

# АЛГОРИТМ ОГРАНИЧЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПОТОКОВ В ЦСИС

Калимолдаев М.Н., Тулемисова Г.Е., Мустафин С.А.

Институт проблем информатики и управления МОН РК, Казахстан,  
E-mail: [office@ipic.kz](mailto:office@ipic.kz)

## Резюме

Сегодня вопрос качества предоставления телекоммуникационных сервисов становится одним из главных условий предоставления IP-трафика. Эффективность средств маршрутизации обеспечивается не только аппаратными средствами, но и математическими расчетами. Эффективность цифровой сети с интеграцией служб (ЦСИС) может резко упасть при недостаточности средств, для обслуживания предъявляемого трафика и могут возникнуть блокировки и тупиковые ситуации.

В статье предлагается способ в случае избыточного трафика разрешить УК передать соседним узлам с помощью транзитных многоканальных вызовов (МВ) (сообщений, пакетов) этот трафик. При сквозном управлении объемом потоков общее число информационных пакетов между каждой парой УК (источник-получатель) поддерживается ниже определенной границы, задаваемой для каждой такой пары. Предлагаемый метод, позволяет избежать перегрузки устройств в УК-получателе и в значительной степени предупредить перегрузку сети. Эти методы необходимы при решении задач анализа, синтеза и оптимизации сложных систем с сетевой структурой и стохастическим характером функционирования в процессе маршрутизации в сетях.

Ключевые слова: алгоритм управления трафиком, интегральный групповой тракт, транзитные многоканальные вызовы (МВ), сквозное управление.

*Today the question of the quality of telecommunication services is one of the main conditions for the provision of IP-traffic. Effectiveness of routing is ensured not only by hardware but also mathematical calculations. The effectiveness of digital Integrated Services Network (ISDN) can plummet with insufficient funds for maintenance charge against traffic and may experience blocking and deadlocks. In this paper, a method in the case of excess of the switching node (SN) to allow traffic to pass through the neighboring sites of the transit multi-channel calls (CF) (announcements, packets), this traffic. The through-flow management of the total number of data packets between each pair of the switching node (SN) (source-receiver) is kept below a certain threshold, defined for each pair. This technique avoids overload devices in SN recipient and largely prevents network congestion. These methods are needed to solve the problems of analysis, synthesis and optimization of complex systems with a network structure and the stochastic nature of the operation in the routing process in networks.*

*Keywords: algorithm for traffic management, integral group tract, transit multichannel calls, through management/*

*Бүгінде телекоммуникациялық сервистерді ұсыну сапасының мәселелері IP-трафикасын ұсытудағы басты мәселе болып табылады. Бағдарлау қаражатының тиімділігі аппараттық қаражатты ғана емес, сонымен қатар математикалық есептерді қамтамасыз етеді. Сандық желінің тиімділігі қызметтің игерілуімен (СЖҚИ) қаражаттың жетіспеушілігінен берілген трафикке қызмет ету үшін және тығырықтан шығу үшін бірден төмендеп кетуі мүмкін. Мақалада трафиктің артықтығы жағдайында транзиттік көпканалды шақыртулардың көмегімен (КШ) (хабарламалар, пакеттер) КТ көршілес торапқа бұл трафикті шешу әдісі ұсынылады. КТ түскен жеке жүктеме (хабарлама, пакет) егер торап бұған "рұқсаты" болса, және "рұқсат" кезегін бірлікке азайта алса желіге жіберіледі. Ағын көлемін алмастырмай басқаруда КТ (ақпарат алушы) әр бір жұбының арасындағы ақпараттық пакеттердің жалпы саны осындай жұптың*

*әрбіреуіне тапсырылған нақты шекараларға сүйенеді. Осы әдіс КТ-алушыға құрылымды қайта жүктеуден айналып кетуге және белгілі бір дәрежеде желіні қайта жүктеуді ескертуге мүмкіндік береді. Осы әдістер желілік құрылым мен күрделі жүйелерді оңтайландыруда және саралауда, тапсырмаларды шешуде, желіде бағдарлау үдерісінде стохастикалық сипатпен ұйымдастыруда қажет.*  
*Кілт сөздері: трафикті басқару алгоритмі, интегралдық топтық жолы, транзиттік көп арналы шақырулар, толассыз менеджмент*

Ключевые слова: алгоритм управления трафиком, интегральный групповой тракт, транзитные многоканальные вызовы (МВ), сквозное управление.

Когда мы говорим о мультисервисных сетях, то имеем в виду, что в сети трафик разный – это трафик для бизнес-транзакций, трафик поддержки сайтов, пользовательский видео-трафик, запрос различных видов изображений (Skype), не говоря о гиперфайловом трафике, голосовом (IP-телефония) и т.д. Обеспечение своевременного трафика по запросу и разновидности осуществляется процессом маршрутизации. В настоящее время в территориально распределенных мультисервисных сетях предприятий особое внимание уделяется качеству предоставления сервисов, которое в значительной степени определяется эффективностью схем маршрутизации IP-трафика. Нередко именно настройка системы маршрутизации определяет эффективность работы сети в целом. Ошибки в управлении маршрутизацией и сбои в управлении сетью нередко оборачиваются критичными для бизнеса нарушениями и серьезными финансовыми потерями[1].

Эффективность средств маршрутизации не обеспечивается чисто аппаратными средствами. Поэтому, всегда актуальны инструменты математического моделирования процесса маршрутизации и использование специального программного обеспечения. Возможно построение алгоритма управления маршрутизацией в сети и потоком информации в сети. Актуальность данного вопроса подчеркивается в диссертации Юдаевой Н. В., где сказано, что «Эффективность использования сетей массового обслуживания (СМО) в качестве математических моделей больших сложных систем с сетевой структурой и стохастическим характером функционирования сетей, обусловила интенсивное развитие в течение последних трех десятилетий теории сетей

массового обслуживания и методов анализа и синтеза СеМО»[2]. Работа посвящена разработке эффективных методов управления маршрутизацией в сетях массового обслуживания.

Алгоритм управления представляет собой единый комплекс процедур управления маршрутизацией и объемом (интенсивностью) входящих потоков информации. Управление обменом информацией может быть сведено только к процедуре распределения потоков (маршрутизации) в условиях относительно малого трафика, т. е. при небольших интенсивностях входящих в сеть потоков информации. Анализ методов управления процессом обмена информацией, реализованных в базовых сетях существующих информационно-вычислительных систем(ИВС\_, а также результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что кроме алгоритмов адаптивной маршрутизации в цифровых сетях с интеграцией служб (ЦСИО) должны быть реализованы алгоритмы адаптивного управления ограничением интенсивности потоков информации. Ниже приведена общая иерархическая схема структуры управления трафиком.

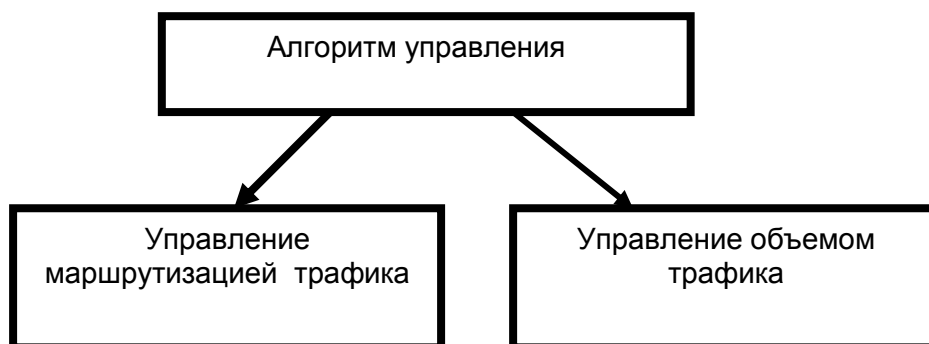


Рис.1 – Структура управления трафиком

К основным задачам адаптивного управления ограничением интенсивности потоков относятся:

- ✓ предотвращение снижения производительности ЦСИС из-за

- перегрузок;
- ✓ исключение возможности возникновения тупиковых состояний в ЦСИС;
- ✓ оптимизация распределения ресурсов ЦСИС между конкурирующими потоками информации, определяемыми различными парами источник-получатель.

Рассматривается ЦСИС на основе систем импульсно-кодовой модуляции (ИКМ) с временным уплотнением, в которой реализуется метод гибридной коммутации. В состав ЦСИС входят географически удаленные гибридные узлы коммутации, соединенные интегральными групповыми трактами (ИГТ). Каждый узел коммутации (УК) снабжен коммутационной и каналообразующей аппаратурой, степень интеграции которой предлагает возможность доступа к ней абонентов для передачи данных и речевой информации. При этом осуществляется интеграция двух режимов коммутации: коммутации каналов (КК) и коммутации пакетов (КП), причем данные передаются в режиме КП, а речевая информация – в режиме КК. В качестве блока информации по тракту сети передается цикл импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), называемый интегральным кадром (ИК) (см. рис.2), временные позиции которого могут быть использованы для передачи информации, как в режиме КК, так и в режиме КП. Цикл ИКМ при этом условно делится динамически перемещаемым порогом на две части, одна из которых занята передачей информации в режиме КК, а другая – в режиме КП. В зависимости от параметров информации и состояния сети связи система управления сетью связи будет перемещать порог в ту или иную сторону, перераспределяя пропускную способность цикла ИКМ между сообщениями, передаваемыми в режиме КК и КП. По каждому ИГТ осуществляется передача циклов ИКМ фиксированной длины, в которых может быть организована передача информации по  $N$  временным каналам. Причем каждый из  $N$  каналов может использоваться как для режимов КК, так и для режима КП.

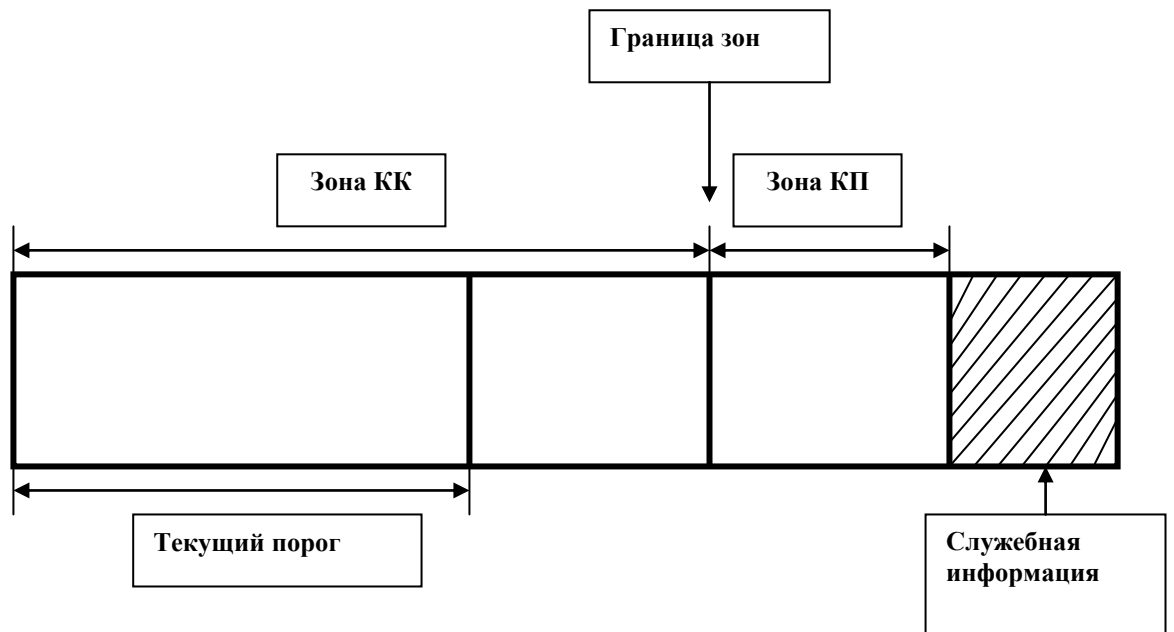


Рис 2. - Структура ИКМ – кадра

Пусть интегральная цифровая сеть связи на основе импульсно кодовой модуляции с временным уплотнением, состоит из  $V$  гибридных узлов коммутации, соединенных  $M$  симплексными интегральными групповыми трактами. По каждому ИГТ осуществляется передача интегральных кадров фиксированной длины, вырабатываемыми узлами, в которых в режиме временного уплотнения производится передача информации в режимах КК и КП. Для передачи информации в режиме КК на всех ИГТ, через которые проходят соединения, фиксируются позиции ИК, закрепляемые за данным соединением. Запрос на организацию соединения передается в форме служебного пакета или установленного диалога с асинхронным абонентским пунктом.

Для каждого ИГТ  $j$ ,  $j=1, \dots, M$ , структуры которых, определяются ИК, заданы значения числа временных каналов  $N_j = m_j + n_j$  и пропускной способности одного канала  $s$ . Причем  $m_j, n_j$  есть число временных каналов, выделенных в ИГТ для передачи информации соответственно в режимах КК и КП. Отношение  $\varepsilon_j = m_j / N_j$  является границей разбиения пропускной способности ИГТ, а совокупность  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_M)$  рассматривается как обобщенная граница между сетями КК и КП. При фиксированной границе две сети функционируют независимо друг от друга и свободные каналы одной сети не могут быть

использованы для передачи информации другой сетью. При подвижной границе каналные ресурсы ЦСИС используются более эффективно, так как имеется возможность перераспределения их в зависимости от загрузок обеих сетей.

Входные потоки для сети КК задаются матрицей  $L = \|\lambda_{ij}\|$  и для режима КП – матрицей  $\Gamma = \|\gamma_{ij}\|$ , размерность которых  $V \times V$ . Распределение потоков на сети определяется процедурами вероятностного и детерминированного выбора маршрутизации, используемых для передачи информации в режимах КК и КП соответственно. При заданной маршрутизации на каждом ИГТ<sub>j</sub> фиксируются суммарные интенсивности входных потоков  $\lambda_j$  и  $\gamma_j$  для режимов КК и КП соответственно. Суммарные входные потоки  $\lambda_j$  и  $\gamma_j$  предполагаем пуассоновскими, длины сообщений которых подчиняются экспоненциальному закону распределения со средними значениями соответственно  $1/\mu_j$  и  $1/\nu_j$ .

Качество обслуживания на сети КК и КП обычно оценивается вероятностью отказа в установлении соединения и задержкой пакетов соответственно. Требования пользователей к качеству обслуживания определяется матрицами  $P = \|p_{ij}\|$   $T = \|t_{ij}\|$  где  $0 < p_{ij} < 1$  и  $t_{ij}$  соответственно текущие значения вероятности отказа и задержки пакетов между узлами  $i, j$ . Для оценки функционирования ЦСИС необходимо определить качество обслуживания на всей сети в целом.

Если под эффективностью ЦСИС или ее элементов понимается величина обслуженного трафика, то имеет место резкое падение эффективности как ЦСИС в целом, так и отдельных ее элементов при поступающей нагрузке  $\lambda > \lambda^0$ , где  $\lambda^0$  - допустимая нагрузка, что объясняется явлением перегрузки, т. е. недостаточностью средств, для обслуживания предъявляемого трафика. При этом, чем эффективнее (с точки зрения минимума избыточности оборудования) спроектирована система, тем чувствительнее она к перегрузкам. Как правило, перегрузки возникают при отказах элементов ЦСИС и при пиковых нагрузках и характеризуются высоким коэффициентом занятости оборудования сети при низком качестве обслуживания пользователей. Для

вывода ЦСИС из состояния перегрузки необходимо уменьшить поступающую нагрузку до величины, существенно меньшей  $\lambda^d$ , для чего требуется весьма значительное время[3].

Как показывает опыт эксплуатации действующих сетей, если процедура управления интенсивностью потоков пакетов выбрана неудачно, то могут возникнуть блокировки и тупиковые ситуации. Общей чертой блокировок является то, что они возникают только при необычных обстоятельствах, которые либо нельзя предсказать, либо, по мнению проектировщиков, они маловероятны, хотя обычно очень трудно оценить вероятность таких событий.

Методы управления объемом потоков можно разделить на методы локального и глобального управления объемом потоков, исключая перегрузки на сети в целом. Кроме того, различают централизованное и децентрализованное управление объемом потоков пакетов. Глобальное децентрализованное управление реализуется в одной из следующих модификаций: изоритмическое управление, когда общее число пакетов, находящихся в любой момент времени в буферной системе, поддерживается постоянным; сквозное управление, когда для каждой корреспондирующей пары УК в отдельности ограничивается общее число посланных ими и находящихся в сети пакетов. Общей целью алгоритмов управления объемом потоков является ограничение общего числа пакетов, одновременно находящихся в сети.

С целью распределения «разрешений» по всем УК избыточные разрешения данного УК передаются соседним узлам с помощью транзитных многоканальных вызовов (МВ) (сообщений, пакетов). Собственная нагрузка (сообщение, пакет), поступающая в УК, допускается в сеть, если узел имеет на это «разрешение» и уменьшает очередь «разрешений» на единицу. Наряду с очевидными достоинствами, подтвержденными имитационным моделированием, метод изоритмического управления обладает рядом недостатков, к основным из которых относятся уменьшение пропускной способности ЦСИС (вследствие необходимости передачи «разрешений» и их

неоптимального распределения) и трудность адаптации к выходу из строя элементов ЦСИС.

При сквозном управлении объемом потоков общее число информационных пакетов между каждой парой УК (источник-получатель) поддерживается ниже определенной границы, задаваемой для каждой такой пары. Этот метод позволяет избежать перегрузки устройств в УК-получателе и в значительной степени предупредить перегрузку сети. По мере достижения числа МВ между парой УК ( $s$ -м и  $d$ -м) определенной границы обычно ограничивают поступление в сеть собственных МВ  $s$ -го УК, так как не имеет смысла искусственно увеличивать задержку транзитных нагрузок, уже передающихся по сети.

Полученные исследования могут быть использованы при решении задач анализа, синтеза и оптимизации сложных систем с сетевой структурой и стохастическим характером функционирования каким является процесс маршрутизации в сетях.

#### Список использованных источников

1. Сайт компании FOSS- <http://www.fossnet.ru/solutions/packet-design-route-explorer.html>
2. Юдаева Н. В. "Динамическое управление маршрутизацией в сетях массового обслуживания". : дис. канд. физ.- мат. наук: 01.01.09.-М., 2000, - 81с.
3. Ашигалиев Д.У., Калимолдаев М.Н., Мукашева Р.У. Проблемы интеграции информационных сетей связи // Актуальные проблемы математики, информатики, механики и теории управления: Материалы Международной научно-практической конференции. -Алматы., 5(64),2009г.- Ч. 1.- С. 112-114.

Тулемисова Г.Е