

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи

ШАЛЯПИН ЖАМИЛЬ ФАРИДОВИЧ

Исследование мультисервисной оптической сети доступа SI3000 MSAN

5A311301 – Устройства и системы передачи информации

Диссертация

на соискание академической степени магистра

Научный руководитель:

Утабаев Б.С.

Ташкент 2014

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет ТТ

Кафедра С и СПД

Учебный год 2012/2014

Магистрант Шаляпин Ж.Ф.

Научный руководитель Утабаев Б.С.

Специальность 5А311301 – Устройства и
системы передачи информации

АННОТАЦИЯ

В данной диссертационной работе на основе анализа существующих технологий абонентского широкополосного доступа проводится исследование оптимального варианта предоставления конечным абонентам доступа к оптической сети с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI3000.

Основные предложения, выносимые на защиту:

1. Обзор существующих методов построения абонентского доступа;
2. Технические и функциональные характеристики мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI3000;
3. Расчет требуемой полосы пропускания до оптической сети доступа при организации “последней” мили с применением технологии MSAN SI3000.

Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе проведен анализ существующих методов подключения конечных абонентов, с использованием традиционных технологий на основе медных кабелей, а также с использованием технологий оптической и беспроводной связи.

Во второй главе исследуются возможности, характеристики, функциональные качества, и преимущества широкополосного доступа с использованием технологии мультисервисного узла широкополосного доступа MSAN SI3000.

В третьей главе проведено исследование варианта подключения абонентов с применением технологии MSAN SI3000, а также математический анализ внедрения данной технологии, на примере конкретной районной АТС города Ташкента.

Даны рекомендации для практического применения данного решения.

Магистрант

Научный руководитель

Шаляпин Ж.Ф.

Утабаев Б.С.

THE STATE COMMITTEE FOR COMMUNICATION, INFORMATIZATION
AND TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES OF THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN

TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Faculty TT

Student Shalyapin J.F.

Department D and SIT

Supervisor of studies Utabaev B.S.

Academic year 2012/2014

Speciality 5A311301 – Devices and systems of
information transmission

ABSTRACT

In this thesis, based on analysis of existing technologies of broadband access subscriber we study the optimal options for providing end users access to the network using a multi- node access MSAN SI3000.

The main proposals for the defense:

1. Review of existing methods for constructing user access;
2. Technical and functional characteristics of the multi- node subscriber access MSAN SI3000;
3. Calculation of bandwidth required in the organization of the "last" mile using technology MSAN SI3000.

Master's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusion and bibliography.

The first chapter analyzes the existing methods of connectivity to end users , using traditional technologies based on copper cables , as well as using optical technologies and wireless communications.

The second chapter examines the possible characteristics, functional characteristics , and advantages of broadband technology with multi- node broadband MSAN SI3000.

In the third chapter investigated ways to connect subscribers using technology MSAN SI3000, as well as mathematical analysis of this technology, for example, a particular district of Tashkent city PBX .

Recommendations for the practical application of this decision.

Student

Shalyapin J.F.

Supervisor of studies

Utabaev B.S.

ЎЗБЕКИТОН РЕСПУБЛИКА АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ ҚЎМИТАСИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Факультет ТТ Магистратура талабаси Шалаяпин Ж.Ф.
Кафедра МУТ ва Т Илмий раҳбар Утабаев Б.С.
Ўқув йили 2012/2014 Мутахассислиги 5А311301 – Ахборот
узатиш қурилмалари ва тизимлари

АННОТАЦИЯ

Мазкур диссертацион ишда абонентлар учун мавжуд кенг полосали технологияларни таҳлил қилиш асосида сўнги абонентларга MSAN SI3000 кўп сервисли кириш боғланмаси ёрдамида тармоққа кириш имкониятини энг қулай варианты устида тадқиқот ўтказилган.

Абонентларга “Iskratel” томонидан ишлаб чиқарадиган MSAN SI3000 кўп сервисли кириш боғланманинг функционал ва техник хусусиятлари ўрганиб чиқилган. Тадқиқотнинг олинган натижалари асосида сўнги абонентларга MSAN технологияси SI3000 модели ёрдамида телекоммуникация тармоғининг хизматларнинг энг қулай варианты тавсия қилинган.

Диссертация иши химояси учун куйидагилар таклиф этилган:

1. Абонент кириш тармоғини қуришнинг мавжуд усуллари кўрилган;
2. MSAN SI3000 кўп сервисли кириш боғланмасини техник ва функционал тавсилотлари;
3. MSAN SI3000 технологияси кўлланган “охирги” мили ташкиллаштиришда талаб этиладиган ўтказиш полосаси ҳисоб-китоби.

Магистерлик диссертация иши кириш, уч боб, хулоса, адабиётлар рўйхатдан ташкил топган.

Киришда мавзунинг долзарблиги, ҳамда диссертация ишининг мақсад ва вазифалари белгиланган.

Биринчи бобда мис кабель асосида анъанавий технологиялар қўлланган охириги қурилмалар боғланишни мавжуд усуллари таҳлил қилинган. Шунингдек, симсиз ва оптик алоқа технологиялари қўлланган ҳолатлар ҳам кўриб чиқилган.

Иккинчи бобда MSAN SI3000 кенг полосали кўп сервисли кириш боғланмасини авзаллиги, функционал сифати, тавсилотлари ва имкониятлари ўрганилган.

Учинчи бобда MSAN SI3000 кўп сервисли кириш боғланмаси ёрдамида тармоққа кириш имкониятини энг қулай варианти устида тадқиқот ўтказилган. Шунингдек, қўлланилган технологияни Тошкент шаҳар туман АТСда математик таҳлиллар ўтказилган.

Олинган натижаларни амалий қўллаш бўйича тавсиялар берилган.

Магистратура талабаси

Илмий раҳбар

Шаляпин Ж.Ф.

Утабаев Б.С.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Глава I. Обзор существующих методов организации сетей абонентского доступа и выбор оптимальной технологии	12
1. Анализ развития сетей телекоммуникаций. Современные технологии доступа.....	12
2. Обзор методов построения абонентского доступа на основе технологии xDSL.....	20
3. Обзор методов построения абонентского доступа на основе технологии Wi Fi и WIMAX.....	25
4. Обзор методов построения абонентского доступа на основе технологии FTTx.....	29
5. Проведение сравнительного анализа и выбор применения оптимальной технологии подключения.....	33
Выводы к главе I.....	35
Глава II. Обзор мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI 3000	37
1. Технические и функциональные особенности мультисервисного узла доступа - MSAN SI 3000.....	37
2. Архитектура современного сетевого доступа. Основные платы MSAN.....	40
3. Типовые способы развертывания SI3000MSAN.....	55

4.	Система управления SI3000.....	57
	Выводы к главе II.....	61
Глава	Исследование варианта подключения конечного	
III.	абонента к оптической сети доступа с применением	
	мультисервисного узла доступа MSAN SI	
	3000.....	62
1.	Принцип применения узла MSAN SI 3000 для организации комплексной связи в условиях среднего города.....	62
2.	Преимущества предлагаемого варианта подключения конечных абонентов посредством узла MSAN SI 3000.....	70
3.	Расчет требуемой полосы пропускания до оптической сети доступа для мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI3000 на примере конкретной АТС№225 Юнус-Абадского района города Ташкента.....	72
	Выводы к главе III.....	82
	Заключение.....	84
	Список литературы.....	86

Введение

В соответствии с Постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-1989 от 27 июня 2013 года «О мерах по дальнейшему развитию Национальной информационно-коммуникационной системы Республики Узбекистан», в нашей стране происходят изменения и преобразования в области предоставления государственных и рыночных услуг, внедряются ряд инновационных и инвестиционных проектов, применяются новейшие технологии и техника. Проводимые изменения и модернизация коснулись и сферу связи и информатизации. Она в первую очередь получила сильное развитие и коренную модернизацию сети телекоммуникаций. За последние несколько лет в Республике Узбекистан была построена и сейчас полностью функционирует национальная сеть следующего поколения (NGN) на базе технологии Softswitch, причем имеются несколько подсетей разных операторов, у каждой из которых свой гибкий программный коммутатор.

Модернизация сети телекоммуникаций в Республике Узбекистан затронула все уровни четырехуровневой модели сети – уровень услуг, уровень коммутации и управления, уровень транспорта, и уровень доступа. Нельзя сказать, что какой-то из этих уровней имеет большую значимость. Каждый из них имеет свою строго определенную зону ответственности. На уровень услуг с недавних времен появились совершенно новые требования

на новые виды услуг, которые теперь стало возможным использовать всем желающим, благодаря развитой инфраструктуре и архитектуре сети NGN (next generation networks – сети следующего поколения). Это такие услуги как IPTV – телевидение по технологии IP, IP-телефония, облачные технологии, виртуальный офис, и многое другое. На уровне коммутации и управления появился гибкий программный коммутатор Softswitch, являющийся универсальным устройством, которое отвечает полностью за процесс управления вызовами, трафиком данных и сигнальной информацией. На транспортном уровне строятся новые сети, и используются новейшие технологии, такие как IP MPLS – internet protocol multi-protocol label switching - технология коммутации различных протоколов по меткам. Данная технология позволяет объединить в одну IP-среду всю сеть с различными протоколами и технологиями.

Теперь расскажем о проблеме доступа пользователей к сетям телекоммуникации. Здесь можно много говорить о, всем известных, технологиях абонентского доступа. Это и давно проверенная временем и потребителем технология xDSL (DSL – digital subscriber line – англ. цифровая абонентская линия), и развивающаяся архитектура сети беспроводного доступа Wi-Fi и WiMAX, а также относительно новая технология подключения конечных пользователей по оптоволокну (FTTx – Fiber to the). Такое обилие различных методов, способов и вариантов подключения конечных абонентов предполагает и огромный масштаб работы, капитальных и ресурсных затрат на проектирование и монтаж, эксплуатацию и обслуживание «последней» мили.

И в связи с этим используя мировые тенденции развития сетей доступа, возникает необходимость искать пути решения с использованием современных технологий коммутации и доступа. С целью экономии ресурсов, упрощения процедур монтажа и пользования оборудования связи, и основываясь на современных технологиях и технике связи, было разработано и спроектировано немало устройств и технологий, позволяющих

свести к минимуму все нежелательные факторы, и ускорить процесс модернизации и развития сетей телекоммуникаций Республики Узбекистан. Об одной из таких методов модернизации и пойдет речь в данной диссертационной работе.

Актуальность проблемы

С развитием телекоммуникаций в Республике Узбекистан, как и во всем мире, стремительно растет число потребителей, желающих иметь высококачественный доступ к широкому спектру услуг инфокоммуникаций. А значит перед операторами телекоммуникаций ставится непростая задача – предоставить абоненту возможность подключаться к сети, применяя наиболее удобную технологию для самого абонента, при этом, сохраняя минимальный уровень затрат самого оператора. В этой связи, актуальностью разработки одного или нескольких сценариев является создание сети (или сетей) доступа, которая отвечала бы заявленным высоким требованиям, как оператора, так и потребителя услуг телекоммуникаций.

Цель и задачи диссертации.

Целью диссертации является исследование и выбор оптимального варианта подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI3000, путем модернизации существующей сети телекоммуникаций в Республике Узбекистан. Для достижения указанной цели должны быть решены следующие задачи:

- 1) анализ существующих способов подключения конечных абонентов, с применением различных технологий доступа;
- 2) поиск универсального решения, позволяющего объединить существующие используемые технологии, а также новые методы подключения абонентов, с минимальным уровнем капитальных и ресурсных затрат;
- 3) теоретический обзор характеристик и функциональных возможностей мультисервисного узла доступа MSAN SI3000 от производителя телекоммуникационного оборудования Iskratel;

4) исследование оптимального варианта подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI3000;

5) математический анализ целесообразности использования MSAN в качестве узла широкополосного доступа на участке «последней» мили.

Надеемся, что полученные в ходе исследовательской работе результаты будут полезны специалистам отрасли и студентам Ташкентского университета информационных технологий.

Научная новизна

Основными результатами диссертации, обладающими научной новизной являются:

1) разработанный и предложенный для применения оптимальный сценарий подключения конечных абонентов по различным технологиям доступа, с применением универсального мультисервисного узла абонентского доступа;

2) разработанные расчетные модели подключений и расчетные формулы;

3) публикация применения новой концепции подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI3000.

Практическая ценность. Реализация и внедрение результатов исследований

Результаты теоретических и экспериментальных исследований используются коммерческим оператором East Telecom на территории Ташкентской области Республики Узбекистан.

Предложенный сценарий, а также математический анализ, проведенный на примере одной из АТС города Ташкента Юнус-Абадского района, может быть осуществлен. А также практическое применение данных

исследований может сыграть важную роль в модернизации и развитии сети телекоммуникаций Республики Узбекистан.

Структура и содержание диссертационной работы

Во введении обосновывается актуальность выбора диссертационной работы, сформулированы цели и основные задачи исследования, научная новизна, практическая значимость результатов работы и положения, выносимые на защиту.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу существующих методов подключения конечных абонентов, с использованием традиционных технологий на основе медных кабелей, а также с использованием технологий оптической и беспроводной связи.

Во второй главе исследуются возможности, характеристики, функциональные качества, и преимущества широкополосного доступа с использованием технологии мультисервисного узла широкополосного доступа MSAN SI3000.

В третьей главе содержатся результаты исследования варианта подключения абонентов с применением технологии MSAN SI3000, а также математический анализ внедрения данной технологии, на примере конкретной районной АТС города Ташкента.

В заключении диссертационной работы сделан краткий обзор по трем главам диссертации и сформулированы следующие выводы:

1) разработанный оптимальный сценарий подключения конечных абонентов по различным технологиям доступа, с применением универсального мультисервисного узла абонентского доступа может быть предложен современным операторам телекоммуникаций для применения;

2) разработанные расчетные модели подключений и расчетные формулы, отвечают современным требованиям НД;

3) публикация применения новой концепции подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI3000 дает основание для проведения сравнительного анализа с другими технологиями

доступа и вариантами подключения к аналогичным узлам доступа других фирм производителей MSAN.

Глава I. Обзор существующих методов организации сетей абонентского доступа и выбор оптимальной технологии

1. Анализ развития сетей телекоммуникаций

Современные технологии доступа

Сегодня вряд ли кто будет оспаривать очевидное обстоятельство: слово “информация” приобрело важное значение, а современные информационные технологии стали мощным двигателем мирового экономического и технологического развития. Мультипликативный эффект открытий и изобретений в области обработки информации и коммуникации проявляется неотвратимо. История дает нам несколько примеров этих эффектов, которые с полным основанием можно называть информационными революциями. Первым технологическим достижением, имевшим огромное общественное и культурное значение, было изобретение Иоганном Гуттенбергом печатного станка, использовавшего подвижные металлические литеры. Впервые в истории человечество получило возможность массово производить и распространять информацию в компактной, сохраняемой длительное время и общедоступной форме.

Две последующие информационные революции конца XIX – начала XX веков: изобретениях телефона и радио. Телефон оказался первой сугубо личной коммуникационной технологией, а радиосвязь расширила понятия коммуникационной сети и информационного пространства.

Четвертую информационную революцию совершил персональный компьютер. Если вторая и третья революции охватывали средства передачи информации, то создание ПК решительно преобразовало способ формирования, организации и распространения знания. Это изобретение позволило массе людей приобщиться к профессиональным знаниям, общественному информационному богатству без помощи посредников и тем самым превратить профессиональные знания в лично-значимые.

Интеллект человека, поддерживаемый ПК, стал инструментом, ориентированным на самопознание и саморазвитие. Персональная компьютерная вездесущность широко распахнула ворота в информационный век. Теперь осталось лишь обеспечить легкий и свободный доступ к информации по всему миру. Это и происходит сегодня, причем революционное значение сетевых коммуникационных технологий уже осознано одновременно с их созданием.

Сегодня, в 21 веке, веке инфо-коммуникационных технологий, эволюция – это закономерный процесс, который происходит непрерывно, постепенно, и при этом стремительно. Еще каких-то 50 лет назад человек начал пользоваться телефонной связью, говоря техническим языком, появилась возможность передавать голос на расстояние, с помощью проводных сетей связи. Позже наряду с кабельными сетями, стала широко использоваться радиосвязь – то есть передача голоса посредством радиоволн. И уже сегодня мы имеем возможность пользоваться широчайшим спектром услуг, начиная от традиционной телефонии, заканчивая видеоконференциями. При этом, если раньше для телефонии, радио и телевидения использовались отдельно-структурированные сети, то сегодня все эти услуги может объединить единая сеть инфокоммуникаций. Достаточно только иметь качественный абонентский доступ к этой сети.



Рис. 1.1. Эволюция сетей связи

Опыт развития мировых открытых сетей, например, Интернета, позволяет говорить о начале новой эры в развитии средств и систем переработки информации. В таких сетях пользователь воспринимает сам себя и воспринимается другими как неотъемлемый компонент единого информационного сообщества.

Как видно из рисунка 1.2, эволюция сетей телекоммуникаций направлена в сторону сложной, на первый взгляд, разветвленной архитектуры сети. Но, по сути, расстояние в современной сети ничего не значит – все элементы, устройства, сегменты и секторы виртуально расположены буквально рядом друг с другом, при этом находиться они могут в разных концах света.

Если раньше качество связи зависело от расстояния между абонентом и станцией, то сегодня оно зависит исключительно от потребностей абонента и ширины полосы пропускания. И конечно операторы стараются обеспечить полный охват всех желаний клиентов, начиная от различных услуг, заканчивая требуемой скоростью передачи трафика, которую в недавнем времени можно было наблюдать только на транзитных станциях.

Технология TDM – time division multiplexing – временное разделение каналов – технология, которая лежит в основе традиционной телефонии, предполагает наличие стационарного телефонного аппарата у абонента, абонентской линии (витой пары медного кабеля), кроссовой части станции, и естественно коммутирующей части станции. Коммутационное поле станции непосредственно соединяет между собой две точки, образуя тем самым канал связи.

В нашей стране уже создана и полностью функционирует сеть следующего поколения на базе технологии Softswitch – гибкий программный коммутатор.[7] В сетях NGN появилась масса возможностей как для оператора, так и для абонента, появился широкий спектр услуг разного рода, огромное количество новых технологий доступа и т.д. При этом, управление вызовами происходит в ядре всей системы, в программном коммутаторе

Softswitch. Для предоставления различных услуг абонентам существуют сервера приложений. Транспорт трафика осуществляется как по традиционным сетям TDM, так и по современным IP сетям. И наконец, уровень доступа охватывает самую широкую часть всей системы телекоммуникации. Множество различных технологий абонентского доступа легко интегрируется в современную сеть – это и xDSL технология, и беспроводные технологии доступа, и технология доступа по оптическому волокну.

Это значит, что современная NGN сеть состоит из четырех уровней, то есть, спроектирована по четырехуровневой модели – уровень доступа, уровень транспорта, уровень управления, и уровень приложений.

Следующим шагом в развитии и модернизации сети телекоммуникации становится появление новой технологии IMS. Ее архитектура строится поверх существующей сети NGN, поэтому ее внедрение не требует особых капитальных затрат. Отличительной особенностью новой технологии является практически полный переход к IP протоколу, и возможность мобильности абонента.

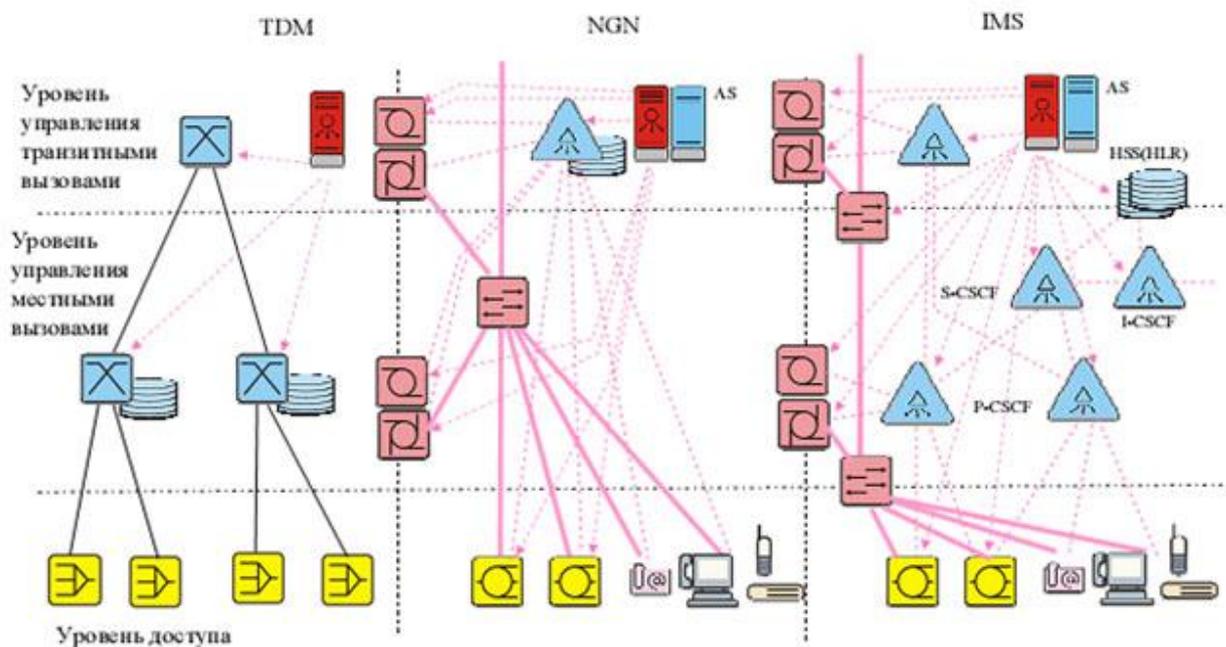


Рис.1.2. Эволюция TDM-NGN-IMS

Технологии обеспечения доступа в сеть Интернет можно разделить на три категории, в зависимости от того, какой носитель (т.е. канал или среда передачи) используется для передачи данных. К ним относятся:

- Витая пара телефонных проводов.
- Оптико-волоконные кабели (к этой категории также следует отнести системы, в которых вместе с оптико-волоконными кабелями используются также и коаксиальные кабели)
- Беспроводные системы (например, системы сотовой, радиорелейной или спутниковой связи).

Развитие беспроводных систем доступа идет в двух основных направлениях. Это спутниковые системы, наземные СВЧ - системы и системы персональной сотовой связи, которые позволяют обеспечить доступ мобильных пользователей.

Главное достоинство заключается в мобильности и возможности выхода в сеть Интернет из любого места, а не только из квартиры или офиса, которые с помощью кабеля привязаны к провайдеру. К недостаткам можно отнести достаточно высокую стоимость услуг сотовой связи, а также не стопроцентный охват территории компаниями сотовой связи и наличие зон неуверенной связи.

Для организации передачи данных используются и спутниковые системы. Причем варианты могут быть различными — от низкоскоростных индивидуальных каналов для отдельных пользователей до высокоскоростных каналов, одновременный доступ к которым может иметь большое количество пользователей (коллективный доступ). Спутник охватывает большую зону на поверхности Земли и является наиболее «широко охватывающей» технологией доступа в Интернет с географической точки зрения. Спутниковые системы доступа имеют не очень высокую скорость передачи данных (порядка 400 Kbit/s по направлению к пользователю) и работают не очень быстро.

Опτικο-волоконные и волоконно-коаксиальные системы изначально создавались для кабельного телевидения и передачи видеосигнала. Благодаря тому, что эти системы по определению являются широкополосными, разрабатывалась именно такая технология, которая позволила бы использовать данное преимущество для высокоскоростной передачи данных, в основном для организации доступа в Интернет частных пользователей.

Опτικο-волоконные кабели, безусловно, можно считать наилучшим носителем для высокоскоростной передачи данных. В то время как обычные медные кабели позволяют использовать полосу частот в несколько мегагерц, системы передачи по опτικο-волоконному кабелю могут использовать частоты в миллион раз выше. Это является еще одним подтверждением того, что основная разница между электромагнитными и световыми волнами заключается в частоте. Совершенно обычной для нашего времени уже является скорость передачи в 10 Gbit/s.

Технологии xDSL позволяют значительно увеличить скорость передачи данных по медным парам телефонных проводов, при этом, не требуя глобальной модернизации абонентской кабельной сети. Именно возможность преобразования существующих телефонных линий, при условии проведения определенного объема подготовительных технических мероприятий, в высокоскоростные каналы передачи данных и является основным преимуществом технологий xDSL.

Данные технологии позволяют значительно расширить полосу пропускания медных абонентских телефонных линий. Любой абонент, пользующийся обычной телефонной связью, является потенциальным кандидатом на то, чтобы с помощью одной из технологий xDSL значительно увеличить скорость своего соединения с сетью Интернет. При этом предусмотрено и сохранение нормальной работы обычной телефонной связи, вне зависимости от «общения» пользователей с сетью Интернет.[10,23] Многообразие технологий xDSL позволяет пользователю (с учетом определенных ограничений, связанных с длиной и качеством абонентской

линии) выбрать подходящую именно ему скорость передачи данных — от 32 Kbit/s до более чем 50 Mbit/s. Современные технологии xDSL дают возможность организовать высокоскоростной доступ в сеть Интернет для каждого индивидуального пользователя или каждого небольшого предприятия, превращая обычные телефонные кабели в высокоскоростные цифровые каналы.

В настоящее время рынок услуг связи переживает период бурного роста. При этом общее число абонентов увеличивается и расширяется спектр предлагаемых услуг.

Основными причинами этого являются:

- интенсивное развитие различных отраслей экономики;
- рост доходов населения и изменение структуры потребления товаров и услуг;
- появление значительного числа бизнес-абонентов, требующих высококачественных и разнообразных услуг связи (мобильная, фиксированная связь бизнес-качества, Интернет, организация VPN-сети, проведение видеоконференций);
- появление значительного числа частных потребителей качественно новых услуг связи (мобильная связь, Интернет, платное TV);
- расширение функционала и возможностей персональных компьютеров и мобильных телефонов;
- усиление конкуренции между операторами и как следствие - снижение стоимости услуг связи и расширение спектра дополнительных сервисов.

В последнее время операторы озабочены насыщением рынка и снижением уровня доходов от предоставления традиционных услуг связи. Операторы фиксированной связи столкнулись с заметным снижением интереса со стороны абонентов к услугам на базе наземных линий доступа. Жесткая конкуренция с альтернативными операторами и обретшая огромную

популярность мобильная телефония заставляет их активно искать новые технологии, создающие дополнительную стоимость услуг и позволяющие осваивать новые сервисы. Провайдеры мобильной связи отмечают снижение темпов роста абонентской базы частных пользователей, что вынуждает их развивать новые сервисы, ориентированные на корпоративный сектор.

Кроме того, в мобильных сетях наблюдается тенденция к изменению характера потребляемых услуг. Если еще недавно в общем объеме абонентского трафика преобладал голос, то сейчас его стремительно вытесняет трафик данных. Причиной послужило снижение стоимости услуг передачи данных для мобильных абонентов и рост популярности устройств с поддержкой передачи данных. При этом абонент, как правило, заинтересован получать полный спектр всех необходимых ему услуг связи от одного оператора, с гарантией качества и минимальным набором устройств. В связи с этим одним из перспективных путей развития операторов связи может стать организация комплексного сервиса с применением проводных и беспроводных сетей передачи голоса и данных, включая сети мобильной связи.

Решением проблемы является освоение интеллектуальной конвергентной платформы в соответствии с общим стандартом мультимедийных коммуникаций, обеспечивающей высокоскоростной защищенный доступ к бизнес-приложениям с разнообразных устройств. Большинство операторов сходится во мнении, что основой конвергенции должны стать сети на базе протокола IP. В качестве оптимального варианта для транспортировки мультимедийного трафика рассматриваются сети нового поколения (NGN). Такой подход позволяет полностью сохранить инвестиции в существующую инфраструктуру, а также создает базу для внедрения новейших услуг, ориентированных на частных клиентов и корпоративный сектор.

Таким образом, современные требования к сетям связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network) заключаются в возможности

оптимальной передачи голосового трафика, трафика данных, создания и предоставления новых сервисов, снижении расходов на капитальное строительство и операционных издержек по сравнению с существующими сетями связи.

В настоящее время развернуто значительное количество традиционных сетей связи, поэтому при строительстве сети NGN целесообразно учитывать возможности существующего оборудования и использовать эволюционный переход к сетям связи следующего поколения. Однако можно применить и революционный подход, который заключается в резкой смене традиционных сетей связи на сети следующего поколения, но данный подход является очень болезненным и требует полной замены сети доступа, стоимость которой составляет почти 80% всей стоимости линейных сооружений.

2. Обзор методов построения абонентского доступа на основе технологии xDSL

Мы все знакомы с аналоговыми модемами. Эти верные проводники в мир Интернета на протяжении многих лет оставались единственными, кто мог предоставить нам возможность обмениваться информацией между компьютерами. Такая ситуация продолжалась довольно длительное время. Потребность в изменении устоев была вызвана стремительным ростом популярности Интернета. Новые технологии сайтостроения с активным применением мультимедийных компонентов, пакетная передача голоса – все это требовало увеличения скорости передачи и расширения возможностей доступа. К сожалению, аналоговые модемы уже не могут справиться с тем потоком информации, которого требует время. В настоящее время даже максимально доступная скорость в 56 Kbit/s приводит к болезненному ожиданию и расстройствам нервной системы.

Технология xDSL включает в себя целый набор различных решений, позволяющих организовать цифровую абонентскую линию, которые

различаются по расстоянию, на которое передается сигнал, скорости передачи данных, а также по разнице в скоростях передачи «нисходящего» (от сети к пользователю) и «восходящего» (от пользователя в сеть) потока данных.

Одной из технологий, как показало время – наиболее успешной, стала технология xDSL (Digital Subscriber Line). Она позволяет достигать мегабитных скоростей передачи данных по старой доброй телефонной линии (POTS). Можно с большой долей уверенности предположить, что именно это обстоятельство, а так же низкая цена окончного оборудования, сыграло определяющую роль в развитии xDSL технологии.[14]

Уже более полувека, практически в каждом доме, есть телефонный аппарат, связанный витой парой медных проводов с телефонной станцией. В обычных условиях мы пользуемся им для голосовых переговоров с другими абонентами телефонной сети. Т.е. при этом по линии передаются аналоговые сигналы в довольно узком частотном диапазоне, вполне приемлемом для общения. При наличии компьютера эта линия может быть дополнена модемом, который использует цифро-аналоговое преобразование на стороне абонента для передачи сигнала в линию и обратное для приема. Та же схема используется и на приемной стороне.

Но при передаче аналогового сигнала используется лишь небольшая часть полосы пропускания витой пары медных проводов. Максимально доступная скорость передачи данных может достигать 56 Kbit/s. И это теоретический предел, то есть дальнейшего увеличения скорости, используя аналоговые модемы, достичь не удастся.

Что же касается технологии xDSL, то она исключает преобразования цифрового сигнала в аналоговый и наоборот. Данные поступают на ваш компьютер именно в цифровой форме, это позволяет существенно расширить используемую полосу частот. Кроме того, возможно разделение спектра сигналов, используемых для телефонной связи и xDSL, что позволяет одновременно пользоваться высокоскоростным Интернетом и разговаривать

при этом по телефону, отправлять и принимать факсимильные послания и т.д.

Технология xDSL объединяет под своим крылом сразу несколько технологий цифрового абонентского доступа. Для пользователя важно понять отличие между ними при выборе оборудования. Наибольшее значение имеет отношение расстояния до базовой станции к скорости передачи данных, а так же разница между скоростями "нисходящего" (от сети к пользователю) и "входящего" (от пользователя к сети) потока данных.

Итак, xDSL представляет собой набор следующих технологий:

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия) обеспечивает скорость «нисходящего» потока данных в пределах от 1,5 Mbit/s до 8 Mbit/s и скорость «восходящего» потока данных от 640 Kbit/s до 1,5 Mbit/s. Получила наибольшее распространение благодаря простой инсталляции, возможности одновременной работы телефона и высокоскоростной передачи данных, относительно низкой стоимости подключения. Эта технология идеально подходит для небольших офисов и домашних пользователей так же своей асимметрией. Как всем известно, поток данных к абоненту существенно выше, чем обратный, т.к. в основном информация из сети получается пользователем (сайты, файлы и т.д.). ADSL обеспечивает скорость данных к пользователю в пределах до 8 Mbit/s, и скорость от пользователя до 768 Kbit/s. Причем данная скорость может быть достигнута только на расстоянии до 2 km по проводам диаметром 0.4 mm (наиболее распространенный в нашей стране). При увеличении расстояния скорость передачи данных уменьшается. Максимальная дальность составляет приблизительно 4.5-5.5 km при диаметре провода 0.4. Более простой вариант ADSL. Обеспечивает скорость «нисходящего» потока до 1.5 Mbit/s и скорость "восходящего" потока до 512 Kbit/s.

IDSL (ISDN Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия ISDN). Обеспечивает передачу данных на скоростях до 144 Kbit/s в обоих направлениях (дуплекс). Отличие от привычного ISDN состоит в том, что

IDSL некоммутируемая технология, то есть пользователю не требуется дозваниваться до провайдера. Это и есть отличительная особенность всей линейки DSL.[37]

HDSL (High Bit-Rate Digital Subscriber Line — высокоскоростная цифровая абонентская линия). Технология HDSL предусматривает организацию симметричной линии передачи данных, то есть скорости передачи данных от пользователя в сеть и из сети к пользователю равны. Благодаря скорости передачи (1.544 Mbit/s по двум парам проводов и 2.048 Mbit/s по трем парам проводов) телекоммуникационные компании используют технологию HDSL в качестве альтернативы линиям T1/E1. (Линии T1 используются в Северной Америке и обеспечивают скорость передачи данных 1.544 Mbit/s, а линии E1 используются в Европе и обеспечивают скорость передачи данных 2.048 Mbit/s.) Хотя расстояние, на которое система HDSL передает данные (а это порядка 3.5 — 4.5 km), меньше, чем при использовании технологии ADSL, для недорогого, но эффективного, увеличения длины линии HDSL телефонные компании могут установить специальные повторители. Использование для организации линии HDSL двух или трех витых пар телефонных проводов делает эту систему идеальным решением для соединения УАТС, серверов Интернет, локальных сетей и т.п. Технология HDSL2 является логическим результатом развития технологии HDSL. Данная технология обеспечивает характеристики, аналогичные технологии HDSL, но при этом использует только одну пару проводов.

SDSL (Single Line Digital Subscriber Line — однолинейная цифровая абонентская линия). Также как и технология HDSL, технология SDSL обеспечивает симметричную передачу данных со скоростями, соответствующими скоростям линии T1/E1, но при этом технология SDSL имеет два важных отличия. Во-первых, используется только одна витая пара проводов, а во-вторых, максимальное расстояние передачи ограничено 3 km. В пределах этого расстояния технология SDSL обеспечивает, например,

работу системы организации видеоконференций, когда требуется поддерживать одинаковые потоки передачи данных в оба направления. В определенном смысле технология SDSL является предшественником технологии HDSL2.[35]

VDSL (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line — сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия). Технология VDSL является наиболее "быстрой" технологией xDSL. Она обеспечивает скорость передачи данных "нисходящего" потока в пределах от 13 до 52 Mbit/s, а скорость передачи данных "восходящего" потока в пределах от 1.5 до 2.3 Mbit/s, причем по одной витой паре телефонных проводов. В симметричном режиме поддерживаются скорости до 26 Mbit/s.

Технология VDSL может рассматриваться, как экономически эффективная альтернатива прокладыванию волоконно-оптического кабеля до конечного пользователя. Однако максимальное расстояние передачи данных для этой технологии составляет от 300 м до 1300 м. То есть, либо длина абонентской линии не должна превышать данного значения, либо оптиковолоконный кабель должен быть подведен поближе к пользователю (например, заведен в здание, в котором находится много потенциальных пользователей). Технология VDSL может использоваться с теми же целями, что и ADSL.

SHDSL (G . shdsl) (Single — pair High — speed Digital Subscriber Line — высокоскоростная цифровая абонентская линия по 1 паре) — самая «дальнобойная» технология DSL . Обеспечивает передачу данных по 1 паре со скоростью 192 Kbit/s — 2,320 Mbit/s или по 2 парам со скоростью в 2 раза большей. Хорошо подходит для таких приложений, как организация многоканальной телефонной связи (технология VoDSL), поддерживает до 36 стандартных голосовых каналов по 1 паре.

Ниже на рисунке 1.3 приведено сравнение различных технологий xDSL по параметру скорости обмена данными.

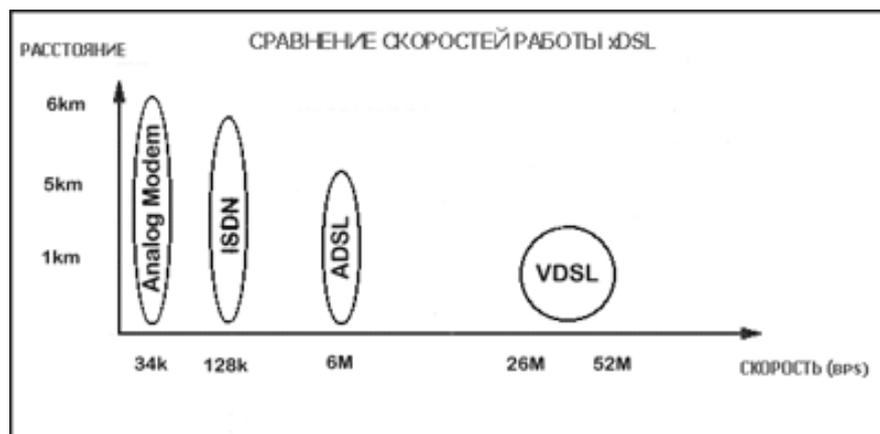


Рис. 1.3. Сравнение скоростей технологий xDSL

Как видно из рисунка 1.3, чем больше скорость передачи, тем меньше расстояния до узла доступа от абонента можно организовать и наоборот чем меньше скорость обмена, большее расстояние можно покрыть вышеприведенными технологиями.

3. Обзор методов построения абонентского доступа на основе технологии Wi Fi и WIMAX

Технические решения на базе беспроводной технологий доступа типа Wi-Fi (Wireless Fidelity) и WiMAX уже давно стали стандартом во многих странах мира. Сегодня эти решения активно используются операторами связи и корпоративными заказчиками. Их применение действительно позволяет сделать бизнес мобильным, подключение простым с высокой скоростью соединения.

Решения на базе Wi-Fi предназначены для создания беспроводных локальных сетей (WLAN) и организации высокоскоростных беспроводных подключений к Интернету. В зависимости от конкретного стандарта сети оборудование обеспечивает скорость передачи данных от 2 Mbit/s. Одна точка доступа может обеспечить охват в радиусе до 200 м. Помимо домашних и офисных сетей широкое распространение Wi-Fi нашел в сфере организации публичного доступа в Интернет (хот-спотов). При

использовании этой технологии любой посетитель гостиницы, кафе, ресторана, бизнес-центра или аэровокзала (одним словом, заведения, в котором есть публичная точка доступа Wi-Fi) получает возможность мобильного подключения к Сети посредством своего ноутбука, карманного персонального компьютера (КПК) или сотового телефона, поддерживающего стандарт беспроводного доступа.

Технология радиодоступа WiMAX относится к классу систем связи «точка-многоточка», предназначенная для трансляции мультисервисных потоков (данных, голоса, видео и т.д.) поверх сетей, базирующихся на технологии IP.

К основным задачам, решаемым данными системами, относятся задачи обеспечения беспроводного абонентского доступа в сетях операторов связи и построения распределенных беспроводных корпоративных информационных сетей (задачи последней мили).

Преимущества систем WiMAX

- высокая скорость развертывания;
- низкая стоимость обслуживания и высокая надежность соединения;
- возможность использования в сложных географических условиях.

Внедрение беспроводных технологий дает дополнительное удобство пользования корпоративными информационными ресурсами для различных категорий сотрудников.

Внедрение системы автоматизации позволяет сэкономить не только время, но и размер склада (для предприятий торговли) или оптимизировать процесс движения товаров на складе. Например, подключение касс к локальной сети магазина дает возможность управляющему оперативно учитывать и контролировать работу всего магазина.

В ситуации, когда офис или складские помещения расположены в разных концах города или в пригороде, решается задача создания единого информационного пространства объектов. Особенно это актуально в местах, где не всегда есть возможность проложить медную или оптическую линию связи.

Автоматизация оперативного управления и контроля за производственными процессами, передача высокоскоростных трафиков данных (технологических, аварийных, данных учета). Организация телефонной связи с высоким качеством и единым номерным планом.

Создание единого информационного пространства администрации региона для оперативного взаимодействия со всеми подчиненными структурами (администрациями сел, городов, районов) с применением систем электронного документооборота, который кстати говоря активно развивается в нашей стране в настоящее время, возможностями контролируемого удаленного доступа к базам данных органов управления. Организация единой телефонной системы связи для всех структурных подразделений и подчиненных ведомств.

Мобильная беспроводная сеть служб оперативного реагирования и силовых структур для решения задач в условиях чрезвычайных ситуаций.

Действующую сеть WiMAX составляют два главных компонента:

- БС – базовая станция, которая может играть роль повторителя или подключаться к магистральной интернет-сети;
- абонент/конечный пользователь, получающий широкополосный доступ с помощью БС.

Сеть WiMAX обеспечивает два типа услуг по беспроводной связи:

- Зона вне прямой видимости. Стеки протокола соответствуют стандарту IEEE 802.16. MAC. Небольшая антенна на абонентском компьютере устанавливает Wi-Fi-связь с вышкой. В этом случае

используется более низкий частотный диапазон, близкий к диапазону Wi-Fi — 2...11 GHz. За счет больших длин волнам легче огибать препятствия.

– Зона прямой видимости. В этом случае связь осуществляется с помощью зеркальной антенны, расположенной на крыше или шесте и обращенной в сторону вышки. Такая связь более сильная и устойчивая; большой объем данных доставляется с меньшим числом ошибок. В зоне прямой видимости используются более высокие частоты — до 66 GHz. На этих частотах эффект интерференции меньше, а ширина полосы — намного больше. Используя мощные антенны, передающая станция отправляет данные на компьютеры/маршрутизаторы, оснащенные оборудованием WiMAX, в радиусе до 40 km — на максимально возможное для этой технологии расстояние.

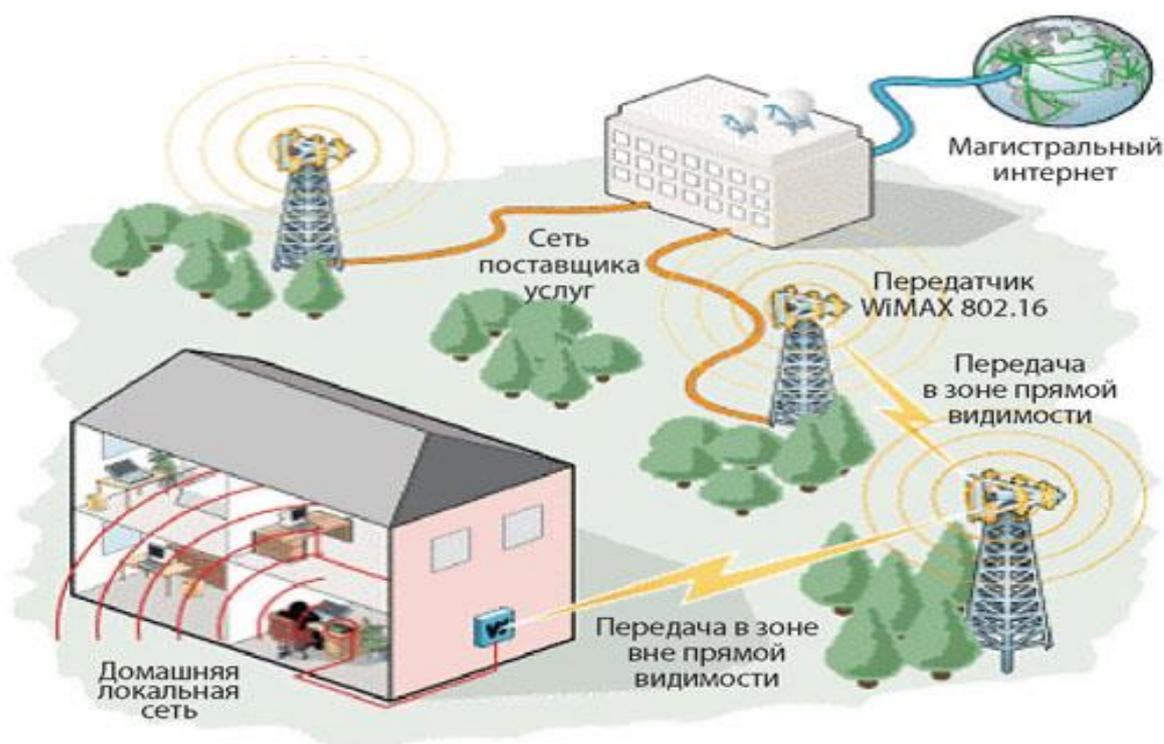


Рис. 1.4. Принцип работы сети WiMAX

Локальная сеть, обычно реализованная на основе Wi-Fi, работает в тандеме с объектами WiMAX. Зона вне прямой видимости, как правило, устанавливается между абонентскими локальными сетями и БС, тогда как зона прямой видимости существует между БС. [22]

Международный стандарт IEEE 802.16-2001, подготовленный в октябре 2001 г. и опубликованный 8 апреля 2002 г., определяет спецификацию радиointерфейса Wireless MAN для беспроводных городских сетей. Принятие этого стандарта ознаменовало собой появление широкополосного доступа как основного средства, позволяющего подключить отдельных пользователей и организации к главным линиям связи всего мира.

В соответствии с действующим стандартом IEEE 802.16 абонентский доступ осуществляется с помощью внешних антенн и сетей MAN, устанавливающих связь с центральными БС.

К недостаткам применения технологии WiMAX можно отнести:

- дорогое технологическое оборудование;
- ограниченная полоса частот под услуги;
- внесение проблем с электромагнитной совместимостью.

Учитывая вышесказанное, технологию WiMAX в основном осваивают крупные операторы связи, в целях предоставления услуг в основном корпоративным клиентам (банки, бизнес-центры, аэропорты, вокзалы и т.п.)

4. Обзор методов построения абонентского доступа на основе технологии FTTx

Ежегодно растет интерес к развертыванию сетей доступа с возможностью предоставления абоненту широкополосного канала связи. Причиной данного интереса служит быстрый рост требований к полосе пропускания сетей связи, обусловленный появлением новых широкополосных услуг.

К таким услугам можно отнести услуги для бизнеса (видеоконференц-связь, удаленное обучение, телемедицина) и развлекательные услуги (видео по запросу, цифровое вещание, HDTV, on-line игры и т.д.). Используемые в

настоящее время технологии не могут предоставить экономически выгодного решения для удовлетворения растущих потребностей, поэтому в ход идут не совсем привычные технологии.

Одна из них - FTTx (Fiber To The ... — «волокно до ...») - технология организации сетей доступа с доведением оптического волокна до определенной точки. Несмотря на то, что FTTx - технология не новая, однако широкое распространение она получает именно сейчас.

Есть несколько вариантов реализации FTTx, из них можно выделить:

- FTTH - Fiber To The Home (доведение волокна до квартиры);
- FTTB - Fiber To The Building (доведение волокна до здания).

Варианты, по сути, дублирующие FTTH и FTTB с небольшими изменениями:

- FTTO - Fiber To The Office (доведение волокна до офиса);
- FTTC - Fiber To The Curb (доведение волокна до распределительного шкафа);
- FTTOpt - Fiber To The Optimum (доведение волокна до оптимального пункта);
- FTTP - Fiber To The Premises (доведение волокна до точки присутствия клиента);

Рассмотрим более подробно два первых варианта FTTx.



Рис. 1.5. Технология доступа FTTB

Fiber to the building – волокно до здания. При использовании варианта FTTB оптическое волокно заводится в дом, как правило, на цокольный этаж или на чердак (что более экономически эффективно) и подключается к устройству ONU (Optical Network Unit). На стороне оператора связи устанавливается терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT является ведущим устройством и определяет параметры обмена трафика (например, интервалы времени приема/передачи сигнала) с абонентскими устройствами ONU (или ONT, в случае FTTH). Дальнейшее распределение сети по дому (зданию) происходит по «витой паре».

Этот подход целесообразно применять в случае развертывания сети в многоквартирных домах и бизнес-центрах среднего класса. Многие операторы связи разворачивают сети FTTB пока только в крупных городах, но в перспективе использование данной технологии повсеместно. В FTTB нет необходимости прокладывать дорогостоящий оптический кабель с большим количеством волокон, как при использовании FTTH.

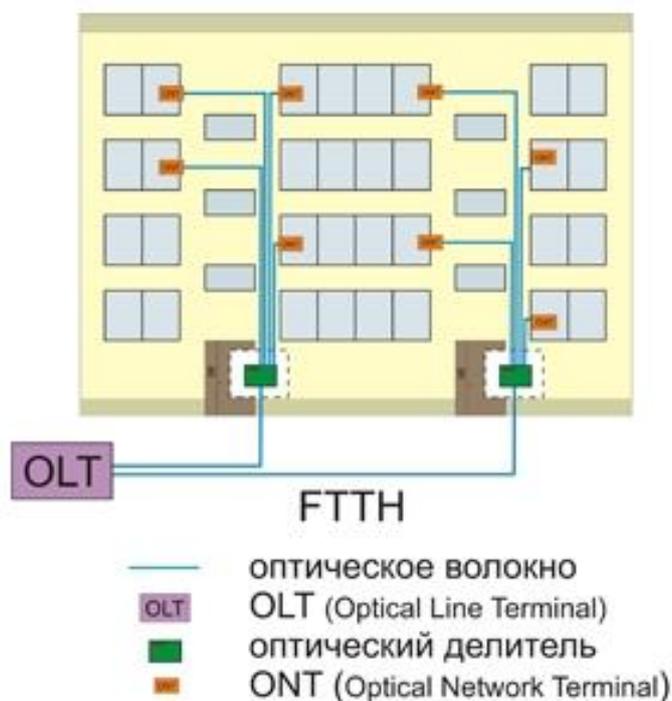


Рис. 1.6. Технология доступа FTTH

FTTH – Fiber to the home – волокно до дома. Как сказано выше, FTTH подразумевает доведение оптического волокна до квартиры или частного дома пользователя. Существует два типа организации FTTH сетей: на базе Ethernet и на базе PON (Passive optical network) или пассивные оптические сети.

В решении Ethernet FTTH для коммутации линий подразумевается использование коммутаторов с оптическими портами или оптическими трансиверами. [25] Коммутаторы объединяются либо в «кольцо» Ethernet (Gigabit Ethernet (GE) или Ten Gigabit Ethernet (10GE)), либо по топологии «звезда» и располагаются на цокольном или чердачном этаже (в зависимости от способа заведения магистрального волокна в дом). К портам коммутатора подключаются устройства конечных пользователей. Такой подход обеспечивает высокий уровень надежности за счет возможности резервирования оптических каналов, и обеспечивает преимущество с существующей «медной» инфраструктурой.

К недостаткам Ethernet FTTH можно отнести узкую полосу пропускания и недостаточные возможности масштабирования.

На территории абонента (в квартире или коттедже) используются устройства CPE (Customer Premise Equipment), т.е. оконечный терминал, обеспечивающий ввод и вывод различной информации типа телетекст, смс, телефония и т.п..

При использовании решения на базе PON - пассивной оптической сети - для развертывания сети FTTH оптоволоконная линия распределяется по абонентам с помощью пассивных оптических разветвителей (сплиттеров) с коэффициентом деления от 1:2 до 1:128.

В стандартной оптической сети PON на стороне провайдера связи используются OLT (Optical Line Terminal), а в качестве абонентских устройств применяются ONT (Optical Network Terminal).

ONT представляет из себя сложное устройство коммутации и согласования. Кроме функций предоставления широкополосного доступа и поддержки сервисов, оборудование ONT должно дополнительно поддерживать:

- протокол управления доступом к PON;
- лазеры пакетного режима (burst-mode lasers), обеспечивающие передачу данных ONT только в определенные терминалом OLT отрезки времени;
- повышенная мощность сигнала (требуется учитывать потери на делителях и пр.);
- шифрование;
- высокая производительность.

Эти дополнительные функции обуславливают значительно более высокую стоимость устройства ONT для архитектуры PON, чем устройства Ethernet.

5. Проведение сравнительного анализа и выбор применения оптимальной технологии подключения

По окончании анализа существующих технологий абонентского доступа, была дана сравнительная характеристика перечисленных технологий. В таблице 1 приведены критерии оптимального выбора метода абонентского доступа, которыми будет руководствоваться непосредственно сам абонент. Данные о стоимости подключения усреднены, и соответствуют настоящим ценовым пределам на рынке предоставления услуг абонентского доступа.

Таблица 1.1.

Сравнение технологий доступа

Технология доступа	Скорость	Оптимальное расстояние	Наличие оборудования	Стоимость подключения
ADSL	8Мбит/с	До 4 км	Модем, телефонная линия	\$ 30
HDSL	До 2 Мбит/с	До 3км	Модем, телефонная линия	\$ 50
VDSL	До 52 Мбит/с	До 1 км	Модем, телефонная линия	\$ 60
Wi-Fi	До 2 Мбит/с	В радиусе 200м	Адаптер	\$ 80
WiMAX	До 8 Мбит/с	До 30 км	Приемо-передающая антенна, адаптер	\$ 80
FTTB	До 100 Мбит/с	Практически без ограничений	Оптоволоконный кабель	\$ 40
FTTH	До 1 Гбит/с	Практически без ограничений	Оптоволоконный кабель	В зависимости от расстояния до клиента

Итак, из таблицы 1 видно, что широкий спектр различных технологий доступа имеет такие же различные параметры. Каждый абонент вправе выбирать технологию подключения к сети в соответствии со своими требованиями и возможностями. При этом современный оператор телекоммуникаций, желающий занимать достойное место на рынке услуг связи, информатизации и телекоммуникационных технологий, должен предоставлять клиентам возможность выбора из всех существующих технологий.

Исходя из множества различного телекоммуникационного оборудования разных производителей, которое применяется на сетях связи Республики Узбекистан, а также применения всех выше описанных технологий, самым оптимальным решением будет не менять всё существующее оборудование на новое, а создать, поверх уже существующей и функционирующей сети, новую сеть следующего поколения, и применить мультисервисный узел абонентского доступа MSAN SI3000, который будет универсален по своей сути, и будет поддерживать все существующие технологии абонентского доступа, причем одновременно.

Выводы к главе I

В первой главе данной диссертационной работы были рассмотрены существующие и широко используемые в нашей стране технологии абонентского доступа.

Большинство провайдеров и операторов начинали развиваться на рынке телекоммуникаций в то время когда система связи состояла по большей части из традиционной сети, и абонентов POTS, поэтому технологии семейства цифровой абонентской линии xDSL получили широкое распространение, и огромное количество абонентов до сегодняшнего дня активно используют данную технологию доступа.

Позднее стали появляться беспроводные сети доступа WiMAX, Wi-Fi. Это было обусловлено появлением у абонентов мобильных устройств, ноутбуков, сотовых телефонов, с помощью которых они могли получать широкополосный доступ в сеть. Однако, наряду с высоким качеством, данные технологии беспроводного доступа отличались высокой стоимостью относительно проводных способов подключения к сети. Поэтому данный вид технологий не получил массового распространения, но до сих пор остается конкурентоспособным игроком в области предоставления доступа к сетям связи и телекоммуникаций.

И конечно, самой современной и самой надежной технологией доступа является технология доступа по оптоволоконным линиям связи. Ведь у данного вида технологий есть масса преимуществ. Это и высокое качество обслуживания сети, возможность организации широкополосного доступа, и легкая масштабируемость сети, и другие. Ценовой критерий в процессе анализа данного вида технологии доступа не столь заметен, так как он не намного выше, чем у традиционных медно-кабельных проводных технологий абонентского доступа.

В итоге, у каждой из существующих технологий абонентского доступа есть свои достоинства и недостатки, и каждая из них будет оставаться востребованной еще долгое время. Поэтому выбирать из них лучшую не приходится, а необходимо разработать концепцию, которая позволит остаться всем существующим технологиям на том же уровне, но чтобы сеть телекоммуникаций, и её архитектура приобрели порядок и стали более унифицированными.

Учитывая всё вышесказанное, а также учитывая тенденции развития сетей телекоммуникации, ориентированных на пакетную коммутацию, можно отметить необходимость модернизации сети, начиная с уровня доступа, так как этот участок сети наиболее широк, займет наибольшее время на модернизацию, и будут затрачены больше капитальных и ресурсных затрат, чем на остальные участки сети.

Исходя из результатов анализа существующих технологий абонентского доступа, была поставлена задача исследовать оптимальный вариант подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI3000.

Глава II. Обзор мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI 3000

1. Технические и функциональные особенности мультисервисного узла доступа - MSAN SI 3000

Современная телекоммуникационная среда диктует необходимость непрерывного совершенствования и модернизации сетевой инфраструктуры. Привлекательные прибыльные услуги и оптимизация эксплуатационных расходов требуют постоянного наращивания пропускной способности сетей абонентского доступа. Для удовлетворения существующих и будущих потребностей абонентов компания Iskratel разработала один продукт для эволюционного развития сетевого доступа – SI3000 Multi Service Access Node (SI3000 MSAN). SI3000 MSAN, мультисервисный узел абонентского доступа SI3000, представляет собой наиболее универсальный из существующих на данный момент вариант развертывания абонентского доступа. Он обеспечивает любые комбинации доставки высокоскоростных, мультимедийных или речевых услуг по фиксированным и беспроводным соединениям.

Узел SI3000 MSAN[37] обеспечивает реализацию мультимедийных услуг, услуг передачи речи и данных с использованием различных интерфейсов пользователя. Он является оптимальным решением для плавного внедрения услуг Triple Play или расширения их спектра для абонентов квартирного сектора и бизнес-абонентов.

SI3000 MSAN является комплексным продуктом, предназначенным для организации сетевого доступа и оказания телекоммуникационных услуг.

В настоящее время сфера оказания телекоммуникационных услуг представляет собой высококонкурентную среду: во всём мире быстрыми темпами идёт развитие и модернизация сетей, каждый год появляются новые сервисы и услуги, постоянно растёт скорость передачи данных.

Чтобы соответствовать требованиям времени, словенская компания Iskratel создала комплексный продукт SI3000 MSAN, соответствующий самым современным требованиям и предназначенный не только для построения телекоммуникационных сетей "с нуля", но и способный легко интегрироваться в существующие системы.

Комплекс SI3000 MSAN поддерживает множество используемых в настоящее время интерфейсов, в частности:

- интерфейсы, применяемые в волоконно-оптической связи;
- ADSL2+, VDSL2 и SHDSL;
- WiMAX - интерфейс, используемый как в сотовой, так и в фиксированной связи.

Благодаря этому SI3000 MSAN является гибким решением, позволяющим предоставлять абонентский доступ в различных условиях.

При создании комплекса SI3000 MSAN перед его разработчиками стояло сразу несколько задач: требовалось, чтобы он, во-первых, мог служить основой вновь создаваемых сетей, во-вторых, мог быть интегрирован в уже существующие сети и, в-третьих, и то, и другое могло быть осуществлено без чрезмерных для оператора затрат. Все три цели были достигнуты.

SI3000 MSAN совместим с различными сетевыми конфигурациями. Этот продукт может работать как с традиционными системами ТФОП, так и с IP-сетями, ориентированными на NGN/IMS. Разнообразные варианты конфигурации этого продукта позволяют использовать его в качестве различных устройств – от узла с функциями только TDM-доступа с возможностью подключения к сетям TDM, узла с функциями широкополосного доступа по xDSL и FTТх и до узла с функциями беспроводного доступа с возможностью подключения к IP-сети.

В SI3000 MSAN используется стандартизованная технология внутренней сети Gigabit and TenGigabit. Она обеспечивает высокую

пропускную способность передачи агрегированного трафика и эффективное взаимодействие абонентских плат. Такая внутренняя структура обеспечивает разнообразные варианты доступа и необходимые интеллектуальные свойства. Гарантируется резервирование и постоянная эксплуатационная готовность элементов.

SI3000 MSAN, представитель семейства продуктов плоскости доступа SI3000, является интегрированным продуктом для сетевого доступа, предоставления услуг. Он разработан в качестве уникального сетевого элемента как для новых сетей доступа, так и для существующих сетей, требующих совершенствования или модернизации. Этот продукт, созданный полностью на базе IP, оснащен пользовательскими интерфейсами и протоколами TDM, функциями шлюза на стороне сети (E1, IP) и обладает всем необходимым интеллектом. Он обеспечивает простые способы непосредственного подключения существующих абонентов ТФОП.

Наличие таких интерфейсов, как ADSL2+, VDSL2, SHDSL, Ethernet, оптоволоконный интерфейс, WiMAX для мобильной и фиксированной связи, и возможность выбора из этого набора любого требуемого интерфейса делает продукт SI3000 MSAN поистине мультисервисным устройством абонентского доступа.

Использование мультисервисного узла доступа SI3000 MSAN на сетях телекоммуникации района, города, области имеет ряд преимуществ:

- предоставление широкого спектра услуг;
- полная поддержка услуг TDM;
- управление системой;
- плавный переход к IMS;
- IP-centrex;
- SIP-абоненты;
- масштабируемость;
- сохранение инвестиций.

Кратко перечислим важные для операторов свойства SI3000 MSAN:

1. Операторский класс этого продукта имеет оптимальную для использования компоновку:

- платформа, на основе которой создан комплекс SI3000 MSAN, прошла все необходимые тесты и доказала свою безотказность в работе;

- при компоновке продукта для разных условий (густонаселённые районы, небольшие города, сельская местность) могут использоваться разные корпуса - 1U, 2U, 3U, 4U. Каждый из них соответствует ETSI. При компоновке системы для использования в мегаполисах и на различных крупных объектах могут применяться также 6U и 9U, оснащённые полками на два десятка слотов.

2. Низкий уровень эксплуатационных затрат:

- комплекс оснащён объединённой системой управления SI3000 MNS, что позволяет осуществлять интегрированный контроль элементов сети, обеспечить простое и наглядное автоконфигурирование и комбинированный контроль обработки неполадок/рабочих характеристик.

3. Модульная структура и возможности по изменению масштаба:

- начальным этапом эксплуатации является обеспечение аналогового (POTS) или доступа начального уровня к Интернету с использованием ADSL. В дальнейшем система может быть дополнена интерфейсами любого из поддерживаемых типов. Дополнительные функции могут быть обеспечены посредством установки необходимых плат или, при наличии такой возможности - модернизации существующих.

2. Архитектура современного сетевого доступа.

Основные платы MSAN

Платформа SI3000 MSAN характеризуется высокой пропускной способностью, надёжностью и эксплуатационной готовностью. Платформа SI3000 MSAN основана на промышленных стандартах и использует преимущества технологии внутренней сети Gigabit Ethernet для

взаимодействия установленных в корпусе плат. SI3000 MSAN соответствует требованиям ETSI [7] и согласно требованиям, предъявляемым к оборудованию операторского класса, предназначенному для построения современных мультисервисных сетей, имеет только фронтальный доступ к платам. Центральным компонентом платформы является плата полнодоступной матрицы коммутации и агрегирования, используемая для внешних сетевых соединений и соединений между платами SI3000 MSAN. Матрица агрегирования обеспечивает пропускную способность до 176 Gbit/s, что позволяет использовать ее в качестве транспортного Ethernet-тракта операторского класса для доставки услуг Triple Play. Реализованная на мультисервисной платформе сдвоенная звездообразная топология позволяет максимально эффективно использовать соединения между платами, обеспечивая при этом высокий уровень надежности и готовности. Осведомленность о потоке гарантирует соответствующий уровень QoS для услуг передачи голоса, видео и данных. Внешний вид и функциональные возможности плат и оборудования SI3000 MSAN представлены на рисунках (2.1 – 2.13).

На масштабируемой платформе имеются специальные монтажные позиции, называемые слотами, предназначенные для установки одной или двух коммутационных плат и различных сервисных плат, за счет чего обеспечивается гибкость окончательной конфигурации SI3000 MSAN. Простая модернизация SI3000 MSAN или замена отдельных плат может быть выполнена во время работы системы. Высокий уровень резервирования обеспечивается за счет дублирования установленной в корпусе платы агрегирующего коммутатора.



Рис. 2.1 Внешний вид SI3000 MSAN, MEA 20

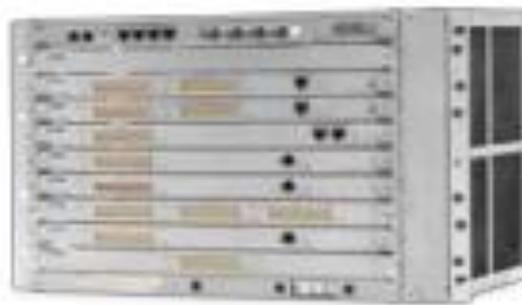


Рис. 2.2 Внешний вид SI3000 MSAN, MEA 10



Рис. 2.3 Внешний вид SI3000 MSAN, MEA 6

SI3000 MSAN поставляется в восьми различных корпусах и различных размерах, в каждом из которых используется самая современная технология охлаждения и централизованного контроля, обеспечивающая поддержание соответствующей температуры в полностью укомплектованном корпусе во время работы оборудования.

Чем меньше по размеру вариант компоновки, тем меньшее количество плат и портов в нем организовано, и соответственно он располагается тем самым ближе к пользователю.

Ниже в таблице 2 приведем основные характеристики различных вариантов компоновки MSAN SI3000.

Таблица 2.1.

Характеристики MSAN SI3000

	МЕА 20 резервирование		МЕА 10 резервирование		МЕА 6	МЕА 3	МЕА 1U
	Да	Нет	Да	Нет			
Кол-во слотов для плат	18	19	8	9	5	3	1
Макс. кол-во портов ADSL2+	1152	1216	512	576	384	192	64
Макс. кол-во портов SHDSL	576	608	256	288	160	64	32
Макс. кол-во портов VDSL2	576	608	256	288	160	96	32
Макс. кол-во комб-ных портов	864	912	384	432	240	96	48
Макс. кол-во портов FE (опт/электр)	432	456	192	216	120	72	24
Макс. кол-во портов GE (опт/электр)	180	190	80	90	50	20	10
Макс. кол-во аналоговых портов	1152	1216	512	576	320	128	64
Макс. кол-во трактов E1	288	304	128	144	80	32	16
Макс. кол-во каналов 1-GB Ethernet	36	38	16	18	10	4	2
Макс. кол-во портов WiMAX	36	38	16	18	10	4	2

Плата Fiber

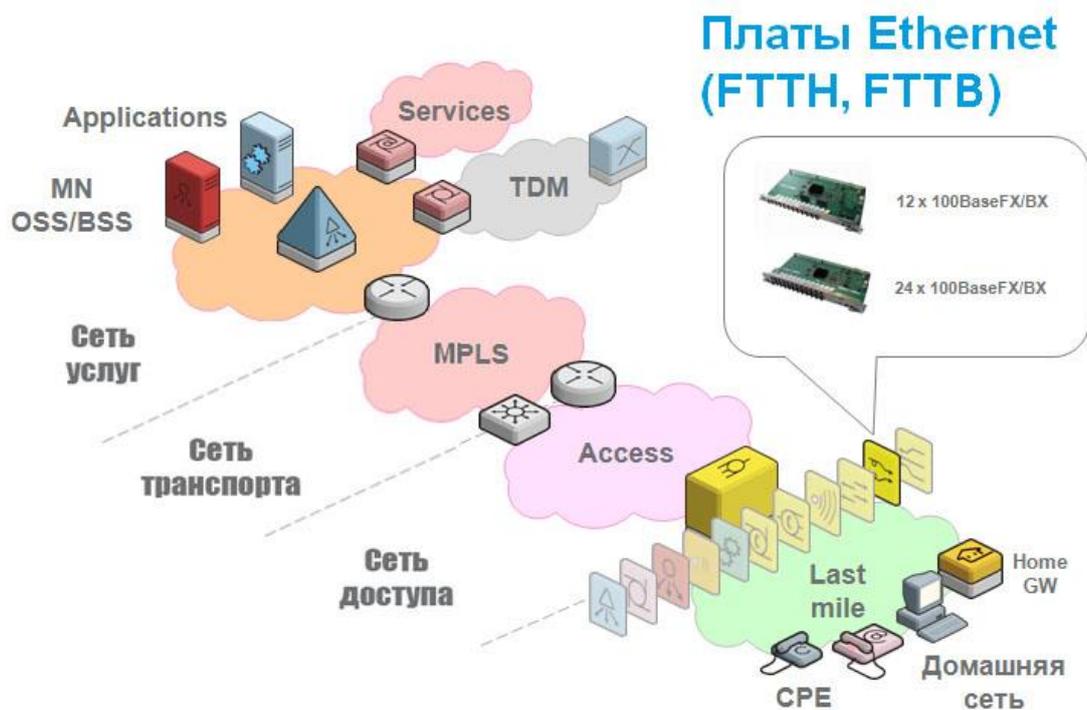


Рис. 2.4. Плата Fiber

Платы оптоволоконных линий представляют собой мощный коммутатор доступа FTTH Ethernet типа «точка – точка» (E-P2P) со всеми функциями, необходимыми для предоставления современных мультимедийных услуг абонентам квартирного сектора и бизнес-абонентам. Встроенный интеллект многоадресной передачи обеспечивает поддержку большинства современных видеоприложений, таких как IPTV, HDTV и видеоконференция.

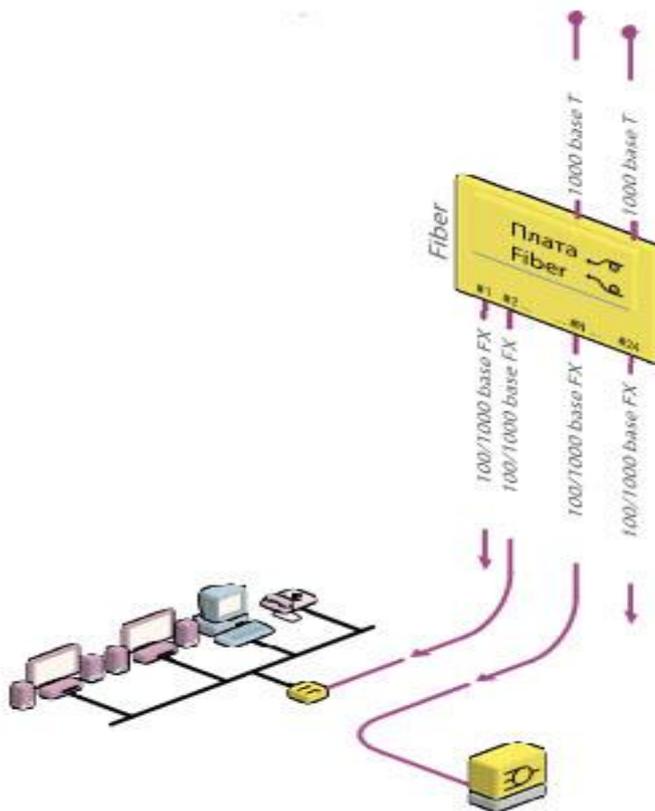


Рис. 2.5. Расположение платы Fiber в сети

Применение функций различных сетей VLAN позволяет разделить пользователей и услуги; сами платы также обеспечивают возможность организации пользовательского трафика для различных услуг в среде с несколькими провайдерами посредством различных сервисных VLAN, VPN или трактов передачи данных. В платах оптоволоконных линий SI3000 MSAN реализовано значительное большинство функций безопасности, QoS, VLAN и IGMP согласно стандарту TR-101[8], определенному Форумом DSL.

Плата Fiber обеспечивает 24 абонентских порта FE „точка-точка“ в двух вариантах. Первый вариант базируется на промышленном стандарте оптического доступа, где 24 порта доступны на плате двойной ширины. Данная плата обеспечивает большой радиус действия с очень высокими симметричными скоростями даже в неблагоприятных условиях (влажность, молния, ЭМИ и т.д.).

Второй вариант базируется на компактных модулях SFP (cSFP), которые позволяют вдвое увеличить плотность оптических портов в секции,

поддерживают диагностику оптоволоконных линий и повышают гибкость. Плата Fiber обеспечивает богатый функционал, необходимый для сетей интеллектуального доступа к услугам (ISA). Восемь выходных очередей на порт обеспечивают дифференцированное и перспективное управление восемью типами услуг.

Плата VDSL2

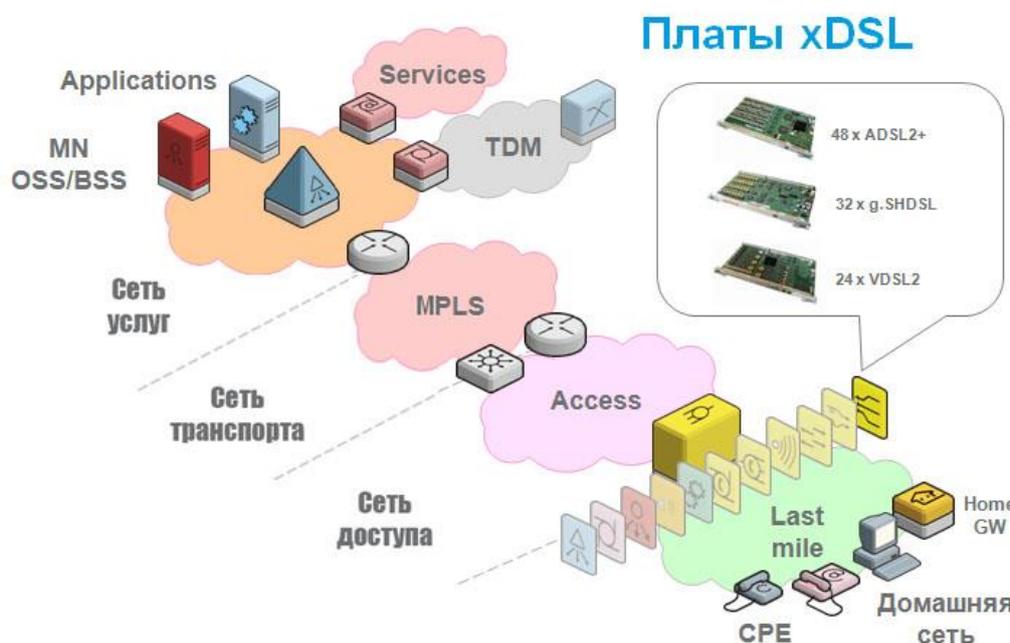


Рис. 2.6. Плата VDSL2

Для удовлетворения требований по полосе пропускания для услуг Triple Play и интерактивных услуг поставщики услуг внедряют оптоволоконные линии все глубже в сеть доступа. Как правило, для этого используется не "чистый" FTTH, а гибридный подход, в котором оптоволоконная линия подводится к удаленному узлу доступа, что позволяет уменьшить длину медного соединения, подключаемого к дому пользователя.

Данный подход позволяет максимальным образом использовать существующую медную инфраструктуру и сократить разрыв между оптикой и медной парой по пропускной способности, сэкономив при этом средства и время на развертывание оптоволоконной линии до терминального оборудования

конечных пользователей. Предполагается, что удаленные DSLAM будут поддерживать функционирование в нескольких режимах с различными типами абонентов. Наиболее важным из которых является VDSL2.

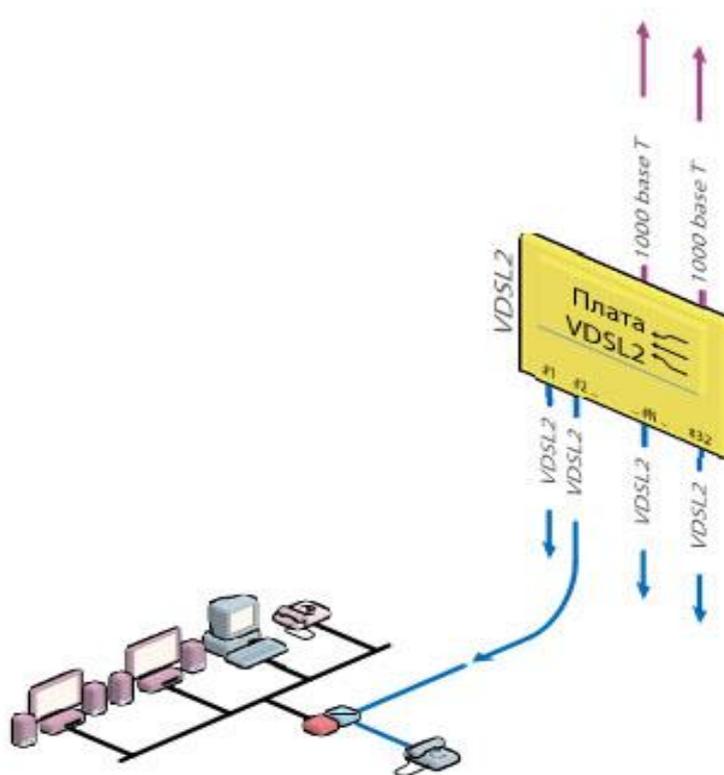


Рис. 2.7. Расположение платы VDSL2 в сети

Плата VDSL2 обеспечивает 32 абонентских порта VDSL2. Благодаря наличию гибкого сетевого процессора она обеспечивает расширенные сетевые возможности. Полностью совместимая новейшая технология VDSL2 является идеальным решением как для подключения частных пользователей, так и корпоративных.

Технология VDSL2 обеспечивает на коротких линиях до 150 Мбит/с агрегированного трафика. Мультимегабитные услуги доступны даже на удалении свыше 3,5 км. Переход на ADSL2+ обеспечивает совместное использование сервисов VDSL2 и ADSL2+. Повторная передача является последней и очень эффективной техникой устранения проблем, связанных с импульсным шумом, поэтому IPTV обеспечивается на медных линиях даже с достаточно низким качеством.

Плата ADSL2+



Рис. 2.7. Плата ADSL2+

Платы ADSL2+ обеспечивают установление высокоскоростных соединений, являющихся основой для реализации всех остальных мультимедийных услуг, которые оператор планирует предоставлять своим конечным пользователям. Каждая плата обеспечивает разделение услуг и пользователей посредством различных функций VLAN. Кроме того, плата распределяет пользовательский трафик, генерируемый различными услугами, по различным сервисным сетям VLAN или трактам передачи данных.

Механизм поддержки качества обслуживания реализован на основе VLAN. Определены очереди мультисервисного обслуживания и механизмы планирования, позволяющие назначать приоритеты чувствительному к задержкам трафику, передавать критически важные данные и исключать ситуации блокировки процесса обработки низкоприоритетных услуг. Манипулируя параметрами QoS внутри Ethernet-пакетов (в соответствии с IEEE 802.1p), эти платы обеспечивают одновременное предоставление всех компонентов высококачественных услуг Triple Play.

Плата ADSL2+ с 64 универсальными портами ADSL2+ позволяет заменить или модернизировать телефонный доступ POTS или ISDN до уровня мультисервисного широкополосного доступа. Поддерживаются

различные типы ADSL (ADSL, ADSL2, ADSL2+, Annex A, B, L и M), а также соответствующие сплиттеры.

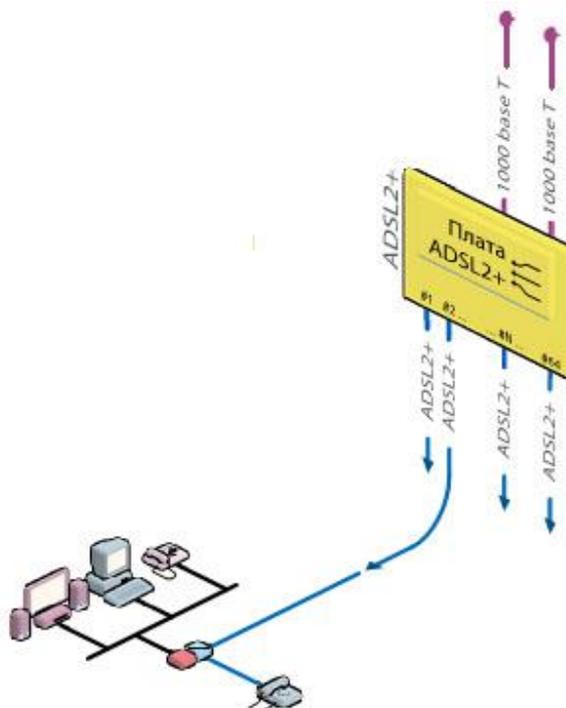


Рис. 2.8. Расположение платы ADSL2+ в сети

Плата ADSL2+ обеспечивает необходимую производительность обработки для поддержки сигнализации многоадресной передачи и репликации многоадресного трафика в выделенный порт пользователя. Гарантируется поддержка усовершенствованных услуг, таких как IPTV.

Комбинированная плата POTS/ADSL2+



Рис. 2.8. Плата POTS/ADSL2+

На комбинированной плате содержится 48 комбинированных портов POTS и DSL. Архитектура платы обеспечивает доставку как традиционных речевых услуг, так и новых услуг широкополосной передачи данных по каждой линии, при этом линейная плотность не ухудшается и сохраняется возможность параллельной (а не попеременной) реализации обоих типов услуг.

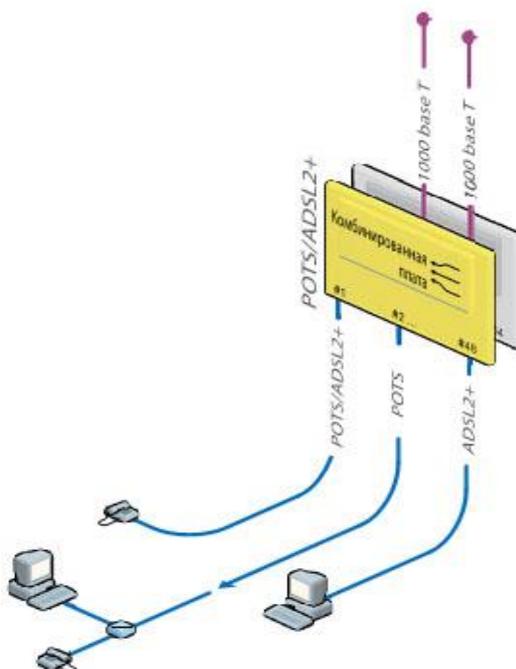


Рис. 2.9. Расположение платы POTS/ADSL2+ в сети

Благодаря использованию комбинированного порта POTS-DSL на каждой абонентской линии, узел доступа обеспечивает сохранение емкости абонентов POTS, в то время как доля абонентов DSL растет. Устранение сплиттеров POTS существенно снижает сложность системы и улучшает показатели общего технического обслуживания.

Поскольку интерфейсы DSL и POTS уже представлены на каждой линии, нет никакой необходимости физической модификации или реконфигурирования узла доступа.

Вместо постоянного перераспределения ресурсов для получения желаемых пропорций емкостей POTS и DSL операторы связи могут просто

назначать требуемые услуги с помощью программных команд из удаленной системы управления.

Плата POTS

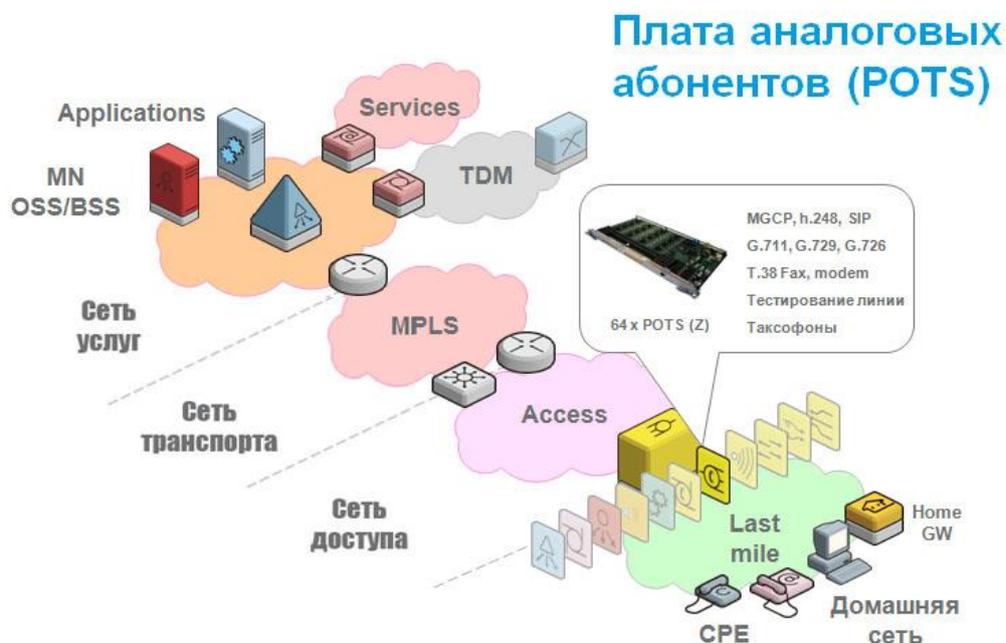


Рис. 2.10. Плата POTS

На плате POTS реализовано 64 порта для традиционной аналоговой телефонной связи (POTS), используемые для подключения абонентов квартирного сектора и бизнес-абонентов. Плата POTS, обеспечивающая поддержку всех необходимых речевых услуг, играет роль “моста” между сетями с коммутацией каналов и коммутацией пакетов. Плата работает под управлением TDM-коммутатора по протоколу V5.2, реализуемому платой шлюза доступа, или программного коммутатора с использованием протоколов MGCP, H.248, SIP.

Плата POTS является идеальным решением, позволяющим операторам модернизировать свои базовые сети до уровня IP-сети следующего поколения, сохраняя при этом существующую инфраструктуру абонентских линий.

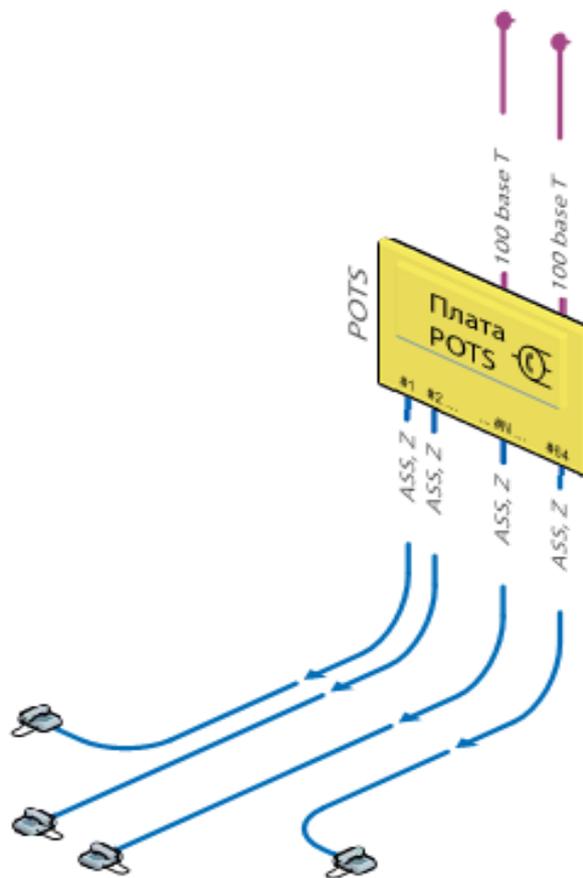


Рис. 2.11. Расположение платы POTS в сети

Плата поддерживает следующие аудиокодеки G.711, G.723.1, G.726 и G.729 A / AB, выбор которых осуществляется в процессе эксплуатации в соответствии с конкретными требованиями. [32]

Плата POTS уже апробирована в эксплуатационных условиях и с самого начала обеспечивает беспрепятственное взаимодействие с программным коммутатором SI3000 (Call Server); уже подтверждена также возможность взаимодействия с программными коммутаторами сторонних производителей.

Плата WiMAX

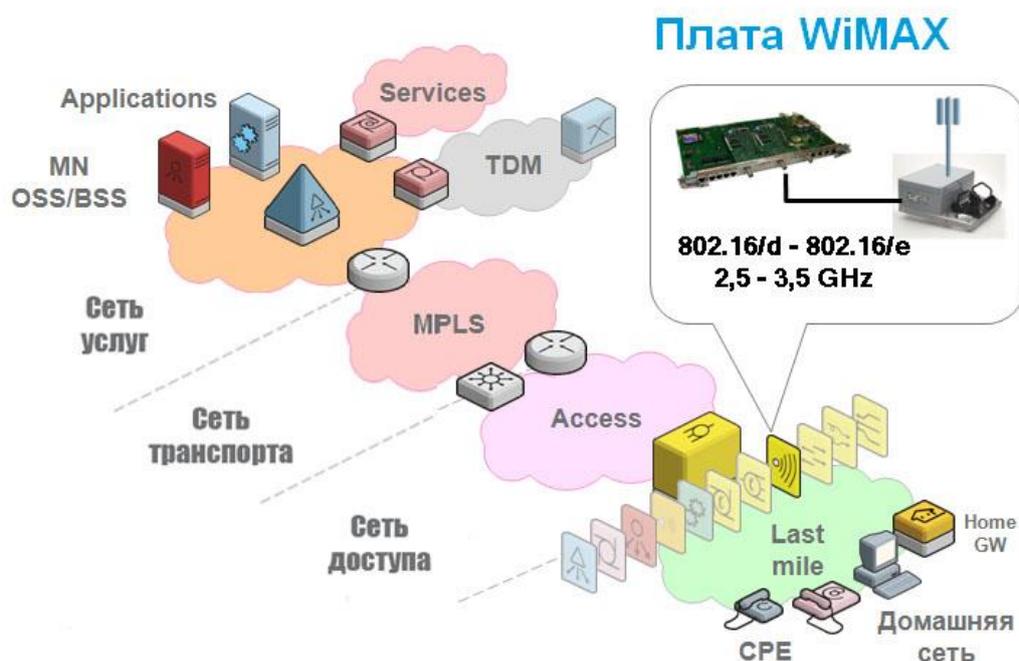


Рис. 2.12. Плата WiMAX

Плата WiMAX обеспечивает для стационарных, “кочующих” и мобильных абонентов возможность широкополосной беспроводной связи в пределах зоны обслуживания размером до 50 км. Она представляет собой платформу операторского класса с высокой пропускной способностью, позволяющую предоставить бизнес-абонентам и абонентам квартирного сектора возможность подключения к широкополосным соединениям с использованием одной базовой станции.

В основу платы положены первоклассные технологии, такие как OFDM-модуляция, гарантирующие работу системы в условиях прямой видимости и не прямой видимости (то есть, в городской среде). Основными компонентами архитектуры WiMAX являются абонентская станция и базовая станция (BS), управление которыми осуществляет система MN точно так же, как и другими продуктами SI3000.

Архитектура развертывания SI3000 WiMAX поддерживает использование стационарных абонентских станций 802.16d и мобильных абонентских станций 802.16e WiMAX. Стратегия развертывания WiMAX,

предлагаемая компанией Iskratel, предусматривает сосуществование обеих технологий и будущее развитие средств доставки мобильных мультимедийных услуг. Использование технологий .16d и .16e – это путь к решениям по созданию полностью мобильной сети 4G.

Благодаря своей архитектуре, интерфейсам и простоте интеграции в сеть эта плата позволяет осуществлять доставку высококачественных речевых услуг и обеспечивать высокоскоростной доступ в Интернет, включая услуги потоковой передачи данных.

Это решение является экономичным, “беспроводным” дополнением к проводным системам xDSL. Решение SI3000 MSAN WiMAX позволяет доставлять широкополосные услуги абонентам квартирного сектора, пользователям SOHO и предприятий малого и среднего бизнеса (SME), обеспечивая высокую производительность, низкие затраты на обеспечение покрытия в зоне обслуживания и высокую эффективность использования спектра.

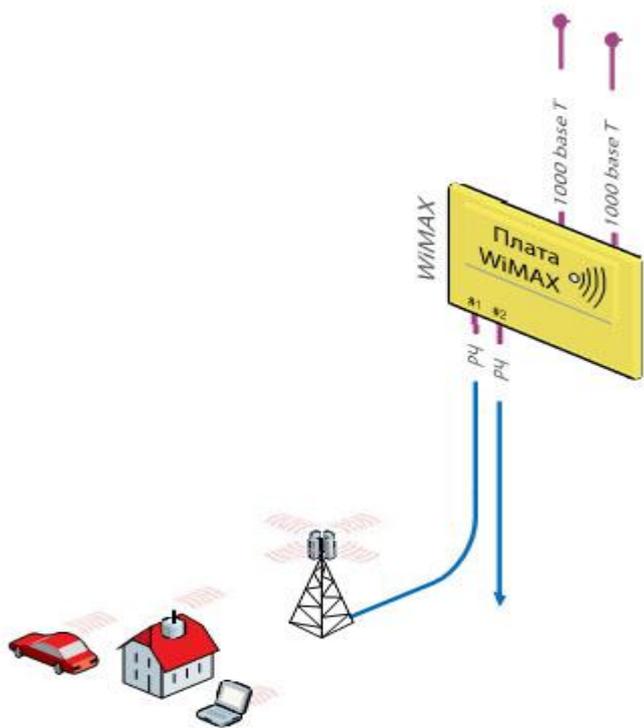


Рис. 2.13. Расположение платы WiMAX в сети

3. Типовые способы развертывания SI3000 MSAN

SI3000 MSAN обеспечивает эффективную доставку услуг Triple Play. Применение новейших протоколов и новой усовершенствованной линейки домашних шлюзов гарантирует конечным пользователям неизгладимые впечатления от его работы.

На первом этапе развития сети телекоммуникаций оператор использует только технологию доступа POTS или средства базового web-доступа по ADSL2+. Затем, по мере необходимости, он может добавлять или модернизировать пользовательские интерфейсы любого типа. Если возникает потребность в дополнительных абонентских портах, сетевому администратору достаточно лишь установить в корпус дополнительную плату. Развертывание дополнительных функций осуществляется опять же путем установки соответствующей платы или модернизации уже существующей. [33]

Продукт SI3000 MSAN построен на очень надежной, тщательно протестированной и апробированной платформе (MEA) компании Iskratel.

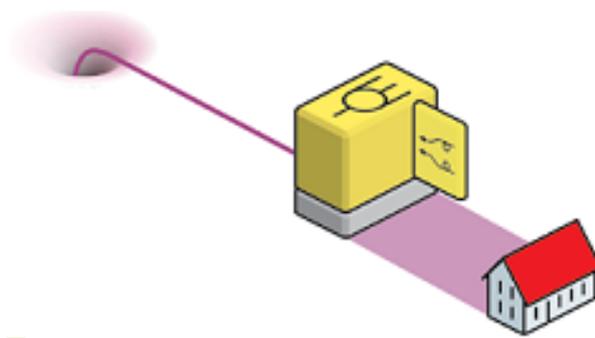


Рис. 2.14. Схема доступа по FTTH

Доступ по оптоволокну: коммутатор FTTH для Ethernet-доступа по оптоволокну типа P2P (точка – точка).

Этот вариант используется в качестве узла доступа и обеспечивает максимально возможную полосу пропускания и неограниченные

возможности по реализации услуг. SI3000 MSAN обеспечивает возможность сценариев реализации с FTTH или FTTx.

Доступ по DSL:

IP DSLAM с полномасштабной производительностью IPTV.

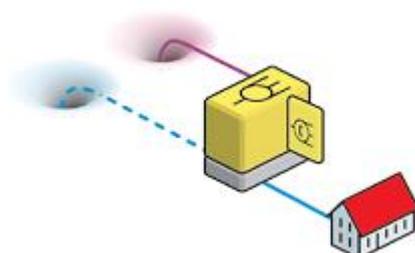


Рис. 2.15. Схема доступа по DSL

Этот вариант включает в себя дублированные интерфейсы Gigabit Ethernet, обеспечивающие надежную доставку услуг Triple Play по медным проводным соединениям. Высокоэффективные интерфейсы DSL представляют конечную стадию применения существующих соединений.

Доступ по аналоговым (POTS) абонентским линиям: узел доступа TDM.

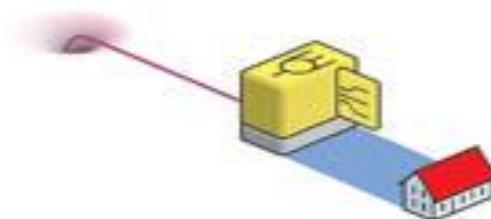


Рис. 2.16. Схема аналогового доступа POTS

Узел доступа с абонентскими аналоговыми (POTS) портами и сетевыми портами IP позволяет устранить разрыв между сетями с коммутацией каналов и коммутацией пакетов. Он обеспечивает объединение сигнализации

и речевых сигналов между сетью TDM (восходящие каналы E1, сигнализация V5.2) и сетью NGN (восходящий канал Ethernet, MGCP, H.248, SIP). Соединения POTS можно легко модернизировать путем добавления других широкополосных сетевых/пользовательских интерфейсов.

Беспроводный доступ WiMAX: базовая станция для фиксированного и мобильного доступа для передачи данных.

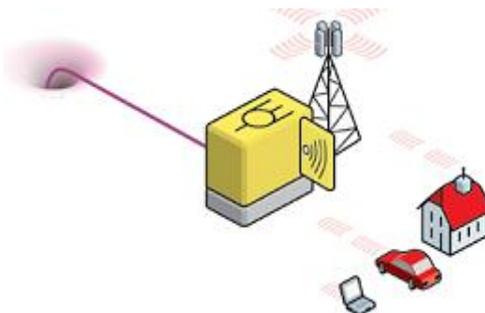


Рис. 2.17. Схема беспроводного доступа WiMAX

Целью реализации такого типа доступа является предоставление средств связи для удаленных или труднодоступных районов, в которых невозможно использовать традиционную проводную инфраструктуру. Этот вариант используется как заменитель широкополосного доступа “на последней миле” или для организации транзитных каналов в точках доступа (hotspot) и в инфраструктуре сотовых операторов. SI3000 MSAN поддерживает доступ WiMAX как для фиксированной, так и для мобильной связи.

4. Система управления SI3000

Система управления SI3000 (SI3000 MNS) предоставляет операторам и сетевым администраторам унифицированные, мощные, масштабируемые и экономичные средства управления, позволяющие им осуществлять централизованное управление тысячами сетевых элементов. Система SI3000 MNS состоит из ряда приложений, совместно использующих

унифицированный интерфейс пользователя; к ним обеспечивается доступ со стороны приложения верхнего уровня – Management Center.

Приложение Management Center предоставляет операторам удобную для пользователя, легко настраиваемую графическую среду, доступ к которой осуществляется на основе назначаемых полномочий. Кроме того, оно поддерживает управление инвентарными данными, централизованное управление политикой безопасности, сопровождение данных топологии и выполнение обычных процедур технического обслуживания.

Приложение Network Element Manager предоставляет основные функции управления отказами, конфигурацией тарификацией, производительностью и безопасностью (FCAPS) для всех типов управляемых сетевых элементов.

Функция обеспечения значительно упрощена благодаря встроенному серверу автоконфигурации (Auto-Configuration Server ACS). Использование сервера ACS дает операторам преимущества, выражающиеся в автоматическом конфигурировании смонтированных сетевых элементов в автоматических обновлениях программного обеспечения, в более быстрой замене элементов, что в общей сложности способствует значительному сокращению эксплуатационных расходов.

Приложение Fault Manager представляет собой специализированную платформу контроля аварийных сигналов, которая обеспечивает иерархическое представление управляемой сети, включая графическое отображение информации о состоянии управляемых элементов. Приложение Fault Manager обеспечивает централизованный контроль «жизненного цикла» аварийных сигналов, поддерживает механизмы генерирования отчетов, интерактивный и автономный анализ событий в сети, а также полнофункциональную обработку аварийных сигналов.

Приложение SI3000 Performance and Quality Manager занимается сбором данных о рабочих характеристиках сети, их анализом и представлением.

Функции и объектная модель системы SI3000 MNS основаны на спецификациях, разработанных Международным союзом электросвязи (ITU) и организацией TeleManagement Forum (TMF). При разработке систем поддержки эксплуатации и бизнеса и соответствующего программного обеспечения компания Iskratel руководствуется инициативой eTOM (Enhanced Telecom Operations Map) в рамках концепции NGOSS. Оно генерирует уведомления о выходе за пороговые значения, установленные для определенных рабочих параметров, осуществляет сбор статистических данных в онлайн-режиме и анализ хронологических событий. Это приложение подготавливает технические и административные отчеты, выполняет посреднические функции при измерении показателей качества обслуживания и анализ тенденций.

Центральная база данных управления

Централизованная архитектура контроля и администрирования сетевых элементов с использованием SI3000 MNS обеспечивает возможность доступа ко всем функциям управления без необходимости знать, где актуальные абоненты или другие ресурсы физически расположены. SI3000 MNS обеспечивает гомогенный просмотр для всех сетевых элементов идентичной версии, как если бы это был всего один сетевой элемент. Функция массового обеспечения (provisioning) позволяет оператору выполнять действия применительно к нескольким сетевым элементам, помимо того, доступны мастера (wizards) для выполнения наиболее частых и комплексных операций.

Масштабируемое развертывание

Система SI3000 MNS может быть установлена на экономичных аппаратных платформах в соответствии с требованиями, предъявляемыми к конкретному варианту управления сетью. При необходимости управления сетью малого размера система SI3000 MNS устанавливается на одиночном сервере. Для крупных сетей требуется распределенная установка SI3000 MNS с использованием многоплатной серверной аппаратной архитектуры. Для

решений по управлению и мониторингу, устойчивых к отказам или авариям, предусмотрена возможность работы на базе кластерной структуры.



Рис. 2.18. Интерфейс приложения системы управления

Преимущества системы SI3000 MNS

- Централизованное управление и мониторинг сетевых элементов Iskratel и сторонних производителей
- Интеграция с системами поддержки эксплуатации (OSS) и системами поддержки бизнеса (BSS)
- Унифицированный графический интерфейс пользователя для всех семейств сетевых элементов
- Массовое конфигурирование и эксплуатация на основе мастер-программ (wizard)
- Функции сервера актоконфигурирования (ACS)
- Многопользовательская среда управления
- Нарастиваемая емкость системы
- Более низкие эксплуатационные расходы

Во второй главе данной диссертационной работы были рассмотрены функциональные возможности, структура построения, состав электронных план и прочее мультисервисного узла абонентского доступа модели SI3000 MSAN, словенской фирмы-производителя «Iskratel», который предлагается в качестве оптимального решения в процессе модернизации «последней» мили сети телекоммуникаций Республики Узбекистан. Изучены технические и функциональные характеристики узла, рассмотрены варианты компоновки всепогодных шкафов, проведен обзор системы управления данным устройством.

Учитывая результаты исследования мультисервисного узла абонентского доступа модели SI3000, и ее возможности для оперативно быстрой организации узла предоставления интерактивных услуг и организации участка «последней» мили, было принято решение разработать оптимально эффективный проект подключения абонентов к данному узлу доступа. В связи с этим, в следующей главе 3 будем проводить исследование варианта подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI3000. А также будет произведен математический расчет требуемой полосы пропускания, при организации сети доступа абонентам Юнус-Абадской АТС города Ташкента.

Глава III. Исследование варианта подключения конечного абонента с применением мультисервисного узла доступа MSAN SI 3000

1. Принцип применения узла MSAN SI 3000 для организации комплексной связи в условиях среднего города

Целью данной работы является исследование оптимального варианта построения «последней» мили в процессе модернизации существующей сети, на базе оборудования мультисервисных абонентских концентраторов. Необходимость модернизации сети связана с общей тенденцией развития телекоммуникационных комплексов, выраженной в концепции перехода от традиционной сети связи с коммутацией каналов к сети связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network). Возможности сети NGN были описаны ранее, но основными преимуществами являются удобство подключения и быстрая интегрируемость.

Необходимость модернизации телефонной сети и перехода на NGN сети обуславливают следующие тенденции:

- рост объемов голосового трафика, передаваемого по пакетным сетям;
- рост объема трафика Интернет и его превышение над голосовым;
- рост конкуренции на рынке традиционных услуг связи: телефонии, доступа в сеть Интернет, аренды каналов и др.

Существующая городская телефонная сеть (ГТС) г. Ташкента – является сетью с кольцевой архитектурой. Помимо межузловой и межрайонной кольцевой структуры необходима была установка определенных транспортных маршрутизаторов и мультиплексоров, а в случае применения NGN сети и мультисервисных узлов доступа типа MSAN, появляется возможность оперативного управления номерной емкостью, развитием сети доступа до других узлов, быстрый доступ до операторов Интернет и т.д. и т.п.

Следовательно, с целью постепенного перехода к современным сетям телекоммуникаций с коммутацией пакетов, необходимо организовать поверх этой существующей кольцевой архитектуры сети, новую сеть на базе мультисервисных узлов широкополосного доступа типа MSAN. Каждый мультисервисный концентратор MSAN, является основным узлом входящей/исходящей связи на своем участке. Следовательно, есть возможность организовать их эксплуатацию непосредственно на участках телефонных станций, а также далее по иерархической архитектуре на местах распределительных шкафов, щитах, вблизи домов, в подъездах зданий.

Управление данной сетью будет происходить согласно четырехуровневой модели построения сети. Во-первых, уровень управления отделен физически от остальных уровней сети пограничными контроллерами SBC, а также экранами Firewall. Данные средства обеспечения политики безопасности позволяют отражать атаки, угрозы, факты несанкционированного доступа из сети, а также фильтровать инициированные сессии, тем самым ядро управления всей сети находится в полной безопасности и может функционировать и управлять сетью.

Мультисервисный узел доступа MSAN поддерживает установку плат шлюза доступа. Это позволяет стыковать новую сеть с традиционными сетями TDM, так как медиашлюз поддерживает SIP протокол с одной стороны, и сигнализацию OKC№7 с другой. Поэтому процесс внедрения новой архитектуры будет практически безболезненным, и не будет необходимости менять полностью архитектуру уже существующей сети. Говоря другими словами, мультисервисный узел абонентского доступа MSAN SI3000 позволяет интегрироваться в существующую сеть без особых капитальных и ресурсных затрат, что будет особо выгодно операторам связи.

Принцип организации сети связи в городе с применением узлов доступа типа MSAN приведено ниже на рисунке 3.1.

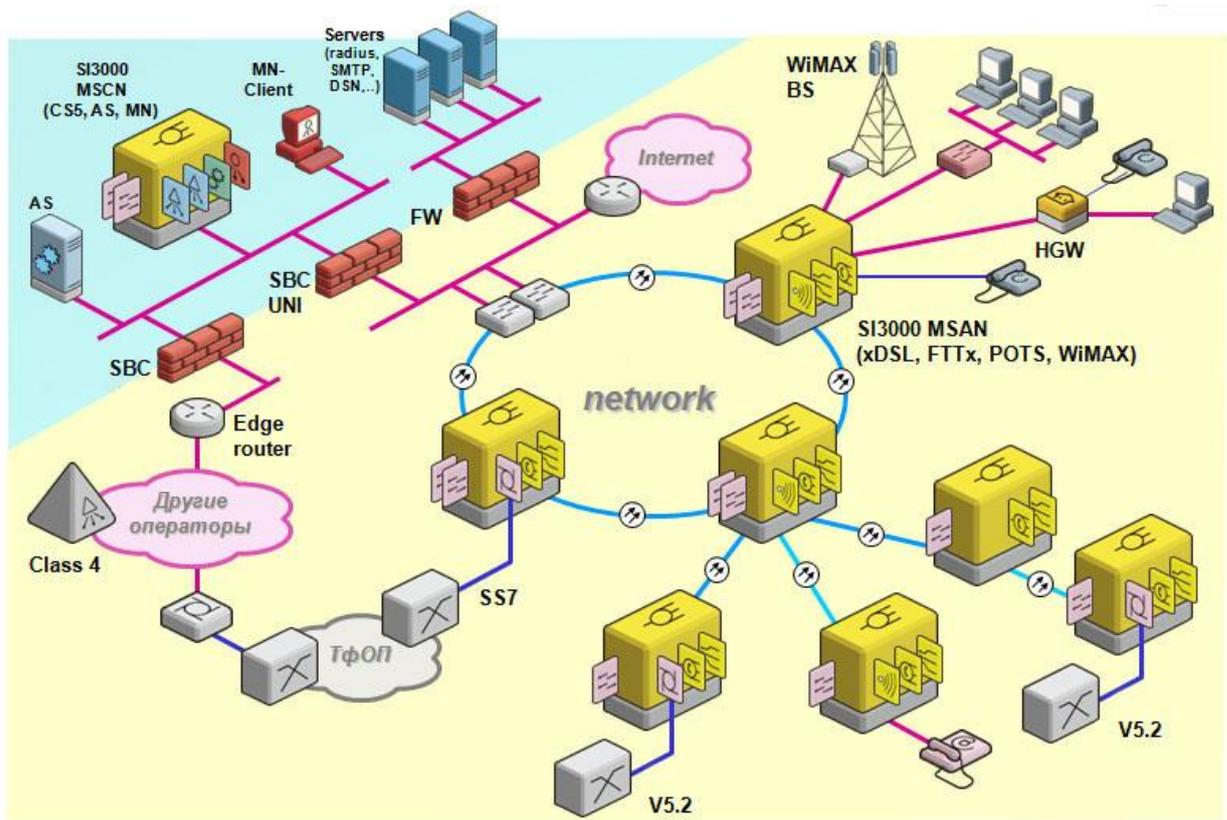


Рис. 3.1. Архитектура сети NGN на базе технологии MSAN

В настоящее время ситуация на существующей сети телекоммуникаций такова, что операторы и провайдеры телекоммуникаций организовали целый ряд технологий абонентского доступа к сети своим абонентам, причем применяя различные технологии доступа на одном участке. Это и применение блокираторов, это и применение кабельных модемов и усилителей, это и частотное уплотнение линейного спектра кабелей связи. Это значит, что отсутствует определенный порядок в организации участка широкополосного доступа абонентам сети – разнообразные технологии, разнообразные топологии, разнообразные транспортные и кабельные сети.

В соответствии с целями и задачами исследования данной магистерской диссертации, и учитывая преимущества применения мультисервисных узлов доступа MSAN необходимо разработать оптимальный вариант построения сети доступа.

В связи с этим, был разработан оптимальный вариант подключения конечных абонентов с применением мультисервисного узла доступа MSAN на примере использования модели SI3000. На рисунках 3.2 и 3.3 показана текущая ситуация на сети телекоммуникаций, и архитектура сети после модернизации участка сети доступа на базе технологии MSAN SI3000 соответственно.

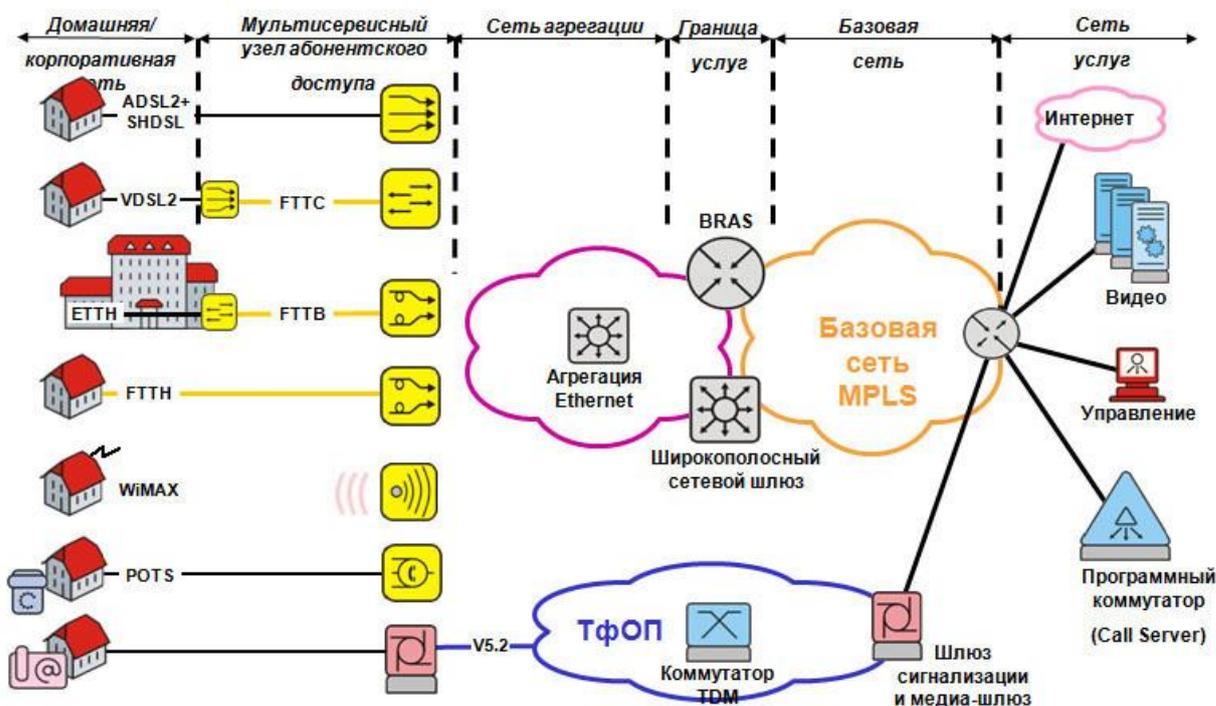


Рис. 3.2. Текущая ситуация на сети телекоммуникаций

Как видно из рисунка 3.2, каждая из описанных в первой главе существующих технологий абонентского доступа – присутствует на сети телекоммуникаций. Последняя миля, организованная для каждой из этих технологий, естественно будет индивидуальной. Следовательно, учитывая интенсивный рост числа потребителей широкополосного доступа, масштаб участка последней мили будет расти с каждым днем, а его разрозненность будет нарастать.

Поэтому, с целью оптимизировать и унифицировать участок «последней» мили, предлагается применить технологию мультисервисного узла абонентского доступа, который позволит объединить все существующие

технологии подключения абонентов к сети в одно устройство. А это в свою очередь позволит сократить капитальные и ресурсные затраты на эксплуатацию и обслуживание.

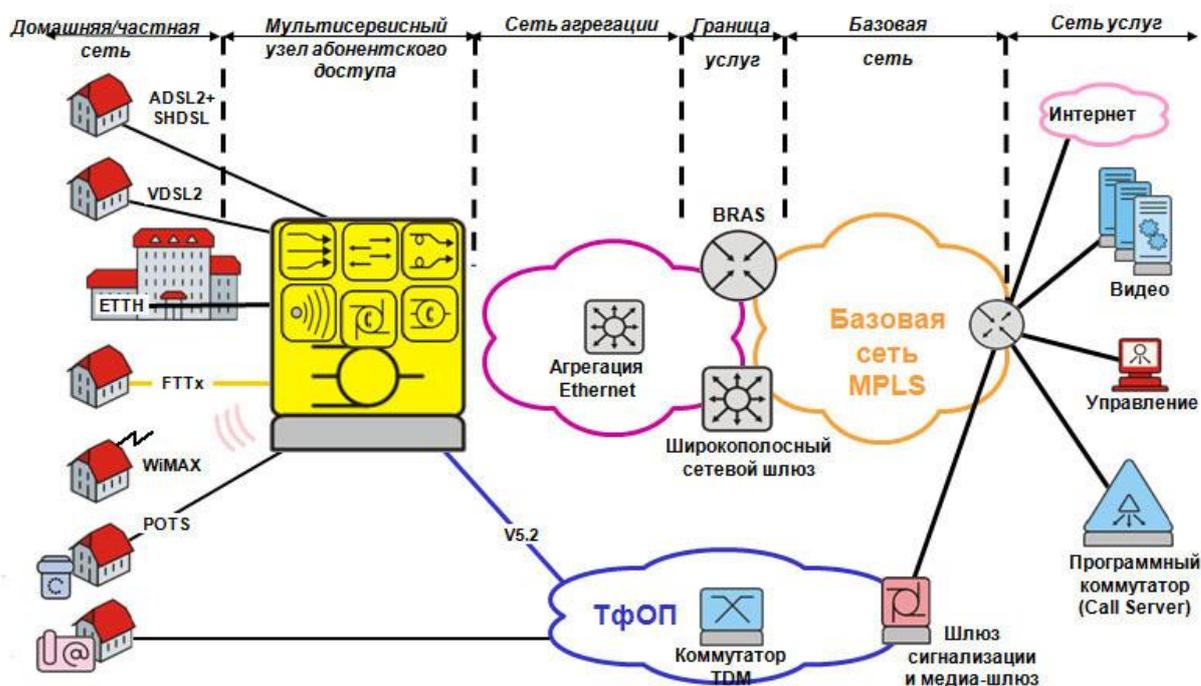


Рис. 3.3. Архитектура сети телекоммуникаций после модернизации участка сети доступа

Платформа SI3000 MSAN характеризуется высокой пропускной способностью, надежностью и эксплуатационной готовностью. Платформа SI3000 MSAN основана на промышленных стандартах и использует преимущества технологии внутренней сети Gigabit Ethernet для взаимодействия установленных в корпусе плат. SI3000 MSAN соответствует требованиям ETSI и согласно требованиям, предъявляемым к оборудованию операторского класса, предназначенному для построения современных мультисервисных сетей, имеет только фронтальный доступ к платам.

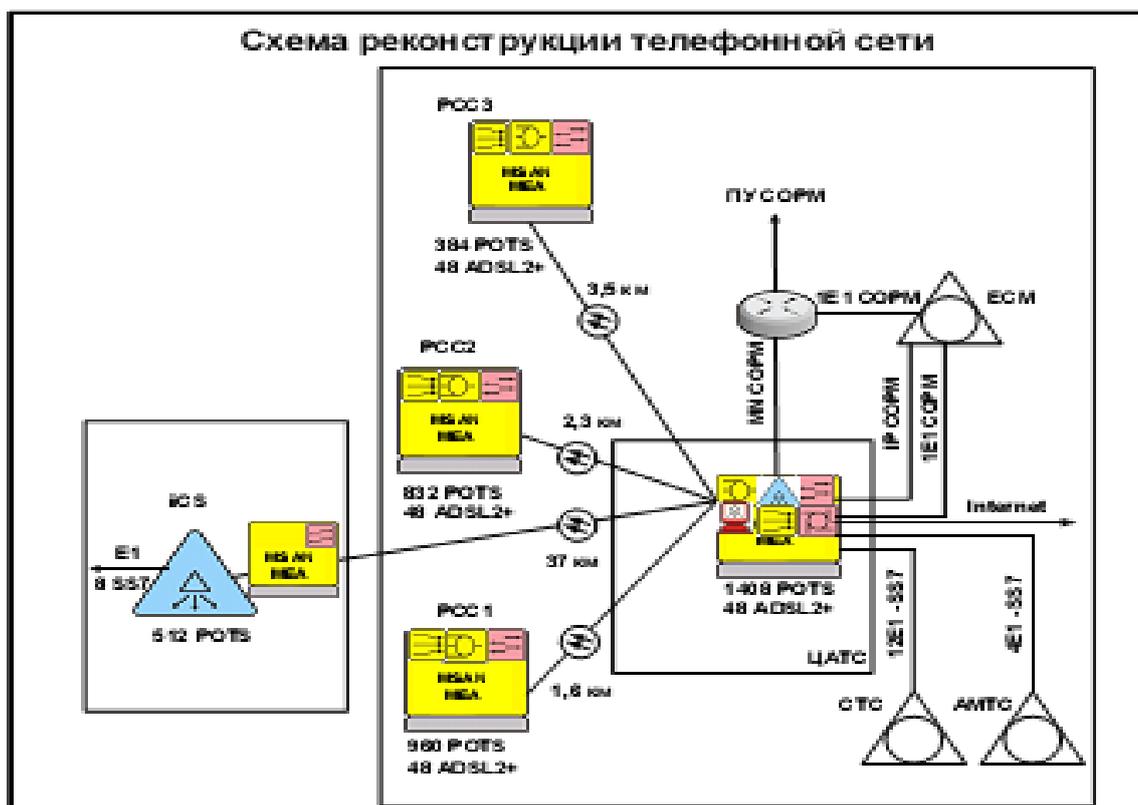


Рис. 3.4. Схема реконструкции телефонной сети

Архитектура платформы без ограничений Центральным компонентом платформы является плата полнодоступной матрицы коммутации и агрегирования, используемая для внешних сетевых соединений и соединений между платами SI3000 MSAN. Матрица агрегирования обеспечивает пропускную способность до 176 Gbit/s, что позволяет использовать ее в качестве транспортного Ethernet-тракта операторского класса для доставки услуг Triple Play. Реализованная на мультисервисной платформе сдвоенная звездообразная топология позволяет максимально эффективно использовать соединения между платами, обеспечивая при этом высокий уровень надежности и готовности.

Осведомленность о потоке гарантирует соответствующий уровень QoS для услуг передачи голоса, видео и данных.

Достоинства семейства SI-3000:

- конвергенция фиксированных и мобильных сетей;
- целостное понимание проблем постановки сети;
- модульная архитектура линейки продуктов;
- масштабируемый архитектурный дизайн в соответствии с принципом «плати по мере роста», применимость общих решений, целью которых является обеспечение возможности взаимодействия и готовность к любому пользователю и к любому типу услуги;
- все продукты совместимы с прошлым и готовы к будущему.

Операторское решение SI-3000 компании Iskratel состоит из трех главных продуктов:

– OSAP (Open Service&Application Plane) – плоскость услуг и приложений с аппаратно программной реализацией MCS – мультимедийные услуги, CAS – сервер приложений, MAS – сервер мобильных приложений, CC – контакт центр, IVRS – услуги IVR;

– MSCP (Multiservice Control Plane) – плоскость управления с аппаратнопрограммной реализацией MSCN – мультисервисный узел управления, в состав которого входит: AS (Application Server) – сервер приложений, CS (CallServer) – программный коммутатор (Softswitch), iCS – интегрированный программный коммутатор (Softswitch), SMG (Signaling and Media Gateway) – шлюз сигнализации и медиа шлюз управляемые единым центром MN (Management Node);

– MSAP (Multiservice Access Plan) – плоскость доступа, основой которого является MSAN – мультисервисный узел доступа (IP-DSLAM) с коммутатором Ethernet-switch и доступом к TDM по V5.2 и возможностью подключения: POTS доступ (AAL1 по стыку Z); xDSL доступ (ADSL2, ADSL2+; SHDSL; VDSL); Fiber доступ (FTTx–FE, GE); BWA доступ (WiMAX).

Мультисервисный узел коммутации и доступа представляет собой мультисервисную платформу который полностью адаптирован для работы в сетях с коммутацией каналов и коммутацией пакетов.

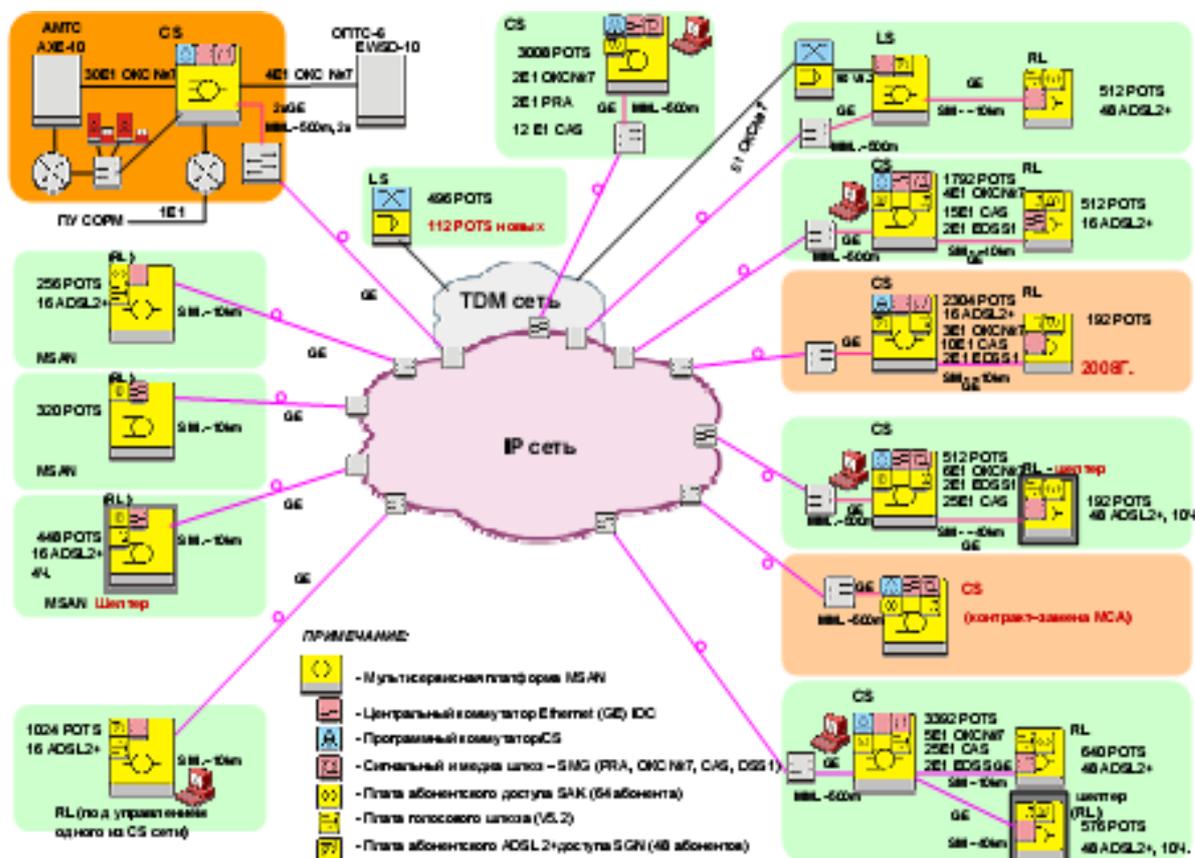


Рис. 3.4. Комплексное решение на базе SI3000 MSAN

Узел предполагает возможности мультисервисного доступа и имеет функции интегрированного программного коммутатора (Call Server), мощный процессор, пул цифровых сигнальных процессоров (DSP), встроенные TDM-коммутатор и встроенный IP DSLAM-мультиплексор доступа цифровых абонентских линий с IP функциями. MSAN построен на базе IP-Ethernet-DSLAM – iPBAN, обеспечивающий подключение различных технологий абонентского доступа (xDSL, Fiber, BWA) на одной аппаратно-программной платформе и позволяет осуществлять подключение к сетям

передачи данных/IP-сетям через Fast Ethernet или Gigabit Ethernet (или по интерфейсам E1/IMA, STM-1 или ATM).

- шлюза доступа AG на 32 тракта TDM E1 для подключения к коммутатору каналов TDM SN по V5.2, содержит медиа-шлюз для обеспечения преобразования речи TDM в цифровые аудиопакеты RTP/RTCP и шлюз сигнализации для преобразования сигнализации V5.2 в сигнализации сетей IP (MGCP, H.323); плата подключается к сети TDM 32 трактами E1 интерфейсом V5.2, а к сети IP двумя интерфейсами 1000 Base-T GbE;

- плата SGM SHDSL обеспечивает 32 универсальных абонентских портов платы splitter SSI или односхемные ФНЧ на кроссе MDF;

- плата SHDSL и подключается по интерфейсу 100 Base-T к коммутатору Ethernet;

- шлюза доступа AG на 32 тракта TDM E1 для подключения к коммутатору каналов TDM SN по V5.2, содержит медиа-шлюз для обеспечения преобразования речи TDM в цифровые аудиопакеты RTP/RTCP и шлюз сигнализации для преобразования сигнализации V5.2 в сигнализации сетей IP (MGCP, H.323); плата подключается к сети TDM 32 трактами E1 интерфейсом V5.2, а к сети IP двумя интерфейсами 1000 Base-T GbE;

2. Преимущества предлагаемого варианта подключения конечных абонентов посредством узла MSAN SI 3000

Основные преимущества:

- Один продукт для архитектур NGN и переходного периода;
- Два поколения сетевых технологий NGN & POTS/TDM, внедренных в тот же самый продукт;
- Поддержка современных услуг Triple Play: передачи речи, видео и данных;
- Решения для любой среды и для любого абонента;

- Централизованное управление для мультисервисных сетевых элементов.

- ◆ **Операторское решение**
 - Высокая плотность портов на единицу объема;
 - Низкое электропотребление;
 - Высокая надежность;
 - Поддержка многооператорской среды;
 - Поддержка EAPS (50ms).

- ◆ **Большой спектр интерфейсов:**
 - Сеть: GE, CWDM;
 - Данные: ADSL2+, VDSL2, SHDSL, FTTH, GE, WiMAX;
 - Голос: POTS, E1 (SS7, DSS1, V5.2, CAS);
 - Высокая масштабируемость;
 - Централизованное управление;
 - Режим автоконфигурации элементов;
 - Множественные операции.

- ◆ **Унификация:**
 - Платы могут установлены в любую секцию;
 - В секции могут быть установлены различные платы в любой комбинации;
 - Управление платами с различными версиями SW и HW.

- ◆ **Реальная поддержка TriplePlay:**
 - Управление мультикаст-группами;
 - IGMP V3, Proxy, Querier;
 - Голосовые интерфейсы - POTS, E1.

- ◆ **Поддержка современных протоколов:**
 - STP, RSTP, MSTP, EAPS;
 - L2/L4 filtering;
 - OSS/BSS-interface (SOAP);
 - DHCP Opt.82, Spoofing, Relay;
 - PPPoE IA;
 - Selective QinQ;
 - SNMP, SOAP, XML;
 - Локальное присутствие на рынке;
 - Наличие сертификатов;
 - Соответствие регулятивным требованиям;
 - Сервисные центры.

Преимущества у данного решения, да и у всей технологии в целом, достаточно для принятия решения оператором телекоммуникаций о модернизации сети. Технология SI3000 позволяет быстро, качественно и относительно недорого организовать новую сеть следующего поколения с пакетной коммутацией, полностью охватив всю аудиторию клиентов, при этом с абсолютной выгодой для самого оператора.

3. Расчет требуемой полосы пропускания мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI3000 на примере конкретной АТС№225 Юнус-Абадского района города Ташкента

Таблица 3.1.

План нумерации ГТС

Индексы РАТС	Система оборудования	Нумерация
РАТС 225	АТСЭ	2250000... 2259999

Исходные данные

1. Индекс РАТС	225
2. Емкость РАТС	10000
3. Величина эффективной доступности	34
4.. Нагрузка взаимодействия двух станций, Эрл	50
5. Доля абонентов MSAN от общего числа номеров MSAN:	
а) массовых	0,9
б) корпоративных	0,1
6. Доля абонентов широкополосного доступа ADSL2+ от общего количества портов ADSL2+ MSAN	
а) массовых	0,699
б) корпоративных	0,301
7. Количество абонентов MSAN с услугами IP-TV	10
8. Емкость ГТС, тыс. номеров	310

Структурный состав абонентов узла доступа определяется в соответствии с исходными данными (приложение А).

Количество абонентов сети общего пользования (массовых абонентов):

$$N_m = p_m \times N,$$

где p_m – доля массовых абонентов;

N – емкость узла доступа.

$$N_m = p_m \times N = 0,9 \times 10000 = 9000$$

Количество корпоративных абонентов:

$$N_k = p_k \times N,$$

где p_k – доля корпоративных абонентов;

N – емкость узла доступа.

$$N_k = p_k \times N = 0,1 \times 10000 = 1000$$

Результаты расчетов количества абонентов по каждому виду услуг сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3.

Количество абонентов по каждому виду услуг

Услуга	Проектируемый объем вводимой мощности
Проектируемая емкость, номеров всего, в том числе:	10000
- массовых абонентов	9000
- корпоративных абонентов	1000
Предоставление портов широкополосного доступа всего, в том числе для:	500
- массовых абонентов	150
- корпоративных абонентов	350
Предоставление услуг IP-TV, абонентов всего	10

Конструктивно MSAN состоит из секций MEA емкостью по 1024 номера. Количество секций MEA:

$$N_{MEA} = N : 1024$$

$$N_{MEA} = 10000 : 1024 = 10 \text{ секций}$$

MEA – обозначение функциональных секций плат фирмы-производителя.

Для выполнения расчета нагрузки мультисервисного узла доступа приняты следующие допущения:

1) услуги передачи данных, включая доступ к ресурсам Интернет, контент-провайдеров и доступ к корпоративным IP VPN (VPN – Virtual Private Network – виртуальная частная сеть):

- доля одновременных подключений среди массовых абонентов – 0,2;
- средний трафик, приходящийся в ЧНН (час наибольшей нагрузки) на одного массового абонента – 256 Kbit/s («нисходящий»), трафик от массового абонента («восходящий») пренебрежительно мал;
- средний трафик, приходящийся в ЧНН на одного корпоративного абонента – 1 Mbit/s. Трафик корпоративного абонента является симметричным;

2) услуги IP-телефонии (VoIP):

- количество абонентов IP-телефонии равно количеству абонентов MSAN;
- трафик одного звонка IP-телефонии (кодек G.711) – 0,1 Mbit/s;
- доля одновременных звонков абонентов IP-телефонии – 0,06;
- трафик IP-телефонии является симметричным;

3) услуги телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию» (NVoD):

- трафик одного канала IP-TV, одной сессии «видео по расписанию»(MPEG-2) – 4 Mbit/s.

Для обеспечения параметров качества обслуживания (QoS), необходимых для предоставления заданного комплекса услуг, предъявляются следующие требования: резерв пропускной способности узла должен составлять не менее 25%.

Расчет трафика услуг передачи данных. Расчет трафика производится отдельно для каждой секции МЕА емкостью 1024 номера. Абоненты разных категорий распределены по секциям равномерно (по возможности). Распределение абонентов по секциям МЕА показано в таблице 3.4.

Таблица 3.4.

Распределение абонентов по секциям

Номер секции МЕА	Количество абонентов		Количество абонентов с услугами	
	массовых	корпоративных	IP-телефонии	IP-TV
00	900	100	1024	1
01	900	100	1024	1
02	900	100	1024	1
03	900	100	1024	1
04	900	100	1024	1
05	900	100	1024	1
06	900	100	1024	1
07	900	100	1024	1
08	900	100	1024	1
09	900	100	784	1

Трафик массовых абонентов (нисходящий):

$$T_m = N_{\text{масс}} \times 256 \times 0,2, \text{ kbit/s},$$

где $N_{\text{масс}}$ – количество массовых абонентов в секции МЕА

$$T_m = N_{\text{масс}} \times 256 \times 0,2 = 900 \times 256 \times 0,2 = 46080 \text{ kbit/s}$$

Трафик корпоративных абонентов (симметричный):

$$T_k = N_{\text{корп}} \times 1024, \text{ kbit/s},$$

где $N_{\text{корп}}$ – количество корпоративных абонентов в секции МЕА

$$T_k = N_{\text{корп}} \times 1024 = 100 \times 1024 = 102400 \text{ kbit/s}$$

Результаты расчетов трафика услуг передачи данных для каждой секции МЕА сведены в таблицу 3.5.

Таблица 3.5.

Трафик услуг передачи данных

Номер секции МЕА	Трафик услуг передачи данных	
	T_m , kbit/s	T_k , kbit/s
00	46080	102400
01	46080	102400
02	46080	102400
03	46080	102400
04	46080	102400
05	46080	102400
06	46080	102400
07	46080	102400
08	46080	102400
09	46080	78400
Всего:	460800=450 Mbit/s	1000000=1 Gbit/s

Расчет трафика услуг IP-телефонии (VoIP) – трафик симметричный:

$$T_{VoIP} = N_{МЕА} \times 0,06 \times 0,1 \times 1024, \text{ kbit/s}$$

где $N_{МЕА}$ – емкость МЕА (1024)

$$T_{VoIP} = N_{МЕА} \times 0,06 \times 0,1 \times 1024 = 1000 \times 0,06 \times 0,1 \times 1024 = 6144 \text{ kbit/s}$$

Расчет трафика услуг телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию»:

$$T_{IPTV} = N_{IPTV} \times 4 \times 1024, \text{ kbit/s}$$

где N_{IPTV} – количество абонентов, пользующихся услугами телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию».

$$T_{IPTV} = N_{IPTV} \times 4 \times 1024 = 1 \times 4 \times 1024 = 4096 \text{ kbit/s}$$

Результаты расчетов трафика услуг IP-телефонии, телевидения (IP-TV) и «видео по расписанию» для каждой секции МЕА сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6.

Трафик услуг IP-телефонии, IP-TV

Номер секции МЕА	Трафик, кбит/с	
	IP-телефонии	IP-TV
00	6144	4096
01	6144	4096
02	6144	4096
03	6144	4096
04	6144	4096
05	6144	4096
06	6144	4096
07	6144	4096
08	6144	4096
09	6144	4096
Всего:	61440=60 Mbit/s	40960=40 Mbit/s

Расчет суммарного трафика предоставляемых услуг по направлениям:

-трафик «восходящий»

$$T_{восх} = T_K + T_{VoIP}, \text{ Mbit/s}$$

$$T_{восх} = 100 + 6 = 106 \text{ Mbit/s}$$

-трафик «нисходящий»

$$T_{нисх} = T_M + T_K + T_{VoIP} + T_{IPTV}, \text{ Mbit/s}$$

$$T_{нисх} = 44,2 + 100 + 6 + 4 = 154,2 \text{ Mbit/s}$$

Результаты расчетов суммарного трафика предоставляемых услуг по направлениям для каждой секции МЕА сведены в таблицу 3.7.

Таблица 3.7.

Суммарный трафик услуг по направлениям

Номер секции МЕА	Суммарный трафик предоставляемых услуг	
	$T_{\text{восх}}$, Mbit/s	$T_{\text{нисх}}$, Mbit/s
00	106	154,2
01	106	154,2
02	106	154,2
03	106	154,2
04	106	154,2
05	106	154,2
06	106	154,2
07	106	154,2
08	106	154,2
09	106	154,2
Всего:	1060	1542

С учетом обеспечения необходимого резерва и заведомого превышения $T_{\text{нисх}}$ над $T_{\text{восх}}$, минимальная пропускная способность мультисервисного узла доступа MSAN:

$$T_{\text{min}} = (T_{\text{нисх}} \times 1,25), \text{ Mbit/s}$$

$$T_{\text{min}} = 1542 \times 1,25 = 1927,5 \text{ Mbit/s} = 2 \text{ Gbit/s}$$

Разработка плана нумерации и IP-адресации

Нумерация абонентов проектируемого мультисервисного абонентского доступа включается в нумерацию опорно-транзитной станции ОПТС (а

также УВИС - узлы входящих-исходящих сообщений) У. Для ОПТСУ выделена нумерация в коде АВСав = 343аУ. Нумерация проектируемого узла доступа MSAN по секциям МЕА показана в таблице 3.10. Вызов экстренных и справочно-информационных служб осуществляется набором номера служб «0Х», вызов АМТС – «8».

Таблица 3.10.

План нумерации

Номер секции МЕА	Емкость	Код АВСаУ	Местная нумерация
00	1024	343аУ	2250000...2251023
01	1024	343аУ	2251024....2252047
02	1024	343аУ	2252048....2253071
03	1024	343аУ	2253072....2254095
04	1024	343аУ	2254096...2255119
05	1024	343аУ	2255120...2256143
06	1024	343аУ	2256144...2257167
07	1024	343аУ	2257168...2258191
08	1024	343аУ	2258192...2259215
09	783	343аУ	2259216...2259999

Каждое сетевое соединение однозначно определяется IP-адресом. IP-адрес – это 32-х битное двоичное число (4 октета). Обычно IP-адреса представляются в виде десятичных значений отдельных октетов, разделенных точками.

IP-адрес состоит из двух частей:

- адрес сети определяет, в какой логической сети находится адресованное сетевое соединение;

- адрес устройства определяет, о каком устройстве логической сети идет речь.

Таблица 3.11.

IP - адресация

Номер секции МЕА	IP-адреса для голосового трафика
00	129.71.224.10 по 129.71.224.254 и 129.71.225.10 по 129.71.225.254
01	129.71.226.10 по 129.71.226.220 и 129.71.227.10 по 129.71.227.254
02	129.71.228.10 по 129.71.228.254 и 129.71.229.10 по 129.71.229.254
03	129.71.230.10 по 129.71.230.254 и 129.71.231.10 по 129.71.231.254
04	129.71.232.10 по 129.71.232.254 и 129.71.233.10 по 129.71.233.254
05	129.71.234.10 по 129.71.234.254 и 129.71.235.10 по 129.71.235.254
06	129.71.236.10 по 129.71.236.254 и 129.71.237.10 по 129.71.237.254
07	129.71.238.10 по 129.71.238.254 и 129.71.239.10 по 129.71.239.254
08	129.71.240.10 по 129.71.240.254 и 129.71.241.10 по 129.71.241.254
09	129.71.242.10 по 129.71.242.254 и 129.71.243.10 по 129.71.243.254

Граница между адресом сети и адресом устройства не определена однозначно. Она зависит от класса IP-адреса и от возможного дополнительного подразделения сети на подсети. Четко граница между

адресом сети и адресом устройства определяется маской подсети. Маска подсети – это 32-битное число, имеющее непрерывную последовательность единиц на местах, относящихся к адресу сети, и последовательность нулей на местах, относящихся к адресу устройства.

На ОПТСУ выделена следующая IP адресация:

-для управления: IP-адреса с 129.71.96.10 по 129.71.96.74 и 129.71.97.10 по 129.71.97.74 VLAN управления 11;

-для голосового трафика: IP адреса с 129.71.224.10 по 129.71.224.254 и 129.71.225.10 по 129.71.225.254, VLAN голоса 12.

Для проектируемого MSAN выбираются свободные IP-адреса из выделенных для ОПТСУ. Распределение IP-адресов для каждой секции MEА показано в таблице 3.11.

Каждая секция MEА – подсеть.

Выводы к главе III

В ходе исследований, проведенных в данной диссертации, был предложен оптимальный вариант подключения конечных абонентов к сети, посредством применения мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI3000. Было предложено несколько вариантов компоновки данного устройства, с целью размещения его в разных участках сети, начиная от самой ближней точки к абоненту, заканчивая размещением непосредственно у самого оператора. Поставленная цель, исследовать наиболее оптимальный метод организации «последней» мили, была достигнута. Был произведен математический расчет требуемой полосы пропускания для мультисервисного узла MSAN SI3000, с учетом реальной ситуации на сети. Расчет показал, что в час наибольшей нагрузки максимальная требуемая полоса пропускания составляет 2 Gbit/s – по сегодняшним меркам это не так много, в масштабах одной районной АТС.

Итак, исследования показали, что мультисервисный узел доступа MSAN SI3000 является самым оптимальным методом построения сети абонентского доступа. Внедрение, эксплуатация и обслуживание данной технологии не займет огромного количества капитальных и ресурсных затрат, при этом экономическая выгода в процессе использования будет достаточно ощутимой.

Заключение

Был произведен анализ эволюции развития сетей телекоммуникаций Республики Узбекистан, который показал, что в настоящее время ведется активный процесс модернизации и развития сети. Коренной реконструкции подверглись и сети коммутации и транспортная телекоммуникационная сеть. В настоящее время ведется реконструкция сетей абонентского доступа. В связи с этим, технологии «последней» мили также претерпели немало важных структурных изменений. В частности, масштаб и развитость архитектуры мобильной сети на базе применения технологий 3G, а также только внедряющейся технологии LTE, качество и надежность предоставления услуг которых организованы на высоком уровне создало претендент для традиционных сетей доступа по кабельным и проводным линиям связи. Учитывая вышесказанной в данной магистерской работе были проведены исследования вариантов подключения абонентов к современным мультисервисным узлам доступа, с целью определения наиболее надежного и оптимального варианта подключения. Для решения данной задачи проделана соответствующая работа:

В первой главе данной диссертационной работы были проанализированы различные технологии абонентского доступа, в том числе доступ оптическому волокну FTTx, доступ по технологии xDSL, доступ по беспроводным сетям Wi-Fi и WiMAX. Анализ существующих методов построения абонентского доступа и ситуации на сети показал, что необходимо принимать новые концепции и проекты, которые смогут сократить до минимума ресурсные и капитальные затраты оператора, и повысить до необходимого уровня качество предоставления услуг телекоммуникаций.

Далее во второй главе были исследованы функциональные и технические характеристики мультисервисного узла доступа производства компании «Iskratel» MSAN SI3000. Результат этих исследований показал, что

данное устройство может использоваться в качестве универсального элемента сети, расположенного на уровне доступа четырехуровневой модели, и данный узел доступа может предоставлять широкий спектр услуг телекоммуникаций сразу по всем существующим технологиям доступа.

В результате решения поставленных задач, был разработан оптимальный вариант подключения конечных абонентов к сети с применением мультисервисного узла абонентского доступа MSAN SI3000. Данное решение имеет практическую значимость в построении, развитии и модернизации современной сети телекоммуникаций Республики Узбекистан.

Также были произведены инженерно-технические расчеты параметров узла широкополосного доступа MSAN SI3000. Экспериментальный и численный расчет требуемой полосы пропускания, на примере конкретной АТС № 225 Юнус-Абадского района города Ташкента, показал, что для предоставления услуг традиционной телефонной связи, услуг широкополосного доступа с сети Интернет, услуг IPTV и IP-телефонии, как частным, так и корпоративным клиентам – с точки зрения экономии ресурсных и капитальных затрат, было бы целесообразно установить мультисервисный узел абонентского доступа MSAN SI3000, в исполнении компоновочной сборки MEA 10A.

Разработана рекомендация по практическому применению предложенного метода построения сети абонентского доступа.

Список использованной литературы

I. Законы Республики Узбекистан

1. Закон Республики Узбекистан «О связи». Ведомости Верховного Совета Республики Узбекистан, 1992 г., № 3, ст. 159; Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1998 г., № 3, ст. 38; 2000 г., № 5-6, ст. 153; 2003 г., № 5, ст. 67.

2. Закон Республики Узбекистан «О телекоммуникациях». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 1999 г., №9, ст. 219; Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2004 г., №37, ст. 408; 2005 г., №37-38, ст. 279; 2006 г., №14, ст. 113; 2007 г., №35-36, ст. 353; 2011 г., №52, ст. 557.

3. Закон Республики Узбекистан «Об информатизации». Ведомости Олий Мажлиса Республики Узбекистан, 2004 г., №1-2, ст.10.

II. Указы и постановления Президента Республики Узбекистан, Постановления Кабинета Министров

4. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему внедрению и развитию современных информационно-коммуникационных технологий». 21 марта 2012 г., №ПП-1730. Собрание законодательства Республики Узбекистан, 2012 г., №13, ст. 139.

5. Программа дальнейшего внедрения и развития информационно-коммуникационных технологий в Республике Узбекистан на 2012–2014 годы. Постановление Президента от 21.03.2012 г., №ПП-1730.

III. Произведения Президента Республики Узбекистан И.А.Каримова

6. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана / И.А.Каримов. – Т.: Узбекистан, 2009. – 48 с.

7. Каримов И. А. Обеспечить поступательное и устойчивое развитие страны – важнейшая наша задача. – Т. 17. – Т. «Узбекистан» - 2009. – 184с.

IV. Основная литература

8. Галкин В.А., Григорьев Ю.А. Телекоммуникации и сети. – М: Изд – во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003.;

9. Хелд Г. Технологии передачи данных. 7-е изд. – СПб: Питер, 2003

10. Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П. Ярославцев А.Ф. Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии. Том 3. Мультисервисные сети. М: Горячая линия. – Телеком, 200511. “Cisco Systems Inc.”, www.cisco.ru

12. Крук Б.И. Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии. М: Горячая линия – Телеком, 2003 год

14. . Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.

15. Листопад Н.И. Обеспечение качества обслуживания в стеях с коммутации пакетов/ Н.И. Листопад//Министерство образования Республики Беларусь – 2009

16. Росляков А.В. Сети следующего поколения NGN. – М.: Эко-Трендз, 2008.

17. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. – М.: Эко-Трендз, 2008.

18. А.Е. Кучерявый, А.И. Парамонов, Е.А. Кучерявый. Сети связи общего пользования. Тенденции развития и методы расчета. М.: ФГУП ЦНИИС, 2008

19. Букрина Е.В. Сети связи и системы коммутации /Учебное пособие. – Екатеринбург: УрТИСИ ГОУ ВПО»СибГУТИ», 2007.

21. Кох Р., Яновский Г.Г. Эволюция и конверинция в электросвязи// М.,Радио и связь. 2001

V. Дополнительная литература

26. Башлы П.Н. Современные сетевые технологии. Учебное пособие. – М.: Горячая линия -Телеком, 2006.
27. Протокол Open Shortest Path First, OSPF: RFC 2328. – 1998.
28. Протокол Protocol Independent Multicast, PIM: RFC 4601. – 2006.
29. Руководство ETSI EG 202 057-3. Качество передачи речи; Определение и измерение параметров QoS для Пользователя; Часть 3: Спецификация параметров для сетей сухопутной подвижной связи общего пользования.
30. Аллон М. Широкополосные службы - по существующей кабельной проводке // Сети и системы связи. – 2002. – № 10.
31. Барабаш П., Махровский О. Развитие современных мультисервисных сетей на базе интерактивных систем кабельного телевидения// Broadcasting. – 2003. – № 2.32. MSU Perceptual Video Quality tool
33. Убайдуллаев Р. Волоконно-оптические сети. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 267с.

VI. Интернет сайты

34. <http://3gclub.ict-online.ru> (Специализированный раздел проекта «Инфокоммуникации онлайн»)
35. <http://www.telemultimedia.ru> (Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям)
36. <http://iskratel.ru> (Официальный сайт компании производителя телекоммуникационного оборудования «Iskrauraltel»)
37. <http://gazeta.uz> (Интернет-издание «Газета.uz»)
38. <http://stat.uz> (Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике)
39. <http://ccitt.uz> (Государственный комитет связи, информатизации и телекоммуникационных технологий Республики Узбекистан)