

Network Working Group  
Request for Comments: 2427  
STD: 55  
Obsoletes: 1490, 1294  
Category: Standards Track

C. Brown  
Consultant  
A. Malis  
Ascend Communications, Inc.  
September 1998

## Многопrotocolные соединения через Frame Relay Multiprotocol Interconnect over Frame Relay

### Статус документа

Этот документ содержит спецификации стандарта Internet для сообщества Internet и приглашает к обсуждению вопроса для дальнейшего развития стандарта. Статус документа вы можете найти в текущей редакции Internet Official Protocol Standards (STD 1). Допускается свободное распространение документа.

### Авторские права

Copyright (C) The Internet Society (1998). All Rights Reserved.

### Тезисы

В этом документе описаны методы инкапсуляции для передачи межсетевое трафика через магистрали Frame Relay. В документе рассмотрены вопросы маршрутизации и организации мостов (Bridging).

Системы, способные поддерживать оба описанных рlсm метода инкапсуляции, а также иные методы, должны знать аргюги для каких виртуальных устройств используется тот или иной метод инкапсуляции. Инкапсуляция определенного типа может использоваться только для тех виртуальных устройств, которые настроены на такое использование.

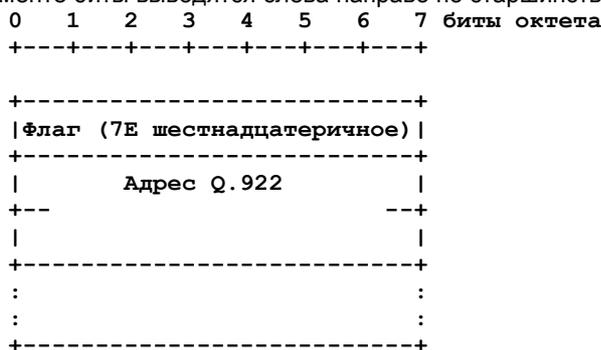
### Благодарности

Этот документ не был бы завершен без поддержки Terry Bradley из компании Avici Systems, Inc.. В документе содержатся результаты работы множества людей. Особо отметим вклад Ray Samora (Proteon), Ken Rehbehn (Visual Networks), Fred Baker и Charles Carvalho (Cisco Systems), Mostafa Sherif (AT&T). Отдельная благодарность выражается Dory Leifer (University of Michigan) за вклад в рассмотрение вопросов фрагментации (несмотря на то, что этот раздел был удален из окончательной версии документа), а также Floyd Backes и Laura Bridge (3Com) за их вклад в рассмотрение вопросов, связанных с мостами. Документ никогда бы не удалось завершить без использования опыта рабочих групп IETF "IP over Large Public Data Networks" и "IP over NBMA".

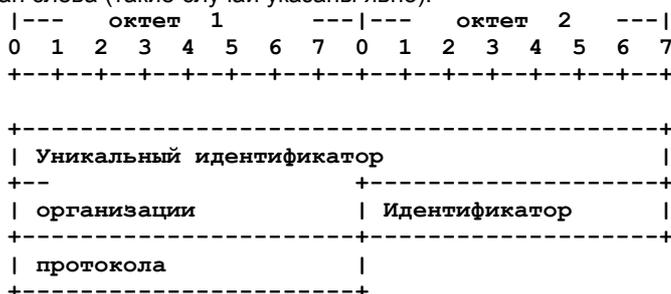
### 1. Терминология и сокращения

Ключевые слова **необходимо** (MUST), **недопустимо** (MUST NOT), **требуется** (REQUIRED), **нужно** (SHALL), **не нужно** (SHALL NOT), **следует** (SHOULD), **не следует**(SHOULD NOT), **рекомендуется** (RECOMMENDED), **возможно** (MAY), **необязательно** (OPTIONAL) в данном документе должны интерпретироваться в соответствии с документом [16].

На схемах в документе биты выводятся слева направо по старшинству (младший бит слева)



Для больших диаграмм в одной строке может размещаться изображение двух октетов. На некоторых рисунках старший бит показан слева (такие случаи указаны явно).





передаваемом протоколе. Возможные значения пол определены стандартом ISO/IEC TR 9577 [3]. Значение NLPID=0x00 определено в ISO/IEC TR 9577 как Null Network Layer или Inactive Set. Поскольку это значение невозможно отличить от заполнения, а в данной схеме инкапсуляции это значение просто не имеет смысла, при рассмотрении инкапсуляции Frame Relay значение NLPID=0x00 считается некорректным. В приложении A содержится список наиболее распространенных значений NLPID.

Для сетей Frame Relay не существует общепринятого нижнего порога для максимального размера кадров. Реальные сети, однако, должны поддерживать кадры размером, по крайней мере, 262 октета. В общем случае максимальный размер кадра больше или равен 1600 октетов, но каждый оператор Frame Relay может выбрать для своей сети наиболее подходящее значение. Устройства DTE в сетях Frame Relay, следовательно, должны обеспечивать возможность настройки значений максимального размера кадров.

Минимальный размер кадров Frame Relay требует наличия не менее 5 октетов между стартовым и закрывающим флагами с учетом 2-октетного поля адреса Q.922. Это значение возрастает до 6 октетов для 3-октетного адреса Q.922 и до 7 октетов в случае использования 4-октетного формата для адресов Q.922.

## 4. Межсетевые соединения

Существует два основных типа пакетов, передаваемых через сети Frame Relay - маршрутизируемые пакеты и пакеты, передаваемые с использованием мостов (bridged). Для этих пакетов используются различные форматы и, следовательно, должен обеспечиваться способ идентификации, позволяющий получателю корректно интерпретировать содержимое кадра. Индикатор типа помещается в поле NLPID и заголовок SNAP.

Для тех протоколов, которые еще не получили идентификатора NLPID, требуется обеспечить механизм простой идентификации протокола. Существует значение NLPID, показывающее присутствие заголовка SNAP.

Заголовок SNAP имеет форму:

```

+-----+
| Уникальный идентификатор |
+---+-----+
| организации | Идентификатор |
+-----+-----+
| протокола |
+-----+

```

Трехоктетное поле OUI (Organizationally Unique Identifier) указывает организацию, ответственную за администрирование последующего идентификатора протокола (PID). Значения OUI и PID совместно позволяют однозначно идентифицировать протокол. Отметим, что значение OUI=0x00-00-00 указывает, что поле PID имеет значение Ethertype.

### 4.1. Маршрутизируемые кадры

С некоторыми протоколами связаны значения NLPID, но ограниченность пространства номеров NLPID не позволяет выделить такие идентификаторы для всех протоколов. Когда пакеты протоколов, не имеющих идентификатора, маршрутизируются через сети Frame Relay, для таких пакетов используется значение NLPID=0x80 (оно говорит о наличии SNAP), за которым следует заголовок SNAP. Если для протокола выделено значение Ethertype, поле OUI имеет значение 0x00-00-00 (это значение говорит о наличии поля Ethertype) и поле PID принимает значение Ethertype для используемого протокола.

При наличии упомянутого выше заголовка SNAP используется один октет заполнения для выравнивания протокольных данных по 2-октетной границе, как показано ниже

#### Формат маршрутизируемых кадров с заголовком SNAP

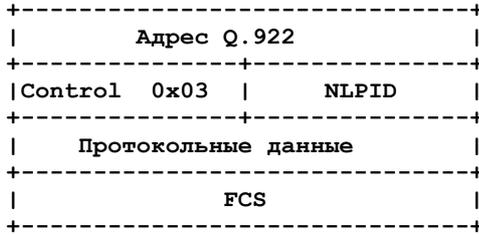
```

+-----+
| Адрес Q.922 |
+-----+
| Control 0x03 | pad 0x00 |
+-----+-----+
| NLPID 0x80 | OUI |
+-----+-----+
| OUI |
+-----+-----+
| Идентификатор протокола (PID) |
+-----+-----+
| Протокольные данные |
+-----+-----+
| FCS |
+-----+

```

В тех случаях, когда протокол имеет идентификатор NLPID (см. Приложение A), можно сократить заголовок на 48 битов за счет использования показанного ниже формата:

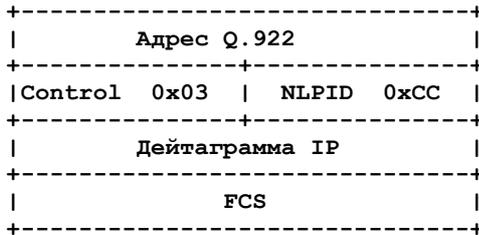
**Формат маршрутизируемых кадров при наличии NLPID для протокола**



Инкапсуляция NLPID не требует использовать заполнение, поэтому данное поле отсутствует в заголовке.

Для некоторых протоколов ISO значение NLPID рассматривается как первый октет данных протокола. В таких случаях нет необходимости дублировать поле NLPID. Один октет используется для демультимплексирования и в качестве данных протокола (см. параграф "Инкапсуляция других протоколов"). Другие протоколы (такие, как IP) имеют значение NLPID (для IP - 0xCC), но это значение не является частью протокольных данных.

**Формат маршрутизируемой дейтаграммы IP**



**4.2. Кадры, передаваемые через мосты**

Вторым типом трафика Frame Relay являются пакеты, передаваемые с использованием мостов (bridged packet). Такие пакеты инкапсулируются с использованием NLPID=0x80 (указывает наличие SNAP). Как и с другими протоколами, использующими SNAP-инкапсуляцию, может добавляться один октет заполнения для выравнивания границы данных инкапсулированного кадра. Заголовок SNAP, который следует после NLPID, идентифицирует формат пакета, передаваемого с использованием мостов. Значение OUI, используемое для такой инкапсуляции, является кодом комитета IEEE 802.1 и имеет значение 0x00-80-C2. PID-часть заголовка SNAP (два байта вслед за OUI) указывает формат заголовка MAC, который следует сразу после заголовка SNAP. Кроме того, PID показывает наличие исходной контрольной суммы FCS в bridged-кадре.

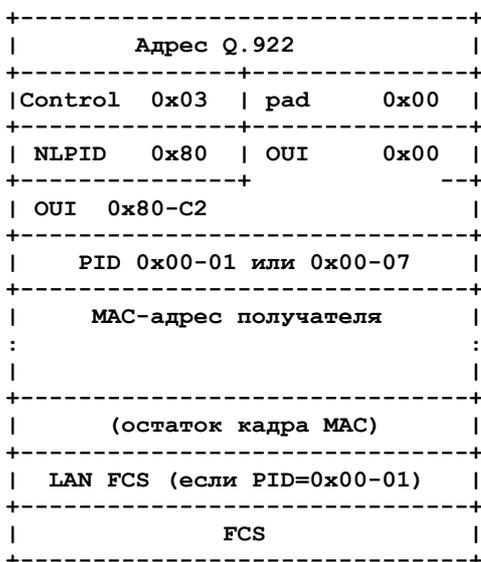
Следуя практике RFC 1638 [4], будем использовать неканонические MAC-адреса получателей для инкапсуляции кадров IEEE 802.5 и FDDI; канонические MAC-адреса получателей будут использоваться для инкапсуляции иных кадров, рассматриваемых в данном параграфе.

Комитет IEEE 802.1 зарезервировал для использования с Frame Relay следующие значения:

Кроме того, PID=0x00-0E при OUI=0x00-80-C2 указывает на модуль данных BPDU (Bridge Protocol Data Unit), как определено в стандарте 802.1d или 802.1g [12], а значение PID=0x00-0F идентифицирует Source Routing BPDU.

Пакеты, передаваемые с использованием мостов через сеть Frame Relay, будут, следовательно, иметь один из следующих форматов:

**Формат кадров Bridged Ethernet/802.3**



Значения PID для OUI 0x00-80-C2		Среда
С сохранением FCS	Без сохранения FCS	
0x00-01	0x00-07	802.3/Ethernet
0x00-02	0x00-08	802.4
0x00-03	0x00-09	802.5
0x00-04	0x00-0A	FDDI
	0x00-0B	802.6

## Формат кадров Bridged 802.4

```

+-----+
|           Адрес Q.922           |
+-----+-----+
|Control  0x03 | pad      0x00 |
+-----+-----+
| NLPID   0x80 | OUI     0x00 |
+-----+-----+
| OUI    0x80-C2          |
+-----+-----+
| PID 0x00-02 или 0x00-08 |
+-----+-----+
| pad  0x00 | Frame Control |
+-----+-----+
|           MAC-адрес получателя           |
:                                           :
+-----+-----+
|           (остаток кадра MAC)           |
+-----+-----+
| LAN FCS (если PID=0x00-02) |
+-----+-----+
|           FCS           |
+-----+

```

## Формат кадров Bridged 802.5

```

+-----+
|           Адрес Q.922           |
+-----+-----+
|Control  0x03 | pad      0x00 |
+-----+-----+
| NLPID   0x80 | OUI     0x00 |
+-----+-----+
| OUI    0x80-C2          |
+-----+-----+
| PID    0x00-03 или 0x00-09 |
+-----+-----+
| pad  0x00 | Frame Control |
+-----+-----+
|           MAC-адрес получателя           |
:                                           :
+-----+-----+
|           (остаток кадра MAC)           |
+-----+-----+
| LAN FCS (если PID=0x00-03) |
+-----+-----+
|           FCS           |
+-----+

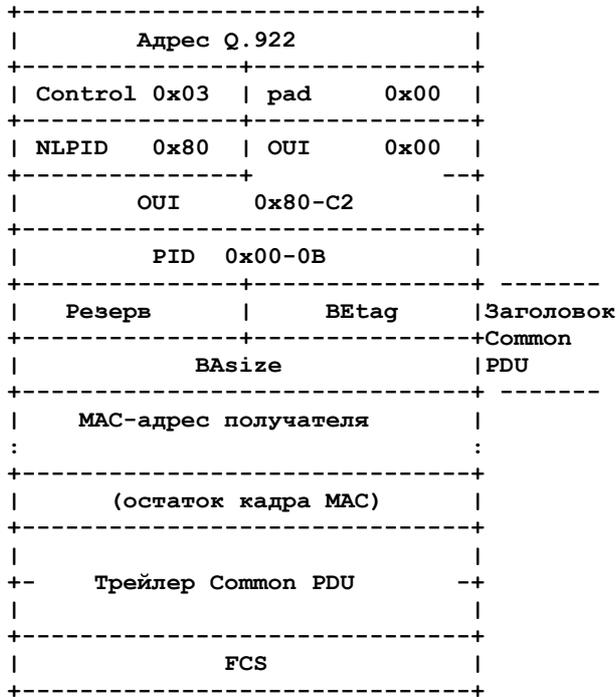
```

## Формат кадров Bridged FDDI

```

+-----+
|           Адрес Q.922           |
+-----+-----+
|Control  0x03 | pad      0x00 |
+-----+-----+
| NLPID   0x80 | OUI     0x00 |
+-----+-----+
| OUI    0x80-C2          |
+-----+-----+
| PID 0x00-04 или 0x00-0A |
+-----+-----+
| pad  0x00 | Frame Control |
+-----+-----+
|           MAC-адрес получателя           |
:                                           :
+-----+-----+
|           (остаток кадра MAC)           |
+-----+-----+
| LAN FCS (если PID=0x00-04) |
+-----+-----+
|           FCS           |
+-----+

```

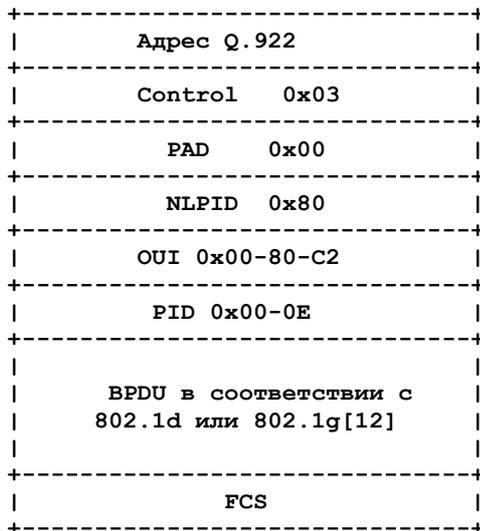


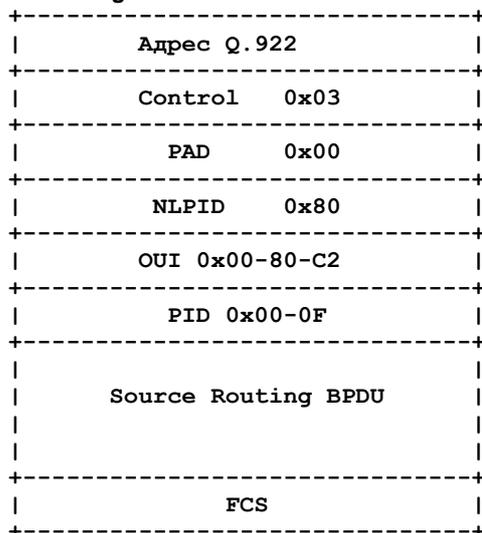
Отметим, что для PDU мостов 802.6 возможно только одно значение PID, поскольку наличие контрольной суммы CRC-32 указывается битом CIB в заголовке кадра MAC.

Заголовок и трейлер общего модуля данных протокола CPDU (Common Protocol Data Unit) перемещаются для того, чтобы разрешить конвейерную обработку на выходном мосту в подсеть 802.6. В частности, заголовок CPDU содержит поле BAsize, указывающее длину PDU. Если это поле недоступно для выходного моста 802.6, этот мост не сможет начать передачу сегментированного PDU до тех пор, пока не будет получен PDU целиком, рассчитан размер и значение размера помещено в поле BAsize. Если это поле доступно, выходной мост 802.6 может определить размер по значению поля BAsize в заголовке Common PDU, вставить это значение в соответствующее поле первого сегмента и незамедлительно передать пакет в подсеть 802.6. Таким образом, мост может начать передачу 802.6 PDU до того, как PDU будет принят полностью.

Однако, следует отметить, что заголовок и трейлер Common PDU инкапсулированного кадра не должны просто копироваться в адресуемую подсеть 802.6, поскольку инкапсулированное значение BҒtag может конфликтовать с предыдущим значением BҒtag, переданным этим мостом.

**Формат кадров BPDU**



**Формат кадров Source Routing BPDU****5. Согласование параметров канального уровня**

Станции Frame Relay могут по своему выбору поддерживать идентификаторы обмена XID (Exchange Identification), определенные в приложении Appendix III к стандарту Q.922 [1]. Обмен идентификаторами XID позволяет согласовать ряд параметров при инициализации устройства (виртуального соединения) Frame Relay - максимальный размер кадра N201, таймер повторной передачи T200 и максимальное число отложенных информационных (I) кадров K (окно).

Станция может обозначить свое нежелание поддерживать режим мультикадрового окна с подтверждением, установив нулевое значение для максимального размера окна K.

Если такой обмен не используется, перечисленные параметры должны быть заданы статически при настройке для станции параметров соединения на канальном уровне DLC (Data Link Connection) или следует использовать принятые по умолчанию значения в соответствии с разделом 5.9 спецификации Q.922:

```

N201: 260 октетов
      K: 3 для каналов 16 кбит/с,
          7 для каналов 64 кбит/с,
          32 для каналов 384 кбит/с,
          40 для каналов 1.536 и более кбит/с
T200: 1.5 сек [см. Q.922]

```

Если станция, поддерживающая XID, получает кадр XID, она должна передать XID-отклик. Если при обработке XID обнаруживается, что на удаленной станции размер окна меньше локального значения, локальная станция должна уменьшить размер окна для данного соединения DLC в соответствии с заданным для удаленной станции размером окна. Отметим, что такое изменение размера должно быть выполнено до генерации отклика XID.

На рисунке показан процесс использования XID для отказа от использования мультикадрового окна с подтверждением.

**Отказ от использования мультикадрового окна**

+-----+	
Адрес	(2,3 или 4 октета)
+-----+	
Control 0xAF	
+-----+	
Формат 0x82	
+-----+	
Group ID 0x80	
+-----+	
Group Length	(2 октета)
0x00-0E	
+-----+	
0x05	PI = Размер кадра (передача)
+-----+	
0x02	PL = 2
+-----+	
Максимальный	(2 октета)
размер кадра	
+-----+	
0x06	PI = Размер кадра (прием)
+-----+	
0x02	PL = 2
+-----+	
Максимальный	(2 октета)
размер кадра	
+-----+	
0x07	PI = Размер окна
+-----+	
0x01	PL = 1
+-----+	
0x00	
+-----+	
0x09	PI = Таймер повторной передачи
+-----+	
0x01	PL = 1
+-----+	
0x00	
+-----+	
FCS	(2 октета)
+-----+	

**6. Преобразование адресов для PVC**

В данном документе вопросы преобразования адресов рассматриваются только для постоянных соединений PVC. Работа с коммутируемыми соединениями SVC будет рассмотрена в других документах.

В некоторых ситуациях станциям Frame Relay может потребоваться динамическое преобразование протокольных адресов. Преобразование адресов может быть выполнено с помощью стандартного протокола ARP (Address Resolution Protocol) [6], инкапсулированного в пакетах Frame Relay со SNAP-кодированием:

+-----+	
Адрес Q.922	
+-----+	
Control (UI) 0x03	pad 0x00
+-----+	
NLPID = 0x80	OUI = 0x00-00-00
+-----+	
PID 0x0806	
+-----+	
Пакет ARP	
.	
.	
.	
+-----+	

Заголовок SNAP  
показывающий  
ARP

Пакет ARP использует следующие форматы и значения:

**Данные:**

ar\$hrd	16 битов	тип оборудования (Hardware type)
ar\$pro	16 битов	тип протокола (Protocol type)

ar\$ln	8 битов	размер аппаратного адреса в октетах (n)
ar\$pln	8 битов	размер протокольного адреса в октетах (m)
ar\$op	16 битов	код операции (запрос или отклик)
ar\$sha	n октетов	аппаратный адрес отправителя
ar\$spra	m октетов	протокольный адрес отправителя
ar\$tha	n октетов	аппаратный адрес получателя
ar\$tpa	m октетов	протокольный адрес получателя

ar\$hrd - для Frame Relay используется десятичное значение 15 (0x000F) [7].

ar\$pro - см. номер протокола ID для использования ARP (0x0800).

ar\$ln - размер адресного поля в байтах (2, 3 или 4)

ar\$pln - размер протокольного адреса зависит от протокола (ar\$pro); для IP ar\$pln=4.

ar\$op - 1 для запросов, 2 для откликов.

ar\$sha - аппаратный адрес Q.922 для отправителя с C/R, FECN, BECN и DE, равными 0.

ar\$tha - аппаратный адрес Q.922 для получателя с C/R, FECN, BECN и DE, равными 0.

Поскольку идентификаторы DLCI в большинстве сетей Frame Relay имеют лишь локальное значение, конечные станции не имеют в результате собственных (уникальных) идентификаторов DLCI. Следовательно, такие станции не имеют адреса, который можно было бы включить в запрос или отклик ARP. К счастью, в сетях Frame Relay существует способ получения корректных значений DLCI. Предложенное ниже решение для сетей Frame Relay с локальной адресацией будет также хорошо работать в сетях, где идентификаторы DLCI имеют глобальную значимость.

Значения DLCI, содержащиеся в заголовках Frame Relay, изменяются при передаче кадров через сеть. Когда пакет приходит к получателю, идентификатор DLCI может не совпадать со значением, установленным передавшей пакет станцией. Например, когда станция А (рисунок 1) передает сообщение станции В, она будет устанавливать в заголовке Frame Relay значение DLCI=50. Когда станция В получит это сообщение, значение DLCI будет изменено сетью (в приведенном примере DLCI=70).

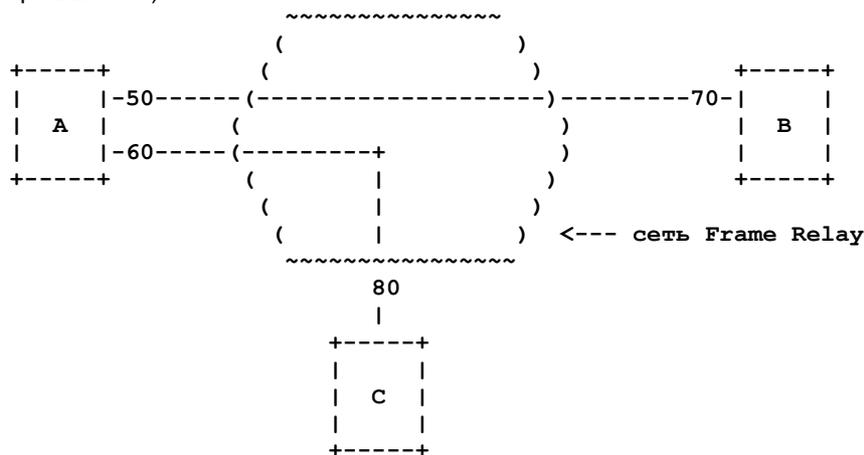


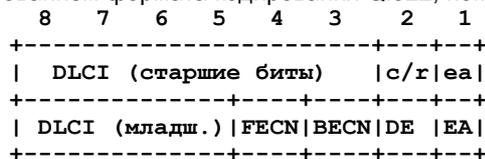
Рисунок 1

Линии на рисунке 1 представляют виртуальные соединения (DLC), числа показывают локальные идентификаторы DLCI для каждого соединения.

**Преобразование DLCI в адреса Q.922 для рисунка 1**

DLCI (дес.)	адрес Q.922 (шестн.)
50	0x0C21
60	0x0CC1
70	0x1061
80	0x1401

Официальные сведения о соотношениях между DLCI и адресами Q.922 следует искать в спецификации Q.922 [1]. Здесь мы лишь напомним о том, что преобразование между DLCI и адресами Q.922 основано на 2-байтовой длине адреса с использованием формата кодирования Q.922, показанного ниже.



Для ARP и вариантов этого протокола значения битовых полей FECN, BECN, C/R и DE предполагаются нулевыми.

Когда сообщение ARP приходит к адресату, все аппаратные адреса в нем являются некорректными. Однако, адреса, определенные из заголовков кадров, остаются верными. Хотя это и нарушает чистоту деления по уровням, Frame Relay может использовать адреса из заголовков в качестве аппаратных адресов отправителей. Следует отметить, что аппаратные адреса получателей в запросах и откликах ARP также являются некорректными. Это не должно вызывать

сложностей, поскольку ARP не использует эти поля и, фактически, для них можно задавать нулевые значения или просто игнорировать.

В качестве примера работы схемы замены адресов снова рассмотрим рисунок 1. Если станция A (протокольный адрес pA) хочет преобразовать адрес станции B (протокольный адрес pB), она должна сформировать запрос ARP со следующими значениями:

#### Запрос ARP от станции A

```
ar$op      1 (запрос)
ar$sha     неизвестен
ar$spa     pA
ar$tha     не определен
ar$tpa     pB
```

Поскольку станция A не имеет связанного с ней адреса отправителя, поле аппаратного адреса отправителя является некорректным. Следовательно, при получении запроса ARP корректный аппаратный адрес должен быть определен из заголовка Frame Relay и помещен в поле аппаратного адреса отправителя. В результате этого запрос ARP принимает форму:

#### Запрос ARP от станции A после изменения станцией B

```
ar$op      1 (запрос)
ar$sha     0x1061 (DLCI 70) из заголовка Frame Relay
ar$spa     pA
ar$tha     не определен
ar$tpa     pB
```

Протокол ARP на станции B может сейчас корректно сохранить протокольный адрес станции A и ее адрес Q.922 в таблице ARP. После этого станция B будет формировать отклик. Многие разработчики просто помещают адрес отправителя из запроса ARP в поле адреса получателя, а в поле адреса отправителя указывают свой адрес. В этом случае отклик ARP будет иметь вид:

#### Отклик ARP от станции B

```
ar$op      2 (отклик)
ar$sha     неизвестен
ar$spa     pB
ar$tha     0x1061 (DLCI 70)
ar$tpa     pA
```

Аппаратный адрес отправителя по-прежнему остается неизвестным и при получении отклика станция A должна получить адрес из заголовка Frame Relay и поместить его в поле аппаратного адреса отправителя. После этой операции отклик имеет форму:

#### Отклик ARP от станции B после изменения его станцией A

```
ar$op      2 (отклик)
ar$sha     0x0C21 (DLCI 50)
ar$spa     pB
ar$tha     0x1061 (DLCI 70)
ar$tpa     pA
```

Станция A сейчас может корректно распознавать станцию B по ее протокольному адресу pB, связанному с адресом Q.922 - 0x0C21 (DLCI 50).

Обратное преобразование адресов (RARP) [8] будет выполняться по аналогии с прямым. Возвращаясь к рисунку 1, предположим, что станция C является сервером адресов. В этом случае произойдет следующий обмен пакетами RARP:

<pre>RARP-запрос от A ar\$op 3 (RARP-запрос) ar\$sha неизвестен ar\$spa не определен ar\$tha 0x0CC1 (DLCI 60) ar\$tpa pC</pre>	<pre>Запрос RARP после изменения станцией C ar\$op 3 (RARP-запрос) ar\$sha 0x1401 (DLCI 80) ar\$spa не определен ar\$tha 0x0CC1 (DLCI 60) ar\$tpa pC</pre>
--	--

Станция C будет искать протокольный адрес, соответствующий адресу Q.922 0x1401 (DLCI 80), и передавать отклик RARP.

<pre>RARP-отклик от C ar\$op 4 (отклик RARP) ar\$sha неизвестен ar\$spa pC ar\$tha 0x1401 (DLCI 80) ar\$tpa pA</pre>	<pre>Отклик RARP после изменения станцией A ar\$op 4 (отклик RARP) ar\$sha 0x0CC1 (DLCI 60) ar\$spa pC ar\$tha 0x1401 (DLCI 80) ar\$tpa pA</pre>
--	--

Это означает, что интерфейс Frame Relay должен включаться только в обработку входящих пакетов.

При отсутствии подходящего механизма групповой адресации (multicast) процедуру ARP все равно можно реализовать. Для решения этой задачи конечная станция просто должна передать копию запроса ARP с использованием всех имеющих отношение к делу DLC (это имитирует ширококестельную рассылку).

Вопрос использования групповых адресов в среде Frame Relay, как указано в работе [19], рассматривается операторами Frame Relay. Отметим, что групповая адресация может оказаться полезной для передачи запросов ARP и других "широковещательных" сообщений.

По причине неэффективности эмуляции ширококестельного сообщения в среде Frame Relay, был разработан новый вариант преобразования адресов. Этот метод получил название Inverse ARP [11] (инверсное преобразование) и основан на

определении протокольного адреса при известном аппаратном адресе. Для случая Frame Relay известным аппаратным адресом является идентификатор DLCI. Поддержка Inverse ARP не требуется для реализации данной спецификации, но она может оказаться весьма полезной для автоматической настройки конфигурационных параметров интерфейсов Frame Relay. Описание и примеры использования Inverse ARP для сетей Frame Relay приводятся в работе [11]

Станции должны быть способны отобразить несколько адресов IP из одной IP-подсети (префикс адреса CIDR) на один идентификатор DLCI интерфейса Frame Relay. Это требование порождается приложениями (типа систем удаленного доступа), в которых серверы должны функционировать как ARP-прокси для множества удаленных (dial-in) клиентов, каждый из которых использует собственный адрес IP при работе через одно соединение DLC. Динамическая природа таких приложений приводит к частым сменам адресных ассоциаций, которые не должны влиять на состояние DLC, сообщаемое системой сигнализации Frame Relay PVC Status Signaling.

Как и другие интерфейсы, использующие протокол ARP, станции могут обучаться, определяя ассоциации между IP-адресами и DLCI путем обработки запросов ARP, поступающих в соединение DLC. Если одна станция (возможно, терминальный сервер или сервер удаленного доступа) хочет проинформировать станцию того же уровня (peer) на другой стороне Frame Relay DLC о новой связи между адресом IP и постоянным соединением PVC, такая станция должна передать по своей инициативе запрос ARP с IP-адресом отправителя, который совпадает с IP-адресом получателя, после чего обе станции будут знать о том, что в данном DLC используется новый IP-адрес. Это позволяет станции «анонсировать» новое клиентское подключение для отдельного DLCI. Принимающая станция должна сохранить новую ассоциацию и удалить (при необходимости) ассоциации для этого адреса с любыми другими DLCI на данном интерфейсе.

## 7. Передача IP через Frame Relay

Дейтаграммы IP [9] (IP) передаются через сеть Frame Relay с использованием описанной выше инкапсуляции. В этом контексте может использоваться два варианта инкапсуляции IP.

### 1. Значение NLPID указывает на IP

```

+-----+-----+
| Адрес Q.922                                     |
+-----+-----+
| Control (UI)  0x03 | NLPID = 0xCC |
+-----+-----+
| IP-пакет      .                               |
|              .                               |
|              .                               |
+-----+-----+

```

### 2. Значение NLPID указывает на SNAP

```

+-----+-----+-----+
| Адрес Q.922                                     |
+-----+-----+-----+
| Control (UI)  0x03 | pad      0x00 |
+-----+-----+-----+
| NLPID = 0x80    | OUI = 0x00-00-00 | Заголовок SNAP,
+-----+-----+-----+                   |
| PID = 0x0800   | IP-пакет          | указывающий
|               .   | IP                    |
|               .   |
|               .   |
+-----+-----+-----+

```

Хотя оба варианта поддерживаются описанной схемой инкапсуляции, лучше выбрать для инкапсуляции данных IP единственный метод. Следовательно, данные IP должны инкапсулироваться с использованием значения NLPID=0xCC, указывающего протокол IP (вариант 1). Этот вариант инкапсуляции обеспечивает большую эффективность (заголовок уменьшается на 48 битов) и согласуется с инкапсуляцией IP в сетях X.25.

## 8. Передача других протоколов через Frame Relay

Как и в случае инкапсуляции IP существуют альтернативные способы передачи разных протоколов в рамках настоящего определения. Во избежание конфликтов SNAP-инкапсуляция используется только в тех случаях, когда для протокола не определено значение NLPID.

В качестве примера рассмотрим протокол ISO CLNP, для которого определено NLPID=0x81.

Следовательно, поле NLPID будет указывать на протокол ISO CLNP и данные из пакета могут помещаться вслед за NLPID. Кадр будет иметь следующий формат:

```

+-----+-----+-----+
|                               Адрес Q.922                               |
+-----+-----+-----+
| Control      (0x03) | NLPID - 0x81 (CLNP) |
+-----+-----+-----+
|                               остаток пакета CLNP                               |
|                               .                                               |
|                               .                                               |
+-----+-----+-----+

```



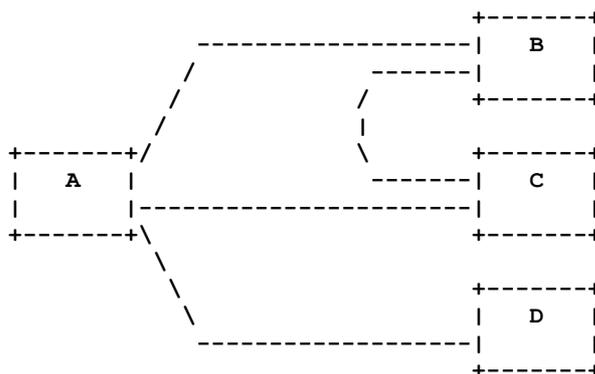
Тее для того, чтобы сохранялась активность всех портов, пока не возникает петель во внешней по отношению к группе удаленного моста.

Возможно также использовать комбинированную (LAN и point-to-point) модель для одного интерфейса Frame Relay. Для реализации такого подхода некоторые VC объединяются для формирования одного виртуального bridge-порта, а остальные VC образуют независимые порты мостов.

На рисунке показаны различные варианты конфигурации мостов (пунктирные линии задают виртуальные соединения).

Поскольку в приведенном примере отсутствует полная связность (VC между каждой парой мостов), сеть должна быть разделена на несколько групп remote bridge. Разумно объединить мосты А, В и С в одну группу, а мосты А и D - в другую.

Конфигурация первой группы объединяет VC, соединяющие три моста (А, В, С) в один виртуальный порт. Это является примером LAN-конфигурации. Вторая группа также содержит один виртуальный порт, который просто соединяет мосты А и D. В этой конфигурации стандартного алгоритма Spanning Tree достаточно для обнаружения петель.



Альтернативный вариант конфигурации будет иметь 3 отдельных виртуальных порта, соответствующих VC, которые связывают мосты А, В и С. Поскольку применение стандартного алгоритма Spanning Tree в этой конфигурации будет приводить к обнаружению петли, для сохранения активности всех виртуальных портов требуется использовать расширенный алгоритм Spanning Tree. Отметим, что вторая группа по-прежнему содержит один виртуальный порт и может использовать стандартный алгоритм Spanning Tree.

Используя тот же пример (см. рисунок), мы можем создать конфигурацию удаленных мостов с тремя группами. Это будет примером конфигурации point-to-point. В этом случае виртуальные соединения VC, связывающие А и В, VC между А и С, а также VC между А и D являются bridge-группами с одним виртуальным портом.

## 10. Вопросы безопасности

В этом документе определены механизмы идентификации для мультипротокольной инкапсуляции дейтаграмм в сетях Frame Relay. Во всех протоколах инкапсуляции обычно используется элемент доверия – получатель должен быть уверен, что отправитель корректно идентифицировал инкапсулируемый протокол. В общем случае приемная сторона не имеет механизма проверки корректности идентификации протокола передающей стороной.

В документе также рассматривается использование протоколов ARP и RARP в сетях Frame Relay, а эти протоколы имеет отношение к безопасности. Поскольку ARP не использует средств аутентификации, не возникает связанных с этим вопросов безопасности (например, возможность подмены хостов). При использовании протоколов ARP и RARP в сетях Frame Relay не применяется каких-либо дополнительных средств обеспечения безопасности.

## 11. Приложение А – NLPID и PID

### Список наиболее часто используемых NLPID

0x00	Null Network Layer или Inactive Set (не используется с Frame Relay)
0x08	Q.933 [2]
0x80	SNAP
0x81	ISO CLNP
0x82	ISO ESIS
0x83	ISO ISIS
0xB0	FRF.9 Data Compression [14]
0xB1	FRF.12 Fragmentation [18]
0xCC	IPv4
0xCF	PPP in Frame Relay [17]

### Список PID для OUI=00-80-C2

С сохранением FCS	Без сохранения FCS	Среда
0x00-01	0x00-07	802.3/Ethernet
0x00-02	0x00-08	802.4
0x00-03	0x00-09	802.5
0x00-04	0x00-0A	FDDI
	0x00-0B	802.6
	0x00-0D	Фрагменты
	0x00-0E	BPDU в соответствии с 802.1(d) или 802.1(g)[12]

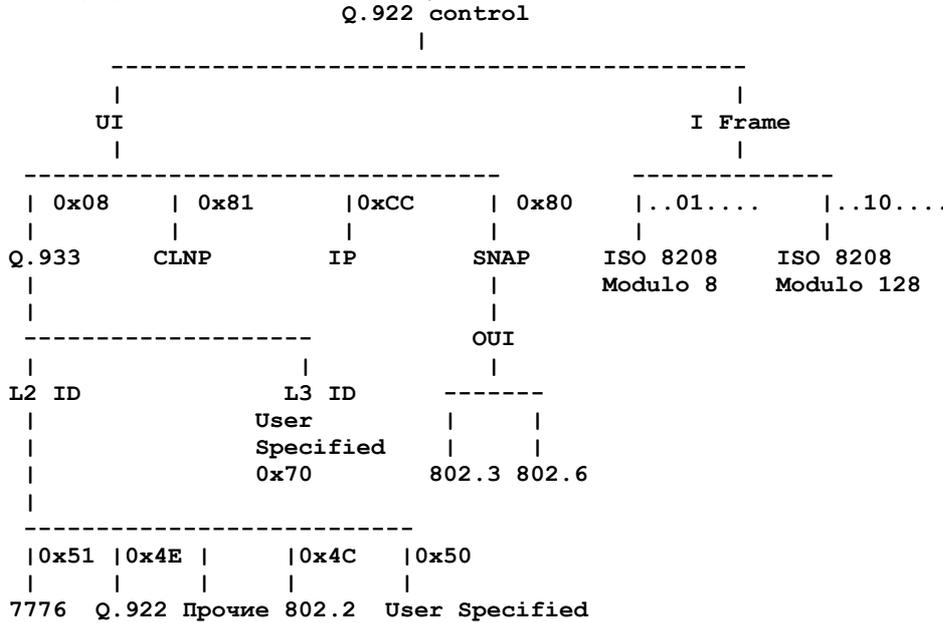
## 12. Приложение В - Ориентированные на соединения процедуры

Это приложение содержит дополнительные сведения и рекомендации по использованию ITU Q.933 и других стандартов ITU для инкапсуляции данных в сетях Frame Relay. Содержащаяся здесь информация подобна (в некоторых случаях идентична) сведениям, содержащимся в приложении Annex E к стандарту ITU Q.933. Первичным источником является стандарт, а в настоящем документе эти сведения приведены только для удобства.

Значения идентификаторов протокола сетевого уровня NLPID (Network Level Protocol ID) распределяются ISO и ITU. Список содержит идентификаторы для множества протоколов, включая IP, CLNP (ISO 8473) ITU Q.933, ISO 8208. На рисунке показаны общие методы инкапсуляции при передаче данных через сети Frame Relay. Гибкость приведенной схемы заключается в идентификации различных вариантов обозначения протоколов, используемых

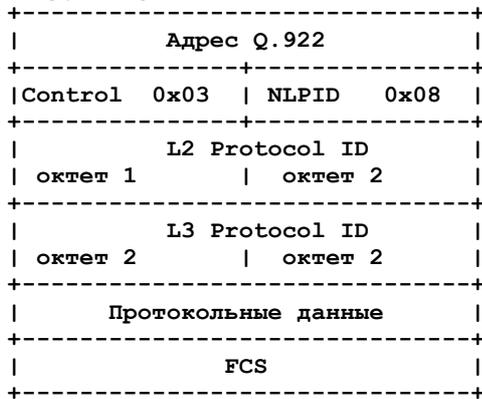
- системами сквозной передачи (end-to-end system)
- мостами или маршрутизаторами, соединяющими ЛВС
- или комбинированными системами

для передачи трафика через сети Frame Relay.

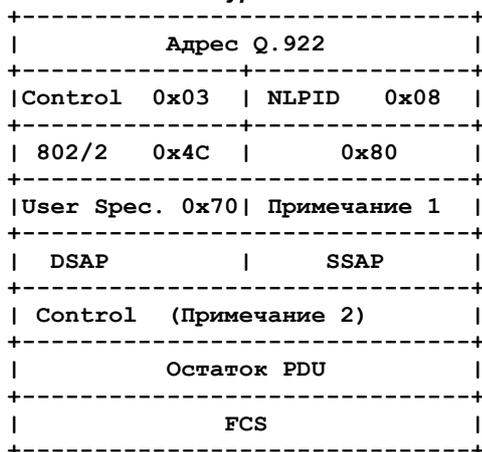


Для тех протоколов, не имеющих идентификатора NLPID или не поддерживающих SNAP-инкапсуляцию, следует использовать значение NLPID=0x08, указывающее на необходимость применять рекомендации ITU Q.933. 4 октета после поля NLPID включают идентификацию протоколов канального (2) и сетевого (3) уровня. Коды для большинства протоколов определены информационными элементами совместимости на нижних уровнях в стандарте ITU Q.933. Пользовательские коды (User Specified) описаны в стандарте in Frame Relay Forum FRF.3.1 [15]. Этот же стандарт содержит варианты для определения нестандартных протоколов.

**Формат заголовка для других протоколов с использованием Q.933 NLPID**



**ISO 8802/2 с заданным пользователем уровнем 3**



Примечание 1: Показывает код заданного пользователем протокола сетевого уровня.



- [4] Baker, F., and R. Bowen, "PPP Bridging Control Protocol (BCP)", RFC 1638<sup>1</sup>, June 1994.
- [5] International Standard, Information Processing Systems - Local Area Networks - Logical Link Control, ISO 8802-2<sup>2</sup>, ANSI/IEEE, Second Edition, 1994-12-30.
- [6] Plummer, D., "An Ethernet Address Resolution Protocol - or - Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware", STD 37, RFC 826<sup>3</sup>, November 1982.
- [7] Reynolds, J., and J. Postel, "Assigned Numbers", STD 2, RFC 1700<sup>4</sup>, October 1994. См. также: <http://www.iana.org/numbers.html>
- [8] Finlayson, R., Mann, R., Mogul, J., and M. Theimer, "A Reverse Address Resolution Protocol", STD 38, RFC 903<sup>3</sup>, June 1984.
- [9] Postel, J., and J. Reynolds, "A Standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE 802 Networks", RFC 1042<sup>3</sup>, February 1988.
- [10] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and architecture", IEEE Standard 802-1990<sup>2</sup>.
- [11] Bradley, T., Brown, C., and A. Malis, "Inverse Address Resolution Protocol", RFC 2390, September 1998.
- [12] IEEE, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Networks: Media Access Control (MAC) Bridges", IEEE Standard 802.1D-1990<sup>2</sup>.
- [13] ISO/IEC 15802-5 : 1998 (IEEE Standard 802.1G), Remote Media Access Control (MAC) Bridging, March 12, 1997<sup>2</sup>.
- [14] Frame Relay Forum, "Data Compression Over Frame Relay Implementation Agreement", FRF.9<sup>5</sup>, January 22, 1996.
- [15] Frame Relay Forum, "Multiprotocol Encapsulation Implementation Agreement", FRF.3.1<sup>5</sup>, June 22, 1995.
- [16] Bradner, S., "Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels", BCP 14, RFC 2119<sup>3</sup>, March 1997.
- [17] Simpson, W., "PPP in Frame Relay", RFC 1973, June 1996.
- [18] Frame Relay Forum, "Frame Relay Fragmentation Implementation Agreement", FRF.12<sup>5</sup>, December 1997.
- [19] Frame Relay Forum, "Frame Relay PVC Multicast Service and Protocol Implementation Agreement", FRF.7<sup>5</sup>, October 21, 1994.

## 15. Адреса авторов

**Caralyn Brown**

Consultant

E-Mail: [cbrown@juno.com](mailto:cbrown@juno.com)

**Andrew Malis**

Ascend Communications, Inc.

1 Robbins Road

Westford, MA 01886

Phone: (978) 952-7414

E-Mail: [malis@ascend.com](mailto:malis@ascend.com)

### Перевод на русский язык

Николай Малых

[nmalykh@bilim.com](mailto:nmalykh@bilim.com)

## 16. Полное заявление авторских прав

Copyright (C) The Internet Society (1998). All Rights Reserved.

This document and translations of it may be copied and furnished to others, and derivative works that comment on or otherwise explain it or assist in its implementation may be prepared, copied, published and distributed, in whole or in part, without restriction of any kind, provided that the above copyright notice and this paragraph are included on all such copies and derivative works. However, this document itself may not be modified in any way, such as by removing the copyright notice or references to the Internet Society or other Internet organizations, except as needed for the purpose of developing Internet standards in which case the procedures for copyrights defined in the Internet Standards process must be followed, or as required to translate it into languages other than English.

The limited permissions granted above are perpetual and will not be revoked by the Internet Society or its successors or assigns.

This document and the information contained herein is provided on an "AS IS" basis and THE INTERNET SOCIETY AND THE INTERNET ENGINEERING TASK FORCE DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY WARRANTY THAT THE USE OF THE INFORMATION HEREIN WILL NOT INFRINGE ANY RIGHTS OR ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

<sup>1</sup>Этот документ в настоящее время утратил силу и заменен RFC 2878. *Прим. перев.*

<sup>2</sup>Стандарты IEEE 802 доступны на сайте <http://standards.ieee.org/getieee802>. *Прим. перев.*

<sup>3</sup>Перевод этого документа имеется на сайте [www.protocols.ru](http://www.protocols.ru). *Прим. перев.*

<sup>4</sup>В соответствии с RFC 3232 документ RFC 1700 утратил силу STD 2. Выделенные значения доступны в базе данных, указанной ссылкой. *Прим. перев.*

<sup>5</sup>Стандарты Frame Relay Forum доступны для загрузки с сайта <http://www.mplsforum.com/frame/Approved/>. *Прим. перев.*