

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

УДК 621.391.63

Шашкин Владимир Дмитриевич

**ОПТИЧЕСКИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ
МУЛЬТИПЛЕКСОРА ВВОДА-ВЫВОДА**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра техники и технологии
по специальности 1-39 81 03 Информационные радиотехнологии

Научный руководитель
Лукьянец Владимир Григорьевич
Кандидат технических наук, доцент

Минск 2017

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей тенденцией в развитии телекоммуникационных сетей является процесс перехода к полностью оптическим транспортным сетям.

Принцип динамической волновой коммутации (маршрутизации) является основой оптических сетей – увеличивается число каналов и мультиплексов/демультиплексов в оптическом тракте систем со спектральным (волновым) разделением каналов. Исходя из этого сегодня наблюдается повышенный интерес к оптическим мультиплексорам/демультиплексорам и влиянию их характеристик на качество передачи данных.

Таким образом, наиболее актуальной задачей в области транспортных сетей является модернизация и изменение топологии существующих сетей. Современные исследования рассматривают задачи повышения эффективности модернизации и изменения топологии существующих сетей.

Основываясь на вышесказанном, задачу данной диссертации следует формулировать следующим образом. Создание поэтапного плана модернизации и развития транспортной телекоммуникационной сети, исходя из заданных начальных условий и ограничений на характеристики качества связи, характеристики надежности. При решении задачи следует принять во внимание предполагаемый рост трафика, создание новых узлов связи, подключение новых сетей, ввод в эксплуатацию новых линий связи. Модернизация заключается в монтаже новых линий связи, установке нового оборудования, замене или перемещении коммутационного и оконечного оборудования, перераспределении существующих потоков данных.

Кроме того, актуальными научными задачами являются исследование принципов реализации транспортных сетей на основе оптических мультиплексов ввода-вывода, а также оценка влияния оптической среды существующих волоконно-оптических линий связи на качество передачи информации в оптических каналах систем SDH и DWDM. Данные исследования позволяют определить предельные параметры систем SDH и DWDM, при которых будет обеспечено требуемое качество передачи с учетом особенностей передаваемых данных.

Главным недостатком существующих решений приведенных задач является то, что модернизация транспортных телекоммуникационных сетей проводится для текущего периода времени, не учитывая длительности и этапности реализации проекта и ограничений для каждого этапа. Кроме того, существующие исследования в области оптических сетей не принимают во

внимание архитектурные особенности современного сетевого оборудования и дискретность изменения пропускной способности каналов связи.

Объектом исследования данной диссертации являются оптические транспортные сети со спектральным разделением каналов. Основными целями диссертации являются обзор и анализ оптических транспортных сетей на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода, современных транспортных технологий и принципов построения и реализации оптических сетей, выбор оптимальной топологии оптической сети, разработка методики расчета линейного тракта и надежности оптической сети.

Для достижения поставленных целей и с учетом общих принципов построения транспортных сетей, а также оценки качества их функционирования, в диссертации решена задача по исследованию оптических транспортных сетей, а также произведен расчет основных параметров оптической транспортной сети на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью работы является исследование оптических транспортных сетей. Задачи проводимых исследований:

- Изучить и исследовать принципы построения оптических транспортных сетей;
- Сравнить транспортные технологии, применяемые в оптических сетях;
- Провести анализ транспортных технологий и их влияния на развитие оптических сетей;
- Разработать методику расчета оптических транспортных сетей на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода.

Развитие современных технологий передачи данных, диктуемое бурным ростом трафика, и необходимостью роста скоростей и пропускной способности транспортных сетей требуют их модернизации. Тенденции сетей следующего поколения ведут к созданию мультисервисных транспортных платформ и сокращению уровней иерархии транспортных сетей. Вследствие чего видится необходимым исследование и внедрение оптических транспортных сетей.

В работе даны рекомендации по применению оптических мультиплексоров ввода-вывода в оптических транспортных сетях. Проанализирован процесс миграции к полностью оптическим сетям на основе мультиплексоров ввода-вывода. Разработана методика расчета оптической транспортной сети на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение знакомит с краткой характеристикой работы, дает обоснование актуальности темы диссертации и формулирует ее цель, рассматривает практическую значимость, научную новизну и этапы исследований.

Первая глава включает обзор и анализ современных технологий построения оптических транспортных сетей. Кратко описываются транспортные технологии, используемые в оптических сетях. Описана эволюция оптических сетей и транспортных технологий и тенденции их развития. Рассмотрены основные протоколы, применяемые в оптических сетях, в частности протокол MPLS. Подробно рассмотрены технологии SDH и DWDM, выделены их достоинства и недостатки. Кратко описана технология OTN, как развитие технологии DWDM.

Во второй главе рассматриваются принципы построения оптических транспортных сетей. Описаны современные требования к оптическим транспортным сетям. Рассмотрены транспортные решения для сетей на базе различных технологий: PDH, SDH, WDM, ATM, IP, Ethernet. Описаны полностью оптические транспортные сети, их достоинства и недостатки. Описываются модели и протоколы оптических сетей, в частности модель на основе протокола MPLS. Рассматриваются способы построения оптических транспортных сетей, устройства оптической маршрутизации и коммутации.

В третьей главе разрабатывается методика расчета оптической сети на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода. Описаны различные топологии оптических транспортных сетей на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода, приводится общая классификация оптических интерфейсов. Предлагается методика расчета основных параметров линейного тракта, подробно рассмотрена схема бюджета мощности. Рассмотрен расчет многопролетного участка оптической транспортной сети со спектральным разделением каналов. Представлена схема многопролетного участка транспортной сети с применением оконечных мультиплексора (OM) и демультимплексора (ODM), мультиплексоров вывода/ввода (OADM), оптического кросс-коммутатора (ОХС), оптических усилителей и волоконно-оптического кабеля. Выполнен расчет линейного тракта сети и основных параметров надежности сети. Выполнен сравнительный анализ эффективности использования волнового и временного уплотнения каналов в системах с p-i-n и ЛФД фотоприемниками. В результате сделаны выводы о перспективности технологии WDM с точки

зрения сохранения бюджета системы и целесообразности ее использования в оптических транспортных сетях. Оценена эффективность использования спектра и максимальной пропускной способности систем WDM.

В Заключение диссертации сформулированы основные результаты выполненной работы:

- Произведен анализ оптических транспортных сетей на основе технологий SDH и DWDM;
- Исследованы протокольные решения оптических транспортных сетей;
- Рассмотрена мультисервисная транспортная платформа;
- Исследованы полностью оптические транспортные сети с пакетной коммутацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом проведенного анализа и выполненных расчетов исследованы оптические транспортные сети, являющиеся современным стандартом систем передачи на магистральных сетях и обладающие большими функциональными возможностями.

В диссертации рассмотрен вопрос построения оптической сети с применением технологии DWDM. Данная технология сегодня широко применяется в волоконно-оптических линиях связи, позволяет значительно повысить пропускную способность магистрали и улучшить качество передаваемых данных.

Основные тезисы настоящей диссертации были представлены и опубликованы в числе материалов 53-ей научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР в 2017 году.

В диссертации разработана методика расчета оптической транспортной сети на основе оптических мультиплексоров ввода-вывода, проведен расчет основных параметров линейного тракта и надежности сети. Результаты расчетов соответствуют нормам и стандартам связи, что говорит о правильном выборе применяемой технологии.

Для решения поставленной задачи и достижения цели исследования в данной магистерской диссертации произведено:

- Произведен анализ оптических транспортных сетей на основе технологий SDH и DWDM;
- Исследованы протокольные решения оптических транспортных сетей;
- Рассмотрена мультисервисная транспортная платформа;
- Исследованы полностью оптические транспортные сети с пакетной коммутацией.

В диссертации проанализированы оптические транспортные сети. За основу взяты технология SDH и развивающаяся технология DWDM. В результате анализа можно сделать следующие выводы:

- Технология SDH является доминирующей в магистральных сетях и сетях масштаба города;
- Транспортные сети SDH строятся по территориальному принципу, что позволяет изменять конфигурацию сети и управлять действиями персонала по восстановлению поврежденных соединений;
- Основными преимуществами SDH сетей является эффективное использование пропускной способности, повышенная надежность, масштабируемость и отказоустойчивость;

- Технология SDH является транспортной технологией для протоколов IP и ATM, что компенсирует слабо развитые транспортные функции последних;
- Посредством новых развивающихся технологий, таких как MPLS и GFP создаются оптические мультисервисные транспортные платформы;
- Происходит конвергенция и как следствие уменьшение числа слоев модели сети, в результате чего наблюдается тенденция к развитию новых возможностей технологии SDH как транспортной основы сетей NGN;
- К числу основных недостатков традиционной среды SONET относятся следующие: ограниченная гибкость, большой объем необходимого оборудования, большие сроки подготовки линий, и нерациональный расход производительности полосы пропускания;
- DWDM-технология рассматривается уже не только как средство повышения пропускной способности оптического волокна, а как наиболее надежная технология для транспортной инфраструктуры мультисервисных сетей, обеспечивающая повышение пропускной способности сети и реализующая широкий набор принципиально новых услуг связи. Возможность DWDM интегрироваться с перспективными технологиями и протоколами передачи данных делает ее незаменимой в процессе конвергенции между различными видами и службами связи;
- Развитие технологии DWDM обусловлено целым рядом факторов, DWDM имеет множество потенциальных применений. Благодаря ей можно увеличить объем передаваемых данных без прокладки дополнительного кабеля. В большинстве случаев DWDM вписывается в имеющуюся инфраструктуру волоконно-оптических линий с минимальными изменениями;
- Практическое использование технологии DWDM постоянно расширяется в связи с быстрым развитием сетей связи всех уровней, и в ближайшем будущем данная тенденция сохранится. Оборудование DWDM применяется как для создания новых волоконно-оптических сетей, так и для модернизации и расширения существующих в целях существенного повышения их пропускной способности.