

docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/13677-19.html

3. “Cisco Express Forwarding Overview” – Электронный ресурс – техническая заметка на сайте компании Cisco, – Режим доступа – <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/enhanced-interior-gateway-routing-protocol-eigrp/13677-19.html>

4. Adomnicăi C. Routing protocols behaviour under bandwidth limitation //Proceedings of

International Conference on Information and Computer Networks. – 2012. – Т. 27. – С. 52-57.

5. Anvitha Prabhu, Shashank Singh, and Shridhar Dhodapkar “CEF Polarization” – Электронный ресурс – техническая заметка на сайте компании Cisco, 26 июля 2013 г. – Режим доступа – <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/express-forwarding-cef/116376-technote-cef-00.html>

УДК 654.154

## ПРИОРИТЕТНАЯ СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТОКОВ ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Парсиев С.С.

*В статье разработаны математические модели приоритетного обслуживания разнородной нагрузки в телекоммуникационной сети. Данные модели позволят учитывать специфику совместной передачи разнородной информации и позволяют рассчитать основных параметров телекоммуникационной сети.*

**Ключевые слова:** телекоммуникационная сеть, речевой пакет, приоритетное обслуживание, дисциплина очереди, времени обслуживания, функция распределения.

*In the article mathematical models of priority maintenance of heterogeneous load in telecommunication network are developed. These models will allow to take into account the specifics of the joint transmission of heterogeneous information and allow to calculate the basic parameters of the telecommunications network.*

**Keywords:** telecommunications network, voice packet, priority of service, discipline of queue, service time, distribution function.

*Ушбу мақолада телекоммуникация тармоқлариди ҳар хил турдаги ахборотларга устувор хизмат кўрсатувчи математик моделлар ишлаб чиқилган. Математик моделлар телекоммуникация тармоғи орқали узатилаётган ҳар хил турдаги ахборотларни биргаликда узатилишини ҳисобга олади ва тармоқнинг асосий параметрларини ҳисоблаш имконини беради.*

**Калит сўзлар:** телекоммуникация тармоғи, овозли пакет, устувор хизмат, кетма-кетлик, вақтли хизмат кўрсатиши, тарқатма функциялари.

Современное развитие информационного общества и информационных систем различного назначения, а также набирающие интенсивность модернизации и технологического развития экономики Узбекистана предъявляют ряд

новых требований к телекоммуникационным системам по видам, объемам и качеству передаваемой информации, доступности обслуживания. Основными из них являются [1]:

- интегрированное предоставление услуг и, соответственно, многокомпонентность (мультимедийность) передаваемой информации (голос, видео, данные);

- мобильность пользователей и обслуживания, интерактивность и широкополосность доступа, многосвязное взаимодействие;

- возможность гибкого создания и внедрения новых услуг;

- обеспечение минимальной себестоимости предоставляемых услуг за счет унификации сетевых решений и эффективности использования сетевых ресурсов.

В целом, данные факторы определяют эволюционный переход от построения узкоспециализированных выделенных (по видам связи) сетей к мультисервисным сетям связи с пакетной IP, MPLS (ATM) коммутацией, реализуемым на основе концепции NGN. Последние обеспечивают предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений на основе разделения функций переноса, коммутации, управления вызовами и услугами. Это достигается [1]:

- четырехуровневой архитектурой построения сетей NGN, включающей уровень доступа, транспортный уровень, уровень управления вызовами, уровень услуг, а также применением на каждом уровне открытых стандартов;

- обеспечением QoS при передаче разнородной информации на основе введения классов качества.

Изложенные особенности развития информационно-коммуникационных услуг и телекоммуникационных систем требуют адекватного развития

моделей и методов исследования процессов функционирования и оптимизации построения сетей связи. Разработку данных моделей и методов для сетей будем вести в области приоритетных систем обслуживания пакетов различных классов качества, ограничениями ресурсов (объем буфера, число каналов и их пропускная способность).

При приоритетном обслуживании каждому поступающему сообщению (пакету) ставится в соответствие некоторое число – его приоритет, определяющий очередность выбора пакетов на обслуживание, так что пакеты с одинаковым приоритетом обслуживаются в порядке поступления, а пакеты с более высоким приоритетом – раньше, чем пакеты с более низким. Указанные типы систем массового обслуживания (СМО) именуются соответственно как системы с абсолютным и относительным приоритетом.

В системах СМО с абсолютным приоритетом существуют различные дисциплины обслуживания прерванных пакетов, которые рассматриваются в [4,5].

Дисциплина очереди может учитывать ограничения на длину очереди или на время пребывания в системе, когда при достижении определенных размеров очереди (переполнении буфера), либо при превышении установленного времени пребывания, пакеты теряются. Подобные СМО называются системами с ограниченным ожиданием.

Основным методом расчета качественных характеристик сети NGN, в нашем случае, модель СМО  $M_k/G_k/1/P$  с абсолютным приоритетом на случай  $P$  приоритетов с ненадежным обслуживающим прибором [4,6].

Пусть пакеты с  $P$  приоритетами поступают в однолинейную СМО и образуют пуассоновских потоков с интенсивностью  $\lambda_k, k = \overline{1, P}$ . Суммарный поток является пуассоновским с интенсивностью  $\sigma = \sum_{k=1}^P \lambda_k$ .

В такой СМО протекает два основных независимых процесса [4,5]:

$$\omega_k(v) = \left\{ \frac{1 - \sum_{i=1}^P \rho_i}{c\varphi_1 + \sigma(\sigma) [1 - \sigma\varphi_1]} \left[ \sigma(\sigma) (v + \sigma_{k-1}(1 - h_{k-1}(v))) + \sigma(1 - \sigma(\sigma)) [1 - \varphi(v + \sigma_{k-1}(1 - h_{k-1}(v)))] \right] + \sum_{i=k+1}^P \lambda_i [1 - B_i(v + \sigma_{k-1}(1 - h_{k-1}(v)))] \right\}$$

$$v - \lambda_k B_k(v + \sigma_{k-1}(1 - h_{k-1}(v)), \quad (4)$$

где

$$h_0(v) = \sigma_0 = 0; \quad \sigma = \sum_{i=1}^P \lambda_i; \quad \sigma_{k-1} = \sum_{i=1}^{k-1} \lambda_i$$

В частности, если время исправной работы и время восстановления являются экспоненциально распределенными случайными величинами с параметрами  $c$  и  $d$ , то

$$\sigma(\sigma) = \int_0^{\infty} e^{-\sigma t} dE(t) = \int_0^{\infty} e^{-\sigma t} d(1 - e^{-ct}) = \frac{c}{\sigma + c};$$

- процесс ожидания, характеризуемый случайным временем  $t_{mk}$  с функцией распределения (ФР)  $W_k(t)$ ;

- процесс обслуживания, характеризуемый случайным временем  $t_{nk}$  с ФР  $H_k(t)$ .

Согласно [4] в силу аддитивности случайное время доставки пакета с  $k$ -м приоритетом

$$t_{2k} = t_{mk} + t_{nk}, \quad k = \overline{1, P}$$

ФР времени пребывания пакета в системе

$$V_k(t) = W_k(t) * H_k(t), \quad (1)$$

где \* - стилтьевсовская свертка.

Из выражения (1) получается среднее время пребывания пакета  $k$ -го приоритета в звене передачи

$$T_k = \int_0^{\infty} t \cdot dV_k(t) \quad (2)$$

Для нахождения времени обслуживания  $t_{nk}$  пакетов  $k$ -го приоритета в звене передачи воспользуемся преобразованием Лапласа-Стилтьеса (ПЛС) с ФР  $H_k(t)$  времени обслуживания пакетов  $k$ -го приоритета в момент времени  $t$  [4].

Согласно (1)

$$\varphi_k(v) = \int_0^{\infty} e^{-vt} dV_k(t) = \omega_k(v) \cdot h_k(v) \quad (3)$$

где  $v$  – интенсивность старения информации  $v = \frac{1}{T_2}$ , где  $T_2$  – среднее время старения;

$\omega_k(v)$  – ПЛС от ФР  $W_k(t)$  времени ожидания начала обслуживания пакетов  $k$ -го приоритета в момент времени  $t$ ;

$h_k(v)$  – ПЛС от ФР  $H_k(t)$  времени обслуживания пакетов  $k$ -го приоритета в момент времени  $t$ .

Формализуя процесс передачи в звене сети NGN с помощью СМО типа  $M_k/G_k/1/P$  с абсолютным приоритетом получим выражение ПЛС от ФР времени ожидания начала обслуживания  $k$ -го приоритета (формула Полячека-Хинчина) [6,7]:

$$\varphi(v) = \int_0^{\infty} e^{-vt} dD(t) = \int_0^{\infty} e^{-vt} d(1 - e^{-dt}) = \frac{d}{v + d};$$

$$\varphi_1 = \int_0^{\infty} t dD(t) = d \int_0^{\infty} t e^{-dt} dt = \frac{1}{d};$$

где

$v$  – интенсивность старения пакета;

$d$  – интенсивность восстановления канала;

$c$  – среднее время исправной работы обслуживающего прибора.

$$h_{k-1}(v) = \frac{1}{\sigma_{k-1} + v} \left\{ \sum_{i=1}^{k-1} \lambda_i B_i(v + (\sigma_{k-1} + v)) \cdot (1 - h_{k-1}(v)) + \sigma_{\Phi}(v) \right\} \quad (5)$$

$B_i(v)$  – ПЛС ФР времени обслуживания для  $i$ -го приоритета

$$B_i(v) = \int_0^{\infty} e^{-vt} dB_i(t) \quad (6)$$

$$B_i(t) = \begin{cases} 0, & t < t_i \\ 1, & t \geq t_i \end{cases} \quad (7)$$

где

$$t_i = \frac{L_i + H_i}{C_M} \quad (8)$$

$L_i, H_i$  – объем информационной и служебной части пакетов  $i$ -го приоритета соответственно;  $C_M$  – скорость модуляции в цифровом канале связи.

Таким образом, на базе известных ФР времени передачи и времени ожидания с помощью ПЛС получены математические модели приоритетного обслуживания разнородного трафика в звене передачи сети NGN, учитывающие специфику передаваемых пакетов информации.

Полученные модели позволяют учитывать широкий набор факторов:

- многомерный входящий поток пакетов;
- комбинированную приоритетную процедуру обслуживания пакетов речевой информации, данных и других потоков информации;
- надежность характеристики сети;
- времени ожидания начала обслуживания в очереди, с учетом отказов звена передачи данных;
- времени обслуживания пакета;

Разработанные математические модели приоритетного обслуживания разнородного трафика в звене передачи телекомму-

никационной сети с различными дисциплинами обслуживания пригодны для расчета параметров сети с произвольным числом приоритетов, также их можно использовать при определении эффективных областей применения приоритетного обслуживания в телекоммуникационной сети.

#### Литература

1. Назаров А.Н., Сычев К. И. Модели и методы исследования процессов функционирования и оптимизации построения сетей связи следующего поколения, «Электросвязь», №3, 2011 г.
2. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979, - 600 с.
3. Проектирование и техническая эксплуатация сетей передачи дискретных сообщений: Учеб. пособие для вузов / М.Н. Арипов и др. Под ред. Г.П. Захарова. М.: Радио и связь, 1988.
4. Захаров Г.П. Методы исследования сетей передачи данных. М.: Радио и связь, 1982.
5. Захаров Г.П., Симонов М.В. Яновский Г.Г. Службы и архитектура широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания // Технологии электронных коммутаций. Том 41. М.: Экотрендз, 1993.
6. Климов Г.П. Стохастические системы обслуживания. М.: Наука, 1966.
7. Гнеденко Б.В., Даниелян Э.А., и др. Приоритетные системы обслуживания. Изд., МГУ, 1973, с. 439.

УДК 654.154

## ОСОБЕННОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СТЕКОЛ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ВОЛОКОННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

Пулатов Ш.У., Исроилов Ж.Д.

*Данная статья посвящена анализу физико-химических свойств оптических стекол, применяемых для волоконной оптической линии связи. Рассмотрены особенности применения различных оптических стекол.*

**Ключевые слова:** кварцевое стекло, оптическая система, оптические волокна, инфракрасный диапазон

*Ushbu maqola optik tolali aloqa liniyalari uchun ishlatiladigan optik shishalarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tahlil qilshga bag'ishlangan. O'ziga xos xususiyatli turli optik shishalarning qo'lanilishi ko'rib chiqilgan.*

**Kalit so'zlar:** kvarts shisha, optik tizimi, optik tolalar, infraqizil diapazoni

*This article is devoted to the analysis of the physical and chemical properties of optical glasses used for optical fiber communication lines. The features use of Various optical glasses.*

**Key words:** quartz glass, optical system, optical fibers, infrared range

#### Введение

Наблюдаемый в настоящее время рост масштабов оптоволоконных коммуникационных сетей обуславливает необходимость быстрого развития оптических технологий передачи и