

FR

6.8.1.1

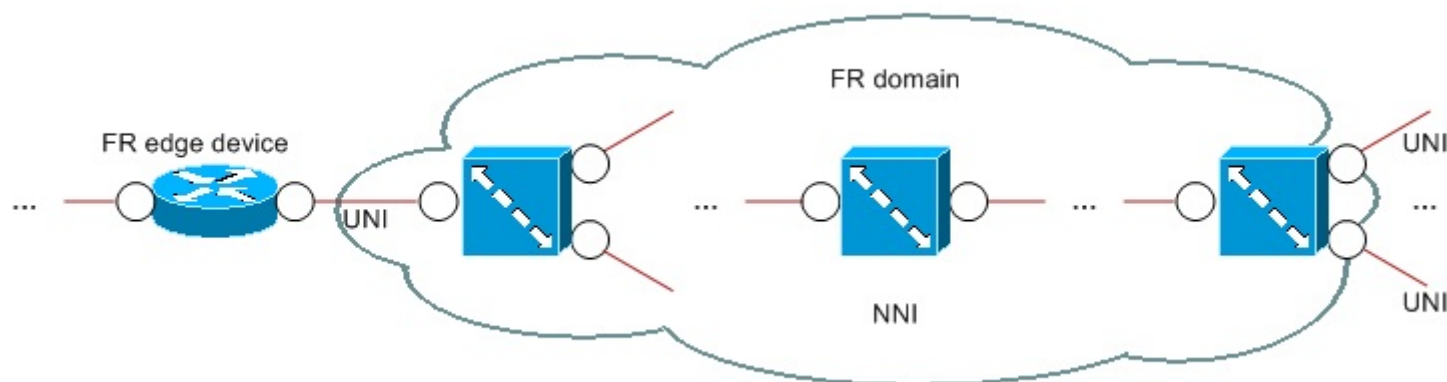
Технология FR (Frame Relay) произошла от X.25 и Narrowband ISDN.

Как и ATM, **с**вязана с NBMA-топологиями, но устанавливать соединение не позволяет.

FR условно относят к технологиям коммутации пакетов.

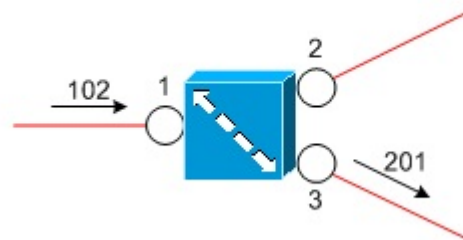
6.8.2.1

Структура и архитектура FR-домена напоминает структуру и архитектуру доменов X.25, ISDN и ATM.



Структура FR-домена

6.8.3.1



Switching table

| Ingress | | Egress | |
|---------|------|--------|------|
| Port | DLCI | Port | DLCI |
| 1 | 102 | 3 | 201 |
| 1 | 103 | 2 | 103 |
| 2 | 103 | 1 | 103 |
| 3 | 201 | 1 | 102 |

Принцип работы FR-коммутатора

6.8.3.2

Поддерживаются как PVCs, так и SVCs.

VCs **идентифицируют** значимыми только в пределах физических каналов десятибитными идентификаторами DLCIs (Data-Link Connection Identifiers).

Значения DLCI от 0 до 15 и от 992 (в реализации Cisco 1008) до 1023 зарезервированы.

Для сигнализации используется $DLCI = 0$.

За мультикаст-группами зарезервированы DLCIs от 1019 до 1022 включительно. (Поддержка мультикаст-групп в домене обеспечивается соответствующим расширением LMI.)

6.8.4.1

За стандартизацию FR ответственны Frame Relay Forum, ITU-T (серии I и Q) и ANSI.

В архитектуре FR стандартизированы два плана: U-plane (User plane) и C-plane (Control plane).

FR обеспечивает скорость до 50 Mbit/s и больше.

6.8.5.1

Для канальной адресации **используют** адреса в форматах X.121 либо E.164. (В отличие от Ethernet, эти адреса могут назначаться динамически за счет соответствующих расширений LMI.)

6.8.6.1

В FR, так же как и в ATM, имеется LMI, точнее ELMI (Enhanced LMI).

Так же происходит периодический обмен (по умолчанию 10 s).

За достаточно длительную историю FR были разработаны три стандарта LMI:

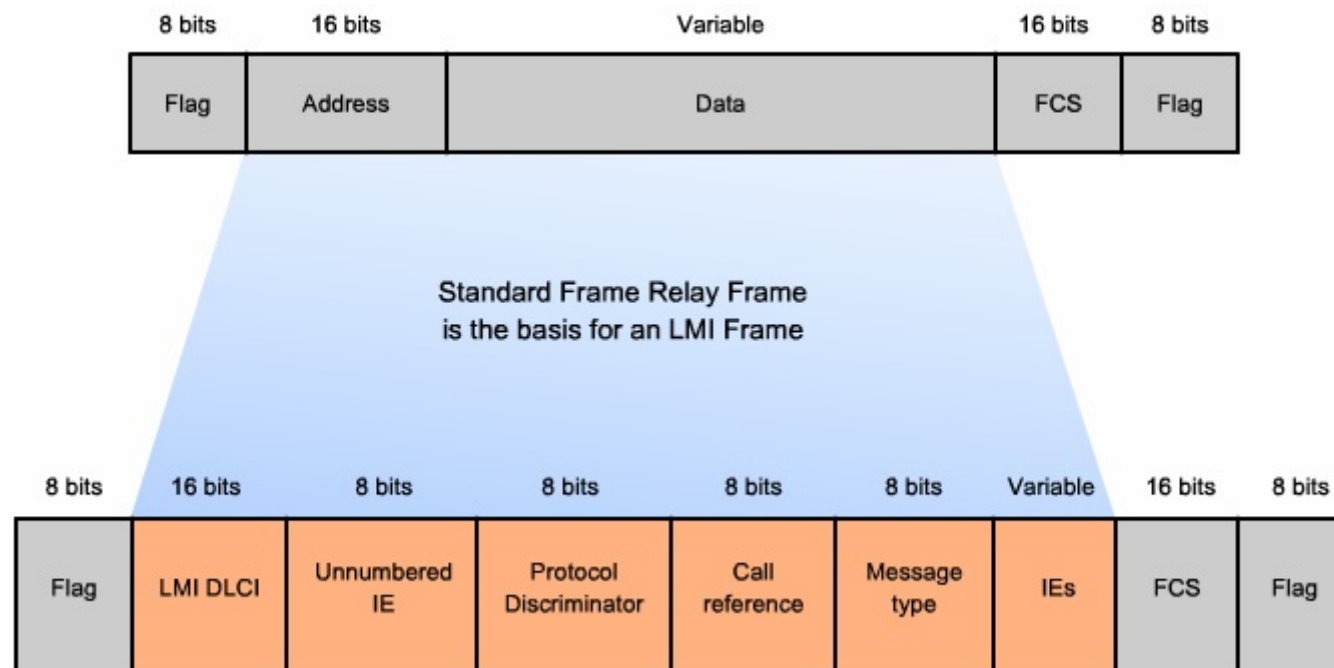
1. ITU-T Q.933 Annex A -- общепромышленный стандарт, задействуется DLCI = 0.
2. ANSI T1.617 Annex D -- альтернативный общепромышленный стандарт, так же задействуется DLCI = 0.
3. «Gang of Four» (= Cisco) -- разработан Cisco, DEC, StrataCom и Nortel -- задействуется DLCI = 1023.

6.8.6.2

Frame Relay LMI Timers

| Title | Description | Cisco LMI | Annex D | Annex A |
|--|--|-----------|---------|---------|
| N391 – Full Status Polling Counter | Number of cycles at which a full status record request is made. | 6 | 6 | 6 |
| N392 – Error Threshold | Number of failed events out of N393 monitored events before declaring the port in alarm. | 2 | 3 | 3 |
| N393 – Monitored Events Count | Number of events monitored by the port used to determine port alarm state. | 4 | 4 | 4 |
| T391 – Link Integrity Polling Verification Timer | Time (in seconds) between status enquiry messages. | 10 | 10 | 10 |
| T392 – Polling Verification Timer | Time interval (in seconds) at which a status message is expected in reply to a status enquiry message. If it is not received in time, an N392 error is logged. | 15 | 15 | 15 |

6.8.6.3



Формат кадра FR LMI [Cisco]

6.8.7.1

Оплата подписчиками выделенных WAN-каналов FR имеет особенности (заложены технологически).

Касательно пакетов услуг обычно **выделяют**:

1. AR (Access Rate) -- полоса пропускания локальной петли (обычно совпадает с текущей скоростью физического порта).

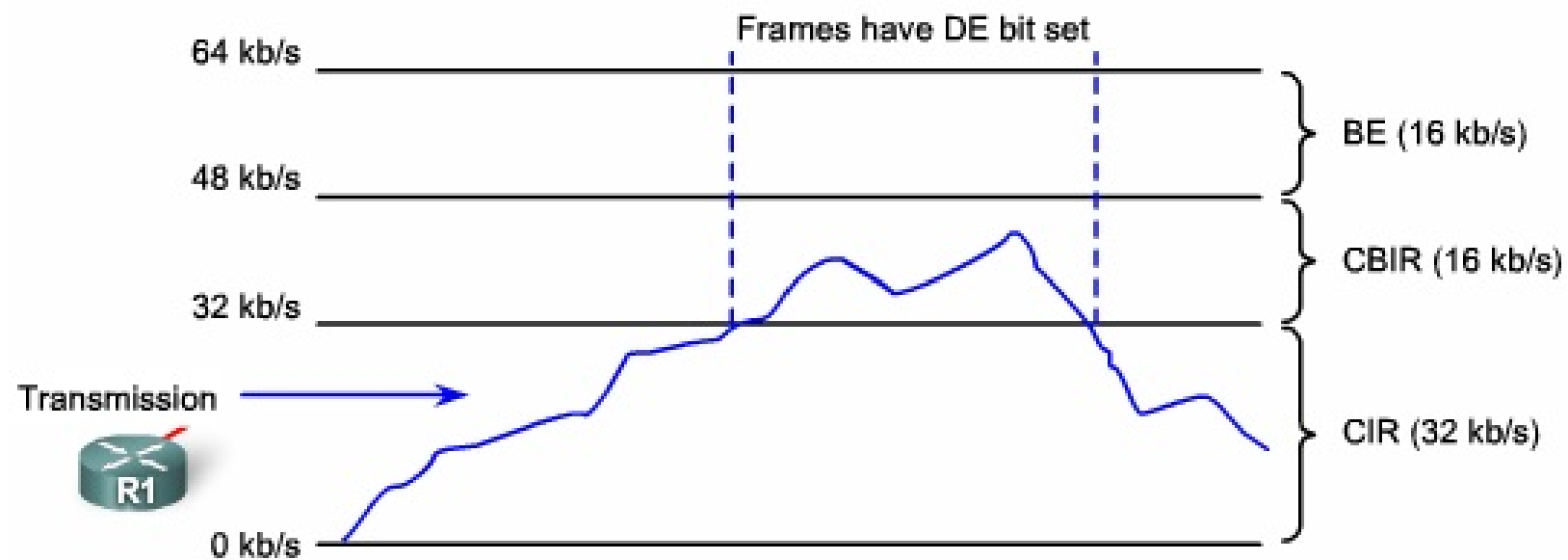
2. CIR (Committed Informational Access Rate) -- гарантированная провайдером goodput.

3. CBIR (Committed Burst AR) -- кратковременно доступная дополнительная полоса пропускания.

4. CBIR (Burst Excess) -- резервная, но недоступная, полоса пропускания.

То есть больши'м достоинством является как правило имеющееся наличие «экстра»-пакета (burst), за который не **взимают** оплату. Превышающие CIR **кадры** метятся особым образом (Discard Eligible) и при перегрузках отбрасываются.

6.8.7.2



[Cisco]

6.8.8.1

FR может задействовать различные СрПД. Особенностью последовательных сетевых интерфейсов Cisco является то, что они поддерживают инкапсуляцию FR, причем двух видов: `cisco` (по умолчанию) и `ietf` (RFC 2427).

6.8.8.2a

Примеры создания PVCs.

6.8.8.2b

```
Router(config)#interface s1/0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#encapsulation frame-relay iefc
Router(config-if)#frame-relay map ip 192.168.0.2 200 broadcast
Router(config-if)#frame-relay map ip 192.168.0.3 300 broadcast
Router(config-if)#frame-relay map ip 192.168.0.1 200
Router(config-if)#exit
```

```
Router(config)#interface s1/0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#encapsulation frame-relay iefc
Router(config-if)#frame-relay interface-dlci 200
Router(config-fr-dlci)#exit
Router(config-if)#frame-relay interface-dlci 300
Router(config-fr-dlci)#exit
Router(config-if)#frame-relay map ip 192.168.0.1 200
Router(config-if)#frame-relay inverse-arp
Router(config-if)#exit
```

```
Router(config)#interface s1/0/0.1 point-to-point
Router(config-subif)# ...
```

Команды IOS

6.8.8.3

По аналогии с ATM, поддерживается два вида подинтерфейсов FR (по умолчанию multipoint), при конфигурировании которых следует придерживаться аналогичных правил.

И при использовании подинтерфейсов FR-инкапсуляцию **включают** на уровне интерфейса.

При статическом связывании PVCs создаются автоматически.

В IOS оригинальной особенностью поддержки использующих виртуальные цепи технологий (FR, ATM и прочих), в сравнении с другими технологиями, является то, что для обеспечения достижимости собственного сетевого интерфейса необходимо связать свой IP-адрес с одной из имеющихся PVC.

6.8.8.4a

Примеры создания SVCs.

Выделенные ARP-серверы не реализованы.

6.8.8.4b

```
Router(config)#interface s1/0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#encapsulation frame-relay ietf
Router(config-if)#frame-relay svc
Router(config-if)#map-group FR-SVC-MAP1
Router(config-if)#map-group FR-SVC-MAP2
Router(config-if)#exit

Router(config)#map-class frame-relay FR-SVC-CLASS1
Router(config-map-class)#frame-relay cir out 32000
...
Router(config-map-class)#exit

Router(config)#map-list FR-SVC-MAP1 source-addr E164 375172111111 dest-addr E164 375172222222
Router(config-map-list)#ip 192.168.0.2 class FR-SVC-CLASS1 broadcast ietf
Router(config-map-list)#exit

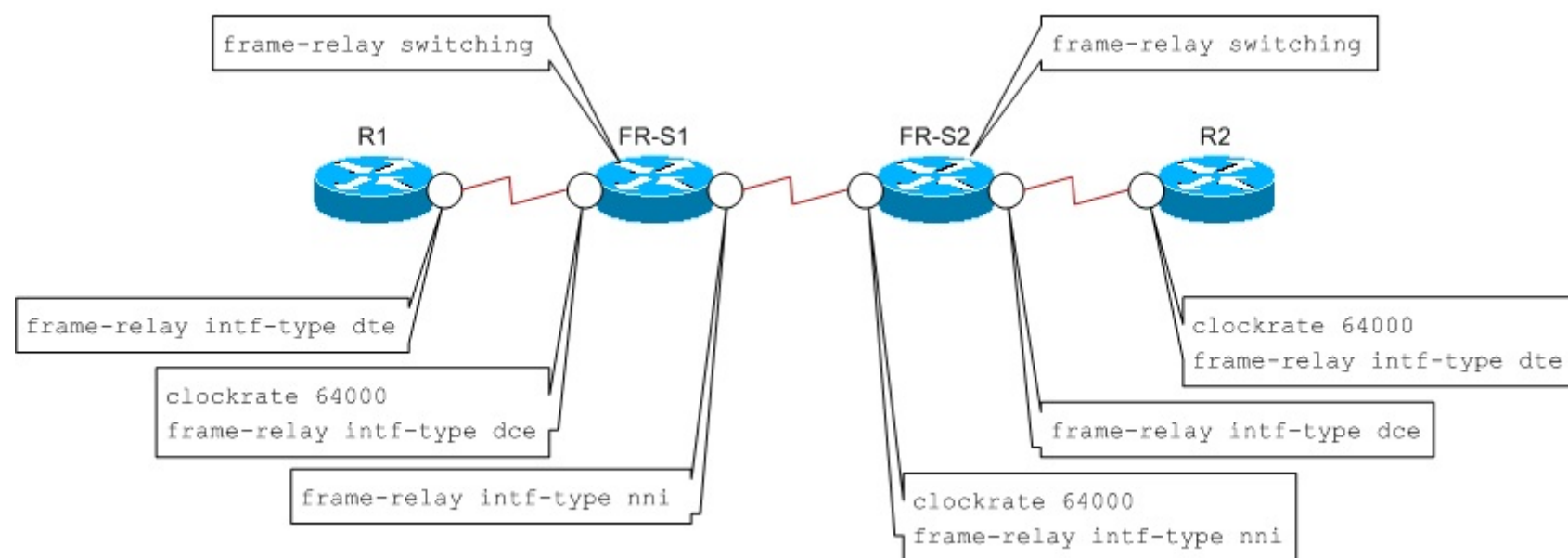
Router(config)#map-list FR-SVC-MAP2 source-addr E164 375172111111 dest-addr E164 375172333333
Router(config-map-list)#ip 192.168.0.3 class FR-SVC-CLASS1 broadcast ietf
Router(config-map-list)#exit
```

6.8.8.5

Маршрутизатор Cisco может выполнять роль FR-коммутатора.

Непосредственное соединение маршрутизаторов Cisco по FR (без коммутатора) возможно, но смысла не имеет (в отличие от ATM). При этом одна из сторон должна быть в роли DTE (что по умолчанию), а вторая -- DCE (можно назначить только после ввода команды `frame-relay switching`), причем FR-роли DTE и DCE могут не совпадать с ролями DTE и DCE последовательных сетевых интерфейсов (**накладывают** «поверх»).

6.8.8.6



Пример конфигурирования ролей интерфейсов FR

6.8.8.7

```
FR-Switch(config)#frame-relay switching
```

```
FR-Switch(config)#interface se0/0/0
```

```
FR-Switch(config-if)#frame-relay intf-type dce
```

```
FR-Switch(config-if)#frame-relay route 201 interface se0/0/1 102
```

```
...
```

6.8.8.8

В IOS поддерживаются все три стандарта LMI: q933a, ansi, cisco (по умолчанию cisco).

По умолчанию включено автосогласование (LMI autosense).

6.8.8.9

```
Router(config)#interface se1/0/0  
Router(config-if)#frame-relay lmi-type ansi  
Router(config-if)#exit
```

6.8.8.10

Cisco-реализации FR поддерживают канальную фрагментацию, перемежение (за счет Multilink Link Integrity Protocol) и прозрачное сжатие.

6.8.8.11

Для просмотра состояния подсистемы FR предназначены команды группы `show frame-relay`. Основные: `show frame-relay pvc`, `show frame-relay map`, `show frame-relay lmi` плюс `debug frame-relay lmi`, `show frame-relay route`.

6.8.8.12

```
Router#show frame-relay pvc
```

```
PVC Statistics for interface Serial1/0 (Frame Relay DTE)
```

| | Active | Inactive | Deleted | Static |
|----------|--------|----------|---------|--------|
| Local | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Switched | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Unused | 0 | 0 | 0 | 0 |

```
DLCI = 100, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial1/0
```

```
input pkts 58          output pkts 55          in bytes 5116
out bytes 5098         dropped pkts 0          in pkts dropped 0
out pkts dropped 0      out bytes dropped 0
in FECN pkts 0         in BECN pkts 0         out FECN pkts 0
out BECN pkts 0        in DE pkts 0           out DE pkts 0
out bcast pkts 7       out bcast bytes 238
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
pvc create time 03:10:55, last time pvc status changed 00:04:17
```

Команды IOS

6.8.8.13

```
Router#show frame-relay map
```

```
Serial1/0 (up): ip 192.168.0.1 dlci 200(0xC8,0x3080), dynamic,  
                broadcast,, status defined, active
```

```
Serial1/0 (up): ip 192.168.0.2 dlci 200(0xC8,0x3080), static,  
                CISCO, status defined, active
```

6.8.8.14

```
Router#show frame-relay lmi
```

```
LMI Statistics for interface Serial1/0 (Frame Relay DTE) LMI TYPE = ANSI
  Invalid Unnumbered info 0
  Invalid dummy Call Ref 0
  Invalid Status Message 0
  Invalid Information ID 0
  Invalid Report Request 0
  Num Status Enq. Sent 1125
  Num Update Status Rcvd 0
  Last Full Status Req 00:00:51
  Invalid Prot Disc 0
  Invalid Msg Type 0
  Invalid Lock Shift 0
  Invalid Report IE Len 0
  Invalid Keep IE Len 0
  Num Status msgs Rcvd 1001
  Num Status Timeouts 125
  Last Full Status Rcvd 00:00:50
```