

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИГНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Ибрагимов Байрам, Гусейнов Фахри

Азербайджанский Технический Университет

### Аннотация

Анализируется звено мультисервисных сетей связи при использовании системы и протоколов сигнализации и предложен новый подход, учитывающий алгоритмы передачи сигнального трафика. На основе предложенного подхода исследованы эффективности функционирования звено сетей сигнализации и получены аналитические выражения для оценки их вероятностно-временных характеристик.

### Abstract

The analyzes a link multiservice communication networks at use of system and protocol signaling the new approach, considering algorithms transfer of the signaling traffic also is offered. On the basis of the offered approach are investigated efficiency of functioning a link networks of the signaling system and analytical expressions an estimation of their is likelihood-time characteristics.

### Введение

Современное развитие телекоммуникационных систем различного назначения требуют создания эффективного звена мультисервисных сетей связи, использующих системы и протоколы сигнализации.

Эффективность работы звена мультисервисной сети связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network) зависит от метода построения и функционирования сети передачи служебного трафика при взаимодействии систем и протоколов сигнализации, для поддержания качества предоставления интегрированные услуг связи на должном уровне [1, 2].

Известно [2, 3], что переход к пакетным технологиям для построения высокоэффективного звена мультисервисных сетей связи стал действительно необходим с использованием NGN-технологии. При этом операторы связи приступили к перестройке своих в звеньях мультисервисных сетей связи с использованием базовых технологии сигнализации – ОКС-7 (Общеканальной системы сигнализации № 7), Sigtran (SCTP–Stream Control Transmission Protocol) и SIP (Session Initiation Protocol), обеспечивающие минимальной себестоимости предоставляемых услуг за счет унификации сетевых решений.

### Общая постановка задачи

Исследования показали [2, 3], что результаты модели расчета звено мультисервисной сети с использованием различные системы и протоколов сигнализации при установлении соединении на достаточном уровне не удовлетворяют требованиям МСЭ-Т, G114, E.800, Y.1540.

В звеньях мультисервисных сетей связи при выполнении дополнительных услуг увеличивается нагрузки. Увеличение нагрузки на звено сети связи за счет выполнения дополнительных услуг, приводит к снижению эффективности образующих ее элементов при различной скорости передачи  $V_i \geq (64, \dots, 2048)$  Кбит/с.

Для оказания услуги типа «Triple Play service» медиа-шлюзами и систем управления Softswitch рассматривается модель звена сети сигнализации, представляющая собой систему массового обслуживания (СМО) с общим буферным накопителем (БН) конечной емкости  $N_{\text{бн}}$ ,  $1 \leq N_{\text{бн}} \leq \infty$ . Входящие потоки пакетов сигнального трафика  $\lambda_{\text{вх}}$

являются пуассоновскими со скоростью  $\lambda_{окс}, \lambda_{sip}$  и  $\lambda_{sctp}$ , соответственно. В системах управления медиа-шлюзами в узле Softswitch скорость поступления потока пакетов  $\lambda_i$  сигнальных единиц (СЕ)  $i$ -го трафика ( $\lambda_{окс} = \lambda_i, i = \overline{1, n}$ ) определяется следующим функциональным зависимостью:  $\lambda_i = f[\lambda_{окс}, \lambda_{sip}, \lambda_{sctp}], i = \overline{1, n}$ , где  $\lambda_{окс}, \lambda_{sip}, \lambda_{sctp}$  – скорость поступления сигнальных единиц в звеньях систем сигнализации с использованием протоколов ОКС, SIP и Sigtran, соответственно.

С учетом вышеизложенное, математическая формулировка задачи эффективности звена мультисервисных сетей связи с использованием системы и протоколы сигнализации может быть представлена следующей целевой функцией:

$$Q_{эфф.} = \sup_i [E(\lambda_i)], i = \overline{1, n} \quad (1)$$

при следующих ограничениях

$$T_{i.ож} \leq T_{i.ож.дон}, C_{i.a} \leq C_{i.a.дон}, T_{i.ср.з} \leq T_{i.ср.з.дон}, i = \overline{1, n} \quad (2)$$

где  $T_{i.ож}$  – среднее время ожидания обслуживания в БН в узле Softswitch;  $C_{i.a}$  – стоимость аппаратных и программных средств звена сетей связи при передаче  $i$ -го потока пакетов;  $T_{i.ср.з}$  – среднее время задержки при передаче  $i$ -го потока пакетов;  $T_{i.ож.дон}$  – допустимая значение среднее время ожидания обслуживания.

Выражение (1) и (2) определяет математическую формулировку задачи для оценки эффективности звена мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе NGN-технологии при взаимодействии системы и протоколов сигнализации.

### Математическая модель процессов функционирования системы и протоколов сигнализации в звеньях сетей связи следующего поколения

Допустим, что в модуль БН систем управления Softswitch поступает стационарные гетерогенные пуассоновские потоки трафиков с параметрами  $\lambda_{окс}, \lambda_{sctp}, \lambda_{sip}$ , создаваемые различными типами источников (голос, факс, Internet, данные, видео и др.) нагрузки. Длительность обслуживания  $i$ -го сигнального трафика имеет функцию распределения  $b_i(t), i = \overline{1, n}$ . Предполагается, что функция распределения  $b_i(t)$  – непрерывная, и существуют средние значения  $b_i = \mu_i^{-1}, i = \overline{1, n}$ .

Учитывая упрощения и некоторые допущения модели СМО процесс занятия в звеньях сигнализации мультисервисных сетей связи, использующих NGN-технологии описывается Марковским процессом, состояния которого задаются параметром  $k$ –числом занятых сигнальным каналом. Множество возможных состояний определяется как

$$[i_{окс}(t), i_{sctp}(t), i_{sip}(t)] \in S, S = \{(1-k) \leq k \leq (1+k) : 0 \leq k \leq (N_k / T_{cp})\}, \quad (3)$$

где  $N_k$  – число медиа-шлюзов, сигнальных каналов и серверов в звеньях мультисервисных сетей, использующих базовых технологии сигнализации;  $T_{cp}$  – среднее время обслуживания потока пакетов сигнального трафика сервером система управления звена сети и определяется следующим образом [2]:

$$T_{cp} = V_k^{-1} \cdot \sum_{i=1}^k q_i \cdot [L_{i.окс}^{ce} + L_{i.sctp}^{ce} + L_{i.sip}^{ce}], \quad (4)$$

здесь  $q_i$  – соответствует доле тех значащих СЕ, длина которых составляет  $L_i^{ce}$ .

### Оценка эффективности звена сигнальных мультисервисных сетей связи при установлении соединений

В качестве критерии эффективности функционирования звена сигнальных сетей связи выбирается минимальная средняя задержка передачи сообщений  $T_{i,сз}^{cp}(\lambda_i)$ , возникающая при маршрутизации и буферировании сигнальных пакетов служебного трафика, поступающих от различных источников вторичной сети связи.

Средняя задержка пакетов СЕ служебного трафика в рассматриваемой звене сигнальных сетей связи также определится как взвешенная сумма задержек по всем системам и протоколом сигнализации:

$$T_{сз}^{cp} = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{i=1}^k \lambda_i^{cp} \cdot T_{i,сз}^{cp}, \quad i = \overline{1, n} \quad (5)$$

где  $\lambda$  – средняя скорость поступления пакетов СЕ служебного трафика от всех сигнального сервера.

Системно-технический анализ показали, что важным показателем СМО типа  $M/G/1/N_{\text{бн}}$  является математическое ожидания времени потока пакетов сигнального трафика в очереди БН в узле Softswitch и выражается следующим образом:

$$E[T_{\text{ож}}, \lambda_i] = \frac{\lambda_i}{2(1-\rho_i)} \cdot E[b_i^2] = \frac{\lambda_i}{2[1-(\lambda_i \cdot L_{i,ce}^{cp}) \cdot C_{i,k}^{-1}]} \cdot E[b_i^2]. \quad (6)$$

Анализ показывает, что с ростом коэффициента эффективного использования сигнального канала  $\rho_i \geq (0,6, \dots, 0,8)$ , увеличивается среднее время ожидания в очереди в узле Softswitch при заданной средней длине СЕ и пропускной способности звена сети  $C_{i,k} \leq (2, \dots, 5)$  Мбит/с.

### Выводы

В результате исследования эффективности мультисервисных сетей связи, предложен новый подход для анализа системы и протоколов сигнализации в режиме перегрузки и получены аналитические выражения для оценки вероятностно-временных характеристик звена сети сигнализации, использующих NGN-технологии.

### Список использованных источников:

1. Летников А.И., Пшеничников А.П., Гайдамака Ю.В., Чукарин А.В. Системы сигнализации в сетях с коммутацией каналов и пакетов. – М.: МТУСИ. 2008. – 195с. – ISBN 978-5-94874-041-6.
2. Ибрагимов Б.Г., Мамедов Ш.М. Исследование и оценка характеристик терминального оборудования звена мультисервисных сетей связи // Автоматика и вычислительная техника». № 6, Рига, 2010. – с.75-80.
3. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и ее приложения. – СПб.:БХВ – Петербург. – 2005. – 288 с. – ISBN 5 – 94157 – 569 – 6.