

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

УДК 621.391.63

ГАВРИЛЕНКО
Алексей Андреевич

ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СЕТИ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

АВТОРЕФЕРАТ

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

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент
УРЯДОВ Владимир Николаевич

Минск 2014

Нормоконтроль

(фамилия, имя, отчество)

(дата, подпись)

ВВЕДЕНИЕ

В развитых странах волоконно-оптическая связь заняла лидирующее положение среди других средств связи. Для постоянного и динамичного развития рынка телекоммуникации необходимо внедрение передовых технологий, позволяющих предоставлять качественно новые услуги с широкими возможностями по обмену информацией. Начиная от точек доступа и заканчивая узлами обмена трафиком, современные операторы связи нуждаются в расширении полосы пропускания и спектра предоставляемых услуг, сохраняя при этом прибыльность.

Значительно возросли требования к качеству, эффективности и надежности, а также расширению видов услуг связи. Возможность резкого увеличения объема передаваемой информации реализуется в результате совместного применения новейших цифровых систем коммутации и волоконно-оптических кабелей.

Одним из перспективных направлений их модернизации является внедрение сетевых решений на базе технологий пассивных оптических сетей - PON (Passive Optical Networks) - и расширение спектра традиционных услуг связи новыми, востребованными услугами. Появление этой технологии заставляет по-новому взглянуть на принципы построения сетей. На смену многоволоконным кабелям, насчитывающим десятки или даже сотни оптоволоконных жил и как следствие, трудным в прокладке и монтаже, приходят маловолоконные сети. Т.е., технология пассивных оптических линий является одним из наилучших решений для улучшения качества передачи в цифровых сетях. В данной диссертации я рассмотрел актуальную тему нашего времени - надежность пассивных оптических сетей, пути и средства достижения.

Высокий уровень надежности современных сетей оптической связи обеспечивается реализацией комплекса различных мер, среди них одной из ключевых являются средства полного или хотя бы частичного восстановления связи в аварийных ситуациях. Традиционно для этого применялось резервирование — целенаправленное введение в систему определенной избыточности с целью увеличения степени связности отдельных ее узлов, то есть количества независимых путей передачи информации. В современных условиях доступны и другие подходы.

Волоконная оптика и оптоэлектроника находят широкое применение при построении всех уровней сетей электросвязи: магистральных линий междугородной и городской связи, сетей доступа и структурированных кабельных систем. Ввиду важности задач, решаемых с их помощью, к надежности предъявляются очень высокие требования. При этом под надежностью понимается способность поддерживать передачу информации с заданной скоростью и с заданной достоверностью в течение требуемого промежутка времени. Рассматриваемые далее варианты повышения надежности сети с привлечением резервирования неизбежно связаны с дополнительными затратами. Поскольку эта процедура может быть выполнена с помощью

различных подходов, выбор наиболее эффективного способа — как с технической, так и с экономической точек зрения — приобретает исключительно важное прикладное значение.

Объектом исследования настоящей диссертации являются пассивные оптические сети повышенной надежности. Основными целями диссертации являются обзор и анализ пассивных оптических сетей доступа, увеличение надежности систем оптической связи и методов реализации повышения надежности, разработка методики расчета надежности пассивных оптических сетей, а также баланса мощности PON.

Для достижения поставленной цели с учетом общих принципов организации инфокоммуникационных систем и оценки качества их надежности в диссертации решена задача по исследованию пассивных оптических сетей повышенной надежности, а также произведен расчет основных параметров влияющих на повышение надежности пассивных оптических сетей.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью настоящей работы является исследование пассивных оптических сетей повышенной надежности. Задачи проводимых исследований:

- Изучить существующие волоконно-оптические линии связи, их характеристики и системы мониторинга;
- Рассмотреть пассивные оптические сети повышенной надежности, характеристики, стандарты и структуру;
- Проанализировать системы повышения надежности в пассивных оптических сетях;
- Исследовать принципы систем повышения надежности в пассивных оптических сетях;
- Разработать методику расчета надежности пассивных оптических сетей, а также расчет баланса мощности.

В связи с бурным внедрением технологии пассивных оптических сетей на территории Республики Беларусь, возросла актуальность темы повышения надежности в данных сетях.

Под надежностью понимается способность поддерживать передачу информации с заданной скоростью и с заданной достоверностью в течение требуемого промежутка времени. Рассматриваемые варианты повышения надежности сети с привлечением резервирования неизбежно связаны с дополнительными затратами. Поскольку эта процедура может быть выполнена с помощью различных подходов, выбор наиболее эффективного способа — как с технической, так и с экономической точек зрения — приобретает исключительно важное прикладное значение.

В работе даны рекомендации по применению технологий повышения надежности в пассивных оптических сетях. Основными целями диссертации являются обзор и анализ пассивных оптических сетей доступа, систем мониторинга, увеличение надежности систем оптической связи и методов реализации повышения надежности, разработка методики расчета надежности пассивных оптических сетей, а также баланса мощности PON.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **Введении** дается краткая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы ее цель, практическая значимость, научная новизна и основные этапы исследований.

Глава 1 В данной главе был произведен обзор и анализ существующих волоконно-оптических линий связи. Описываются преимущества перед сетями, построенными на основе обычного медного или коаксиального кабеля. Они обеспечивают гораздо более высокие скорости передачи данных на большие расстояния и при этом абсолютно нечувствительны к электромагнитным помехам и перекрестным наводкам. Также рассматриваются параметры и характеристики основных существующих систем мониторинга оптических линий связи, их различия.

В **Главе 2** рассмотрены архитектура сетей PON, стандарты сети PON, типовая структура, а также надежность пассивных оптических сетей, методы увеличения надежности. Также рассмотрены различные методы резервирования в оптических системах:

- Линейное резервирование
- Системное резервирование
- Резервирование на основе WDM
- Резервирование в сетях пассивных оптических сетях
- Резервирование в оптических подсистемах

В **Главе 3** показаны методы расчетов интенсивности отказов сетей PON, Расчет надежность платы линейных интерфейсов LT, расчет среднего времени восстановления сети PON, а также расчет баланса мощности в PON сети.

В **Заключении** диссертации сформулированы основные результаты выполненной работы:

- произведена характеристика существующих ВОЛС
- рассмотрены существующие системы мониторинга ВОЛС
- рассмотрены архитектура и стандарты пассивных оптических сетей
- приведена типовая структуры PON
- приведены примеры увеличение надежности систем оптической связи, линейное резервирование, кольцевые структуры, системное резервирование.
- приведено применение различных способов резервирования, а также схемы обхода отказавших узлов, резервирование в пассивных оптических сетях, резервирование в оптических подсистемах

- произведены расчеты интенсивности отказов сетей PON, надежности платы линейных интерфейсов LT, среднего времени восстановления сети PON, баланса мощностей сетях PON.

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одна из наиболее популярных оптических технологий для сетей доступа – PON (Passive Optical Network, пассивная оптическая сеть). Ее суть – в построении сети доступа, имеющей большую пропускную способность при минимальных капитальных затратах. Данное решение предполагает создание разветвленной, преимущественно древовидной топологии сети без активных компонентов – на пассивных оптических разветвителях. Передача информации для всех пользователей происходит одновременно с временным разделением каналов от головной станции – оптического линейного терминала (Optical Line Terminal, OLT) до оконечных оптических сетевых блоков (Optical Network Unit, ONU). Прием-передача в обоих направлениях, как правило, производится по одному оптическому волокну, однако на разных длинах волн.

Преимущества применения сетей PON :

- Экономия оптических волокон в абонентских оптических кабелях (ОК).
- Значительная экономия на головной станции оптических излучателей.
- Возможно предоставление 3 видов информации (в соответствии с концепцией Triple Play): голос, видео и данные. Отсутствие необходимости в электропитании сетевых элементов (за исключением оконечных).
- Небольшие затраты на обслуживание. Подключение абонентов несложное (даже без перерыва связи). Возможно динамическое расширение полосы – скорость передачи у работающих абонентов увеличивается за счет абонентов, не работающих в данный момент. Скорость передачи в дальнейшем увеличивается (до 10 и выше Гбит/с) без замены оборудования линейного тракта (ОК, разветвители, соединители).
- Возможно в последующем существенное увеличение скорости передачи для каждого пользователя посредством применения технологии оптического мультиплексирования (CWDM либо DWDM).

Высокий уровень надежности современных сетей оптической связи обеспечивается реализацией комплекса различных мер, среди них одной из ключевых являются средства полного или хотя бы частичного восстановления связи в аварийных ситуациях. Традиционно для этого применялось резервирование — целенаправленное введение в систему определенной избыточности с целью увеличения степени связности отдельных ее узлов, то есть количества независимых путей передачи информации. В современных условиях доступны и другие подходы:

1. Резервирование в системах оптической связи является объективной необходимостью и используется в целях повышения надежности передачи данных на всех уровнях современных инфокоммуникационных сетей (транспортных сетей, сетей доступа, СКС).
2. При линейном резервировании целесообразно применение отдельных пространственно разнесенных оптических кабелей.

3. Наибольшую гибкость в вопросах выбора схемы резервирования предоставляют сети с кольцевой топологией (как минимум четыре различных варианта).

4. Общая надежность сети увеличивается в случае обращения к системному резервированию, поскольку оно обеспечивает защиту как при повреждениях в линейной части, так и при отказах активного оборудования узлов.

5. Для повышения общей надежности связи целесообразно комбинировать различные способы резервирования.

6. Оптимизация системы резервирования представляет собой многокритериальную задачу и требует обязательного учета таких разнородных характеристик, как размеры сети, степень ее загрузки, требуемое качество связи, особенности топологии и т. д.

Для решения поставленных задач и достижения выше обозначенных целей в данной магистерской диссертации было произведено:

- произведена характеристика существующих ВОЛС
- рассмотрены существующие системы мониторинга ВОЛС
- рассмотрены архитектура и стандарты пассивных оптических сетей
- приведена типовая структура PON
- приведены примеры увеличения надежности систем оптической связи, линейное резервирование, кольцевые структуры, системное резервирование.
- приведено применение различных способов резервирования, а также схемы обхода отказавших узлов, резервирование в пассивных оптических сетях, резервирование в оптических подсистемах
- произведены расчеты интенсивности отказов сетей PON, надежности платы линейных интерфейсов LT, среднего времени восстановления сети PON, баланса мощностей в сетях PON.