

**ПРИОРИТИЗАЦИЯ ТРАФИКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ
В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ
ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***

**TRAFFIC PRIORITIZATION TO ENSURE AVAILABILITY
IN TELECOMMUNICATION NETWORKS
OF TEXTILE ENTERPRISES**

Ю.М. МОНАХОВ, А.П. КУЗНЕЦОВА, А.В. ПЕСТОВ
YU.M. MONAKHOV, A.P. KUZNETSOVA, A.V. PESTOV

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)
E-mail: unklefck@gmail.com; akuznecova@vlsu.ru; gg.gg803@gmail.com

В статье представлен подход к повышению доступности узлов автоматизированных систем управления текстильным производством за счет внедрения алгоритмов приоритизации трафика в телекоммуникационных сетях. Было проведено тестирование алгоритма НТВ в типовой конфигурации и предложены рекомендации по его конфигурированию в целях снижения задержки.

The article presents an approach to increasing the availability of nodes of automated control systems for textile production by implementing traffic prioritization algorithms in telecommunication networks. The НТВ algorithm was tested in a typical configuration and the authors propose recommendations for its configuration in order to reduce the delay.

Ключевые слова: доступность сети, управление потоком, QoS, приоритизация трафика.

Keywords: network availability, flow control, QoS, traffic shaping, НТВ.

Как известно, обеспечением необходимого уровня качества обслуживания для заданного трафика занимается служба QoS, которая решает эту задачу, в том числе методом использования алгоритмов управления очередями. Каждый из алгоритмов специфическим образом воздействует на качество обслуживания различных типов трафика в сети. Приоритизация трафика в типовой конфигурации сети, скорее всего, будет откладывать легковесный трафик с датчиков АСУ в самый конец приоритетных очередей, помещая вперед "тяжеловесный" трафик с видеочата, SIP, SDP, VoIP и т.д.

Поэтому возникает необходимость специального конфигурирования алгоритмов управления очередями для предприятий текстильной промышленности с целью подготовки их к возможному внедрению интегрированных АСУ [1].

Для повышения эффективности производства ОАО ХБК "Шуйские ситцы" возможно внедрение интегрированной АСУ. Схема сети предприятия приведена на рис. 1. При этом необходимо, чтобы трафик с телеметрии, который будет передаваться через сети общего назначения, был доступен за директивное время.

* Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательских работ, поддержанных грантами Российского фонда фундаментальных исследований № 16-47-330055, № 18-07-01109.

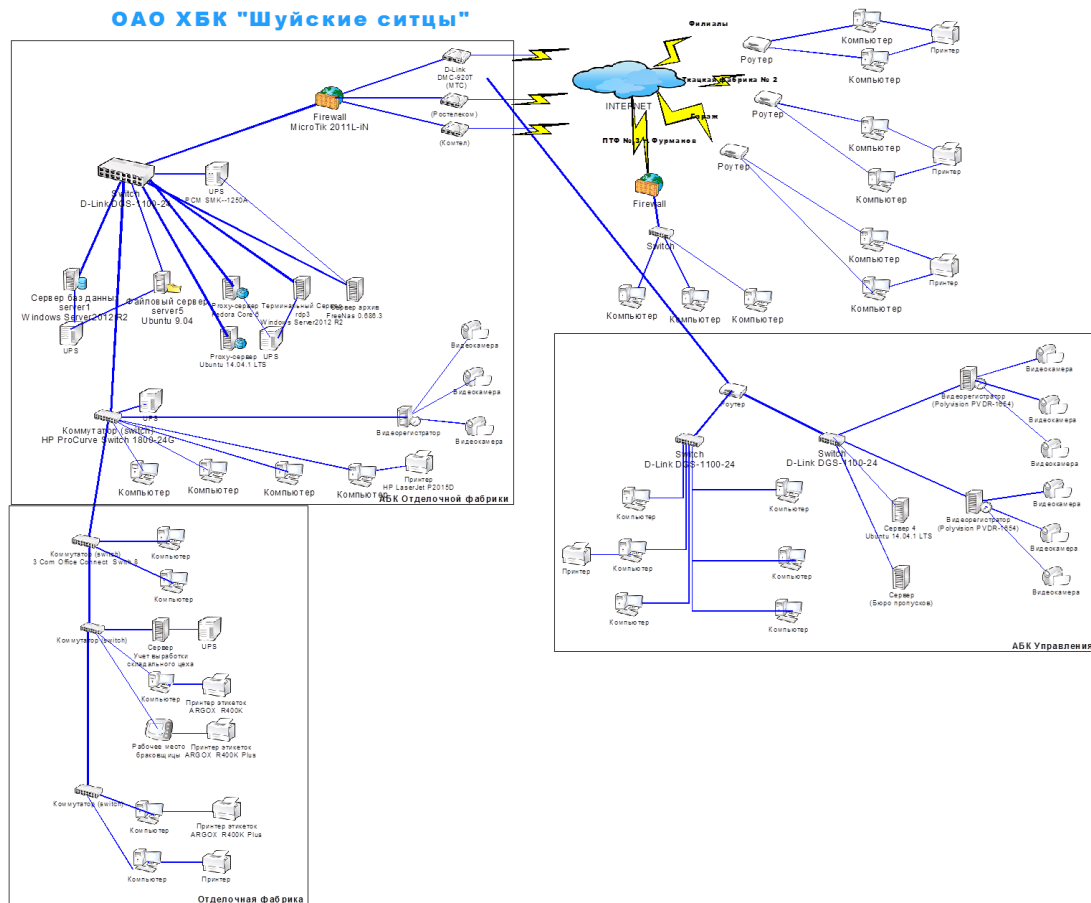


Рис. 1

В системах обеспечения QoS преимущественно используется алгоритм планирования очередей Hierarchical Token Bucket (НТВ) [2]. Иерархический алгоритм "текущего ведра" НТВ подразумевает разделение полосы пропускания для определенных потоков в отдельные классы, каждый из которых имеет свою собственную полосу пропускания. Классы могут разделяться на дочерние классы, каждый из которых будет делить между собой полосу родительского класса.

В типовом случае НТВ конфигурируется по следующим правилам [3].

- Распределение полосы пропускания между приоритетами определяется в зависимости от средней интенсивности проходящего трафика. Следовательно, чем больший средний объем заданного трафика, тем большая полоса пропускания выделяется для данного класса.

- Возможность увеличения пропускной способности для классов выставляется в ве-

личину максимальной пропускной способности канала.

- Для каждого конечных классов используется планировщик пакетов SFQ.

Для выявления узких мест в функционировании НТВ было проведено экспериментальное исследование его типовой конфигурации в различных режимах нагрузки. Определим минимально необходимое количество узлов локальной сети для выявления влияния работы алгоритма на задержку. Исходя из этого элементы экспериментальной установки представлены в табл. 1. Схема сети экспериментальной установки представлена на рис. 2.

Конфигурация алгоритма планирования очередей НТВ представлена в табл. 2.

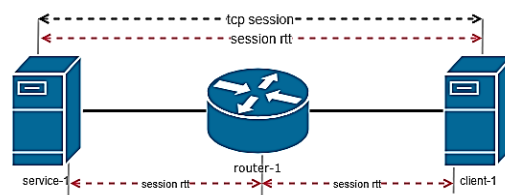


Рис. 2

Т а б л и ц а 1

Наименование элемента	Описание элемента
Router-1	Программный маршрутизатор на операционной системе Debian 7.7, обеспечивающий оказание услуги по предоставлению доступа к сервисам
Service-1	Сервер, реализующий технический сервис
Client-1	Рабочая станция клиента 1 на операционной системе MS Windows 7 x64

Т а б л и ц а 2

Класс	Родительский класс	Приоритет	Скорость передачи данных класса (Mbit/s)
A		0	10
B	A	0	5
C	A	2	5
D	B	0	3
E	B	1	2

Эксперимент был разделен на этапы, каждому из которых соответствует отдельный режим тестирования. Были определены 5 режимов, представленные в табл. 3. Интенсивность входящего потока пакетов

для каждого нагружаемого класса равнялась максимальной гарантированной пропускной способности класса. Замер задержек в контролируемых классах производился 300 раз.

Т а б л и ц а 3

Этап	Наименование режима	Контролируемый класс	Нагружаемые классы
1	Режим 1	D	D
2	Режим 2	D	C
3	Режим 3	C	D, C
4	Режим 4	C	D, E
5	Режим 5	D	D, C, E

Результат эксперимента по ходу первого этапа показал, что если интенсивность входящего потока выше пропускной способности класса, то это способствует увеличению задержки отправки пакетов заданной сессии. При протекании данного этапа эксперимента класс D производил заимствование канала с родительского класса. При этом задержка все равно выросла до больших значений, так как пропускная способность родительского класса не позволяла пропускать данное количество трафика с более низкой задержкой. *Второй этап* показал, как алгоритм НТВ производит приоритизацию трафика: при наличии входящего потока пакетов для более приоритетного класса алгоритм отдает пакеты в первую очередь. *Режим тестирования на третьем этапе эксперимента* являлся обратным от режима 2, в нем выявлялась величина задержки в классе с самым низким приоритетом при наличии входящего потока пакетов в более приоритетных классах. Результат этапа показал, что

при наличии потока, интенсивность которого выше, чем гарантированная пропускная способность класса, и наличии высокоинтенсивного потока пакетов в более приоритетных классах задержка начинает расти, поскольку производить заимствование полосы у родительского класса данный класс уже не может, так как он занят более приоритетным классом. *Результат четвертого этапа* показал, как алгоритм НТВ обеспечивает пропускную способность для каждого класса. Было выявлено, что при наличии высокоинтенсивного потока пакетов в более приоритетных классах для низкоприоритетного класса остается незанятая полоса канала, в рамках которой сессия имеет низкие показатели задержки. *По результатам пятого этапа эксперимента* был сделан вывод, что алгоритм последовательно производил распределение ресурсов для каждого класса, что повлияло на увеличение задержки в контролируемом классе до больших значений.

Анализ полученных в результате эксперимента данных показывает возможные направления оптимизации работы планировщиков пакетов в целях уменьшения задержки пакетов при высокой интенсивности потока: минимизация простоя полосы пропускания при отсутствии пакетов в том или ином классе; динамическое изменение полосы пропускания относительно интенсивности входящего потока пакетов; размер буфера.

Было принято решение составить методические рекомендации по конфигурированию НТВ, позволяющие оптимизировать использование полосы для высокоприоритетных классов.

К таким рекомендациям относятся:

- выделение подгрупп приоритетов;
- в рамках подгруппы выделять более приоритетный класс трафика;

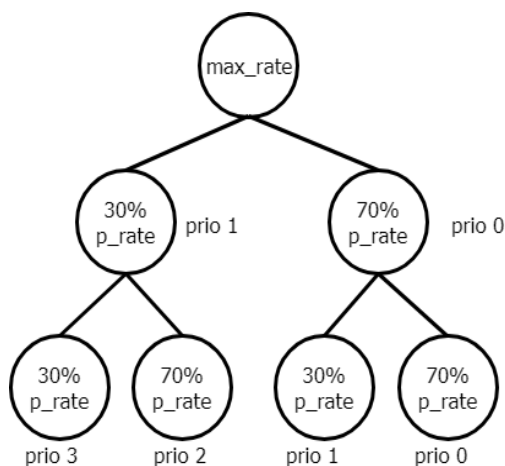


Рис. 3

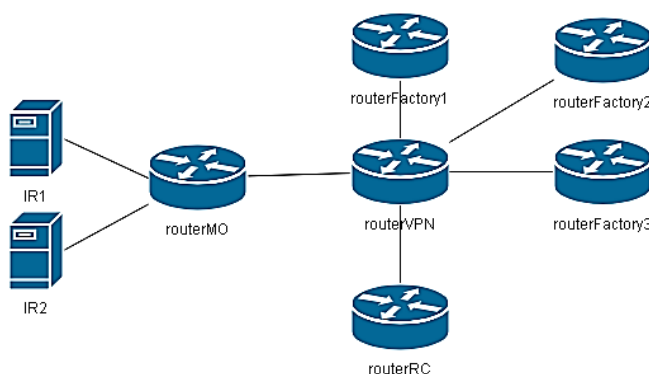


Рис. 4

Приведенная конфигурация была внедрена в сети предприятия, схема которой приведена на рис. 4.

Были выделены приоритетные виды трафика и произведено их ранжирование по приоритетам, приоритизация трафика представлена в табл. 4. Генерация трафика про-

– сохранять последовательность приоритизации на каждом уровне. Последовательность определения приоритетов класса определяется в зависимости от приоритета родительского класса относительно остальных;

– распределение гарантированной полосы пропускания составлять таким образом, чтобы 70% полосы отводилось более приоритетному классу в рамках полосы, предоставленной родительским классом;

– использование алгоритма планирования передачи пакетов SFQ на конечных очередях передачи для сглаживания сетевого трафика в рамках одного класса.

На рис. 3 представлена схема конфигурации алгоритма НТВ в соответствии с методическими рекомендациями.

изводилась при помощи утилиты hping3, при этом проверялась доступность информационных ресурсов посредством ICMP запросов. Производились замеры задержки без сконфигурированного алгоритма НТВ и с НТВ, сконфигурированным согласно методическим рекомендациям.

Т а б л и ц а 4

Тип трафика	Подгруппа	Приоритет
in/out IR1	1	0
in/out IR2	1	0
all SIP	1	1
all SSH	2	2
Остальной трафик	2	3

ВЫВОДЫ

Результаты тестирования показали, что средняя величина задержки при типовой конфигурации КСПД без применения алгоритмов приоритизации составила 80 мс, тогда как в случае конфигурирования сети с использованием приведенной методики задержка составила в среднем 0,75 мс. Следовательно, авторами ожидается увеличение эффективности обеспечения доступности приоритетных сервисов минимум в 2...3 раза при внедрении НТВ в КСПД текстильного предприятия с интегрированной АСУ по предложенной схеме по сравнению с применением типовых практик конфигурирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишин Д.В., Монахов М.Ю. Об автоматизации процессов обеспечения функциональной устойчивости информационно-технологической инфраструктуры интегрированной АСУП // Изв. вузов.

Приборостроение. – 2012. Т. 55, № 8. С. 46...49.

2. Саролати П., Кузнецов А. Управление перегрузками в Linux TCP // Ежегодная техническая конференция USENIX, Направление FREENIX. – 2002. С. 49...62.

3. Девера М. Теория иерархической маркерной корзины // URL: <http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/manual/theory.htm> (дата обращения: 12.03.2018)

REFERENCES

1. Mishin D.V., Monahov M.Ju. Ob avtomatizacii processov obespechenija funkcional'noj ustojchivosti informacionno-tehnologicheskoy infrastruktury integrirovannoj ASUP // Izv. vuzov. Priborostroenie. – 2012. T. 55, № 8. S. 46...49.

2. Sarolati P., Kuznecov A. Upravlenie peregruzkami v Linux TCP // Ezhegodnaja tehniceskaja konferencija USENIX, Napravlenie FREENIX. – 2002. S. 49...62.

3. Devera M. Teorija ierarhicheskoj markernoj korziny // URL: <http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/manual/theory.htm> (data obrashhenija: 12.03.2018)

Рекомендована кафедрой информатики и защиты информации. Поступила 06.06.18.