

ные коды возможно путем замены метрики Хэмминга на иную метрику.

Работа поддержана грантом РФФИ 09-07-97001.

Литература

- Ибрагимов И.А., Хасьминский Р.З. Асимптотическая теория оценивания. М.: Наука, 1979. – 528 с.
- Зяблов В.В., Коробков Д.Д., Портной С.Л. Высокоскоростная передача сообщений в реальных каналах. М.: Радио и связь, 1991. – 352 с.
- Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики. М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с.
- Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. М.: Мир, 1976. – 594 с.
- Габидулин Э.М., Парамонов А.В., Третьяков О.В. Применение оптимальных кодов в ранговой метрике и других нехэмминговых метриках для криптозащиты и борьбы с ошибками сложной конфигурации в параллельных каналах // Перспективные средства телекоммуникаций и интегрированные системы связи. Под ред. Зяблова В.В. М.: Изд. ИППИ РАН, 1992. – С.21-47.
- Лычагин Н.И., Агеев С.А., Гладких А.А., Васильев А.В. Неалгебраическое декодирование групповых кодов в стирающем канале связи // Системы и средства связи телевидения и радиовещания. № 1-2, 2006. – С. 49-55.
- Способ декодирования блоковых кодов со стиранием элементов. Патент РФ № 2327297.

УДК 621.391.27

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КОММУТАЦИОННЫХ УЗЛОВ, РАБОТАЮЩИХ ПО СИСТЕМЕ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОЧЕРЕДЬЮ

Вердиев С.Г., Мурадов П.Д., Гусейнов З.Н.

В настоящей работе выполнена оптимизация параметров коммутационных узлов по экономическим показателям с использованием методов теории массового обслуживания.

Эффективность систем массового обслуживания (СМО) можно характеризовать большим числом различных количественных показателей.

При выборе оптимальных параметров систем массового обслуживания по экономическим показателям можно использовать функцию стоимости потерь в системе [1].

Функция стоимости потерь для системы с ожиданием

$$G_n = (q_{ожс} M_{ожс} + q_{нк} (s - M_{зан}) + q_k M_{зан}) T, \quad (1)$$

где s – количество каналов; $q_{ожс}$ – стоимость потерь, связанных с простаиванием запросов в очереди в единицы времени; $q_{нк}$ – стоимость единицы времени простоя канала; q_k – стоимость эксплуатации каждого канала в единицу времени; $M_{ожс}$ – среднее число запросов, стоящих в очереди; $M_{зан}$ – среднее число каналов занятых обслуживанием; T – интервал времени расчета.

Функция стоимости потерь для системы с отказами

$$G_n = (q_k M_{зан} + q_y W_{(s+k)} \lambda) T, \quad (2)$$

где λ – интенсивность входящего потока запросов; k – максимальное число мест ожидания в

очереди; q_y – стоимость убытков, связанных с уходом из системы запросов; $W_{(s+k)}$ – вероятность того, что все s каналы и k мест ожидания заняты обслуживанием.

Функция стоимости потерь для смешанных (комбинированных) СМО

$$G_n = [q_{нк} (s - M_{зан}) + q_{ожс} M_{ожс} + q_y W_{(s+k)} \lambda + q_k M_{зан}] T. \quad (3)$$

В комбинированных СМО могут найти применение следующие варианты ограничений:

- число запросов, стоящих в очереди, ограничено, на время пребывания запросов в очереди и системе ограничения не накладываются;

- число запросов, стоящих в очереди, и время пребывания запросов в системе ограничены.

При выборе оптимальных параметров коммутационных узлов, работающих по системе с ограниченной очередью, по экономическим показателям используем функцию стоимости потерь для комбинированной системы (3).

В (3) параметры $W_{(s+k)}$, $M_{ожс}$, $M_{зан}$ для коммутационного узла, работающего по системе с ограниченной очередью, определяются как функция распределения числа запросов системы массового обслуживания (СМО) в комбинированной системе [2]:

$$W_0 = \left[\sum_{j=0}^s \frac{\rho^j}{j!} + \sum_{j=(s+1)}^{(s+k)} \frac{\rho^j}{s! s^{(j-s)}} \right]^{-1} \quad (4)$$

$$W_j = \begin{cases} \frac{\rho^j}{j!} W_0, & 0 \leq j \leq s, \\ \frac{\rho^j}{s! s^{(j-s)}} W_0, & j > s \end{cases} \quad (5)$$

$$W_{(s+k)} = \frac{\rho^{s+k}}{s^k s!} W_0 \quad (6)$$

$$W_{ож} = \sum_{j=1}^k j W_{(s+k)} \quad (7)$$

$$W_{зан} = \sum_{j=1}^s j W_j \quad (8)$$

где ρ – интенсивность поступающей нагрузки; W_0 – вероятность того, что в системе нет ни одного запроса; W_j – если $j \leq s$ вероятность того, что s каналы заняты обслуживанием; W_j если $j > s$ вероятность того, что s каналы заняты обслуживанием и j запросов находятся в очереди.

Алгоритм определение минимальных значений функций стоимости потерь G_n для различных значений нагрузок (ρ), числа каналов (s) и мест ожиданий (k) имеет следующий вид.

1. Вводим исходные данные:

$$s, k, \rho_n, \rho_k, \Delta\rho, q_{nk}, q_{ож}, q_y.$$

2. Вычисляем $P = P + \frac{\rho^j}{j!}$.

3. Вычисляем $Q = Q + \frac{\rho^j}{s! s^{(j-s)}}$.

4. Вычисляем $W_0 = (P + Q)^{-1}$.

5. W_j – вычисляется по формуле (5).

6. $W_{(s+k)}$ – вычисляется по формуле (6).

7. $M_{ож}$ – вычисляется по формуле (7).

8. $M_{зан}$ – вычисляется по формуле (8).

9. G_n вычисляется по формуле (3).

10. Печатаем результаты: G_n, ρ, s, k .

Алгоритм оптимизации числа каналов коммутационного узла, работающего по комбинированной системе обслуживания, так же, как и для коммутационного узла, работающего по системе с ожиданием, заключается в последовательном расчете значений целевой функции G_n при различных значениях числа каналов связи и количества мест ожиданий.

Данный алгоритм оптимизации стоимостной характеристики коммутационного узла, работающего по комбинированной системе обслужи-

вания, реализован с помощью программы Excel 2003, а также составлена программа на алгоритмическом языке Turbo Pascal.

В качестве исходных данных использованы нормативные данные 2008 г. Министерства Связи и Информационных технологий Азербайджанской Республики.

Допустим:

- $q_{nk} = 0,445$ \$ в мин.;

- $q_{ож} = 7,42 \cdot 10^{-4}$ \$ в мин.;

- $q_y = 0,004$ \$ в мин.;

- стоимость эксплуатации каждого канала в месяц составляет 0,937 \$;

- $q_k = \frac{0,937}{30 \cdot 24 \cdot 60} = 2,17 \cdot 10^{-5}$ \$ в мин.;

- $\lambda = 25$ пакетов/С;

- средняя длина пакета 144 байт = 144,8 = 1151 бит;

- пропускная скорость линии 64000 бит/С;

- среднее время обслуживания каждого пакета

$$T_s = 1152 / 64000 = 0,018 \text{ С};$$

- $\rho = \lambda T_s = 25 \cdot 0,018 = 0,45$

Расчеты выполняются для различных значений нагрузок (ρ). На рис. 1. приведены зависимости стоимости потерь для различного числа каналов ($s = 1 \dots 4$) и определенного количества мест ожиданий ($k = 4$).

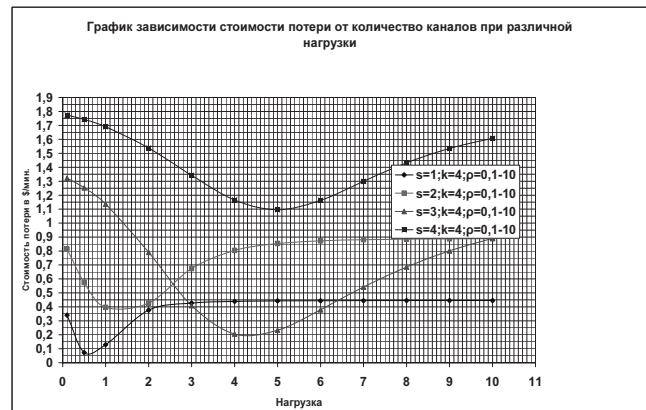


Рис.1. Зависимость стоимости потери от изменений нагрузки при различном количестве каналов ($s = 1-4$) для мест ожиданий $k = 4$

Из рис. 1. видно, что при многоканальном обслуживании ($s = 1 \dots 4$) и при количестве мест ожиданий $k = 4$ минимальные значения стоимости потерь составляют:

- при $s = 1$ и $\rho = 0,7$; $G_{\min} = 0,0516$ \$ в мин.;

- при $s = 2$ и $\rho = 1,4$; $G_{\min} = 0,3488$ \$ в мин.;

- при $s = 3$ и $\rho = 4,3$; $G_{\min} = 0,1928$ \$ в мин.;

- при $s = 4$ и $\rho = 5$; $G_{\min} = 1,0958$ \$ в мин.

Из приведенных результатов можно сделать вывод о том, что при проектировании коммутационного узла, работающего по комбинированной системе обслуживания, для оптимизации числа каналов и количество 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).

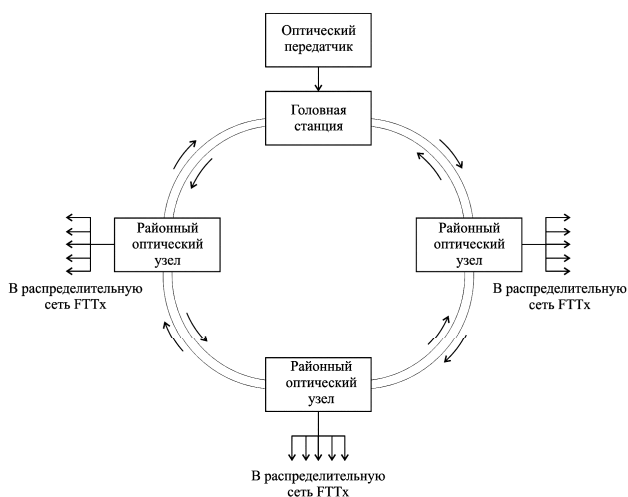


Рис. 1. Оптическая кольцевая распределительная сеть

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 FTTH, например, до жилого дома (FTTH)