

Розглянуто проблему локального підвищення пропускної здатності багатоканального комутатора. Проведено попередні дослідження, здійснена формалізація процесу обробки заявок багатоканальним комутатором

Ключові слова: багатоканальний комутатор, транспортний потік

Рассмотрена проблема локального повышения пропускной способности многоканального коммутатора. Проведены предварительные исследования, осуществлена формализация процесса обработки заявок многоканальным коммутатором

Ключевые слова: многоканальный коммутатор, транспортный поток

We consider the problem of local increased bandwidth multichannel switch. Preliminary studies carried out to formalize the process of processing applications multichannel switch

Keywords: multi-switch, traffic flow

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО КОММУТАТОРА СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНОЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Ю. В. Сосновский

Кандидат технических наук, ассистент
 Кафедра медицинской физики и информатики
 Крымский государственный медицинский университет
 бул. Ленина 5/7, г. Симферополь, Украина, 95000
 Контактный тел.: 050-984-35-55
 E-mail: mailsender256@mail.ru

1. Введение

Развитие информационных технологий привело к увеличению объема трафика, проходящего по каналам передачи информации и резкое повышение нагрузки на узловые устройства – маршрутизаторы и коммутаторы. Использование коммутаторов несет в себе определенные преимущества, связанные с возможностью принятия интеллектуальных решений о том, куда направлять сетевой трафик, исходя из адреса или характеристик пакетов. Следствием подобной ситуации явился значительный прогресс методик оптимизации потоков и повышения эффективности функционирования систем с помощью методов нелинейного программирования, а также оптимизации на основании моделирования, как имитационного, так и аналитического.

Задача оптимизации потоков заявок в случае нестандартных дисциплин обслуживания (отличных от FIFO) является нетривиальной, решение задачи относится к методам нелинейного программирования и аналитическое решение может быть получено не всегда. В тоже время, специальные дисциплины обслуживания позволяют повысить эффективность функционирования коммутатора при наличии буферных накопителей перед ним, что встречается практически повсеместно, как в ситуации локальных вычислительных сетей, так и в иных условиях. Таким образом, проблема оптимизации потоков заявок является комплексной, не теряет своей актуальности [1, 2], при этом решение частных задач, порожаемых данной проблемой часто находится из области сетевых технологий. Проводя формализацию процесса на примере движения транспорта через кольцевые перекрестки, развязки, эффективным методом является применение методик, разработанных для локальных вычислительных сетей.

Поиск т.н. «узких мест» в системе и оптимизация движения заявок через них позволяют существенно повысить эффективность работы подобных формализованных систем [3].

2. Формализация и моделирование особенностей потока заявок через многоканальный коммутатор с учетом некоторых возмущений

Коммутатор представим как многоканальная система массового обслуживания с очередью на входе. Проводя формализацию реальной ситуации, используемой для примера – движение транспортных средств двух категорий через кольцевой перекресток, последний представляется как многоканальный коммутатор. Учитывая широкое распространение малого пассажирского транспорта – маршрутных такси, можно ввести несколько категорий транспортных средств, постоянно имеющих на городских дорогах. Это личный автотранспорт, часто перевозящий водителя и, в лучшем случае, одного пассажира и общественный.

Хорошо известно, что движение общественного транспорта согласно графику позволяет уменьшить, выражаясь терминами теории систем массового обслуживания, среднее время ожидания пассажирами транспортного средства и среднее время, затрачиваемое на поездку. Уменьшение этих времен может являться значимой предпосылкой для использования пассажиром общественного, а не индивидуального транспорта.

Целью работы является анализ информации, создание модели потока заявок двух категорий через многоканальный коммутатор и оценка степени влияния некоторых возмущений на образование очередей перед коммутатором.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач, в частности сбор данных о количестве заявок, поступающих на коммутатор, анализ собранных данных с целью установления их статистических характеристик, формализация движения заявок через многоканальный коммутатор, создание модели, ее верификация и получение результатов моделирования.

Для рассмотрения выбран типовой случай – перекресток с круговым движением, схема которого представлена на рис. 1. Формализуя движение транспорта на подъезде к перекрестку выделяются потоки двух типов транспорта с каждого из направлений (A-D), причем общественный транспорт (поток первого типа) движется по крайне правой полосе, индивидуальный и прочий транспорт – по средней полосе. Проводя предварительный анализ на примере г. Симферополя выяснен тот факт, что из 4-х сильно загруженных кольцевых перекрестков на одном имеются установленные либо стихийные остановки общественного транспорта с четырех направлений, на двух других перекрестках остановки с двух направлений (диаметрально противоположных) и на одном – с одного направления.

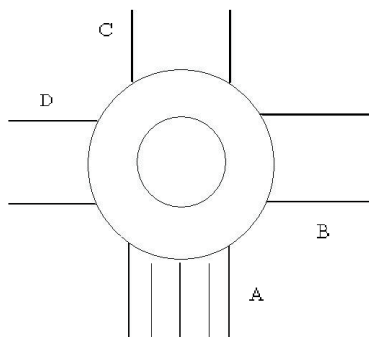


Рис. 1. Схема типового коммутатора типа «перекрестка с круговым движением»

Предварительная оценка параметров движения маршрутных автобусов велась перед приездом их на кольцевой перекресток на расстоянии одного прогона (остановки). Усредненный частотный график временных интервалов прибытия на остановку за 5 рабочих дней представлен на рис. 2.

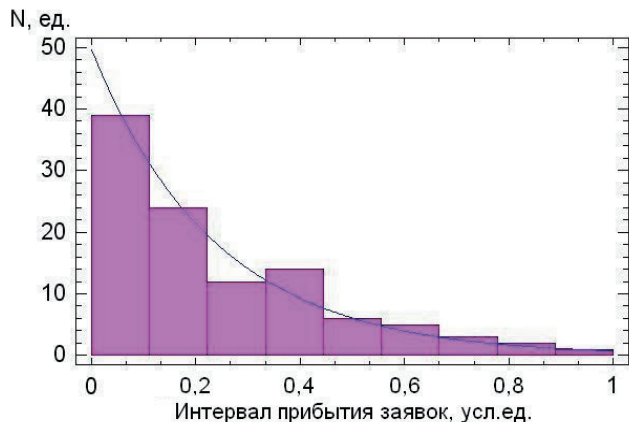


Рис. 2. Частотный график для интервалов прибытия заявок на коммутатор

На частотный график наложена кривая экспоненциального распределения. При уровне доверительной вероятности $P=0,9$ значения статистики DN непараметрического критерия согласия Колмогорова-Смирнова, использованного для проверки качества аппроксимации эмпирических данных экспоненциальным распределением, $DN=0,066$. Таким образом, с вероятностью $P=0,9$ принимается гипотеза об экспоненциальном распределении поступления маршрутных транспортных средств на остановку.

Усредненные характеристики движения транспортного потока через типовой кольцевой перекресток в часы пик на примере г. Симферополь приведены в табл. 1.

Таблица 1

Усредненные характеристики транспортного потока перед круговым перекрестком

\bar{T}_{OT}	$\sigma_{выб,OT}$	Sk_{OT}	$\bar{T}_{ИТ}$	$\sigma_{выб,ИТ}$	$Sk_{ИТ}$
27,6	23,2	4,8	5,3	2,2	3,1

Условные обозначения в таблице: \bar{T}_{OT} – среднее арифметическое временных интервалов движения общественного транспорта; $\bar{T}_{ИТ}$ – среднее арифметическое временных интервалов движения индивидуального транспорта; $\sigma_{выб,OT}$, $\sigma_{выб,ИТ}$ – стандартное отклонение временных интервалов движения, Sk_{OT} , $Sk_{ИТ}$ – стандартная асимметрия временных интервалов движения.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, указывает на значительную правостороннюю асимметрию временных интервалов движения транспортных средств. Эмпирические данные достаточно хорошо описывается экспоненциальным распределением (гипотеза о соответствии эмпирического и теоретического распределений принимается с доверительной вероятностью $P=0,9$).

Кроме того, этот факт в целом соответствует общим представлениям о потоках, в том числе и потоках транспортных средств.

Адекватность модели функционирования многоканального коммутатора типа «круговой перекресток» можно повысить, введя условное разделение транспорта на индивидуальный и общественный ввиду значительных отличий характеристик потоков (\bar{T}_{OT} и $\bar{T}_{ИТ}$). Также отличается и характер движения общественного и индивидуального транспорта, среднее относительное время обработки заявок типа «общественный транспорт» составляет 1,25 от аналогичного показателя для заявок типа «индивидуальный транспорт». В рассматриваемой модели вводится поправочный коэффициент, который позволяет учесть снижение времени обработки заявок типа «общественный транспорт» в пределах 25% и представлен в виде значения коэффициента динамики движения.

Формализация процесса обработки входящего потока многоканальным коммутатором типа «круговой перекресток» с учетом дополнительных возмущений состоит в следующем:

- а) рассматривается период повышенной активности движения (часы пик);

б) транспортный поток делится на две категории (типа «индивидуальный транспорт» и «общественный транспорт»), которые двигаются в отдельных очередях и входят в коммутатор с четырех направлений (А,В,С,Д);

в) заявки типа «общественный транспорт» с вероятностью $P_{ост}$ могут осуществлять задержку вхождения в коммутатор, распределение времени задержки усеченное нормальное;

Основываясь на формализованных правилах обработки транспортного потока, создана модель в среде GPSS World. С ее использованием проведен ряд имитационных экспериментов. Целью экспериментов явилась оценка влияния таких параметров, как вероятность остановки ОТ перед круговым перекрестком, габаритная вместимость остановки, динамика движения на перекрестке на среднюю длину очереди и среднее время ожидания перед кольцевой развязкой. Результаты моделирования представлены в табл. 2 и характеризуют одно направление входа.

Таблица 2

Матрица влияния характеристик транспортного потока на средние характеристики очереди перед коммутатором

Вероятность остановки, $P_{ост}$	Габаритная вместимость остановки, трансп. единиц	Коэффициент динамики движения	Средняя длина очереди, трансп. единиц.	Среднее относительное время ожидания
0	-	1	3,8	0,54
		1,25	3,1	0,45
0,5	1	1	7,9	1,00
		1,25	6,8	0,85
	5	1	5,5	0,70
		1,25	4,9	0,64
1	1	1	12,2	1,66
		1,25	10,7	1,54
	5	1	9,9	1,40
		1,25	8,7	1,21

Анализ табл. 2 позволяет сделать следующие выводы. При нагрузке на круговой перекресток, ко-

торый рассматривается как многоканальная СМО, в диапазоне 0,85–1 (что имеет место в «часы пик») большую роль играет пропускная способность перекрестка. Остановка общественного транспорта перед перекрестком отрицательно сказывается на среднем времени нахождения в очереди. Приняв обозначения $t_{ож,ост}$ – среднее время ожидания при наличии остановки и $t_{ож,ост}^{\bar{}}$ – среднее время ожидания без остановки в районе круговой развязки, соотношение $t_{ож,ост} / t_{ож,ост}^{\bar{}} = 2,5..3$. В случае выборочной остановки только некоторой части транспортных средств (в расчетах принималось $P_{ост} = 0,5$) соотношение $t_{ож,ост} / t_{ож,ост}^{\bar{}} = 1,6..2$. Аналогичные значения показателей характеризуют и среднюю длину очереди.

3. Выводы

На реальную пропускную способность перекрестка с круговым движением имеет значительное влияние динамика проезда перекрестка, от нее зависят две важных системных характеристики – среднее время нахождения в устройстве обслуживания и количество задействованных каналов (число транспортных средств, одновременно находящихся на кольцевом перекрестке). При условии обеспечения свободного выезда с кольцевого перекрестка и отсутствия остановок суммарный эффект значителен, уменьшение средней длины очереди и среднего времени ожидания обслуживания достигает 260–300%.

Выявленные особенности транспортных потоков и их обслуживания характерны, в том числе, и для компьютерных сетей при использовании многоканальных коммутаторов. Рассмотренная модель имеет достаточно общий вид и может использоваться для оценки системных характеристик многоканальных коммутаторов со специальными дисциплинами обслуживания.

Направление дальнейших исследований автор видит в комплексном мониторинге ситуации в рамках распределенной системы, состоящей из некоторого числа коммутаторов и линий связи между ними, а также создание системы поддержки принятия решений по перераспределению потоков заявок с использованием выборочной диспетчеризации заявок по обходным направлениям.

Литература

1. Рыжков И. П. Моделирование транспортных потоков в городах при сетевых воздействиях: Дис. канд. техн. наук: 05.13.13 «Телекоммуникационные системы и компьютерные сети» / И. П. Рыжков. – М., 2004. – 130 с.
2. Мальчикова А.Г. Организация логистических потоков в системе городских пассажирских перевозок: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. экон. наук: 08.00.06 «Логистика» / А. Г. Мальчикова. – СПб., 2000. – 18 с.
3. Пугачев И. Н. Теоретические принципы и методы повышения эффективности функционирования транспортных систем городов: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук: 05.22.01 «Транспортные и транспортно-технологические системы страны, её регионов и городов, организация производства на транспорте» / И. Н. Пугачев. – Екатеринбург, 2010. – 21 с.