

собственном телефонном аппарате или предложить ему услугу централизованного автоответчика в узле связи (речевая почта). Аналогичные задачи возникают при организации услуг передачи данных, где актуальным становится вопрос о том, нужно ли записывать пакеты в промежуточных узлах. Решение такого вопроса зависит от многих факторов, характеризующих качество сети и уровень развития техники ОУПД.

Если каналы сети не очень высокого качества, целесообразно проверять ошибки и исправлять их на каждом участке, и тогда запись пакетов в промежуточном узле оправдана. Вместе с тем это может потребовать довольно большого объема записывающего устройства (ЗУ) как для записи самих пакетов, так и всех программ, необходимых для реализации протоколов 2-го и 3-го уровней (т. е. уровня канала и уровня сети). С ростом скоростей передачи объем такой памяти будет расти. С дру-



Рис. 2

гой же стороны, с повышением надежности передачи по сети и при наличии более совершенных ОУПД (например, персональных ЭВМ) многие функции сети (т. е. промежуточных узлов) могут быть переданы в ОУПД. Тогда, естественно, возникает идея ретрансляции кадров в промежуточных узлах без их записи. Эту идею иногда называют быстрой коммутацией пакетов, так как пакеты не выделяются из кадров, а все процедуры по их обработке сосредотачиваются на уровне канала. Впервые предложение о ретрансляции кадров, как альтернативе протоколу X.25, было внесено в МККТТ в 1984 г., однако разработки стандартов и освоение аппаратуры были завершены лишь в 1990 г. Важное ограничение техники ретрансляции кадров состоит в том, что при ее применении не устраняются присущие протоколу X.25 переменные задержки. Поэтому ретрансляция кадров не предназначена для осуществления телефонной связи или передачи видео, однако она идеально удовлетворяет требованиям быстродействующей передачи данных.

Структура кадра для ретрансляции без обращения к сетевому уровню показана на рис. 3. По сравнению с рис. 2, здесь, вместо восьмиразрядного адре-

са соседнего узла, предусматривается десятиразрядный указатель виртуального канала УВК (DLCI — Data Link Connection Identifier), по которому ретранслируются кадры в конкретный пункт назначения. В протоколе X.25 номер виртуального канала передается в заголовке пакета (и содержит 12 разрядов). Здесь же он перенесен в заголовок кадра, поскольку при ретрансляции кадров сетевой уровень полностью демонтируется. Существенному демонтажу, с исключением многих функций, подвергается и уровень канала, в результате чего производительность канала резко повышается. Процедура ретрансляции кадров в промежуточном узле включает три операции:

1) проверку кадра на ошибки с использованием ППК и сбрасывание кадра при обнаружении ошибки (но без запроса повторения передачи!);

2) проверку УВК по таблице и, если для данного канала этот указатель не



Рис. 3

определен, сбрасывание кадра;

3) при положительном исходе первых двух операций ретрансляцию кадра к пункту назначения путем использования порта или канала, указанного в таблице.

Кадры могут быть сброшены не только из-за обнаружения ошибки, но и при перегрузке канала. Однако это не нарушает связи, так как отсутствующие кадры будут обнаружены протоколом верхнего уровня получателя (см. выше о транспортном уровне), который направ-

лит соответствующий запрос на передачу недостающих кадров. Кроме разрядов УВК, в октете под номером 1 имеются разряды К/О (команда/ответ) и РА (расширение адреса). Разряд К/О предусматривается для целей управления, но пока не используется. Что же касается разряда РА, то он имеет важное значение, так как указывает на увеличение размера заголовка кадра (сверх 48 разрядов). Подобная необходимость существует и в протоколе X.25, поскольку там в октете контроля и управления заголовок кадра для нумерации кадров отводится всего три разряда. Поэтому механизм "окна" может допустить передачу не более семи неподтвержденных кадров. Однако при работе по спутниковому каналу в пути могут находиться более семи кадров, и поэтому "окно" расширяют до 127. В этом случае для нумерации необходимо семь разрядов, что и требует расширения формата заголовка кадра. В случае ретрансляции кадров десятиразрядный номер виртуального канала, достаточный при местной связи, может оказаться недостаточным при глобальной связи, и это может потребовать его расширения.

Во втором октете три разряда служат для контроля перегрузки канала. Разряд прямого извещения о перегрузке ПИП (FECN — Forward Explicit Congestion Notification) устанавливается сетью для сообщения о том, что на пути от отправителя к получателю возможна перегрузка. Разряд обратного извещения о перегрузке ОИП (BECN — Backward Explicit Congestion Notification) устанавливается сетью в кадры обратного направления передачи и извещает о перегрузке прямого пути. Разряд же допустимости сбрасывания ДС (DE — Discard Eligibility) указывает на более низкий приоритет передаваемого кадра, который может рассматриваться как кандидат на сбрасывание при перегрузке.

При передаче по протоколу X.25 типовой размер пакета, принимаемый по умолчанию, составляет обычно 128 байт, тогда как в локальных вычислительных сетях (ЛВС) передаваемые пакеты могут иметь длину 1500 байт и более. Поэтому при связи ЛВС через сеть X.25 производится дробление пакетов транспортного уровня на более мелкие блоки информации, формируемые как пакеты X.25, а их объединение осуществляется после передачи. Этот пример наглядно показывает, где и почему формируется идеология перехода от протокола X.25 к ретрансляции кадров. ■

И УХОДЯТ "ПРОТОНЫ" В НЕБО...

(Окончание. Начало см. на с. 66)

скоростного напора на угол тангажа ("рысканья"), что позволит без существенного изменения прочности конструкции ракеты установить головные обтекатели больших размеров;

— возможность оперативного ввода или изменения полетного задания;

— улучшение весовых характеристик.

Применение в составе РН "Протон-М" увеличенных головных обтекателей, в том числе диаметром 5 м, позволит более чем вдвое увеличить объем для размещения полезной нагрузки и успешно конкуриро-

вать с зарубежными носителями (в частности, с "Арианом-5" и др.).

Освоение космоса в предстоящем столетии пойдет еще более быстрыми темпами, а те достижения, которыми располагают ведущие космические державы, среди которых достойное место занимает Россия, позволяют уже сегодня приступить к реализации многих космических проектов.

По материалам книги "Государственный космический научно-производственный центр им. М. В. Хруничева. 80 лет" Издательство "Руслит", 1996 г.