

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИНАМИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В СЕТЯХ EPON И GPON

Лемяк А. В., Новиков В. И.

Институт телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: miltolstoy@gmail.com

Comparative characteristic of DBA in EPON and GPON networks

Provided an overview of technologies GPON and EPON in terms of dynamic bandwidth allocation. The result of comparison of the features DBA for EPON and GPON technologies is presented.

Сеть EPON, предусматривающая передачу данных со скоростью 1 Гбит/с, определена в стандарте IEEE 802.3-2008. Он определяет физическую скорость в нисходящем и восходящем каналах 1,25 Гбит/с, что при линейном кодировании 8B/10B обеспечивает симметричную скорость передачи данных 1 Гбит/с.

Величина издержек на передачу Ethernet кадра составляет 20 байт (12 байт - межпакетный интервал IPG (interpacket gap, IPG) и 8 байт - преамбула), что влияет на общую эффективность передачи данных и не зависит от механизма динамического распределения пропускной способности DBA (dynamic bandwidth allocation, DBA). Зависящие от DBA затраты включают в себя издержки на передачу блоков данных и служебных сообщений DBA. Значительную часть издержек на передачу блоков составляет защитный интервал между двумя соседними блоками [1].

В традиционной сети 1G EPON защитный интервал включает время включения/отключения лазера, настройку приемника и восстановление данных/синхронизации (clock and data recovery, CDR). Стандарт IEEE 802.3 определяет максимальные значения этих параметров. В стандарте EPON фрагментация кадров Ethernet отсутствует. В результате издержки на передачу блоков связаны с наличием неиспользуемых слотов (unused slot remainder, USR), размер которых не позволяет целиком вместить кадр Ethernet (табл. 1).

Величина таких издержек может быть очень значительной, но их можно снизить за счет уменьшения числа устройств оптической сети (ONU, optical network unit) и увеличения скорости передачи данных, как сделано в сети 10G EPON; кроме того использование усовершенствованных механизмов DBA позволяет полностью от них избавиться.

Стандарт GPON определен набором рекомендаций ITU-T G.984.x в рамках сети доступа с полным обслуживанием (Full Service Access Network, FSAN). Стандарт сети GPON ориентирован на требования операторов связи и предоставляет уровень управления на основе физического и логического уровней GPON.

В стандарте определена скорость в восходящем/нисходящем каналах, равная 2,48832 Гбит/с, хотя на практике в устройствах, как правило, реализуется поддержка скорости 1,24416 Гбит/с. В протоколе GPON вместо преамбулы и межкадрного интервала используется заголовок GEM (GPON Encapsulation Method) длиной 5 байт, добавляемый к каждому кадру Ethernet и позволяющий повысить эффективность линии связи.

Таблица 1. Параметры передачи данных в восходящем канале в стандартах EPON и GPON, связанные с распределением пропускной способности [4]

	EPON	10/10	10/1	GPON	2.488/1.244
Физическая скорость соединения в восходящем канале, Гбит/с		10,3125	1,250		1,244
Линейное кодирование		64B/66B	8B/10B		Скремблированный NRZ
Скорость в восходящем канале, Гбит/с		10	1		1,244
Издержки, связанные с пакетированием	Межкадровый интервал + преамбула	20 байт	20 байт	GEM	5 байт
Защитная полоса	Время включения лазера Top	512 нс	512 нс	Защитный интервал	4 байт
	Время настройки приемника Trec_settling	800 нс	400 нс		
	Период восстановления данных/синхронизации Tcdr	400 нс	400 нс	Преамбула + разграничитель	8 байт
	Разграничитель блока	8 байт	8 байт	Заголовок блока	3 байт
	Терминатор блока	24 байт	24 байт		
Издержки на DBA	Сообщение REPORT	64 байт	64 байт	Сообщение SR	2 байт
Неиспользуемые части слотов	USR	0–1537 байт	0–1537 байт	Издержки, связанные с фрагментацией	5 байт

Требования к физическому уровню GPON по сравнению с EPON жестче, что обеспечивает значительно уменьшенный защитный интервал. Протокол GPON основан на стандартной периодичности 125 мкс, используемой в отрасли телекоммуникаций. Ее применение дает дополнительное преимущество благодаря тому, что служебные сообщения могут добавляться в заголовки 125-мкс кадров, что ведет к снижению затрат на выполнение DBA. Фрагментация кадров позволяет передавать части кадров Ethernet, используя слоты, размер которых не позволяет передавать целые Ethernet-кадры, тем самым обеспечивается эффективное использование полосы пропускания. Преимущество поддержки фрагментированных кадров зависит от среднего размера оптических блоков (в байтах), и оно уменьшается по мере повышения битовых скоростей.

Поддержка фрагментированных кадров и сниженные затраты на передачу оптических блоков делают стандарт GPON, по сравнению с EPON, менее зависимым от схемы DBA. Как показано на Рис. 2, средний размер блока является ключевым параметром производительности DBA в EPON.

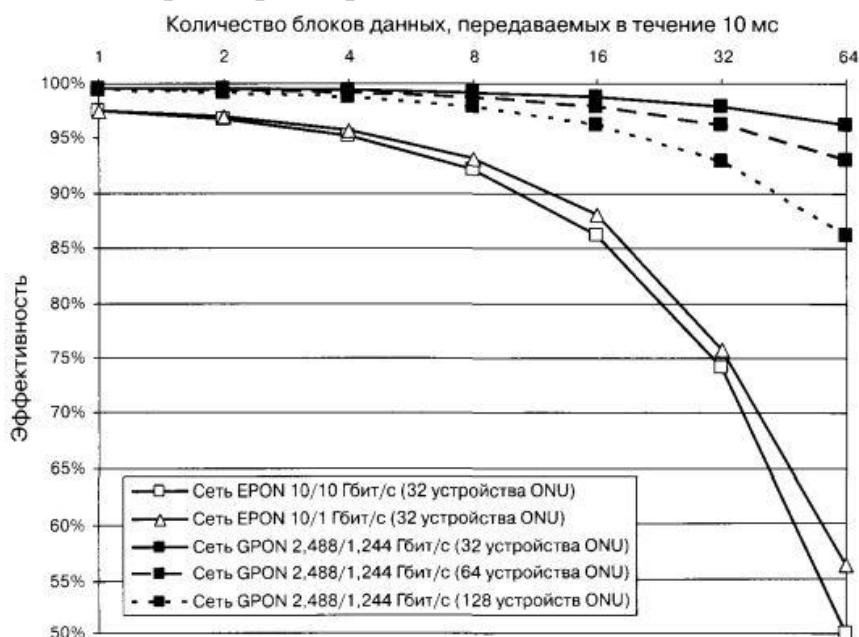


Рис. 2. Зависимость эффективности сети PON от пакетной скорости передачи, используемого протокола и числа ONU [2]

На рисунке показано, как эффективность сети PON зависит от скорости передачи блоков (частоты блоков). Оценка, представленная на рис. 2, была выполнена с использованием простой модели трафика (30% кадров имеют размер 64 байт, 70% - 1518 байт) и с худшими параметрами EPON (табл.1). Необходимо отметить, что показанная на графике эффективность измерена после линейного кодирования и FEC и не учитывает потери производительности, связанные с этими операциями. Увеличение скорости передачи блоков и коэффициента расщепления приведет к значительному снижению эффективности сети EPON из-за возросшей доли служебных данных. С другой стороны, снижение скорости передачи блоков приведет к росту задержек из-за возрастания времени, необходимого для DBA. Выбор оптимальных параметров передачи является ключевой задачей при разработке эффективного алгоритма DBA в EPON. В свою очередь, в стандарте GPON существует ряд ограничений, обусловленных протоколом DBA и представляющих собой основную трудность при разработке эффективного алгоритма DBA.

Литература

1. A. Cauvin, A. Tofanelli, J. Lorentzen, J. Brannan, A. Templin, T. Park, and K. Saito, Common technical specification of the G-PON system among major worldwide access carriers, IEEE Commun. Mag., Vol. 44, pp. 34—40, October 2006.
2. Krzysztof Iniewski, “Convergence of Mobile and Stationary Next-Generation Networks”, p. 243, 245.