

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.725.5

Чикунович
Сергей Михайлович

Модернизация внутризонавой сети связи на базе технологии IMS

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-45 81 01 «Инфокоммуникационные системы и сети»

Научный руководитель

Хацкевич Олег Александрович
доцент, канд. техн. наук

Минск 2019

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы связан с тем, что в настоящее время в Республике Беларусь наблюдается постоянный рост качества и количества услуг связи, что вызывает необходимость увеличения пропускной способности систем, а также повышение гибкости и эффективности управления сетями связи. Используемая в настоящее время на сетях связи РБ технология SDH (Synchronous Digital Hierarchy) постепенно перестает отвечать современным требованиям. Поэтому с целью обеспечения необходимой емкости сети для передачи больших объемов информации необходимо проведение модернизации существующих магистральных и внутризоновых сетей с внедрением новых технологий. В настоящее время технологии развиваются в направлении пакетной передачи данных.

Целью магистерской работы является исследование способов повышения эффективности работы зонавых и местных сетей связи на базе современных технологий.

Для решения поставленной цели в работе будут рассмотрены следующие задачи:

1. Рассмотреть тенденции развития местных и зонавых сетей связи применительных к Республике Беларусь.
2. Рассмотреть методы наращивания производительности внутризоновых сетей связи.
3. Рассмотреть и выбрать архитектуру сетей с коммутацией пакетов.
4. Произвести обзор и анализ современных технологий.
5. Рассмотреть возможности временного мультиплексирования и волнового мультиплексирования.
6. Разработать технические требования к модернизированной сети.
7. Произвести расчет основных технических характеристик модернизированной сети связи.
8. Выбрать оборудования для модернизированной сети.

В качестве объекта исследования магистерской работы была применена одна из местных сетей связи Республики Беларусь. Это придаст данной работе практическую ценность.

Предметом исследования в данной работе являются современные технологии, применяемые на зонавой и местной сетях связи.

Для модернизации сети связи на основе технологии IMS будут рассмотрены принципы построения местных сетей связи, современные технологии на местных сетях связи, организацию сетей связи РУЭС одной из области. Будет выбрана и обоснована структурная схема модернизируемой сети. Рассчитаны параметры волоконно–оптической линии связи, распределённый коммутатор доступа, пропускная способность для абонентов широкополосного доступа. Сделаны технико–экономическое обоснование модернизируемой сети.

Внедрение технологии IMS позволит обеспечить абонентов сельских сетей связи современными услугами, а также унифицировать оборудование, что упростит обслуживание сети связи.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена по теме «Модернизация внутризональной сети связи на базе технологии IMS».

Проведенная работа по диссертационной тематике соответствует мировым тенденциям в сфере телекоммуникаций. Рассмотренные тенденции развития сетей, технологии временного и волнового мультиплексирования отражают современные тенденции в области проектирования и модернизации зонных сетей связи.

Целью магистерской работы является исследование способов повышения эффективности работы зонных и местных сетей связи на базе современных технологий.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть существующие тенденции развития сетей связи, рассмотреть и выбрать архитектуру сетей с коммутацией пакетов, произвести обзор и анализ современных технологий, рассмотреть методы наращивания производительности внутризональных сетей связи рассмотреть возможности временного мультиплексирования и волнового мультиплексирования, разработать технические требования к модернизированной сети, произвести расчет основных технических характеристик, выбрать оборудования для модернизированной сети.

Актуальность темы данной работы состоит в том, что в настоящее время Министерство Связи РБ реализует проект развития широкополосного доступа в сетях связи. Основная цель стратегии – строительство на территории страны мультисервисных сетей связи следующего поколения с использованием архитектуры NGN (Next Generation Networks) на базе платформы IMS (IP Multimedia Subsystem). Концепция IMS представляет собой решение для предоставления услуг в сетях, основанных на IP-протоколе, вне зависимости от использования абонентом мобильного или стационарного доступа.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Для решения поставленных задач и раскрытия темы диссертации необходимо дать само понятие IMS сетей, и определить её роль и особенности в иерархии сетей передачи данных. Исходя из этих особенностей, рассмотренных в первой главе диссертации, будет рассмотрена топология сетей нового поколения, на которой базируется IMS, а также подробно рассмотрена архитектура ее построения. IMS обеспечивает следующие

функциональные возможности: взаимодействие с другими сетями, создание услуг и управление ими, роуминг, защиту информации, начисление платы. Несмотря на довольно широкий спектр услуг, предоставляемый IMS, до сих пор наиболее важную роль играет двусторонняя аудио/видео связь. Для этого архитектура IMS должна поддерживать сеансы мультимедийной связи в IP-сетях, причем такая связь должна быть доступна пользователям как в домашней, так и в гостевой сетях.

Внедрение технологии IMS позволит обеспечить абонентов сельских сетей связи современными услугами, а также унифицировать оборудование, что упростит обслуживание сети связи.

Проведенный анализ по главе 1 позволяет сделать следующий вывод:

1. Сети следующего поколения NGN являются «надстройкой» над существующими технологиями транспортных сетей и позволяют обеспечить операторам гибкость управления сетевыми услугами.

2. IMS обеспечивает следующие функциональные возможности: взаимодействие с другими сетями, инвариантность доступа, создание услуг и управление ими, роуминг, защиту информации, начисление платы. Несмотря на довольно широкий спектр услуг, предоставляемый IMS, до сих пор наиболее важную роль играет двусторонняя аудио/видео связь. Для этого архитектура IMS должна поддерживать сеансы мультимедийной связи в IP-сетях, причем такая связь должна быть доступна пользователям как в домашней, так и в гостевой сетях.

3. Важную роль предоставления услуг по средствам технологии IMS является двухсторонняя аудио/видео связь с поддержанием сеанса мультимедийной связи в IP-сетях.

Во второй главе речь пойдет о выборе технических решений по модернизации внутризональных сетей связи с использованием технологий временного мультиплексирования и волнового мультиплексирования. Будут определены технические требования к модернизации сети связи.

Сравним разные методы наращивания производительности:

- дополнительная прокладка волоконно-оптического кабеля;
- переход к аппаратуре временного мультиплексирования TDM;
- применение технологий волнового мультиплексирования (WDM).

Первый способ до недавнего времени являлся стандартным для многих операторов связи, испытывающих необходимость в увеличении пропускной способности каналов связи. Как правило, прокладка нового кабеля оправдывается только при небольших расстояниях и если она не сопряжена с трудностями. Но даже в таком случае оператор вряд ли сможет предоставить новые сервисы и утилизировать полосу пропускания в достаточной степени. Это может показаться неожиданным, но установленное сегодня оборудование TDM использует менее 1 % возможностей оптического волокна. В большинстве случаев такое решение оказывается непрактичным или даже невозможным.

Реализация второго варианта в сетях дальней связи SDH тоже связана с рядом трудностей. До недавнего времени в таких сетях самым быстрым был

канал STM–64 (скорость передачи информации 10 Гбит/с). Затем началось внедрение аппаратуры уровня STM–256, обеспечивающей производительность 40 Гбит/с. Однако здесь возникает целый ряд проблем. Дело в том, что большая часть инсталлированной базы кабелей использует одномодовое оптическое волокно, для которого дисперсия в окне прозрачности 1550 нм оказывается слишком высокой. В результате для эффективной передачи необходимо прокладывать либо отрезки кабеля с дисперсией противоположного знака, либо полностью новое волокно со смещенной ненулевой дисперсией (Non–Zero Dispersion Shifted Fiber – NZDSF). Кроме этого, увеличение скорости передачи приводит к высокой плотности потока излучения на достаточно протяженных участках. Это, в свою очередь, вызывает нелинейные оптические эффекты. Вот далеко не полный перечень ограничений при переходе к высоким скоростям. Поэтому при таком подходе оператор вынужден протестировать буквально каждый канал на его совместимость с аппаратурой уровня сигнала STM–64 и STM–256.

Теперь рассмотрим третий вариант – технологию WDM, позволяющую заметно повысить эффективность использования суммарной пропускной способности оптических волокон.

WDM это вид технологии передачи в волоконно–оптической связи. Исходя из факта, что по волокну можно передавать одновременно несколько несущих с разной длиной волны, эта технология делит пригодные для передачи по волокну длины волн на несколько диапазонов. В каждом диапазоне передается оптический сигнал на заданной длине волны и эти каналы независимы. Оптическое и волновое мультиплексирование по сути является оптическим и частотным уплотнением волокна (OFDM), но в оптическом диапазоне используют длину волны вместо частоты для описания процессов мониторинга и контроля. С развитием электронно–оптической техники, плотность уплотнения волокна будет сильно возрастать. В отличие от DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing/ Плотное волновое мультиплексирование) WDM с низкой плотностью называется CWDM (Coarse Wave Division Multiplexing/ Грубое волновое мультиплексирование).

Технология плотного волнового мультиплексирования (Dense Wave Division Multiplexing, DWDM) предназначена для создания оптических магистралей нового поколения, работающих на гигабитных и терабитных скоростях.

Проведенный анализ по главе 2 позволяет сделать следующий вывод:

1. Модернизация местных зональных сетей связи должны быть направлена на повышение объема передачи данных и увеличения количества абонентов.

2. Модернизация должна учитывать перспективы развития сети связи и изменения в области технологии.

3. Модернизацию можно проводить на базе уже существующих сетей технологии SDH, IMS. Этот подход до недавнего времени являлся стандартным, однако оправдывался только при небольшом расстоянии и небольшом количестве абонентов.

4. Технология сложного волнового мультиплексирования (Duxe Wave Division Multiplexing, DWDM), позволяет создать магистральные линии нового поколения с гигабитными и терабитными скоростями.

5. Технология DWDM позволяет увеличить пропускную способность линии связи без прокладки новых кабелей.

6. Понизить стоимость модернизации местных и зональных сетей связи можно с помощью использования технологии CDWM (Глубокое мультиплексирование с разделением по длине волны). Такую технологию можно использовать на сетях городов области.

В третьей главе рассмотрены существующие городская и областная внутризональные сети связи. Спроектирована схема модернизации внутризональной сети связи.

В Республике Беларусь применяется районированный способ построения телефонной сети. При таком способе город поделен на телефонные районы. Каждый район обслуживает своя районная АТС.

Были определены следующие основные направления предстоящей модернизации сетей: постепенная замена координатных станций и поэтапное повышение уровня цифровизации телефонных сетей; установка на местных сетях коммутационных систем большой ёмкости; постепенный переход от аналогово–цифровой к преимущественно цифровой сети общего пользования; создание интеллектуальной сети республики; применение на местной сети систем сигнализаций в соответствии с последними достижениями и рекомендациями Международного союза электросвязи; внедрение новых принципов управления и системы технического обслуживания (создание центров технического обслуживания, центров управления сетью).

Был принят эволюционный вариант, предполагающий формировать элементы сети NGN, развивая на первоначальном этапе параллельно телефонию и сеть передачи данных. Тем самым осуществлялся поступательный переход к NGN и услугам, позволяющим оказывать в перспективе наряду с традиционными такие услуги, как IPTV, VoD (видео по запросу), VoIP (IP–телефон).

Проведенный анализ по главе 3 позволяет сделать следующий вывод:

1. Модернизация местной сети связи должна производиться на основе уже существующих радиально–узловых топологий.

2. Переход к сети NGN/IMS должен осуществляться эволюционно, совместно с развитием телефонии и услугами передачи данных.

3. Для модернизации местной сети связи в населенных пунктах области предлагается полностью отказаться от использования существующих коммуникационных станций (в основном в малых населенных пунктах), заменив их оборудованием IMS (коммутатор, маршрутизатор), а также продолжить внедрение сетей xPON в малых населенных пунктах, что даст возможность обеспечения населения сельской местности всеми видами современных телекоммуникационных услуг.

Закрывающий четвертый раздел будет содержать расчет основных параметров и анализ результатов. Будет дана комплексная оценка показателей эффективности работы сети.

Результаты расчетов модернизируемого участка сети занесены в таблицу 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты расчетов модернизируемого участка сети

Число абонентов	912
Входящая скорость к абоненту	2 Мбит/с
Исходящая скорость от абонента	0,5 Мбит/с
Процент абонентов ШПД от числа абонентов	30 %
Число абонентов ШПД	273
Входящая скорость интернета участка сети	39,08 Мбит/с
Исходящая скорость интернета участка сети	9,77 Мбит/с
Процент абонентов IPTV от числа абонентов ШПД	70 %
Число абонентов IPTV	191
Скорость IPTV участка сети	952 Мбит/с
Скорость VoD участка сети	30,56 Мбит/с
Скорость VoIP участка сети	16 Мбит/с
Сигнальный трафик участка сети $V_{\text{сигн}}$	0,047 Мбит/с
Суммарный трафик ШПД участка сети	1,064 Гбит/с
Скорость обмена DSAM – MGW участка сети	14,59 Мбит/с
Скорость обмена ТФОП – MGW участка сети	9,6 Мбит/с

Таблица 2 – Результаты расчета показателей надежности

Участок сети	Интенсивность отказа линейного тракта	Среднее время восстановления линейного тракта, ч	Коэффициент простоя	Коэффициент готовности линейного тракта
1	2	3	4	5
1	$7,59 \cdot 10^{-5}$	$4,12 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
2	$7,56 \cdot 10^{-5}$	$4,11 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
3	$8,24 \cdot 10^{-5}$	$4,23 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
4	$6,18 \cdot 10^{-5}$	$4,04 \cdot 10^{-7}$	$3,16 \cdot 10^{-11}$	1
5	$8,27 \cdot 10^{-5}$	$4,23 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
6	$8,35 \cdot 10^{-5}$	$4,24 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
7	$8,42 \cdot 10^{-5}$	$4,24 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1

Продолжение таблицы 2

8	$7,35 \cdot 10^{-5}$	$4,09 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
9	$7,79 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
10	$7,61 \cdot 10^{-5}$	$4,12 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
11	$9,36 \cdot 10^{-5}$	$4,36 \cdot 10^{-7}$	$3,19 \cdot 10^{-11}$	1
12	$8,15 \cdot 10^{-5}$	$4,21 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
13	$7,18 \cdot 10^{-5}$	$4,07 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
14	$7,09 \cdot 10^{-5}$	$4,06 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
15	$8,52 \cdot 10^{-5}$	$4,25 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
16	$7,71 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
17	$7,57 \cdot 10^{-5}$	$4,12 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
18	$8,01 \cdot 10^{-5}$	$4,15 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
19	$7,94 \cdot 10^{-5}$	$4,15 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
20	$7,68 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
21	$7,69 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
22	$7,84 \cdot 10^{-5}$	$4,14 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
23	$7,97 \cdot 10^{-5}$	$4,15 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
24	$7,28 \cdot 10^{-5}$	$4,09 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
25	$7,75 \cdot 10^{-5}$	$4,13 \cdot 10^{-7}$	$3,17 \cdot 10^{-11}$	1
26	$8,55 \cdot 10^{-5}$	$4,29 \cdot 10^{-7}$	$3,18 \cdot 10^{-11}$	1
27	$6,29 \cdot 10^{-5}$	$4,05 \cdot 10^{-7}$	$3,16 \cdot 10^{-11}$	1

Проведенный анализ по главе 4 позволяет сделать следующий вывод:

1. Проектируемая сеть связи полностью справится с запланированной нагрузкой, и в дальнейшем возможно многократное увеличение нагрузки.

2. Основной метод обеспечения быстрого восстановления работоспособности синхронных сетей – организация самовосстанавливающихся сетей, резервируемых по схеме «кольцо». На проектируемой сети связи области за счет применения данного способа резервирования достигается высокая надежность транспортной сети. Одним из основным преимуществ технологии DWDM является возможность такой организации сети, при которой достигается высокая надежность ее функционирования, обусловленная не только надежностью оборудования и надежностью среды передачи, но и возможностью сохранения или работоспособности сети даже в случае отказа одного из ее элементов или среды передачи.

3. Расчет показало, что модернизированная сеть полностью удовлетворяет требуемым условиям надежности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам данной работы были определены перспективные варианты построения и модернизации зональных и местных сетей связи в РБ. Рассмотрена топология сетей нового поколения, на которой базируется IMS, а также подробно рассмотрена архитектура ее построения. Было показано, что наиболее подходящие технологии модернизации внутризональных сетей связи является технология волнового мультиплексирования (DWDM). В работе была предложена конфигурация сети в значимой степени, совпадающей с существующей архитектурой SDH сети. Это позволит значительно сократить расходы на строительство линейно-кабельных сооружений на сети области. Произведенный расчет показал, что предложенный вариант модернизации в дальнейшем позволит значительно увеличить нагрузку на сеть. В качестве основного оборудования было предложено выбрать OptiX OSN 8800 компании Huawei Technologies. Для управления и мониторинга сети была выбрана система управления и мониторинга OptiX iManager T2000.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что можно произвести модернизацию связи с учетом перспективности нагрузки и наименьшими затратами. Предложенный вариант значительно увеличивает производительность сети, упрощает администрирование сети, сократит персонал.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Чикунович С.М. Модернизация внутризональной сети связи на базе технологии IMS / С.М. Чикунович // Сборник материалов 54-й СНТК за 2018 г.: "54-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов" учреждения образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники", Минск / БГУИР. – Минск, 2018. – С.25.