для подключения оптических волокон

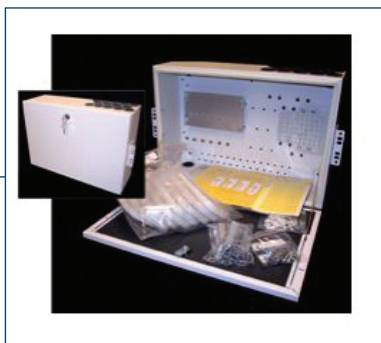
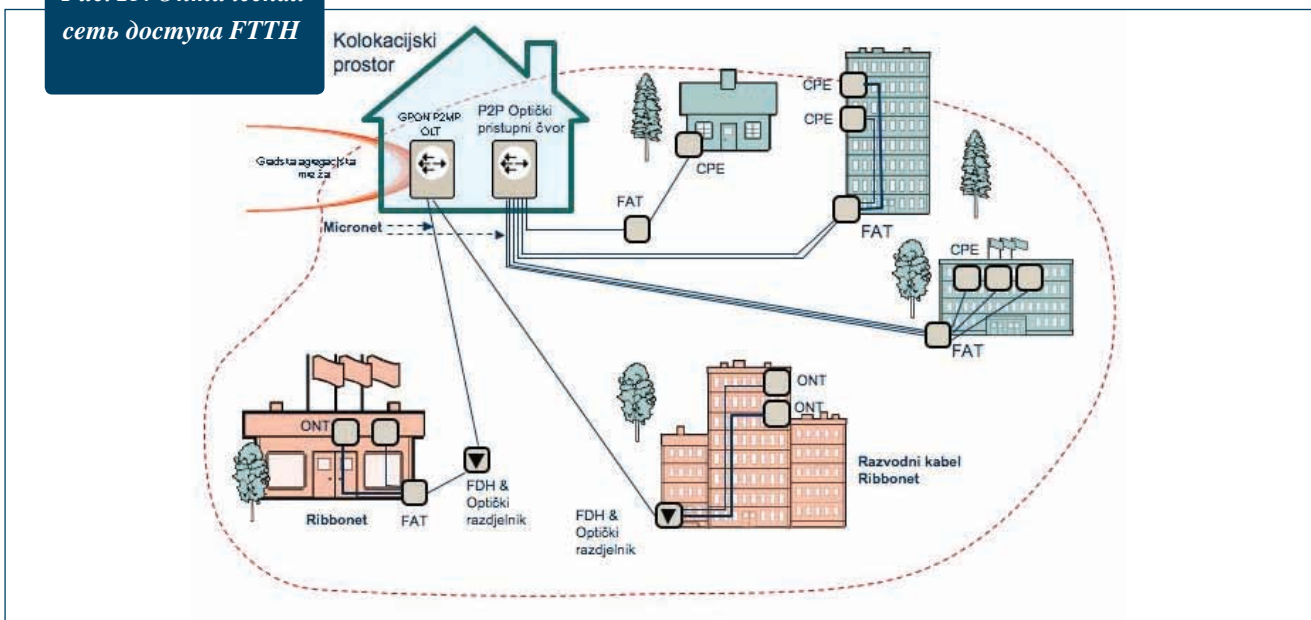


Рис. 15: Оптическая сеть доступа FTTH



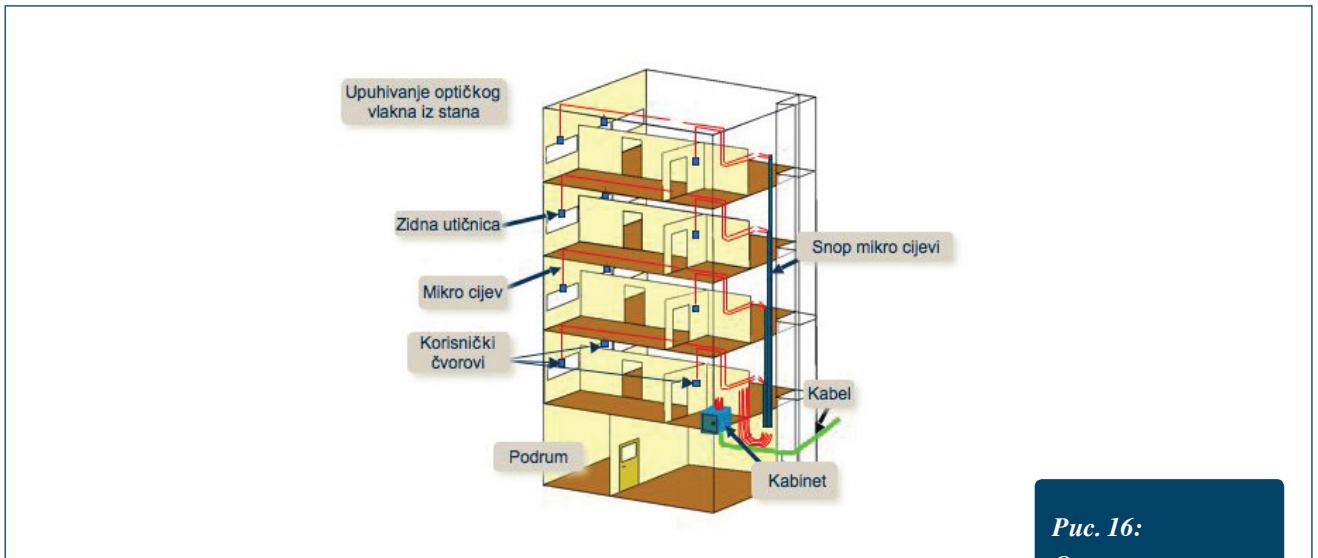


Рис. 16:
Оптическая сеть в здании

сетей, оптимизированных для FTTH и деловых приложений. Решение может быть приспособлено потребностям отдельных пользователей и различным деловым моделям. В некоторых случаях лучшим решением является GPON, а в некоторых решение P2P.

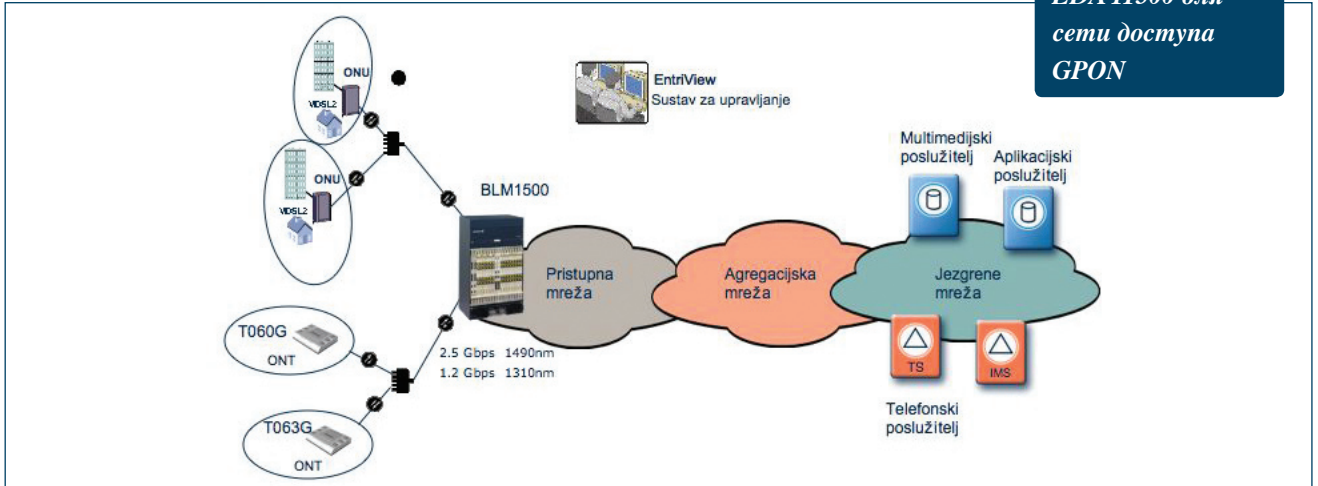
5.2.1 Оптические сети доступа, вариант PON

Компания Эрикссон предлагает полное решение для планирования, реализации и эксплуатации сетей доступа, базированных на системе GPON. Решение содержит пассивную оптическую инфраструктуру, активную электронику (оптический линейный терминал, оптические узлы доступа, агрегационные коммутации, оптические сетевые терминалы и остальное пользовательское оборудование), шкафы для размещения внутри и вне помещения, системы для управления, услуги консультаций и проектирования, дизайн сети, интеграцию и реализацию, услуги по размещению информации (hosting) и управляемые услуги.

Решение GPON компании Эрикссон базируется на изделии EDA 1500, которое поддерживает приложения открытого доступа и деловую модель оптовой продажи. EDA 1500 содержит все элементы для решения GPON (Рис.17.):

- оптический линейный терминал BLM 1500 (OLT);
- оптические сетевые терминалы (ONT) и оптические сетевые единицы (ONU);
- система управления *EntriView EMS*.

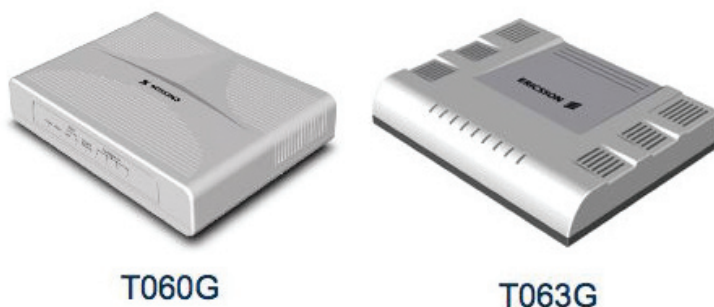
Рис. 17: Решение EDA 11500 для сети доступа GPON



Оптический линейный терминал OLT размещен в центральном офисе или в совместном помещении, и представляет собой интерфейс между оптическими сетевыми терминалами на стороне пользователей и агрегационной сетью. Платформа BLM 1500 поддерживает высокую плотность интерфейсов скорости 10 Гбит/с и высокую внутреннюю емкость до 320 Гбит/с для коммерческих и частных услуг. В направлении пользователя каждый порт поддерживает скорость до 2,5 Гбит/с во входящем направлении и 1,2 Гбит/с в исходящем направлении. Решение EDA 1500 поддерживает гибкую конфигурацию концентрации с отношением разделения 1:32 для расстояний до 20 км (приблизительно 75 Мбит/с по пользователю), и 1:64 для меньших расстояний. EDA 1500 поддерживает динамическое выделение емкости с набором IP функций, включая качество услуги, отделение нагрузки, IP многоадресную передачу (multicast) и механизмы надежности и целостности данных, например, 128 битовый стандарт EAS (Advanced Encryption Standard – Улучшенный стандарт шифрования). OLT обладает единственной способностью расширяемости и может поддерживать до 3584 FTTH пользователей или FTTB/FTTC удаленные узлы в одном подрамнике.

Оптические сетевые терминалы (ONT - *Optical Network Terminal*) оптимизированы для различных FTTx приложений посредством пассивных оптических сетей. Решение EDA 1500 GPON содержит разные терминалы для предоставления телефонных услуг, услуг передачи, базирующихся на Интернет-протоколе, IPTV видео услуг и RF (*Radio Frequency* – радиочастотный способ передачи)

Рис. 18:
Оптические сетевые терминалы



видео услуг. На Рис.18. представлены модели оптических сетевых терминалов T060 G и T063G, которые поддерживают услуги IPTV, быстрого доступа к Интернету, речевые услуги, базирующиеся на Интернет-протоколе (VoIP). Модель T063G содержит два телефонных подключения RJ-11 для POTS (обыкновенные телефонные службы). Терминалы устанавливаются у пользователя и обеспечивают услуги triple play (доступ к Интернету, IPTV и услуга передачи речи).

Оптическая сетевая единица ONU RSC24c это изделие фирмы Эрикссон, предназначенное для приложений FTTB и FTTC. Устанавливается как можно ближе пользователю, а использует существующую медную проводку (медные пары) в направлении пользователя, применяя технологию VDSL2. RSC24c поддерживает до 24 VDSL2 линий, а его конструкция пригодна для установки вне помещения (Рис.19.). Система управления EntriView EMS обеспечивает возможность управления всеми элементами сети доступа GPON.

Рис. 19: RSC24c для FTTB и FTTC приложений



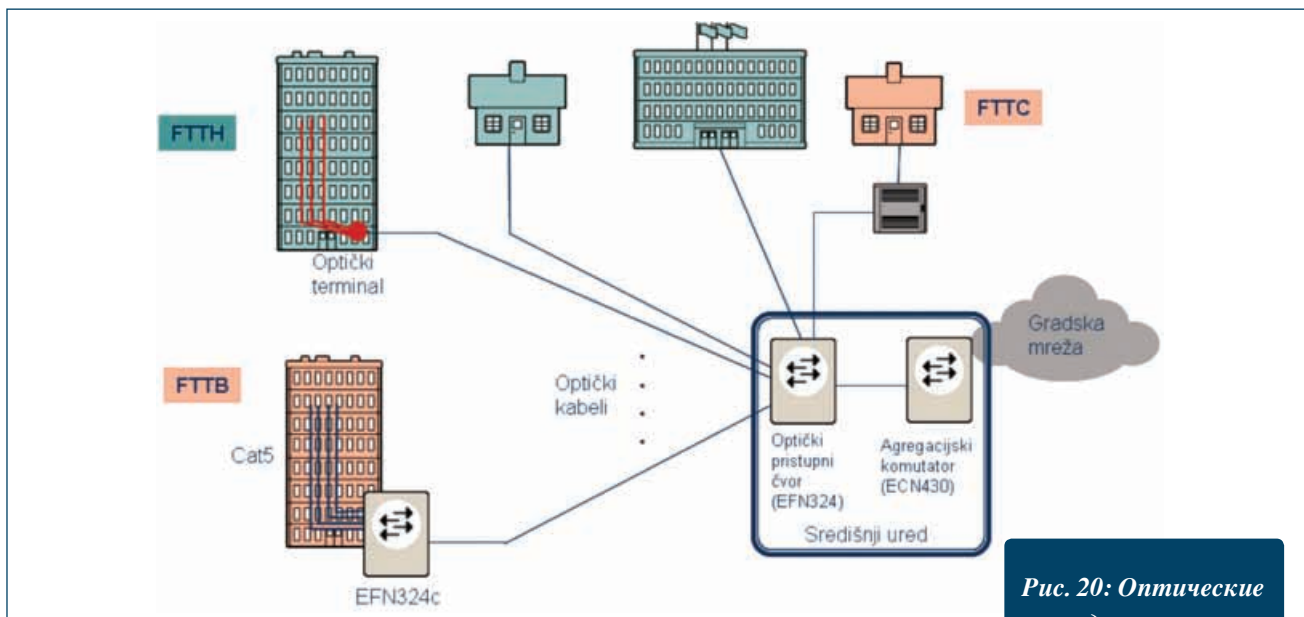


Рис. 20: Оптические сети доступа типа точка-точка

5.2.2 Оптические сети доступа типа точка - точка

Одним из типов FTTH оптических сетей доступа является тип связи точка-точка (P2P - Point-to-Point), Рис. 20. Речь идет о применении активной Ethernet технологии вплоть до оконечного пользователя. Это значит, что каждому пользователю выделено отдельное соединение, удовлетворяющее его сегодняшним и будущим потребностям с точки зрения неограниченной емкости и симметричной передачи. P2P особенно эффективное решение для новых городских районов, где, во всяком случае, требуются капитальные вложения в новую инфраструктуру доступа.

В настоящее время P2P очень хорошо разработанная технология, которая обеспечивает скорости передачи величины 100 Мбит/с, с возможностью наращивания до 1 Гбит/с. Кроме того, этот тип связи обеспечивает простое применение модели открытой сети доступа.

Установку оптических кабелей в квартирах жилого здания можно выполнить двумя различными способами. Первый способ – выбор архитектуры FTTB (Fiber To The Building – оптоволокну до здания). В этом случае оптический узел доступа, который поддерживает прокладку внутри здания, базирующуюся на Ethernet кабелях категории CAT5, устанавливается внутри здания. Максимальная досягаемость кабеля категории CAT5 равна 100 м, а узел доступа может обслуживать от 20 до 40 квартир. В решении компании Эрикссон для оптических P2P сетей, известном под названием EDA 1200, в роли оптических узлов доступа используется изделие EFN324 (Рис. 21.). Это Ethernet коммутатор, обеспечивающий скорости передачи 100 Мбит/с в направлении оконечного пользователя, а существуют варианты для разных интерфейсов (одномодовое оптоволокну, многомодовое оптоволокну, CAT5). EFN324 исключительно гибкое и наращиваемое изделие, которое обеспечивает высокое качество услуги. Поддерживает надежный доступ к услугам, базирующимся на Интернет-протоколе, включая телефонию, быстрый доступ в Интернет, видео и TV распределение.

Решение для концентрации нагрузки в сети доступа в направлении городской сети содержит агрегационный коммутатор (концентратор) и управляющий узел, ECN430 (Рис. 22.). Один узел ECN430 может управлять оптическими узлами доступа в количестве до 40, т.е. может обслуживать до 960 оконечных пользователей.



Рис. 21: Оптический узел доступа EFN 324



Рис. 22: Агрегационный коммутатор и управляющий узел ECN430

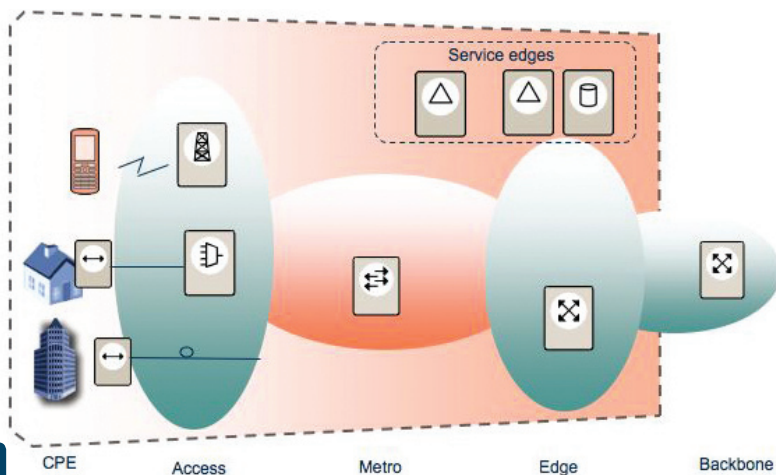


Рис. 23: Городская агрегационная сеть

Вторая опция это оптический кабель до квартиры оконечного пользователя, т.е. архитектура FTTH (Оптоволокно до квартиры). Оптические кабели от каждого пользователя концентрируются в оптическом терминале доступа (FAT - *Fiber Access Terminal*), который, обычно, устанавливается в помещении, в которое вводятся трубы или оптические кабели с внешней стороны. Таким помещением может быть подвал внутри здания или наружный шкаф. Для прокладки внутри здания, а также для распределительной сети компания Эрикссон предлагает традиционные оптические кабели, а также оптические системы Ribbonet® и Micronet™.

5.2.3 Ethernet агрегационная и транспортная сеть

Агрегационные сети обеспечивают уровень транспортных услуг между узлами сети доступа и граничными узлами опорной сети. Агрегационная сеть должна быть гибкой для введения новых услуг, расширения и замены пакета услуг оконечному пользователю. Одновременно она должна поддерживать несколько деловых моделей: агрегация розничных услуг для квартирных и деловых пользователей, оптовые услуги остальным поставщикам услуг, услуги взаимосвязи, а также одноранговые услуги (*peer to peer*).

На Рис. 23. представлена позиция агрегационной сети в широкополосной сети, играющей исключительно важную роль в предоставлении широкополосных услуг квартирным, деловым и мобильным пользователям. Узлы услуг можно разместить в любом месте, независимо от транспортной топологии. Это может быть вблизи границ опорной сети, или вблизи пользователей, что позволяет снижение совокупных затрат.

Для Ethernet агрегации и IP транспорта компания Эрикссон предлагает большой выбор Ethernet агрегационных коммутаторов, граничные маршрутизаторы, а также оптические и микроволновые решения для агрегационной транспортной сети. Решение содержит коммутаторы ECN430 для агрегации/концентрации в направлении Metro Ethernet сети, многофункциональные граничные маршрутизаторы SmartEdge и семейство OMS 2400 для оптической транспортной сети (Рис. 24.).

5.2.4 Система для поддержки деятельности и эксплуатации – BSS/OSS

Компания Эрикссон предлагает интегрированные системы для поддержки деятельности (BSS - *Business Support System*) и системы для поддержки эксплуатации (OSS - *Operation Support System*) с решениями активной сети, с целью обеспечения поддержки из конца в конец для управления и обслуживания. Решение OSS/BSS проектировано для деловой модели открытого доступа сети, оно обеспечивает операторам связи CO (*Communication Operator*) более эффективное взаимодействие с поставщиками услуг и сетевыми операторами, используя при этом электронные интерфейсы и усваивая гибкие деловые модели.

Компоненты решения для систем OSS/BSS выбраны с большим вниманием, т.к. они должны поддерживать сложные и очень требовательные запросы, задаваемые к сетям следующей генерации. Решения поддерживают различные размеры организаций операторов связи, а одновременно могут

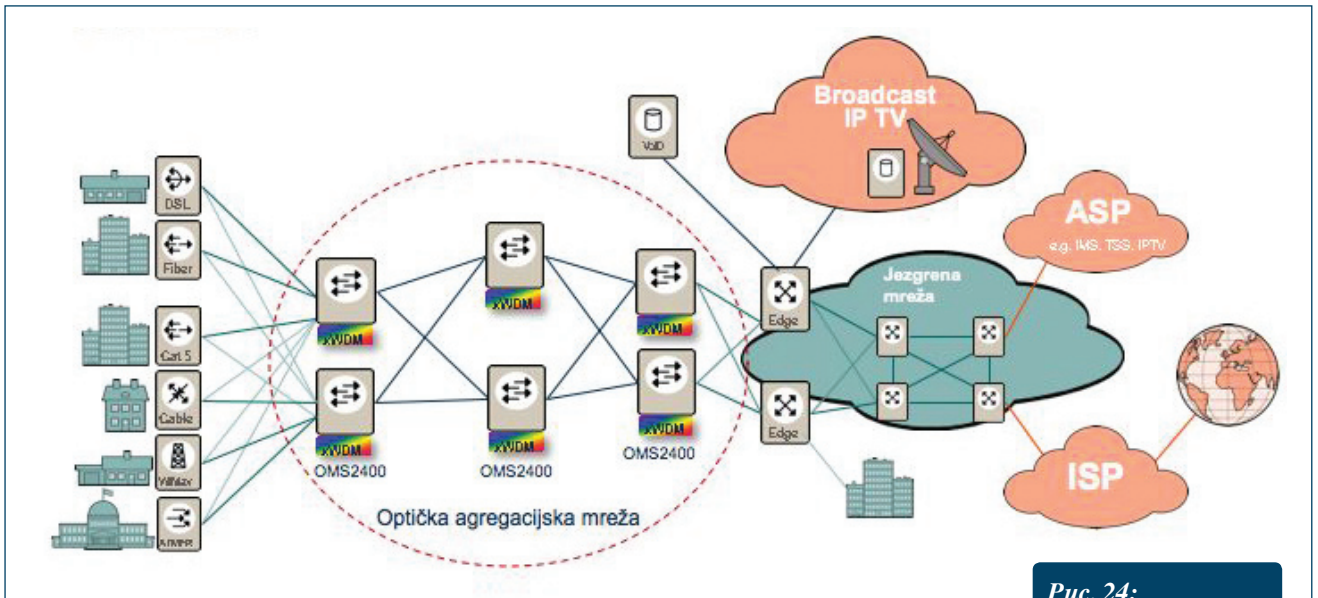


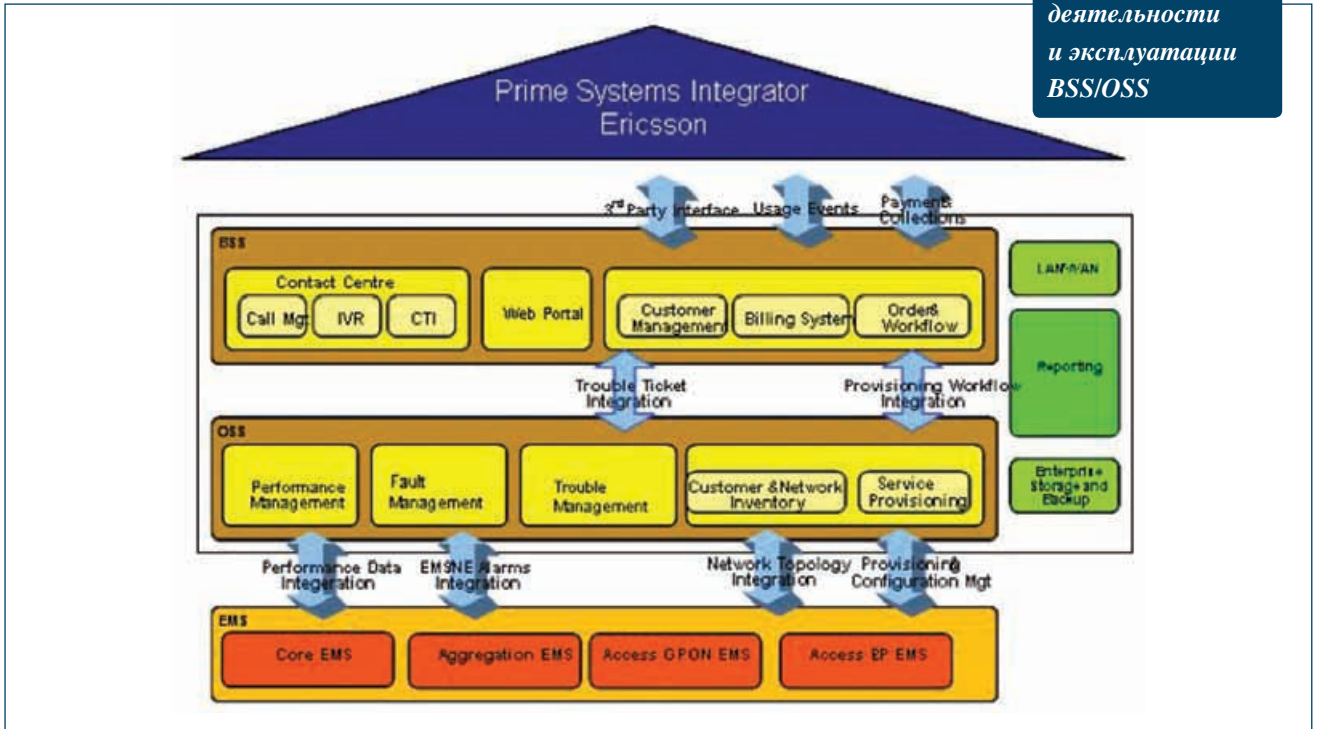
Рис. 24:
Оптическая городская агрегационная сеть

быть усвоены различные деловые модели: проект в рамках которого компания Эрикссон определяет дизайн, установку, интеграцию и перенимает на себя полный процесс установки у оператора связи или услуги управления сетью и ее обслуживание служащими компании Эрикссон, включая и выполнение части заданий, связанных с построением и управлением сетью. На Рис. 25. представлены функциональные блоки типичного решения для систем поддержки деятельности и эксплуатации. В зависимости от величины, сложности и деловой модели оператора связи, выбирается основная программная поддержка для различных организаций операторов связи.

5.3 Городская сеть

Под городской сетью (MAN - Metropolitan Area Network) подразумевается подключение к сети на территории города, или подключение к сети населенных массивов. Речь идет о публичных широкополосных сетях доступа, в структуре которых в прошедшее время применялись разные технологии. Однако в последнее время, после длительного периода неприкосновенности, Ethernet технология, технология построения частных локальных сетей, стала главной транспортной технологией современных городских сетей, а также и сетей, которые охватывают большие пространства (WAN - Wide Area Network – Глобальная сеть).

Рис. 25: Системы поддержки деятельности и эксплуатации BSS/OSS



Вначале Ethernet технология, вследствие своих недостатков, не была пригодна для поставщиков услуг. Основной причиной ее недостатков было то, что эта технология возникла как “технология с разделяемой пропускной способностью” (*shared media*). А именно это препятствовало ее применению в публичных сетях из-за невозможности изолирования нагрузки, или использования выделенных линий (*private circuits*). Городские сети, базированные на технологии Ethernet, стали привлекательными в конце 90-х лет после наращивания *Ethernet* стандартов (802.3, untagged Ethernet – немеченый *Ethernet*), которые сделали возможными новые функции, например, функцию изолирования нагрузки с помощью виртуальных локальных сетей (802.1q). Комбинируя новые функции, такие как VLAN Stacking (известен и как Queue-in-Queue, 802.1ad), VLAN Translation (трансляция из одного VLAN в другой), и VLAN tunneling (802.1ah), стало возможным разделение взаимной нагрузки пользователей.

Одним из самых важных преимуществ использования технологии Ethernet является ее распространенность и значительно меньшая стоимость по сравнению с альтернативными технологиями, такими как SONET/SDH и ATM (*Asynchronous Transfer Mode* – Асинхронный режим передачи). Дополнительным преимуществом является возможность высокой грануляции ширины канала передачи, что совершенно невозможно в традиционных SDH (синхронная цифровая иерархия) соединениях. Так как Ethernet уже “старая” и хорошо воспринятая технология передачи, у компаний-поставщиков услуг нет никаких проблем с обслуживающим персоналом. При введении какой-то другой широкополосной технологии (например, ATM) требуются огромные средства для образования и подготовки целой группы специалистов. Введение Ethernet технологии в городах очень хорошо воспринято.

Дополнительным преимуществом технологии *Metro Ethernet* является простота использования и обслуживания, в отличие от предыдущих технологий, таких как, например, SONET/SDH. Так как Ethernet городская сеть применена поверх существующей *Ethernet* инфраструктуры, сопротивляемость сети и ее защиту нужно было бы улучшить. Время восстановления после прерывания соединения сведено к нескольким секундам. Хотя в этом смысле сделаны значительные улучшения, все еще не достигнуты возможности технологии SONET/SDH, где от момента обнаружения прерывания соединения до полного восстановления требуется лишь 50 мс.

Преимущества технологии *Metro Ethernet* значительно превышают ее недостатки, именно поэтому она постепенно станет преобладающей транспортной технологией.

6 Вывод

Ключевыми преимуществами цифрового города являются оптимизированная передача информации, уменьшенный цифровой разрыв между городом и гражданами, мощный рост экономики и качества жизни в крупных городах. Значительный рост и массовость широкополосного доступа представляют собой основу для развития рынка передовых электронных услуг и распределения цифрового содержания.

Местная власть и самоуправление должны играть более активную роль при развитии и построении широкополосной инфраструктуры, развитии приложений и содержаний, обеспечивая, таким образом, гражданам возможность использования цифровых услуг. Это также относится и на ведение политики и установление регуляторных правил для более эффективного использования первичной инфраструктуры на ясных принципах. Значительные средства вкладываются в передовую широкополосную инфраструктуру доступа, базирующуюся на оптоволоконной технологии передачи, которая сможет удовлетворить предварительные условия для передовых услуг, основанных на Интернет-протоколе (видео по запросу, HDTV и т.п.). Поэтому желательно, чтобы новые сети доступа были открыты для доступа различным операторам и поставщикам услуг. Предложение компании Эрикссон содержит полное решение для оптических сетей доступа, которое может быть приспособлено любой деловой модели.

7 Список сокращений

BPON	<i>Broadband Passive Optical Network. Flavor of PON.</i> Широкополосная пассивная оптическая сеть. Особенность PON.
AES	<i>Advanced Encryption Standard</i> Улучшенный стандарт кодирования
BSS	<i>Business Support Systems</i> Системы поддержки бизнес-деятельности
CAT5	<i>Category 5 cable</i> Категория кабеля CAT5
CPE	<i>Customer Premises Equipment</i> Телекоммуникационное оборудование в помещении пользователя
CO	<i>Communication Operator</i> Оператор связи
CWDM	<i>Coarse wavelength division multiplexing</i> Уплотнение с разделением по длине волн лазерных лучей
DBA	<i>Dynamic Bandwidth Allocation</i> Выделение полосы на время передачи
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i> Мультиплексор доступа к цифровой абонентской линии
DTK	<i>Распределительная телекоммуникационная кабельная канализация</i>
EMS	<i>Electronic Metering Subsystem</i> Подсистема электронного накопления тарифных данных
EPON	<i>Ethernet Passive Optical Network</i> Пассивная оптическая сеть Ethernet
FAT	<i>Fiber Access Terminal</i> Оптический терминал доступа
FDH	<i>Fiber Distribution Hub</i> Оптический распределительный концентратор
FEC	<i>Forward Error Correction</i> Упреждающее исправление ошибок
FTTB	<i>Fiber-To-The-Building</i> Оптоволокно до здания
FTTC	<i>Fiber-To-The-Curb</i> Оптоволокно до улицы
FTTH	<i>Fiber-To-The-Home</i> Оптоволокно до квартиры
FTTN	<i>Fiber-To-The-Node</i> Оптоволокно до узла
GPON	<i>Gigabit Passive Optical Network</i> Гигабитная пассивная оптическая сеть
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> Пакетная радиосвязь общего назначения
HDTV	<i>High Definition TV</i> Телевидение высокой четкости
IP	<i>Internet Protocol</i> Интернет протокол

IPTV	<i>Internet Protocol TV</i> Телевидение, базирующееся на Интернет-протоколе
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i> Городская вычислительная сеть
NT	<i>Network Termination</i> Окончание сети
ODF	<i>Optical Distribution Frame</i> Оптический распределительный щит
OLT	<i>Optical Line Terminal</i> Оптический линейный терминал
ONT	<i>Optical Network Terminal</i> Оптический сетевой терминал
ONU	<i>Optical Network Unit</i> Оптическая сетевая единица
OSS	<i>Operations Support Systems</i> Системы для поддержки эксплуатации
P2MP	<i>Point-to-multipoint</i> Точка-многоточка, многоточечное соединение
P2P	<i>Point-to-point</i> Точка-точка, двухточечное соединение
PON	<i>Passive Optical Network</i> Пассивная оптическая сеть
POTS	<i>Plain Ordinary Telephone Services</i> Обыкновенные телефонные службы
PPPoE	<i>Point-to-Point over Ethernet</i> Соединение точка-точка посредством Ethernet
RF	<i>Radio Frequency</i> Радиочастотный способ передачи
SDV	<i>Switched Digital Video</i> Коммутируемое цифровое видео
SGSN	<i>Serving GPRS Support Node</i> Узел поддержки обслуживания GPRS
TDM	<i>Time Division Multiplex</i> Уплотнение с временным разделением каналов
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i> Уплотненный доступ с временным разделением каналов
triple play	Доступ к Интернету, TV/IPTV и услуге передачи речи
VDSL2	<i>Very High bit-rate Digital Subscriber Line</i> Высокоскоростная цифровая абонентская линия
VoD	<i>Video on Demand</i> Видео по запросу
WDM	<i>Wavelength Division Multiplexing</i> Уплотнение с разделением по длине волны
WiFi	Локальная беспроводная вычислительная сеть
WLAN	<i>Wireless LAN (Local Area Network)</i> Беспроводная локальная сеть

8 Литература

- [1] Heavy Reading: FTTH Worldwide market & technology forecast, 2006-2011. June 2006
- [2] Joe Baker, Torbjörn Cagenius, Colin Goodwin, Mats Hansson and Martin Hatas, Deep-fiber broadband access networks, Ericsson Review No. 1, 2007
- [3] A. Bažant, G. Gledec, Ž. Ilić, G. Ježić, M. Kos, M. Kunštić, I. Lovrek, M. Matijašević, B. Mikac, V. Sinković. Osnovne arhitekture mreža, Element, Zagreb, 2004
- [4] Nicos Komninos, The Architecture of Intelligent Cities, Intelligent Environments 06, Institution of Engineering and Technology, pp. 53-61., 2006
- [5] Elmar Trojer, Stefan Dahlfort, David Hood and Hans Mickelsson, Current and next-generation PONs: A technical overview of present and future PON technology, Ericsson Review No. 2, 2008.
- [6] Kramer, R. D., Lopez, A., and Koonen, A. M. (2006). Municipal broadband access networks in the Netherlands - three successful cases, and how New Europe may benefit. In Proceedings of the 1st international Conference on Access Networks (Athens, Greece, September 04 - 06, 2006).
- [7] Antonios Alexiou, Christos Bouras, Dimitrios Primpas, Design aspects of open municipal broadband networks, AccessNets'06, September 4-6, 2006, Athens, Greece
- [8] Csaba A. Szabo, Imrich Chlamatac, Erik Bedo, Design Considerations for Broadband Community Area Networks, Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Science, 2004.

Адрес автора:

Željko Popović

e-mail: zeljko.popovic@ericsson.com

Ericsson Nikola Tesla d.d.

Крапинска 45

р.р. 93

HR-10002 Zagreb

Хрватска

Редакция приняла рукопись 11 июля 2008.

Перевод: Надежда Племенич

Рис 1:

Central office	Центральный офис
Triple play	Triple play
8 Mbps Symetrical for Data Additional applications and growth	8 Мбит/с симметрично, для данных, дополнительных приложений и наращивания
64 K per VOIP line	64 К на одну линию VOIP
21 Mbps for three Individual HDTV streams	21 Мбит/с для трех индивидуальных HDTV потоков

Рис 2:

"Back Office" gradske uprave	"Back Office" городской власти
Апликације (e-government, e-health, e-commerce, itd.)	Приложения (электронное правительство, э-здравоохранение, э-коммерция, и т.д.)
Mrežna infrastruktura DTK (distributivna telefonska kanalizacija), Optička pristupna mreža, Gradska mreža, WiFi hot spotovi, terminali i td.	Сетевая инфраструктура DTK (Кабельная канализация), Оптоволоконная сеть доступа, Городская сеть, WiFi открытые беспроводные сети доступа, терминалы и т.д.
Krajnji korisnici (građani, grupe građana, poslovni korisnici)	Оконечные пользователи (граждане, группы граждан, деловые пользователи)

Рис 3:

Point-to-point	Точка-точка (P2P)
Pristupna mreža	Сеть доступа
Pristupni čvor	Узел доступа
Gradska mreža	Городская сеть
Optički razdjelnik	Распределительный щит оптических кабелей
Regionalna mreža	Региональная сеть
Bazna stanica mobilne mreže	Базовая станция мобильной сети
Nadzorne kamere i dojavni alarmni uređaji	Надзорные камеры и устройства аварийной сигнализации
Pristupna mreža	Сеть доступа

Рис 4:

Davatelj usluga Usluge	Поставщик услуг Услуги
Komunikacijski operator Aktivna mreža	Оператор связи Активная сеть
Mrežni operator Pasivna mreža	Сетевой оператор Пассивная сеть

Рис 5:

Korisnik	Пользователь
Mrežni operator	Сетевой оператор
Komunikacijski operator 1, 2	Оператор связи 1, 2
Davatelj usluga	Поставщик услуг
Pasivna mreža DTK, cijevi, optički kabel	Пассивная сеть DTK, трубы, оптический кабель
Aktivna mreža Komutacije, prijenosna oprema, korisnička oprema	Активная сеть Коммутации, оборудование передачи, оборудование пользователя
Usluge IPTV, ISP, VoIP	Услуги IPTV, ISP, VoIP

Рис 6:

Svjetlovodni kabel	Световодный кабель
Oprema 2%	Оборудование 2%
Instalacija 3%	Установка 3%
Ostale usluge 9%	Остальные услуги 9%
Aktivna oprema 12%	Активное оборудование 12%
Civilni radovi 68%	Земляные работы 68%

Рис 7:

Brza jezgrena mreža	Высокоскоростная опорная сеть
Davatelj usluga	Поставщик услуг
Pasivni optički razdjelnik	Пассивный оптический распределительный щит
Optička vlakna	Оптическое волокно

Рис 8:

Zajednički kolokacijski prostor	Здание совместного помещения
---------------------------------	------------------------------

Рис 9:

Optički razdjelnik	Оптический разветвитель
korisnici	пользователи
Središnji ured	Центральный офис

Рис 10:

Krajnji korisnici	Оконечные пользователи
Mrežni operator	Сетевой оператор
Komunikacijski operator	Оператор связи
Davatelji usluga	Поставщики услуг
Regulatorno tijelo	Регуляторные органы
Ponuda pasivne infrastrukture	Предложение пассивной инфраструктуры
Ponuda aktivne infrastrukture	Предложение активной инфраструктуры
Ponuda isporuke usluga	Предложение поставки услуг
Ponuda konzultantskih usluga	Предложение консультативных услуг

Dizajn, projektiranje, izgradnja mreže	Дизайн, проектирование, построение сети
Integracija mreže	Интеграция сети
Strategija razvoja sustava	Стратегия развития системы
Upravljanje sustavom	Управление системой
Upravljanje operacijama	Управление операциями
Održavanje sustava	Обслуживание системы
Optimizacija	Оптимизация

Рис 15:

Kolokacijski prostor	Совместное помещение
Gradska agregacijska mreža	Городская агрегационная сеть
Pristupni čvor	Узел доступа
Optički razdjelnik	Оптический разветвитель
Razvodni kabel	Разводка кабеля

Рис 16:

Upuhivanje optičkog vlakna iz stana	Инжекция оптического волокна из квартиры
Zidna utičnica	Настенный штепсель
Mikro cijev	Микро труба
User nodes	Пользовательские узлы
Podrum	Подвал
Snop mikro cijevi	Сноп микро труб
Kabel	Кабель
Kabinet	Шкаф

Рис 17:

Sustav za upravljanje	Система управления
Pristupna mreža	Сеть доступа
Agregacijska mreža	Агрегационная сеть
Multimedijski poslužitelj	Мультимедийный сервер
Aplikacijski poslužitelj	Сервер приложений
Telefonski poslužitelj	Телефонный сервер

Рис 20:

Optički terminal	Оптический терминал
Optički kabeli	Оптические кабели
Optički pristupni čvor	Оптический узел доступа
Agregacijski komutator	Агрегационный коммутатор
Središnji ured	Центральный офис
Gradska mreža	Городская сеть

Рис 23:

CPE	CPE
Access	Сеть доступа
Metro	Городская сеть
Edge	Граничная сеть
Backbone	Опорная сеть
Service edges	Границы услуг

Рис 24:

Optička agregacijska mreža	Оптическая агрегационная сеть
Jezgrena mreža	Опорная сеть
Broadcast IPTV	Телевидение IPTV

Рис 25:

Prime Systems Integrator Ericsson	Интегратор первичных систем, Эрикссон
3rd Party Interface Usage Events Payment&Collections	3-х сторонний интерфейс События в эксплуатации Оплата и накопление
Contact Centre	Центр контактов с клиентами
Web Portal	Веб портал
Customer Management	Клиентская администрация
Billing System	Система оплаты
Order&Workflow	Заказ и делопроизводство
Trouble Ticket Integration	Интеграция обслуживания качества услуг
Provisioning Workflow Integration	Обеспечение интеграции делопроизводства
Performance Management	Управление характеристиками
Fault Management	Управление ошибками
Customer&Network Inventory	Инвентаризация клиентов и сети
Service Provisioning	Обеспечение услуги
Performance Data Integration	Интеграция эксплуатационных данных
EM9NE Alarms Integration	EM9NE интеграция аварийных сигналов
Network Topology Integration	Интеграция сетевой топологии
Provisioning&Configuration Mgt	Управление обеспечением и конфигурацией
Core EMS	Опорная EMS
Aggregation EMS	Агрегационная EMS
Access GPON EMS	Доступ GPON EMS
Access RP EMS	Доступ RP EMS
LAN/WLAN	LAN/WLAN
Reporting	Отчет
Enterprise Storage and Backup	Хранение и резервная копия предприятия