

УДК 061.68

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦЕНТРОВ КОММУТАЦИИ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

П.С. ЧЕРНЯВСКИЙ, А.А. БЫСОВ

Военная академия Республики Беларусь  
Независимости, 220, Минск, 220057, Беларусь

Поступила в редакцию 24 сентября 2014

Предложены практические рекомендации разработчикам систем связи с пакетной передачей данных, операторам сетей электросвязи, а также дежурным по узлам связи по совершенствованию центров коммутации сети связи специального назначения.

*Ключевые слова:* приоритезация данных, центр коммутации, трафик.

### Введение

Современный центр коммутации сети связи представляет собой комплекс инженерно – технических решений, позволяющих выполнять задачи по обеспечению связи в заданные сроки. Программная часть центра коммутации позволяет осуществлять обработку входящего трафика абонентов цифровой сети связи по заранее записанным алгоритмам. На рис. 1 представлен вариант перспективной сети связи специального назначения Республики Беларусь, где в качестве центра коммутации пакетов используется маршрутизатор отечественного производства П-320.

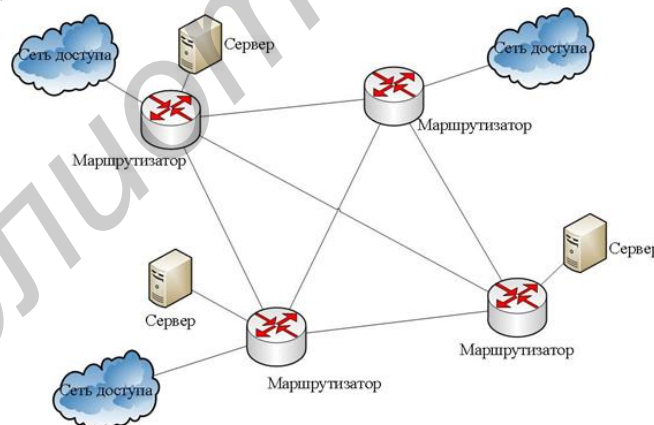


Рис. 1. Вариант перспективной сети связи специального назначения с коммутацией пакетов

Отличительной особенностью современных центров коммутации является наличие возможности совершенствования алгоритмов обработки данных абонентов сети связи путем редактирования исходного кода обработчика сообщений, а также возможность учета критических параметров сети связи при реализации приложений-клиентов на прикладном уровне модели взаимодействия открытых систем. Данные особенности позволяют ограничивать пропускную способность определенных направлений связи в зависимости от приоритета направления по установленным признакам и критериям, тем самым обеспечить информационный обмен в объемах, заданных потребностями системы управления в единицу времени для каждого из направлений. От этого непосредственно зависит качество управления войсками и, соответственно, эффективность боевых действий войск.

## Недостатки современных центров коммутации сети связи

Основными недостатками существующих центров коммутации общего назначения являются следующие.

1. Отсутствие механизма учета военных составляющих трафика сети связи специального назначения, таких как группы важности, категории срочности, приоритезация трафика исходя из ранга должностных лиц, генерирующих информационные посылки в часы с наибольшей загруженностью центров коммутации. Деление на классы трафика осуществляется исходя из требований пакетов к задержке, пропускной способности или надежности. Входной трафик разбивается на классы различного приоритета. Обработка пакетов очереди каждого отдельного класса осуществляется в соответствии с алгоритмами обработки маршрутного процессора. На практике наиболее распространенным способом обработки пакетов является алгоритм FIFO, в соответствии с которым порядок постановки пакетов в очередь совпадает с порядком их извлечения из очереди для последующей обработки. Основным ресурс при такой организации управления трафиком абонентов отдается очереди пакетов большего класса [1].

2. Отсутствие универсальных моделей иерархической системы управления трафиком абонентов центра коммутации сети связи в условиях приоритетной обработки неоднородного трафика абонентов, позволяющих получать требуемые характеристики функционирования центра коммутации.

3. Отсутствие единой для всех центров коммутации методики анализа и управления потоком данных в центре коммутации сети связи, что затрудняет процесс управления единой цифровой системы связи Вооруженных Сил [2].

4. Отсутствие рекомендаций разработчикам центров коммутации, обслуживаемому персоналу и дежурным по узлам связи по предоставлению предпочтений в обслуживании пакетов данных в часы наибольшей нагрузки [3].

## Практические рекомендации

Рекомендации предназначены для использования разработчиками систем связи с передачей данных, операторами сетей электросвязи, а также дежурными по узлам связи при определении порядка предоставления приоритета в обслуживании абонентов на множестве многомерных альтернатив. В качестве альтернатив, компоненты которых конфликтуют между собой в центрах коммутации, следует принимать следующие конкурирующие объекты: сигналы, распоряжения, приказания, команды.

1. Приоритезацию трафика на сетевом уровне модели взаимодействия открытых систем осуществлять исходя из анализа информационной части поля кода дифференцированных услуг, адреса источника назначения IP-приоритета, адреса получателя назначения IP-приоритета, порта источника информационной посылки, порта назначения информационной посылки, MAC-адреса источника информационной посылки, MAC-адреса назначения информационной посылки, номера портов, номера адресов URL (NBAR) [4].

2. Комплексный показатель веса приоритета пакета установить как совокупность приоритета ранга получателя, ранга отправителя и важности входящей информационной посылки.

3. Обрабатывать пакеты трафика реального времени маршрутизатор должен на основе вводимой локальной приоритетной метки  $p = F(w_n + w_o + w_c)$ , которая будет присвоена пакету при постановке в очередь [5]. При этом функция присвоения значения приоритетной метки будет иметь вид

$$p = \begin{cases} 1, & \text{при } (w_n + w_o + w_c) > w_{\text{доп}}; \\ 2, & \text{при } kw_d \leq (w_n + w_o + w_c) < \frac{k-1}{k} w_{\text{доп}}; \\ \dots \\ k, & \text{при } (w_n + w_o + w_c) < \frac{1}{k} w_{\text{доп}}. \end{cases}$$

где  $w_n$  – задержка, равная времени нахождения пакета в сети до настоящего момента;  $w_0$  – задержка ожидания пакетов в маршрутизаторе;  $w_c$  – задержка следования пакета от узла коммутации до окончательного терминала.

4. Задержку нахождения определять путем извлечения временной метки из заголовка RTP-пакета. Временную метку, которая предназначена для борьбы с джиттером вносить в заголовок средствами узла-отправителя сообщений [5].

5. Задержку ожидания пакета в буфере маршрутизатора вычислять аналитически в соответствии с моделью прогнозирования [5]:

$$w_t = \hat{\Psi}_1 (w_{t-1} - c_1(d)w_{t-2} - c_2(d)w_{t-3} - \dots - c_{40}(d)w_{t-41}) + \\ + \hat{\Psi}_2 (w_{t-2} - c_1(d)w_{t-3} - c_2(d)w_{t-4} - \dots - c_{40}(d)w_{t-42}) + \\ + \hat{\Psi}_3 (w_{t-3} - c_1(d)w_{t-4} - c_2(d)w_{t-5} - \dots - c_{40}(d)w_{t-43}) + \\ + \hat{\theta}_0 \xi_t - \hat{\theta}_1 \xi_{t-1} - \hat{\theta}_2 \xi_{t-2} - \hat{\theta}_3 \xi_{t-3} + c_1(d)w_{t-1} + c_2(d)w_{t-2} + \dots + c_{40}(d)w_{t-40},$$

где  $d$  – дробный порядок интегрирования,  $0 < d < 1$ ;  $c$  – весовые коэффициенты, учитывающие влияние предыдущих элементов ряда задержки,  $c_1(d) = d, c_2(d) = \frac{1}{2}d(1-d)$ ;  $\hat{\Psi}_i$  – весовые коэффициенты авторегрессионных элементов;  $\hat{\theta}_i$  – весовые коэффициенты элементов скользящего среднего;  $\xi_t$  – дискретная функция «белого шума».

Математическим аппаратом для описания рядов задержки пакетов в буфере маршрутизатора принимать аппарат математических моделей авторегрессионного проинтегрированного скользящего среднего с дробным порядком интегрирования  $d$  [6].

Параметры модели  $\{d, p, q, \hat{\Psi}_1, \hat{\Psi}_2, \dots, \hat{\Psi}_p, \hat{\theta}_0, \hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_q\}$  определять следующим образом:

- порядок интегрирования  $d$  – методом R/S-статистик через коэффициент Херста;
- количество авторегрессионных членов  $p$  и членов скользящего среднего  $q$  в соответствии с информационными критериями Акайке, Шварца, Ханнана-Куинна;
- весовые коэффициенты  $\hat{\Psi}_1, \hat{\Psi}_2, \dots, \hat{\Psi}_p$  – путем вычисления серии автоковариационных функций;
- весовые коэффициенты  $\hat{\theta}_0, \hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_q$  – в соответствии с итеративным алгоритмом Ньютона-Рафсона.

6. Для обеспечения функционирования центра коммутации в условиях приоритезации трафика использовать блок прогнозирования задержки ожидания пакетов голосового трафика в буфере маршрутизатора, представленный на рис. 2 [6].

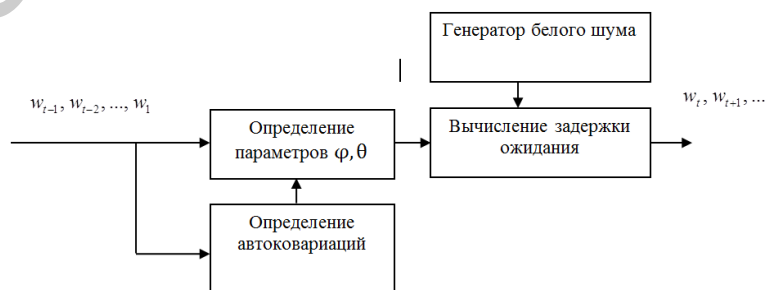


Рис. 2. Структура блока прогнозирования маршрутизатора П-320

7. Для оценки задержки следования пакета в сети использовать способ тестовых пакетов, при котором каждый маршрутизатор сети формирует две базы данных с помощью тестовых пакетов (рис. 3). При таком способе исходная база данных (таблица на рис. 3 снизу) заполняется следующим образом: все маршрутизаторы сети (А, Б, В, Г) отправляют тестовый

пакет непосредственно соединенным с ними устройствам, определяя одностороннюю задержку передачи пакетов. Маршрутизаторы, имеющие непосредственное соединение с оконечными устройствами *a* и *б* отправляют соседним маршрутизаторам информационный пакет с сообщением об односторонней задержке до конечных устройств. Маршрутизатор *Г* формирует конечную базу данных об односторонней задержке передачи пакета до конечных устройств через один участок переприема [7–9].

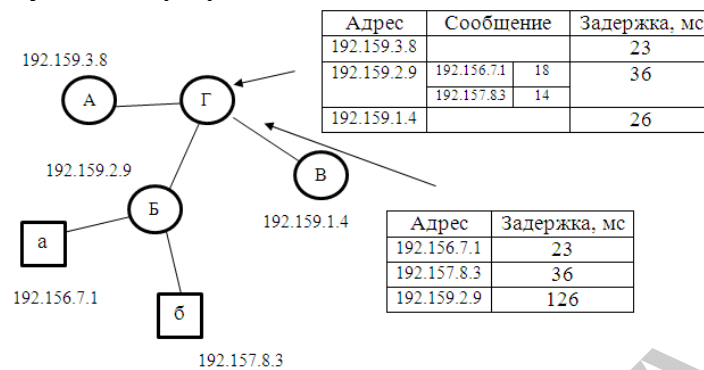


Рис. 3. Формирование баз данных о задержке пакетов на маршрутизаторах

Таким образом, пакеты, предназначенные для оконечного устройства, адрес которого в базе данных отсутствует, обладают наивысшим приоритетом и обрабатываются в первую очередь. Остальные пакеты обрабатываются в соответствии с адаптивным алгоритмом (рис. 4) по принципу: чем больше суммарная оцененная задержка пакета в сети, тем быстрее будет обработан пакет.

8. Ввести учет требований QoS к входящему неоднородному трафику путем распределения пакетов по классам.

9. Ввести учет временных показателей входящего неоднородного трафика для исключения возможности закливания алгоритма в связи с прибытием для обработки в одно и то же время на интерфейсные модули центра коммутации двух и более пакетов с одинаковым весом приоритета и класса. Данный механизм осуществить при помощи использования полей заголовка IP-дейтаграммы и данных системы сигнализации сети связи.

10. Для эластичных видов трафика необходимо выполнить следующие функции:

- установить функциональные зависимости между степенью занятости и скоростью заполнения буферной памяти, ограничивая трафик таким образом, чтобы потоки пакетов данных с высшими приоритетами получали минимальное ограничение по прохождению трафика с целью повышения производительности центров коммутации сети связи;

- произвести адаптацию количества доступного объема памяти в центрах коммутации для пакетов различных потоков к скорости ее заполнения этими пакетами и объему свободной памяти в момент поступления данных в буферные накопители центров коммутации с целью повышения вероятностно-временных характеристик передачи сообщений в условиях неоднородного трафика за счет снижения вероятности отказа в приеме пакетов высокоприоритетного трафика при сохранении максимально возможной интенсивности низкоприоритетного трафика.

11. Для потоков пакетов данных различных категорий срочности при сопряжении разнородных сетей установить параметры, необходимые для обработки пакетов, принимать пакеты данных, идентифицировать их по принадлежности к одному из потоков и передавать идентифицированные пакеты данных в память центра коммутации, записывать их и производить обработку. Из числа ранее обработанных данных выделять пакеты для последующей передачи и передавать их получателю. После приема получателем передавать отправителю подтверждение о приеме очередного пакета данных, определять интенсивность поступления пакетов данных каждого потока из канала связи и интенсивность передачи пакетов данных получателю за время изменения текущего состояния памяти центра коммутации на величину элементарного объема памяти. В качестве параметров обработки пакетов данных задать: общий объем памяти центра коммутации, размер элементарного объема памяти для каждого потока различной категории срочности и функцию текущего заполнения памяти. Одновременно с приемом и передачей пакетов данных производить расчет принятых и

переданных пакетов данных каждого приоритетного потока за время заполнения элементарного объема памяти центра коммутации, а также производить расчет уровня текущего заполнения элементарного объема памяти центра коммутации и сравнивать количество принятых пакетов данных каждого потока при заполнении очередного элементарного объема памяти с выделенным объемом памяти для пакетов данных этого потока. В случае превышения допустимого значения элементарного объема памяти производить стирание пакета данных и не производить дальнейшую его обработку.

12. Производить управление интенсивностью поступающих потоков пакетов данных путем варьирования объема памяти, доступного для пакетов данных каждого из приоритетных потоков при заполнении очередного элементарного объема памяти.

13. Производить присвоение категорий срочности и пароля пакетам данных в зависимости от важности и срочности данных, подлежащих передаче по средствам связи. Голосовому трафику определить право приоритетного представления обработки сообщений в зависимости от занимаемой воинской должности.

14. Установить классы приоритетного обслуживания сообщений, а также производить запись информационной метки в поле кода дифференцируемых услуг в зависимости от следующих категорий срочности.

**Значение и названия битов IP-приоритетов**

Значение IP-приоритета	Биты IP-приоритета	Название IP-приоритета	Категория срочности
0	000	Стандартный	Обыкновенная
1	001	Приоритетный	Самолет
2	010	Немедленный	Ракета
3	011	Срочный	Воздух
4	100	Сверхсрочный	Гранит
5	101	Критический	Вне всякой очереди
6	110	Межсетевое управление	Без категории
7	111	Сетевое управление	Без категории

### **Заключение**

Использование практических рекомендаций по совершенствованию центров коммутации сети связи специального назначения позволит установить в маршрутном процессоре функциональные зависимости между степенью занятости и скоростью заполнения буферной памяти, а также ограничить трафик абонентов таким образом, что потоки пакетов данных с высшими приоритетами получат минимальное ограничение по прохождению данных. Адаптация количества доступного объема памяти для пакетов различных потоков к скорости ее заполнения этими пакетами и объему свободной памяти в момент поступления данных в буферные накопители центров коммутации позволит повысить вероятностно-временные характеристики передачи сообщений в условиях неоднородного трафика за счет снижения вероятности отказа в приеме пакетов высокоприоритетного трафика. Таким образом, совокупность механизмов совершенствования алгоритмов обработки данных позволяет повысить производительность центров коммутации сети связи на 20 % в сравнении с существующими алгоритмами [9].

## **IMPROVEMENT OF COMMUNICATIONS NETWORK SPECIAL PURPOSE SWITCHING CENTER**

P.S. CHERNIAVSKI, A.A. BYSOV

### **Abstract**

Practical recommendations to developers of communication systems with packet data transmission, telecommunication network operators, as well as for duty at the network nodes to improve the communication network switching centers for special purposes are given in the article.

### Список литературы

1. *Вегиша Ш.* Качество обслуживания в сетях IP. СПб., 2003.
2. *Куроуз Дж., Росс К.* Компьютерные сети. Многоуровневая архитектура Интернета. СПб., 2004.
3. *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб., 2011.
4. *Степанов С.Н.* Основы телетрафика мультисервисных сетей. М., 2010.
5. *Чернявский П.С., Меженцев Г.Г., Бысов А.А.* Вестн. Воен. акад. РБ. 2013. № 4 (37). С. 119–125.
6. *Чернявский П.С., Бысов А.А., Машкин Е.В.* // Вестн. Воен. акад. РБ. 2013. № 4 (37). С. 70–75.
7. *Чернявский П.С., Пылинский М.В., Леонов Д.М.* // Вестн. Воен. акад. РБ. 2013. №4 (37). С. 114–119.
8. *Чернявский П.С., Меженцев Г.Г., Бысов А.А.* // Вестн. Воен. акад. РБ. 2013. №4 (37). С. 119–125.
9. *Чернявский П.С., Бысов А.А., Машкин Е.В и др.* // Вестник связи. 2014. № 2. С. 34–37.

Библиотека БГУИР