

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ВНУТРИЗОНОВЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Ножников Р.А., магистрант гр.367041; Ножников Е.А., магистрант гр.367041*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Хацкевич О.А. – кандидат технических наук, доцент*

**Аннотация.** В материалах доклада рассматриваются способы повышения эффективности работы зонавых и местных сетей связи на базе современных технологий. Внедрение современных технологии позволит обеспечить абонентов сельских сетей связи современными услугами, а также унифицировать оборудование, что упростит обслуживание сети связи.

**Ключевые слова:** модернизация, внутризоновые сети связи, современные технологии

**Введение.** 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. Для обеспечения необходимой емкости сети для передачи больших объемов информации необходимо проведение модернизации существующих магистральных и внутризоновых сетей с внедрением новых технологий.

В качестве исследования в работе была рассмотрена сеть связи одного из районов Могилевской области.

IMS (IP Multimedia Subsystem) – технология передачи мультимедийных данных в электросвязи на основе протокола IP.

Возможность передачи мультимедиа даёт возможность оператору предоставлять разнообразные услуги, использование протокола IP позволяет построить гибкую сеть с низкими операционными расходами.

В IMS выделяются 3 уровня сети: пользовательский уровень или уровень передачи данных, уровень управления и уровень приложений.

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

Технология плотного волнового мультиплексирования DWDM предназначена для создания оптических магистральных сетей связи, работающих на гигабитных и терабитных скоростях. Такой скачок производительности обеспечивает принципиально иной, нежели у сетей SDH, метод мультиплексирования – информация в оптическом волокне передается одновременно большим количеством световых волн. Каждая волна несет собственную информацию, при этом для оборудования DWDM неважно, каким способом она кодируется, и какие протоколы используются для передачи данных – устройства DWDM занимаются только объединением различных волн в одном световом пучке, а также их выделением из общего сигнала. Кроме большого увеличения пропускной способности технология плотного волнового мультиплексирования позволяет максимально использовать уже имеющуюся инфраструктуру за счёт возможности коммутации с технологией SDH и обеспечить возможность полного удовлетворения роста потребностей в скорости передачи информации.

**Основная часть.** Существует много методов повышения производительности и гибкости сети, увеличения скорости передачи и увеличения ёмкости. 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.

Второй способ – технология TDM предусматривает объединение нескольких входных низкоскоростных каналов в один составной высокоскоростной канал. Входные каналы по очереди модулируют высокочастотную несущую в течение выделенных им коротких промежутков времени (тайм–слотов), которые периодически повторяются. Например, в течение первого тайм–слота несущая модулируется первым входным каналом, в течение второго – вторым, в течение третьего – третьим, в течение четвертого – четвертым, в течение пятого – снова первым, в течение шестого – снова вторым и т. д. в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 – Принцип передачи информационных каналов в системах TDM

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 отличии от DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing/ Плотное волновое мультиплексирование) WDM с низкой плотностью называется CWDM (Coarse Wave Division Multiplexing/ Грубое волновое мультиплексирование).

Структура WDM системы приведена на рисунке 2.

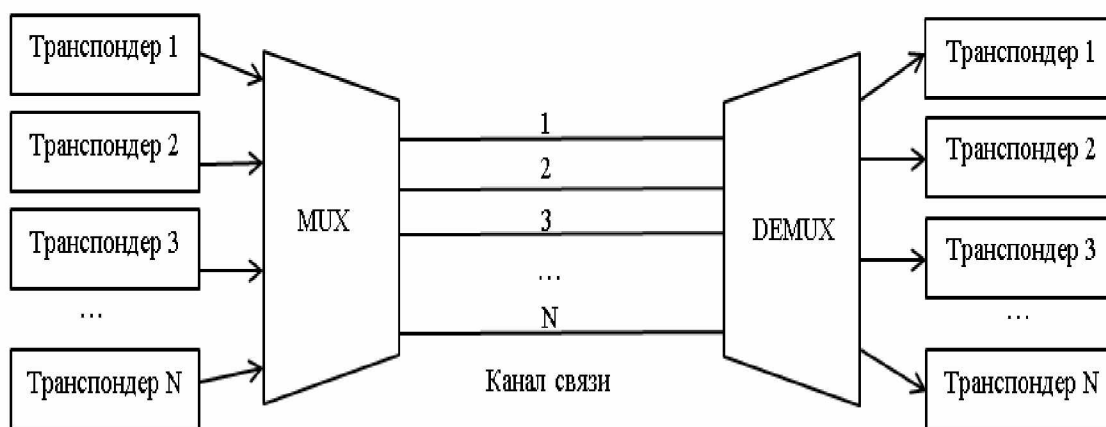


Рисунок 2 – Структура WDM системы

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

Структура DWDM системы представлена на рисунке 3.

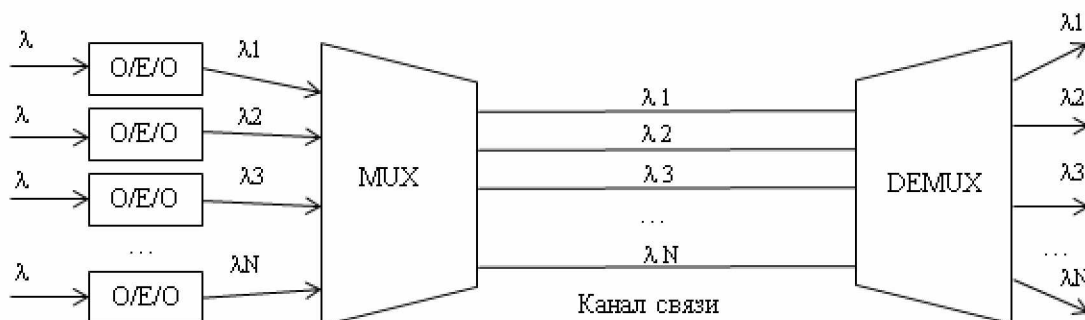


Рисунок 3 – Структура DWDM системы

Технология DWDM несомненно это предпочтительная технология в сфере современных волоконных приложений, но с другой стороны, довольно дорогостоящая. Более дешёвой WDM технологией является CWDM (Coarse wavelength division multiplexing/ Грубое мультиплексирование с разделением по длине волны).

Технология CWDM очень похожа на DWDM. Разница состоит в следующем:

– В CWDM большой промежуток между каналами, и в одном волокне можно мультиплексировать от 2 до 16 спектральных каналов. Поэтому они называются «грубым» и «плотным».

– Модуль лазера CWDM использует лазер без охлаждения, а DWDM использует охлаждение, технология охлаждения нужна для стабилизации длин волн, что довольно сложно реализовать и требует больших расходов. CWDM обходит эту трудность. DFB лазер применяемый в системе CWDM не нуждается в охлаждении, что намного сокращает его стоимость.

Пример построения CWDM системы представлен на рисунке 4.

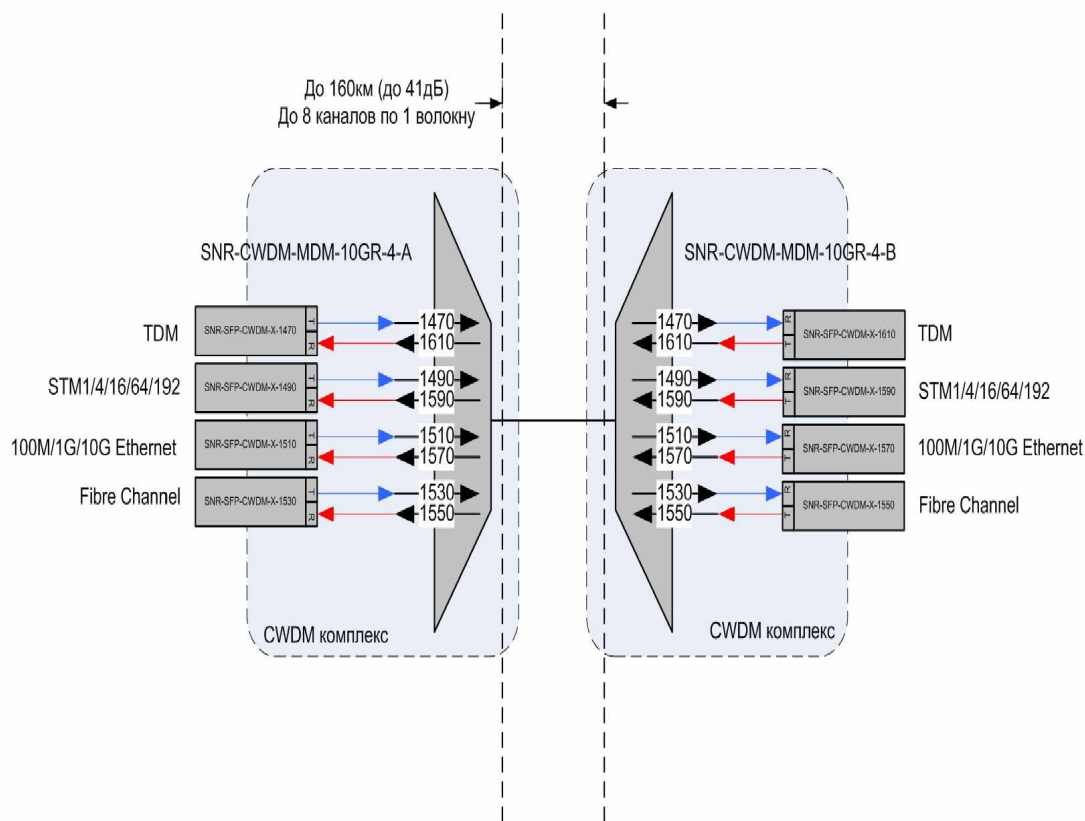


Рисунок 4 – Построение CWDM системы по топологии «точка–точка»

**Заключение.** Модернизация местных зонных сетей связи должны быть направлена на повышение объема передачи данных и увеличения количества абонентов. Модернизация должна учитывать перспективы развития сети связи и изменения в области технологии. 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.

Технология сложного волнового мультиплексирования (Duxe Wave Division Multiplexing, DWDM), позволяет создать магистральные линии нового поколения с гигабитными и терабитными скоростями. Технология DWDM позволяет увеличить пропускную способность линии связи без прокладки новых кабелей.

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

### Список литературы

1. Institute of Health Metrics and Evaluation. Global Health Data Exchange (GHDx) [Электронный ресурс]. – IHME – 2006. – Режим доступа : <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>. – Дата доступа : 05.03.2023.
2. Современные технологии для модернизации сети. – Режим доступа : [http://naviny.by/rubrics/computer/2012/01/11/ic\\_news](http://naviny.by/rubrics/computer/2012/01/11/ic_news)

UDC 004.725.5

## MODERNIZATION OF INTRAZONE COMMUNICATION NETWORKS BASED ON MODERN TECHNOLOGIES

Nozhnikov R.A., gr. 367041; Nozhnikov E.A., gr. 367041

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Khatskevich O.A. – PhD in technical sciences, associate professor

## 60-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов

**Annotation.** The report discusses ways to improve the efficiency of zonal and local communication networks based on modern technologies. The introduction of modern technologies will make it possible to provide subscribers of rural communication networks with modern services, as well as to unify equipment, which will simplify the maintenance of the communication network.

**Keywords:** modernization, intrazonal communication networks, modern technologies