

В аппаратном обеспечении наибольший интерес представляет скорость работы процессоров, устройств ввода/вывода и сети. Поскольку скорость работы процессоров и устройств ввода/вывода такая же, как и в однопроцессорных системах, то особый интерес представляют те параметры, которые связаны с межсоединениями. Здесь два основных момента:

1. время ожидания
2. пропускная способность.

**Полное время ожидания** – это время, которое требуется на то, чтобы процессор отправил пакет и получил ответ. Обычно интерес представляет время ожидания для пакетов минимального размера (одно слово или небольшая строка кэш-памяти). Для различных схем коммутации это время различно.

Для сетей с коммутацией каналов время ожидания складывается из времени установки соединения и времени передачи. Для установки нужно выслать пробный пакет для резервации ресурсов, а затем передать сообщение об этом. Когда пакет готов, его можно передавать на полной скорости. Тогда для передачи пакета размером в  $p$  бит в одну сторону потребуется время  $T_s + p/b$  секунд ( $T_s$  – общее время установки,  $b$  – пропускная способность). Если схема дуплексная, т.е. время установки на ответ не требуется, то для получения ответа потребуется  $T_s + 2p/b$  секунд.

При пакетной коммутации не нужно посылать пробный пакет заранее, но все равно требуется некоторое время установки  $T_a$ . Здесь время передачи равно  $T_a + p/b$ , но за этот период пакет доходит только до первого коммутатора. При прохождении через коммутатор возникает задержка  $T_d$ , которое состоит из времени обработки и задержки в очереди. Для  $n$  коммутаторов общее время ожидания в одну сторону составляет  $T_a + n(p/b + T_d) + p/b$ , где последнее слагаемое – копирование пакета из последнего коммутатора в пункт назначения.

Время ожидания в одну сторону для коммутации без буферизации пакетов и «червоточины» в лучшем случае будет приближаться к  $T_a + p/b$ , поскольку здесь нет пробных пакетов и нет задержки, обусловленной промежуточным хранением.

Следующая характеристика аппаратного обеспечения – пропускная способность. Существует несколько показателей пропускной способности.

**Бисекционная пропускная способность** – минимальная из всех возможных (минимальный разрез сети).

**Суммарная пропускная способность** – вычисляется путем суммирования пропускной способности всех каналов связи. Это число показывает максимальное число битов, которые можно передать сразу.

**Средняя пропускная способность каждого процессора.** Пропускная способность сети должна быть согласована с пропускной способностью процессоров.

Теоретически возможная пропускная способность никогда не достигается. Это определяется тем, что каждый пакет содержит помимо собственно данных необходимую служебную информацию. Чем больше пакет – тем меньше удельный вес этой информации. С другой стороны – увеличение объема пакета увеличивает время ожидания ответа. Отсюда конфликт между достижением малого времени ожидания ответа и высокой пропускной способностью сети. Важно понимать, что купить высокую пропускную способность можно (например, расширив шину), но нельзя купить низкое время ожидания. Поэтому при разработке сетей межсоединений сначала добиваются снижения времени ожидания ответа, а уже потом решают задачи повышения пропускной способности.