

УДК 621.391.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СПЕКТРАЛЬНОГО МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ WDM
В ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ****Д. М. ЗАНЬКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. В. Ф. ЯНУШКЕВИЧ)*

В статье проведён краткий анализ некоторых существующих оптических систем передачи данных. Приведены особенности, преимущества и недостатки волоконно-оптических систем передачи данных.

Ключевые слова: *пассивные оптические сети, оптические сети большой дальности.*

Из года в год растет потребность во всех более высоких скоростях передачи данных, что вызвано необходимостью предоставления широкополосных услуг. Экспансия услуг мультимедиа, таких как видео по запросу, видеоконференцсвязь, телевидение высокой четкости (HDTV), интерактивные игры, электронное обучение (e-learning), электронная медицина, услуга IP-телефонии и другие, вызывают необходимость в обеспечении каждого из интернет-пользователей скоростью передачи данных не менее 100 Мбит/с.

Обеспечение высоких скоростей возможно только с использованием оптических технологий и, в частности, волоконно-оптического кабеля.

Сегодня одной из широко распространенных технологий на сетях доступа, использующих волокна, является технология пассивных оптических сетей (Passive Optical Networks, PON). Достоинством таких сетей является не только огромная пропускная способность, но и относительно малый расход энергии на передачу одного бита.

Так, одной из наиболее динамично развивающихся услуг сегодня являются «облачные вычисления». Для многих исследователей доступ к базам данных в реальном времени имеет решающее значение, а ключевым фактором является не только скорость соединения, но и симметрия прямого и обратного каналов.

Для увеличения пропускной способности существующих пассивных оптических сетей (PON) предлагаются различные варианты. Прежде всего, это использование в TDM сетях новых стандартов, разработанных IEEE и ITU-T. Во-вторых, рассматриваются пути обеспечения высоких скоростей передачи информации за счет использования различных вариантов WDM (CWDM, DWDM, UDWDM).

На сегодняшний день задача состоит в разработке и внедрении более совершенных сетей, чем стандартные сети TDM PON, обеспечивающие перекрытие расстояний до 20 км. WDM-PON относятся к пассивным оптическим сетям большой дальности (LR-PON) нового поколения.

Они привлекли внимание исследователей из-за их экономически эффективного решения, позволяющего уменьшить общую стоимость сети путем объединения сегментов доступа и городских сегментов телекоммуникационной сети в один расширенный транзитный сегмент, гарантирующий подключение большого числа конечных пользователей непосредственно к ядру сети без необходимости нескольких стадий EOE-преобразований.

В сетях WDM-PON обеспечивается экономически выгодное решение, в котором за счёт объединения сегментов доступа и сегментов городской сети удалось обеспечить консолидацию центральных офисов, резко уменьшив их число.

В сетях LR-PON, как правило, используются оптические усилители вместо обычных повторителей, которые позволяют избежать выполнения сложных и дорогих процессов, таких как фотонноэлектронное преобразование, восстановление синхронизации, изменение формы, электрическое усиление и электронно-фотонное преобразование.

Кроме того, в отличие от обычных повторителей, оптические усилители являются прозрачными для скорости передачи и формата данных. При этом у сетей LR-PON имеются и свои недостатки, которых с каждым годом становится все меньше, вследствие совершенствования этих сетей.

Сети доступа большого радиуса действия имеют ряд особенностей, вызванных необходимостью перекрытия больших расстояний и подключением большого числа пользователей к центральному офису (CO).

Увеличение перекрываемых расстояний в сетях LR-PON ведет к увеличению круговой задержки (RTT), что может привести к снижению скорости передачи информации.

Говоря конкретно о разработке решений по внедрению LR-PON, можно сказать, что существует множество работ, посвященных данному сетевому решению. Ценный вклад в исследование применения методов спектрального мультиплексирования WDM в пассивных оптических сетях внесли: Шувалов В.П., Фокин В.Г., чьи работы легли в основу теоретических исследований данной работы.

Заключение. В отличие от PON на основе традиционных технологий EPON, GPON, в которых расстояния от OLT до ONU не превышают 20 км, в сетях LR-PON расстояния OLT-ONT могут достигать 100 км и более. Концепция LR-PON предполагает дальнейшее упрощение сетей за счет объединения сети доступа и городской сети (метро-сети), обеспечивает снижение затрат в пересчете на одного пользователя. В этих сетях используются сплиттеры с высоким коэффициентом деления (1024 и более), что позволяет подключить большое число пользователей; появляется возможность сконцентрировать десятки OLT в одном CO; снизить затраты на резервирование OLT; упростить процедуры обслуживания и мониторинга сети.

Увеличение коэффициентов деления сплиттеров влечет за собой рост затухания сигналов. Для обеспечения бюджета по мощности на сетях LR-PON требуется установка регенераторов или усилителей, которые в англоязычной литературе обычно обозначаются как Reach extenders (расширители диапазона перекрывааемых расстояний). Увеличение расстояний влечет за собой рост круговой задержки (Round-Trip Time, RTT), что усложняет процесс динамического распределения ресурсов. Большие расстояния между OLT и ONU ведут к снижению коэффициента готовности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волоконно-оптическая система передачи: Учебное пособие / Ф.А. Айгараева, Қ.С. Асанова, М.Т. Тулеужанова, О. Б. Нурманов.– Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Холдинг «Кәсіпқор», 2019 г.
2. А.Д. Тусупов, Н.И.Листопад, А.Т. Тохметов. Гигабитные пассивные оптические сети с расширенной зоной досягаемости 2020 г.
3. Сравнение эффективности использования волнового оптического и временного уплотнения каналов в волоконно-оптических системах Текст научной статьи по специальности «Электротехника, электронная техника, информационные технологии» В. Н. Урядов, Ю. Б. Стункус.