

УДК 004.733

**В.В. Бойко, Е.М. Вершина, А.А. Скуратов**Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра автоматизации и телекоммуникацийE-mail: [glorytown@mail.ru](mailto:glorytown@mail.ru), [evgenij\\_vershina@mail.ru](mailto:evgenij_vershina@mail.ru), [Alexandr.dn@mail.ru](mailto:Alexandr.dn@mail.ru)**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПРИОРИТЕТНЫХ ОЧЕРЕДЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПИРИНГОВЫХ СЕТЕЙ****Аннотация**

**Бойко В.В., Вершина Е.М., Скуратов А.А. Использование механизма приоритетных очередей для решения проблемы пиринговых сетей.** Рассматривались способы обеспечения качества услуг реального времени в условиях перегрузки магистральной линии трафиком пиринговых сетей. Результатом стала методика фильтрации пакетов по принципам стандартных полей IP заголовков с целью отделения трафика разных приоритетов. Обоснование того, в какую очередь какие пакеты ставить. Эффективность предложенного алгоритма и показатели QoS при его использовании были проверены на имитационной модели.  
**Ключевые слова:** Triple Play, QoS, пиринговые сети, IP-телефония.

**Общая постановка проблемы.**

В настоящее время операторы связи, предоставляют доступ к мультимедийным услугам, таким, как IP-телефония, телевидение высокой четкости (ТВЧ), IP-телевидение (IPTV), видео по запросу (VoD), сетевые игры. При этом в ближайшей перспективе целью ставится переход к концепции Triple Play, состоящей в доставке абоненту от одного оператора всей необходимо ему информации (видео, голос, данные). С целью поддержки передачи голоса, видео и трафика данных приложений с различными требованиями к пропускной способности, системы ядра IP-сети должны обладать возможностью дифференцирования и обслуживания различных типов сетевого трафика в зависимости от предъявляемых ими требований. Для разрешения описанной выше проблемы и было введено такое понятие, как качество обслуживания (quality of service — QoS) в сетях IP.

Одной из наибольших проблем провайдеров интернет услуг является проблема пользователей пиринговых сетей. Наибольшую проблему пиринговых сетей составляет исходящий от их пользователей трафик, например сетей BitTorrent и eDonkey2000, который занимает всю предоставленную пользователю полосу пропускания. Учитывая, что весь этот трафик идет в интернет, то наиболее целесообразно будет организация очереди на граничном с интернет маршрутизаторе.

Функции качества обслуживания в сетях IP (IP QoS) заключаются в обеспечении гарантированного и дифференцированного обслуживания сетевого трафика путем передачи контроля за использованием ресурсов и загруженностью сети ее оператору. QoS представляет собой набор требований, предъявляемых к ресурсам сети при транспортировке потока данных. QoS обеспечивает сквозную гарантию передачи данных и основанный на системе правил контроль за средствами повышения производительности IP-сети, такими, как механизм распределения ресурсов, коммутация, маршрутизация, механизмы обслуживания очередей и механизмы отбрасывания пакетов. Именно за счет описанных выше функций IP QoS позволит обеспечить необходимое качество услуг реального времени в условиях перегрузок магистрального канала. [1]

На рисунках 1 и 2 показаны показатели типичные усредненные показатели нагрузки одного абонента в течение суток, записанные на действующих пользователях. В качестве

наиболее наглядного взят «коэффициент утилизации» - как интегральный показатель объема трафика. Заметно, что «Час Наибольшей Нагрузки» на обоих графиках совпадает (19:00 – 20:00), но распределение входящего и исходящего трафика существенно различается. Если на рисунке 1 абонент в основном является пользователем услуги, и его трафик практически весь – входящий, то на рисунке 2 абонент значительно чаще предоставляет услугу, и большая часть его трафика – исходящая. В то же время с точки зрения потребителя WEB-услуга более требовательна к качеству – транспортные задержки вызывают заметный дискомфорт. Услуга IP-телефонии, хотя и требует значительно меньшего трафика, еще более требовательна к качеству – потери и задержки сверх допустимого уровня делают связь вообще невозможной.

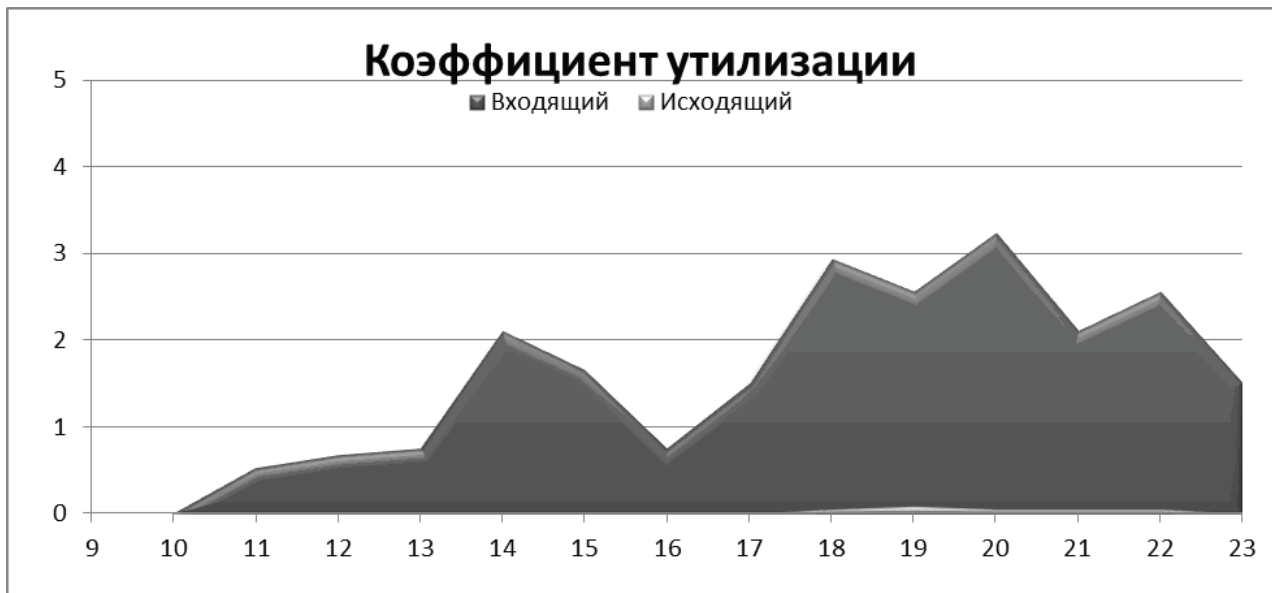


Рисунок 1 – Коэффициент утилизации линии одного абонента; основная используемая услуга - WEB-серфинг

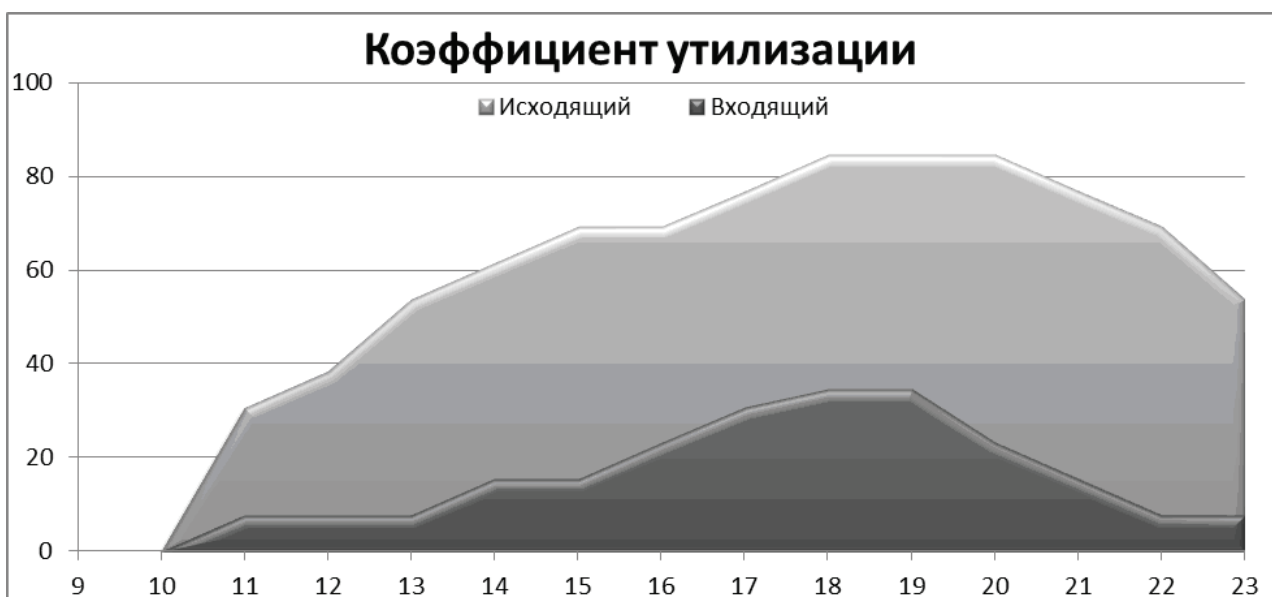


Рисунок 2 – Коэффициент утилизации линии одного абонента; основная используемая услуга – torrent.

Таким образом, формулируется идея основной задачи: обеспечить приоритетное прохождение небольшого по объему, но требовательного к показателям качества трафика IP-телефонии перед большим, но нетребовательным пиринговым трафиком. WEB-трафик занимает промежуточное положение между ними.

#### **Постановка задач исследования.**

Определим основные задачи исследования.

1. Определить принципы приоритизации трафика.
2. Реализовать приоритетные очереди на Cisco IOS.
3. Проверить приоритетные очереди средствами имитационного моделирования.

#### **Решение задач и результаты исследований.**

В [1] и [2] затрагиваются общие принципы алгоритмов QoS, не принимая во внимание проблему пиринговых сетей.

Решить проблему пиринговых сетей можно созданием приоритетной очереди. Списки приоритетов позволяют маршрутизатору сортировать и обрабатывать входящие пакеты в зависимости от назначенных им приоритетов. Существуют 2 варианта реализации приоритетной очереди: по ЧерномуS списку и по БеломуS списку. Фильтрация трафика пиринговых сетей по ЧерномуS списку невозможна потому, что клиенты пиринговых сетей используют случайный, заранее неизвестный, TCP порт (в клиентах сетей BitTorrent и eDonkey 2000 порт может задать пользователь).

Составление БелогоS списка приоритетной очереди определит наиболее часто используемые службы и определит им наивысший приоритет в обслуживании. Таким образом, задача приоритизации приводит к задаче классификации трафика, при которой решится проблема идентификации трафика пиринговых сетей, потому что все, не входящее в этот список, включая BitTorrent и eDonkey2000, получит низший приоритет, а значит обслужится в последнюю очередь.

Составим перечень услуг, которые должны иметь приоритет. Такими услугами являются: IP телефония, IPTV, электронная почта, веб, интернет пейджеры. Сведем в таблицу необходимые услуги и протоколы.

Критерием классификации трафика будет номер порта протокола четвертого уровня. Маршрутизаторы Cisco имеют 4 очереди приоритетов, в которых пакеты обрабатываются в зависимости от того, с какой очередью они связаны: низкоприоритетной (low), обычной (normal), среднеприоритетной (medium) или высокоприоритетной (high). По отдельности каждая из этих очередей обрабатывается как очередь FIFO.

Очередь high будет содержать пакеты всех служебных и диагностических протоколов, а также мультимедийных протоколов реального времени (RTP, RTSP) и телефонной сигнализации (SIP, H.323) и все UDP пакеты. В итоге очередь high будет содержать: UDP, ICMP, а из TCP-пакетов – те, которые содержат SIP, H.323, DNS (отсеиваются по № порта).

Очередь medium будет содержать пакеты, реализующие такие услуги: электронная почта, веб, Telnet, интернет пейджеры. Их данные содержатся в TCP-пакетах, отсеиваются по стандартным № портов: HTTP, HTTPS, POP3, IMAP4, SMTP, а также TCP порты – 6667, 6668, 6669, 1863, 5190, 2041.

Очередь normal будет содержать пакеты протокола FTP. Приоритет FTP перед пиринговым обоснован тем, что эту услугу каждый абонент заказывает сам для себя в явной форме, и ожидает более качественной реализации. Весь остальной трафик считается пиринговым и будет обрабатываться низкоприоритетной очередью low – абонент его явно не заказывает и не рассчитывает на его наилучшее обслуживание.

Таблица 1 – Перечень услуг

Услуга	Служба	Протокол	Порт	Приоритет
Служебные	DNS	UDP TCP	53	high
	ICMP	ICMP	—	high
IP телефония	SIP	UDP TCP	5060	high
	H.323	UDP TCP	1712	high
IPTV	RTSP	UDP TCP	554	high
Электронная почта	SMTP, SMTP SSL	TCP	25, 2525, 465	medium
	POP3, POP3 SSL	TCP	110, 995	medium
	IMAP4, IMAP4 SSL	TCP	143, 993	medium
WEB	HTTP	TCP	80-83, 1080, 8000, 8080, 8088, 8888, 3128	medium
	HTTPS	TCP	443	medium
Telnet	TCP	TCP	23	medium
Интернет-пейджеры	ICQ	TCP	5190	medium
	IRQ	TCP	6667-6669	medium
	Mail.ru Agent	TCP	2041	medium
	MSN	TCP	1863	medium
Передача файлов	FTP	TCP	20, 21	normal
Пиринговые сети	TCP	TCP	~	low

Типичная структурная схема сети предоставления услуг абонентам показана на рисунке 3. Наиболее проблемным, с точки зрения пропускной способности, является участок граничный маршрутизатор — глобальная сеть. В сети доступа абоненты получают такую скорость, какую они оплатили, или же используется высокоскоростная оптическая технология, поэтому проблем с пропускной способностью не возникает. Пропускная способность на границе ограничена, а используется совместно всеми абонентами, поэтому именно там необходима фильтрация.

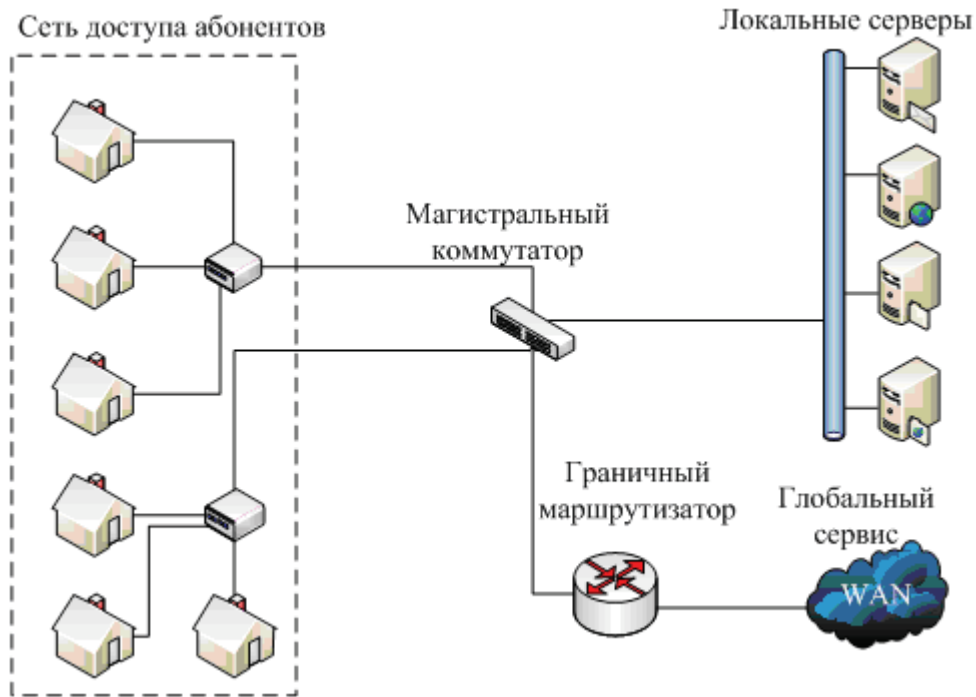


Рисунок 3 – Структурная схема сети

Фильтрацию пирингового трафика будет осуществлять показанный на рисунке 3 граничный маршрутизатор. Сформируем приоритетную очередь, реализующую требования таблицы 1. Представим фрагменты листинга конфигурационных файлов маршрутизатора. Создадим расширенный список доступа номер 101, который содержит служебные протоколы и UDP датаграммы.

```
access-list 101 permit icmp any any
access-list 101 permit udp any any gt 1
access-list 101 permit tcp any any eq domain
```

Применим этот список доступа к приоритетному списку номер 1, а также все другие очереди.

```
priority-list 1 protocol ip high list 101
priority-list 1 protocol ip high tcp 5060
priority-list 1 protocol ip high tcp 554
priority-list 1 protocol ip medium tcp 80
.
priority-list 1 protocol ip medium tcp 443
priority-list 1 protocol ip medium tcp 143
priority-list 1 protocol ip medium tcp 110
priority-list 1 protocol ip medium tcp 993
priority-list 1 protocol ip medium tcp 995
priority-list 1 protocol ip medium tcp 25
priority-list 1 protocol ip medium tcp 2525
priority-list 1 protocol ip medium tcp 465
priority-list 1 protocol ip normal tcp 20
priority-list 1 protocol ip normal tcp 21
priority-list 1 protocol ip medium tcp 23
priority-list 1 protocol ip medium tcp 5190
priority-list 1 protocol ip medium tcp 6667
priority-list 1 protocol ip medium tcp 2041
```

```
priority-list 1 protocol ip medium tcp 1863
priority-list 1 protocol ip normal tcp 3128
priority-list 1 default low
```

После создания приоритетного списка, применяем его к интерфейсу маршрутизатора, принадлежащего внутренней сети.

```
interface GigabitEthernet0/0
priority-group 1
```

Такими настройками мы, выделив основные службы, предотвратим перегрузку сети от абонентов, раздающих трафик в сетях BitTorrent и eDonkey2000, обеспечив качество работы услуг реального времени.

Предложенный алгоритм фильтрации был проверен при помощи имитационного моделирования в пакете Opnet. Модель, показанная на рисунке 4, содержит группы клиентов, группу серверов и искусственное узкое место, а сетевое оборудование обрабатывает QoS.

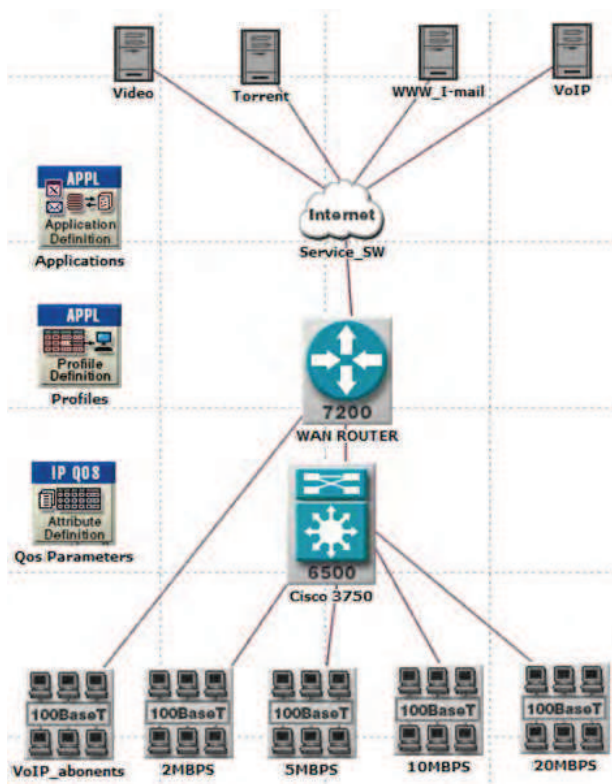


Рисунок 4 – Имитационная модель

Моделирование проводилось в наиболее тяжелых условиях – при полной загрузке магистральной линии, как показано на рисунке 5.

В условиях перегрузки магистральной линии необходимо предоставить гарантированное обслуживание для IP-телефонии за счет ограничения потребностей низкоприоритетного трафика, в основном пирингового, который, в отличие от трафика реального времени, не требователен к показателям качества.

В результате моделирования были получены результаты, показанные на рисунках. Важнейшими показателями QoS являются задержка (рисунок 6) и джиттер (рисунок 7). Серым цветом изображены результаты исходной модели – без использования приоритетных очередей, а чёрным – с применением приоритизации. Как видно из графиков, качество транспорта пакетов существенно выше – следовательно, и качество услуг, таких, как IP-телефония, тоже возрастает.

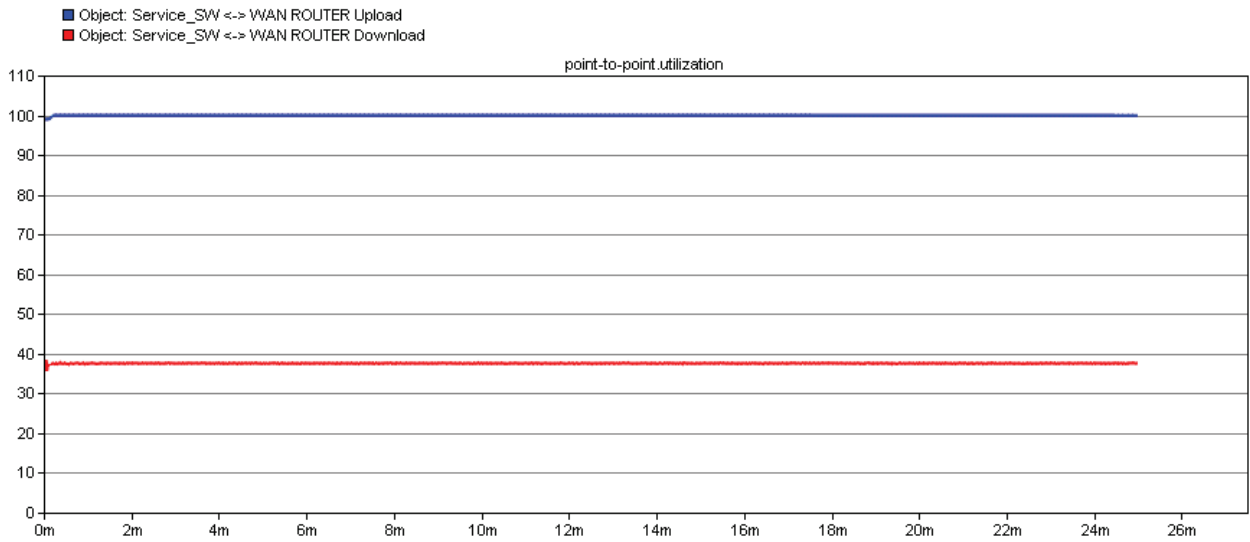


Рисунок 5 – Утилізація лінії

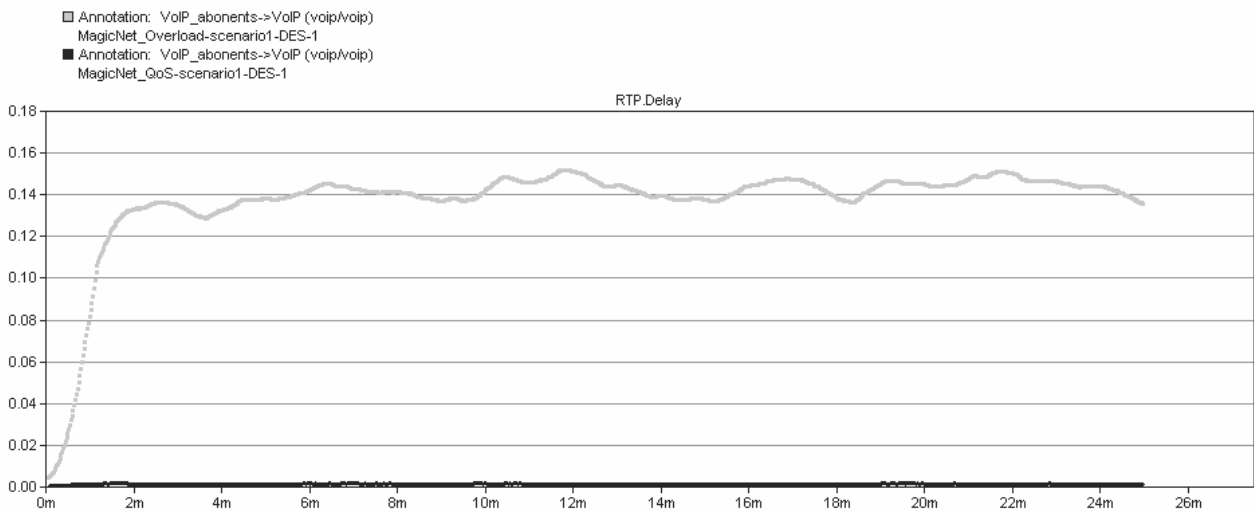


Рисунок 6 – Задержка пакетов IP-телефонии

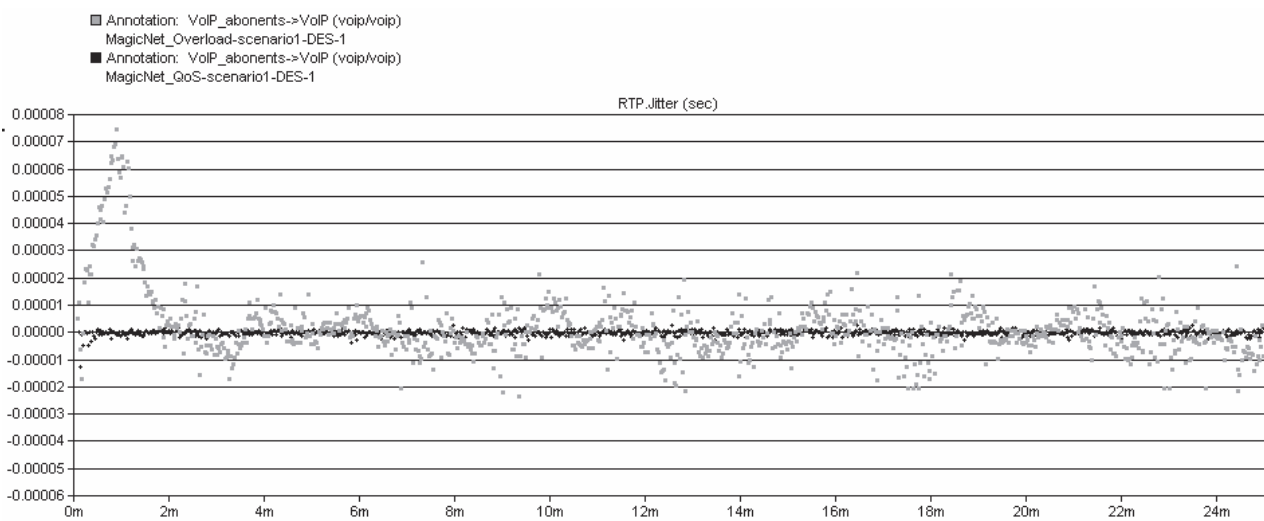


Рисунок 7 – Джитер пакетов IP-телефонии

Заметим, что нагрузка канала, равная 100% утилизации, не является препятствием к предоставлению качественных услуг – высокоприоритетный трафик просто «вытесняет» низкоприоритетный, который все равно занимает всю остаточную пропускную способность.

Предложенная схема не претендует на окончательность. Уже после завершения основного объема работ было обнаружено, что пиринговые программы теперь активно используют транспорт UDP; в таких условиях может потребоваться модификация алгоритма фильтрации – например, добавление в него распознавания длины пакета, поскольку пакеты медиа-данных и пакеты пиринговых сетей существенно отличаются по размеру. Эта задача потребует дополнительных исследований.

#### **Выводы.**

1. Проведенное моделирование показывает, что для типичной конфигурации предлагаемые настройки QoS позволяют эффективно решить задачу предоставления качественных услуг реального времени на фоне перегрузок, вызванных пользователями пиринговых сетей.
2. Полученные результаты имеют практическую ценность, т.к. разработанный механизм полностью реализуется средствами Cisco IOS.

#### **Литература**

1. Вегешна Шринивас Качество обслуживания в сетях IP / Вегешна Шринивас. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 368 с.
2. Филимонов А. Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet / А. Ю. Филимонов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 592с.

Надійшла до редакції:  
03.02.2011

Рекомендовано до друку:  
д-р техн.наук, проф. Воронцов О.Г.

#### **Abstract**

*Boyco V.V., Vershina E.M., Skuratov A.A. The mechanism of priority queues usage for a determination of a P2P networks problem. Methods of support of quality for real time services were considered in overload conditions of a trunk line by the P2P networks traffic. The technique of a packets filtration became result by principles of standard IP titles fields for the purpose of separation of the traffic of different priorities. A substantiation of in what queue what packets to put. Efficiency of the offered algorithm and indexes QoS at its usage have been checked up on imitative model.*

**Keywords:** Triple Play, QoS, P2P networks, IP telephony.

#### **Анотація**

*Бойко В.В., Вершина Е.М., Скуратов О.О. Використання механізму пріоритетних черг для рішення проблеми пірингових мереж. Розглядалися засоби забезпечення якості послуг реального часу в умовах перевантаження магістральної лінії трафіком пірингових мереж. Результатом стала методика фільтрації пакетів за принципами стандартних полів IP заголовків з метою відділення трафіка різних пріоритетів. Обґрунтування того, у яку чергу які пакети ставити. Ефективність запропонованого алгоритму й показники QoS при його використанні були перевірені на імітаційній моделі.*

**Ключові слова:** Triple Play, QoS, пірингові мережі, IP-Телефонія.

© Бойко В.В., Вершина Е.М., Скуратов А.А., 2011