



# Критерии выбора сетевого оборудования



Борис ЖЕЛЕНКОВ  
Boris V. ZHELENKOV

Сан Вин АУНГ  
Sann Win AUNG



*Желенков Борис Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Вычислительные системы и сети» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).  
Сан Вин Аунг – аспирант кафедры «Вычислительные системы и сети» (МИИТ).*

**Расстановка и использование сетевого оборудования в телекоммуникациях требуют рационального подхода. Расчет коэффициента выбора на основе критериев, учитывающих соотношения задержки, загрузки, производительности, надежности и стоимости.**

*Ключевые слова:* транспорт, телекоммуникации, сетевое оборудование, критерии и коэффициент выбора, задержка, стоимость, нагрузка.

Телекоммуникационная сеть состоит из узлового сетевого оборудования и каналов связи. В качестве сетевого оборудования могут выступать маршрутизаторы, антенны, коммутаторы и другие устройства. Каналы связи – это кабели или в случае радиорелейной сети – направления в пространстве.

Оборудование должно выбираться в соответствии со всеми требованиями по скорости и производительности, которые необходимы для данного участка сети. Можно ориентироваться на только высокопроизводительное оборудование, но заведомо не на всех участках оно полностью будет востребовано. То есть рациональнее выбирать его так, чтобы обеспечивать требования по пропускной способности и добиться эффективности использования с точки зрения соотношения производительности, надежности и стоимости.

## ИСХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В настоящее время существуют два основных вида промежуточного сетевого оборудования – это коммутаторы и маршрутизаторы. Главным критерием при выборе оборудования является *задержка пере-*

*дачи кадров.* Она измеряется как время, прошедшее с момента прихода первого байт-кадра на входной порт до момента появления этого байта на выходном порте. Задержка складывается из времени, затрачиваемого на буферизацию байт-кадра, а также времени, затрачиваемого на его обработку – просмотр адресной таблицы, принятие решения о фильтрации или продвижении, получение доступа к среде выходного порта.

Величина вносимой коммутатором задержки зависит от режима его работы. Если коммутация осуществляется «на лету», то задержки обычно невелики и составляют от 10 до 40 мкс, а при полной буферизации кадров – от 50 до 200 мкс (для кадров минимальной длины) [1,2].

Основными характеристиками коммутатора для определения его производительности служат:

- скорость фильтрации (filtering);
- скорость коммутации (forwarding);
- пропускная способность (throughput);
- задержка передачи кадра.

Кроме того, существует несколько характеристик коммутатора, которые в наибольшей степени влияют на указанные характеристики производительности. К ним относятся:

- размер буфера (буферов) кадров;
- производительность внутренней шины;
- производительность процессора или процессоров;
- размер внутренней адресной таблицы.

Различные виды коммутационного оборудования (маршрутизаторы, коммутаторы) по назначению и функциональным возможностям близки друг другу. Маршрутизаторы могут отличаться количеством и типами своих портов, что, собственно, и определяет места их использования. Маршрутизаторы позволяют обеспечить взаимодействие между двумя практически независимыми сетями, которые обычно построены на основе различных вазовых технологий, и использовать разные стеки протоколов. Таким образом, можно сказать, что маршрутизаторы функционируют на третьем, сетевом уровне модели OSI [4].

*Сетевой:*

- создание и ведение таблицы маршрутизации;
- определение маршрута по таблице маршрутизации;
- анализ информации из заголовка сетевого уровня пакета, изменение этого заголовка при необходимости (время жизни пакета и т. п.);
- фильтрация пакетов;
- проверка контрольной суммы пакетов, отбрасывание пакетов, содержащих ошибки;
- буферизация пакетов, управление очередями пакетов.

*Канальный:*

- инкапсуляция пакетов сетевого уровня в кадры канального уровня при передаче пакетов, обратный процесс при их приеме и обработке.

*Физический:*

- обеспечение интерфейсов со средой передачи данных;
- прием и передача кадров.

Маршрутизаторы применяются для объединения нескольких локальных сетей в единую составную либо же, наоборот, разграничения большой сети на несколько независимых малых подсетей.

**МЕТОДИКА РАСЧЁТА КОЭФФИЦИЕНТА ЗАДЕРЖКИ**

Коэффициент задержки (К.З), корректирующий полученные результаты в зависимости от используемого сетевого оборудования, проектных значений скорости и передаваемого размера пакета, имеет вид:

$$K.3 = \frac{S_i * V_c * \sum_{i=1}^n n_i}{SFR * V_{min}}$$

где  $n_i$  – число портов сетевого оборудования;

$S_i$  – пропускная способность канала связи;

$SFR$  – пропускная способность внутренней коммутации;

$V_c$  – размер передаваемого пакета;

$V_{min}$  – минимальный размер пакета.

В качестве примера рассмотрим сетевое оборудование одного из известных производителей фирмы Cisco (таблица 1).

Коммутатор (3750x24T/3750x24P Series Switch) имеет пропускную способность



**Пропускные способности внутренней коммутации различных сетевых устройств**

Компания и продукт	Тип	Пропускная способность внутренней коммутации
3750x24T/3750x24P	Коммутатор	95 Mpps
3750x48T/3750x48P	Коммутатор	101,2 Mpps
catalyst 4500E	Коммутатор третьего уровня	250 Mpps
7500 Series	Маршрутизатор	2,2 Mpps
XR 12416	Маршрутизатор	19,5 Mpps
XR 12816	Маршрутизатор	78 Mpps

внутренней коммутации 95 Mpps. Рассчитаем коэффициент задержки при передаче пакетов средней длины ( $K.З_{764}$ ) и пакетов максимальной длины ( $K.З_{1500}$ ).

$$K.З_{764} = \frac{100 * 10^6 * 764}{95 * 10^6 * 64 * 8} * 24 = 0,59$$

$$K.З_{1500} = \frac{100 * 10^6 * 1500}{95 * 10^6 * 64 * 8} * 24 = 1,13$$

Коэффициент задержки коммутатора 2-го уровня (3750x24T/3750x24P) имеет 0,59 для среднего размера пакета и 1,13 – для максимального размера пакета при пропускной способности 100 Мбит/с. Далее находим все эти коэффициенты задержки коммутатора и получаем:

$задержка\ времени_{764} = K.З_{764} * 125\ мкс = 0,59 * 125\ мкс = 73,75\ мкс;$   
 $задержка\ времени_{1500} = K.З_{1500} * 200\ мкс = 1,13 * 200\ мкс = 226\ мкс.$

То есть, задержка на коммутаторе 2-го уровня имеет 73,75 мкс для среднего раз-

мера пакета и 226 мкс – для максимального размера пакета.

Коммутатор третьего уровня (catalyst 4500E) располагает пропускной способностью внутренней коммутации до 250 Mpps. При этом:

$$K.З_{764} = \frac{100 * 10^6 * 764}{250 * 10^6 * 64 * 8} * 24 = 0,23;$$

$$K.З_{1500} = \frac{100 * 10^6 * 1500}{250 * 10^6 * 64 * 8} * 24 = 0,43.$$

Коэффициент задержки коммутатора 3-го уровня (Cisco catalyst 4500E) имеет 0,23 для среднего размера пакета и 0,43 – для максимального размера пакета при пропускной способности 100 Мбит/с. Далее находим все эти коэффициенты задержки коммутатора и получаем:

$задержка\ времени_{764} = K.З_{764} * 125\ мкс = 0,23 * 125\ мкс = 28,75\ мкс;$   
 $задержка\ времени_{1500} = K.З_{1500} * 200\ мкс = 0,43 * 200\ мкс = 86\ мкс.$

Следовательно, задержка на таком коммутаторе 3-го уровня – 28,75 мкс для среднего размера пакета и 86 мкс – для максимального размера пакета.

Маршрутизатор (7500 Series Router) имеет пропускную способность внутренней коммутации до 2,2 Mpps.

$$K.З_{764} = \frac{100 * 10^6 * 764}{2,2 * 10^6 * 64 * 8} * 2 = 2,13;$$

**Таблица 2**

**Описание величин коэффициента выбора**

Значение коэффициента выбора	Интерпретация
$0 < K.В.С \leq 0,2$	очень плохо
$0,2 < K.В.С \leq 0,5$	плохо
$0,5 < K.В.С \leq 0,7$	нормально
$0,7 < K.В.С \leq 0,9$	хорошо
$0,9 < K.В.С \leq 1$	очень хорошо

$$K.З_{1500} = \frac{100 * 10^6 * 1500}{64} * 2 = 4,08.$$

Коэффициент задержки на маршрутизаторе (Cisco 7500 Series Router) – 2,13 для среднего размера пакета и 4,08 – для максимального размера пакета при пропускной способности 100 Мбит/с. Далее находим все эти коэффициенты задержки и получаем:

$$\begin{aligned} \text{задержка времени}_{764} &= K.З_{764} * 125 \text{ мкс} = 2,13 * 125 \text{ мкс} = 266,25 \text{ мкс}; \\ \text{задержка времени}_{1500} &= K.З_{1500} * 200 \text{ мкс} = 4,08 * 200 \text{ мкс} = 816 \text{ мкс}. \end{aligned}$$

Таким образом, задержка на маршрутизаторе – 266,25 мкс для среднего размера пакета и 816 мкс – для максимального размера пакета.

### КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе сетевого оборудования для проектирования вычислительной сети следует учитывать:

- коэффициент загрузки;
- коэффициент стоимости для выбора;
- другие параметры.

Все параметрические данные напрямую влияют на возможную максимальную протяженность сети, количество каналов связи, тип и настройки оборудования. Коэффициент стоимости может быть рассчитан по формуле:

$$K.C = \frac{C_o}{C_{инф} * V_{инф}},$$

где,  $K.C$  – коэффициент стоимости;

$C_o$  – стоимость оборудования (руб.);  
 $C_{инф}$  – стоимость информации (руб./Мбайт);

$V_{инф}$  – объём информации (Мбайт).

Коэффициент стоимости для выбора оборудования может быть рассчитан по формуле:

$$K.B.C = \frac{1}{C_k * K.З},$$

где  $K.B.C$  – коэффициент выбора;

$K.C$  – коэффициент стоимости;

$K.З$  – коэффициент задержки.

Для словесного описания величин коэффициента выбора применяется вариант таблицы 2 [3]:

Из таблицы следует, что значимость коэффициентов задержки и стоимости обратно пропорциональна показателю коэффициента выбора.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлен метод выбора сетевого оборудования в мульти-сервисных телекоммуникационных сетях. Метод предусматривает использование сочетания таких критериев, как задержка, стоимость и нагрузка. Это дает возможность подобрать рациональный вариант оборудования для любой точки сети.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Винокуров А. С., Коммутаторы в сетях ЭВМ. Сравнительный анализ и пути развития // Реферат: Сети ЭВМ и телекоммуникаций. – М., 2007.
2. Коммутаторы локальных сетей D-Link: Учебное пособие, – М., 2007.
3. <http://www.hr-portal.ru/spss/Glava11/Index6.php>
4. Виснадул Б.Д., Лупин С.А., Сидоров С.В., Чумаченко П. Ю., Основы компьютерных сетей, – М., 2007. ●

### CRITERIA FOR SELECTION OF NETWORK DEVICES

**Zhelentkov, Boris V.** – Ph. D. (Tech), associate professor at the department of computing systems and networks of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

**Sann Win Aung** – Ph. D. student at the department of computing systems and networks of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

The authors study a problem of arrangement and deployment of telecommunication network devices and propose a method to calculate a choice factor on the basis of certain criteria considering correlations of delay, loading, efficiency, reliability and costs.

**Key words:** transport, telecommunications, network devices, criterion, choice factor, delay, costs, load.

Координаты авторов (contact information): Желенков Б. В. – boriszhv@newmail.ru; Сан Вин Аунг – s.winaung7849@gmail.com.

