

О.А. Аршинова

Донецкий национальный технический университет

*Сучасні мультисервісні мережі в якості базового протоколу каналного рівня використовують Ethernet, що забезпечує необхідне збільшення ємкості операторської мережі, включаючи нове покоління послуг для бізнесу і приватних осіб. IP / Ethernet інфраструктура може бути розгорнута поверх оптичної транспортної мережі на основі WDM.*

Операторы связи все более тесно конкурируют друг с другом, увеличиваются объемы предлагаемых услуг, при этом меняется их структура, ресурсоемкость и технологические основы. На этом фоне оператору особенно важно найти оптимальный путь миграции своей транспортной инфраструктуры, чтобы адекватно отвечать на запросы своих клиентов.

Требования, предъявляемые потребителями к услугам связи, претерпевают качественные изменения.

Со стороны бизнес-пользователей имеется спрос на критически важные для функционирования предприятия услуги, такие как высокоскоростные Виртуальные Частные Сети (VPNs), отвечающие требованиям по надежности и непрерывности бизнеса, услуги поддержки электронной коммерции бизнес-для-бизнеса или бизнес-для-пользователя, мобильный доступ WiFi и 3G, VoIP, IP видеоконференцсвязь.

Индивидуальные потребители заинтересованы в таких услугах как высокоскоростной доступ в Интернет, видео трансляции, видео по запросу (VoD), удаленная работа (teleworking), видеоконференции, онлайн игры, мобильные услуги 3G. Они также хотят эти сервисы получать простыми, более гибкими и более персонализированными способами [1].

Операторы движутся навстречу своим клиентам. Они также заинтересованы в развитии услуг и сетей. Стремясь к увеличению доходности они предлагают все больше новых услуг.

В результате количество и разнообразие трафика в операторской сети никогда еще не было таким большим или не росло так быстро.

Технической основой любой современной сети связи являются информационные транспортные сети, предназначенные для

высококачественной и безаварийной (бесперебойной) передачи (транспортировки) информации в виде стандартных или нормализованных цифровых потоков от производителя к потребителю.

В настоящее время происходит интенсивный рост предоставления телекоммуникационных услуг. Увеличение числа пользователей Интернет, строительство корпоративных сетей и сетей хранения данных и т.д. требуют расширения полосы пропускания в транспортных телекоммуникационных сетях городов. Существенно увеличить пропускную способность дает возможность технология мультиплексирования по длине волны (Wave length-Division Multiplexing, WDM).

В сетях Украины используются преимущественно оптические волокна, соответствующие рекомендации G.652 и синхронные мультиплексоры уровня STM-16 (2,5 Гбит/с) без оптических усилителей с длиной участка регенерации до 100...120 км. В то же время, волоконно-оптические линии обладают существенно более высокой пропускной способностью.

Действительно, теоретический предел пропускной способности оптического волокна (ОВ) в третьем окне прозрачности, т.е. на частоте порядка 193 ТГц, составляет примерно  $3 \cdot 10^9$  ОЦК. В то же время для STM-16 число ОЦК  $3 \cdot 10^5$ , что составляет 0,01% от пропускной способности ОВ. Повысить коэффициент использования оптического волокна и, следовательно, решить проблему нехватки оптического волокна, можно за счет волнового уплотнения WDM [2].

Главное достоинство технологий WDM заключается в том, что они позволяют преодолеть ограничения на пропускную способность канала и существенно увеличить скорость передачи данных. Причем используются уже проложенный волоконно-оптический кабель и стандартная аппаратура временного мультиплексирования. Благодаря WDM удастся организовать двустороннюю многоканальную передачу трафика по одному волокну (в обычных линиях используется пара волокон – для передачи в прямом и обратном направлениях).

Дополнительным стимулом внедрения WDM является предоставляемая ею возможность постепенного перехода от унаследованных цифровых технологий канального уровня к IP поверх оптического волокна.

WDM – технология для добавления двух или более оптических сигналов с разными длинами волн, передающихся одновременно по одному волокну и разделяемых на дальнем конце по длинам волн. Наиболее типичные приложения (2 – канальный WDM) комбинируют

длины волн 1310 нм и 1550 нм в одном волокне. Двухканальный WDM (и трехканальный) может быть использован для быстрого и простого добавления дополнительной (или двух дополнительных) длин волн. Он очень прост для установки и подключения и очень недорогой.

При переводе сети полностью на системы WDM будет получен ряд преимуществ, таких как:

- высвобождение занятых оптических волокон, за счет оптимального использования других волокон;
- отсутствие необходимости прокладки нового оптического кабеля;
- возможность оперативной масштабируемости сети и простота дальнейшего наращивания пропускной способности;
- обеспечение независимости передачи данных любого типа по одному волокну на разных длинах волн.

Как показывает практика развития сетей SDH в европейских странах, наиболее оптимальной с точки зрения минимизации затрат на сеть в целом, а также наиболее надежной и гибкой является ячеистая архитектура.

Можно построить ячеистую сеть на основе сети из нескольких колец SDH, соединив некоторые узлы колец звеньями для придания сети большей гибкости и надежности. На начальном этапе модернизации данной сети связи наиболее рациональным и экономически выгодным является комбинированное использование существующего оборудования SDH и внедряемого WDM. Таким образом, системы WDM будут использоваться для передачи больших потоков данных, системы SDH будут использоваться для передачи и выделения низкоскоростного трафика.

В системах WDM, осуществляющих перенос трафика SDH, существуют варианты повышения надежности. Одним из них является резервирование участков сети по схемам 1+1 и 1:1 по разнесенным трассам. В этом случае участки между двумя узлами сети соединяются по двум разнесенным трассам (стоцентное резервирование), сигналы по которым могут распространяться одновременно [2].

Следующим вариантом является резервирование терминального оборудования по схемам 1:1, или N:1, или N:m. В этом случае восстановление работоспособности осуществляется за счет резервирования на уровне трибных интерфейсов. Схема резервирования, обозначаемая в общем случае как N:m, использует m резервных на N работающих интерфейсных карт, что допускает различную степень резервирования.

Также восстановление работоспособности сети в целом возможно путем обхода отказавшего узла [3]. Наиболее перспективным признается механизм резервирования на основе П-циклов, заключающийся в определении цикла с рассчитанной пропускной способностью, которая будет использована в случае аварии. Суть данного алгоритма резервирования состоит в выделении замкнутого контура на многосвязной структуре сети с заведомо рассчитанной резервной пропускной способностью, которая будет использоваться в случае возникновения отказа сети.

К транспортной сети, которая является базой предоставления услуг конечному пользователю, всегда выдвигались требования надежности, управляемости, масштабируемости и способности к развитию. Поэтому волоконно-оптические системы передачи на основе SDH уже давно заняли ведущее место в транспортных сетях практически всех операторов связи.

Но, с появлением и широким распространением новейших телекоммуникационных услуг, к транспортным сетям выдвигаются новые требования мультисервисности и экономичности. Поэтому современной тенденцией развития транспортных сетей является внедрение VoIP и переход на пакетную коммутацию голоса и использование конвергентных технологий. Это может достигаться применением мультисервисных шлюзов (Soft-switch для сетей NGN) или эволюцией технологии SDH к сетям IP-MPLS.

В любом случае, новые широкополосные сервисы требуют пересмотра пропускной способности существующих транспортных сетей операторов или создания новых высокоскоростных магистральных каналов.

### **Выводы**

Таким образом, была обоснована целесообразность перехода на системы WDM, а также совместное их использование с системами SDH на начальном этапе модернизации сети предложен метод повышения надежности в сетях с ячеистой топологией на основе П-циклов.

### **Библиографический список**

1. Горнак А. Сценарии развития транспортной инфраструктуры оператора. Журнал Connect, № 4, 2008.
2. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М.: «Радио и Связь», 2000.
3. Stamatelakis D., Grover W. D. Theoretical Underpinnings for the Efficiency of Restorable Networks Using Preconfigured Cycles. IEEE Transactions on Communications, vol. 48, NO. 8, August 2000.