

Из приведенных результатов можно сделать вывод о том, что при проектировании коммутационного узла, работающего по комбинированной системе обслуживания, для оптимизации числа каналов и количества мест ожиданий необходимо учитывать найденные минимальные значения стоимости

потерь для оптимальных значений нагрузок и количества мест ожиданий.

Литература

1. Гасанов А.Н. Анализ телекоммуникационных сетей. Баку: Изд. «Элм», 1995. – 160 с.
2. Клейнерок Л. Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

УДК 621.272.88

НАДЕЖНОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Корнилов И.И., Марыкова Л.А., Шаталов В.Ф.

Требования, предъявляемые к волоконно-оптическим сетям, сводятся к обеспечению их высокой надежности. Чаще всего используются волоконно-оптические кольцевые сети. На таких топологиях строятся распределительные сети. Кольцевая топология с резервированием позволяет существенно улучшить надежность работы сети. Оценка надежных показателей кольцевых распределительных сетей показывает, что время простоя значительно уменьшается, что имеет большое значение, как для пользователей, так и для провайдера.

В конце XX века человечество вступило в новую технологическую эпоху – эру информационных технологий. Зависимость современного общества от информационных технологий настолько высока, что сбои в информационных системах способны привести к значительным инцидентам в «реальном» мире [1].

Телекоммуникации – ключевая отрасль для информационных технологий, занимающаяся вопросами транспортировки информации. Наиболее перспективными и стабильно развивающимися информационными системами являются волоконно-оптические системы передачи (ВОСП). Высокие скорости передачи, возможности эффективной модернизации сетей связи, надежность, защищенность передаваемой информации – далеко не полный список преимуществ ВОСП, формирующих возрастающий интерес к волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) телекоммуникационных операторов и пользователей услуг связи.

ВОСП наиболее успешно используются для организации:

- передачи данных;
- телефонной связи (магистральные, внутризоновые, городские, сельские и станционные линии);
- кабельного телевидения;
- локальных вычислительных сетей [2].

Требования, предъявляемые к волоконно-оптическим сетям современными бизнес-приложениями, сводятся к обеспечению их готовности, поскольку передаваемая информация востребована круглосуточно. Цена убытков, к которым могут привести простои, постоянно возрастает [3].

Для многих частных приложений чаще всего используются волоконно-оптические сети, среди которых по параметрам надежности выгодно отличаются кольцевые сети. На таких топологиях строятся распределительные сети, например, кабельного телевидения и т.п.

В кольцевых сетях обеспечивается прием сигнала на районных оптических узлах с двух независимых направлений (см. рис.1).

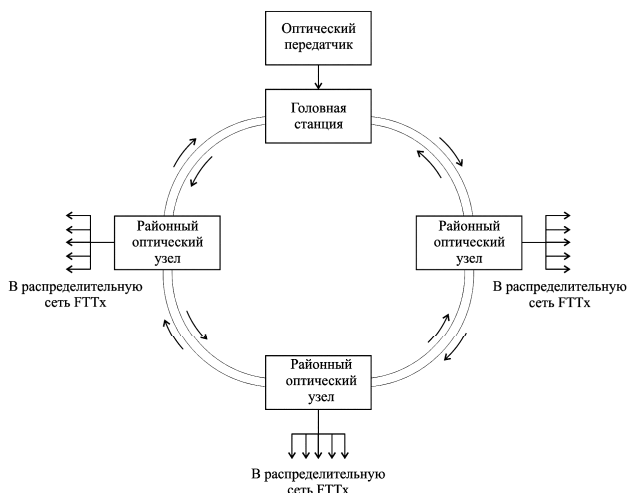


Рис. 1. Оптическая кольцевая распределительная сеть

По одному оптическому волокну сигнал подается «по часовой стрелке», по другому волокну – «против часовой стрелки». Стрелками показано направление передачи оптического сигнала из головной оптической станции. Оптический сигнал из кольца принимается в районных оптических узлах, усиливается и подается в распределительную сеть FTTx, например, до жилого дома (FTTH)

– Fiber to the Home) или до офиса (FTTO – Fiber to the Office).

На головной станции сигнал поступает на оптические передатчики (основной и резервный), с выходов которых оптические сигналы поступают на оптический переключатель MOS 1×2 производства ООО «Дейта Плюс», обеспечивающий автоматическое (или ручное) переключение основного оптического входа на резервный в случае пропадания оптического сигнала на основном входе. Оптический переключатель имеет возможность удаленного управления / мониторинга через COM – порт или WEB – интерфейс (см. рис.2) [4]. С выхода оптического переключателя через встроенный оптический сплиттер 1×2 оптический сигнал поступает на оптические усилители EDFA(Erbium Doped Fiber Amplifier), подающие сигнал в оптическое кольцо.

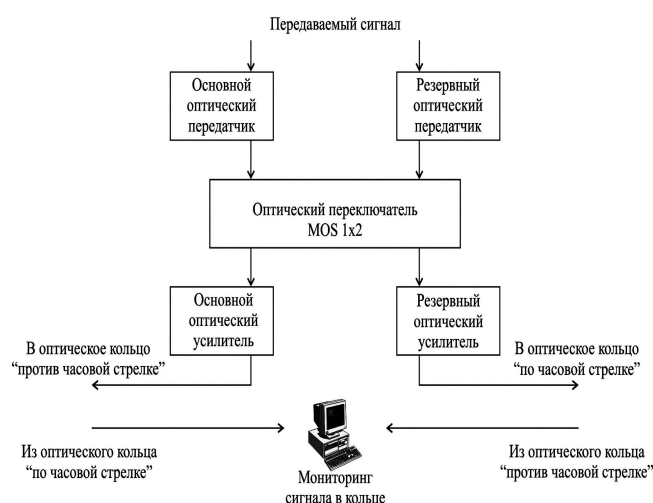


Рис. 2. Головная станция оптической распределительной сети

Выходной уровень оптических усилителей рассчитывается с учетом длины кольцевой линии и количества районных оптических узлов.

Окончания оптического кольца на головной станции используются для мониторинга целостности оптических волокон в кольце. В случае обрыва кольца система мониторинга подает сигнализацию об аварии.

На районных оптических узлах сигналы с обоих направлений из кольца через оптические ответвители подаются на оптический переключатель MOS 1×2, обеспечивающий бесперебойную (задержка менее 5 мс) подачу оптического сигнала на распределительный оптический усилитель (см. рис.3).

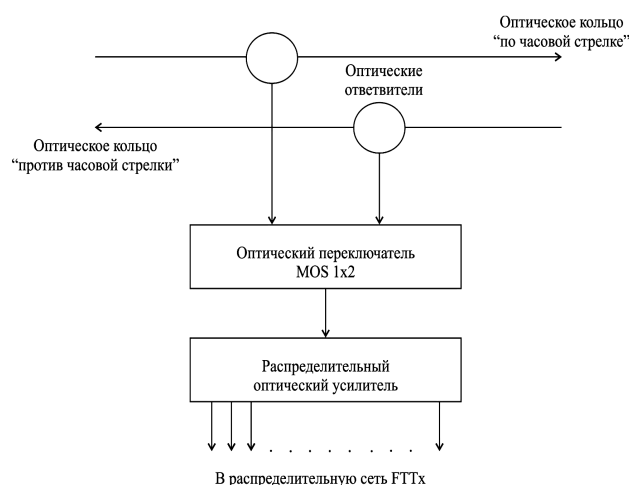


Рис. 3. Районный оптический узел распределительной сети

Коэффициенты ответвления оптических ответвителей рассчитываются с учетом уровня оптического сигнала в кольце данного направления, потерь, вносимых оптическим переключателем MOS 1×2 (порядка 1 дБ) и рабочего уровня входного оптического сигнала распределенного оптического усилителя. С выходов (до 64-х) распределенного оптического усилителя сигнал подается в районную распределительную оптическую сеть по древовидной или звездообразной топологии до жилых домов (FTTH) или офисов (FTTO).

Кольцевая топология с резервированием позволяет существенно улучшить надежность показатели работы сети. Среднее время восстановления связи для оптической сети распределения можно рассчитать по формуле [5]:

$$t_{\text{без резерв}} = \frac{(\lambda_{\text{ГС}} t_{\text{в ГС}} + \lambda_{\text{РОУ}} n_{\text{РОУ}} t_{\text{в РОУ}} + \lambda_{\text{каб}} L t_{\text{в каб}})}{\Lambda_{\text{сист}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{без резерв}}$ – среднее время восстановления сети без резервирования; $t_{\text{в ГС}}$, $t_{\text{в РОУ}}$, $t_{\text{в каб}}$ – среднее время восстановления, соответственно, главной станции, районного оптического узла и кабеля; $\lambda_{\text{ГС}}$, $\lambda_{\text{РОУ}}$, $\lambda_{\text{каб}}$ – интенсивности отказов, соответственно, главной станции, районного оптического узла и одного километра кабеля; $n_{\text{РОУ}}$ – число районных оптических узлов в кольце; L – длина кабеля в кольце; $\Lambda_{\text{сист}}$ – интенсивность отказов системы (оптической сети распределения).

Интенсивность отказов системы определяется как сумма интенсивностей отказов всех ее элементов:

$$\Lambda_{\text{сист}} = \lambda_{\text{ГС}} + \lambda_{\text{РОУ}} n_{\text{РОУ}} + \lambda_{\text{каб}} L. \quad (2)$$

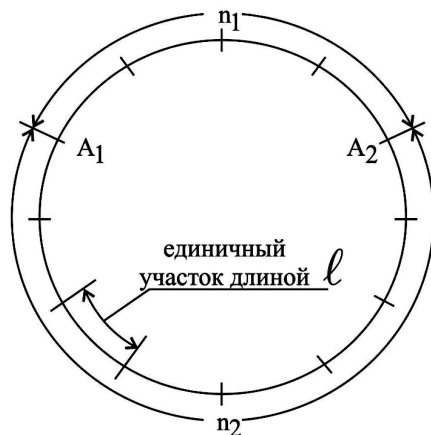


Рис. 4. Кольцевая топология с единичными участками

При использовании топологии «кольцо» с резервированием предположим, что кольцо разбито на n единичных участков, имеющих наименьшую длину, на которой могут располагаться ближайшие по отношению друг к другу районные оптические узлы. Обозначим коэффициент готовности единичного участка через $\kappa_{Г\text{ед.уч.}}$. Допустим, что $n = n_1 + n_2$, где n_1 и n_2 – число единичных участков между точками A_1 и A_2 (см. рис. 4), соответственно, по верхней и нижней дугам кольца.

Интенсивность отказов единичного участка

$$\lambda_{\text{ед.уч.}} = \lambda_{\text{POY}} n_{\text{POY1}} + \lambda_{\text{каб}} l, \quad (3)$$

где $n_{\text{POY1}} = 2$ – число районных оптических узлов на единичном участке; l – длина кабеля на одном единичном участке.

Среднее время безотказной работы единичного участка

$$t_{\text{ср.ед.уч.}} = \frac{1}{\lambda_{\text{ед.уч.}}}, \quad (4)$$

а коэффициент готовности единичного участка

$$\kappa_{Г\text{ед.уч.}} = \frac{t_{\text{ср.ед.уч.}}}{t_{\text{ср.ед.уч.}} + t_{\text{в.ед.уч.}}}, \quad (5)$$

где $t_{\text{в.ед.уч.}}$ – время восстановления единичного участка при отказе, равное:

$$t_{\text{в.ед.уч.}} = (\lambda_{\text{POY}} n_{\text{POY1}} t_{\text{в.ПОУ}} + \lambda_{\text{каб}} l t_{\text{в.каб}}) / \lambda_{\text{ед.уч.}} \quad (6)$$

Путем несложных преобразований можно получить формулу [6], позволяющую рассчитать отношение времени восстановления работоспособности кольцевой сети без резервирования ко времени восстановления с резервированием:

$$\frac{t_{\text{в без резерв}}}{t_{\text{в с резерв}}} = \frac{1}{(n - n_1)(1 - \kappa_{Г\text{ед.уч.}})}. \quad (7)$$

Поскольку величина $(1 - \kappa_{Г\text{ед.уч.}}) \ll 1$, резервирование кольцевой сети обеспечивает резкое снижение времени простоя. Если принять $n = 20$ и для наихудшего случая $n_1 = n/2 = 10$, то при $\kappa_{Г\text{ед.уч.}} = 0,9995$, находим, что время простоя при резервировании на кольце уменьшается в 200 раз, а это будет иметь большое значение, как для пользователей, так и для провайдера.

Литература

1. Винокуров А.Ю. Квантовая криптография: дорогая игрушка или технология будущего? // Технологии и средства связи. №5, 2003. – С. 96-99.
2. Свинцов А.Г. Оборудование для монтажа ВОЛС // Фотон-Экспресс. №17, 1999. – С. 9-16.
3. Уайли Дж. Стратегии повышения системной готовности // Сети и системы связи. №1, 2002. – С. 22-25.
4. ООО «Дейта Плюс». Отказоустойчивая оптическая связь – это очень просто // Фотон-Экспресс. №3, 2008. – С.14.
5. Корнилов И.И. Оптическая линия передачи. Самара: Изд. ПГАТИ, 2000. – 158 с.
6. Варакин Л.Е., Козелев А.И. Надежность глобального цифрового кольца связи // Сети связи. №6, 1994. – С. 2-5.

УДК 621.391

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГИ РЕЧЕВОЙ СВЯЗИ В IMS И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ

Кутбитдинов С.Ш.

Предлагается аналитическая модель процесса предоставления услуги речевой связи в IMS как современном варианте реализации концепции NGN. Проводится оптимизация параметров модели с учетом качества предоставления услуги речевой связи.

Введение

Задачи распределения ресурсов традиционно считаются одними из приоритетных в теории телетрафика. В цифровых системах коммутации при построении моделей распределения ресурсов