



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

X.151

(10/2003)

СЕРИЯ X: СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ
И ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Сети передачи данных общего пользования –
Техническое обслуживание

**Эксплуатация и техническое обслуживание
сетей ретрансляции кадров – принципы и
функции**

Рекомендация МСЭ-Т X.151

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ X
СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	
Службы и услуги	X.1–X.19
Интерфейсы	X.20–X.49
Передача, сигнализация и коммутация	X.50–X.89
Сетевые аспекты	X.90–X.149
Техническое обслуживание	X.150–X.179
Административные предписания	X.180–X.199
ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ	
Модель и обозначение	X.200–X.209
Определения служб	X.210–X.219
Спецификации протоколов в режиме с установлением соединений	X.220–X.229
Спецификации протоколов в режиме без установления соединений	X.230–X.239
Проформы PICS	X.240–X.259
Идентификация протоколов	X.260–X.269
Протоколы обеспечения безопасности	X.270–X.279
Управляемые объекты уровня	X.280–X.289
Испытание на соответствие	X.290–X.299
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ СЕТЯМИ	
Общие положения	X.300–X.349
Спутниковые системы передачи данных	X.350–X.369
IP-сети	X.370–X.399
СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ	X.400–X.499
СПРАВОЧНИК	X.500–X.599
ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ВОС И СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ	
Организация сети	X.600–X.629
Эффективность	X.630–X.639
Качество обслуживания	X.640–X.649
Наименование, адресация и регистрация	X.650–X.679
Абстрактно-синтаксическая нотация 1 (ASN.1)	X.680–X.699
УПРАВЛЕНИЕ ВОС	
Структура и архитектура управления системами	X.700–X.709
Служба и протокол связи для управления	X.710–X.719
Структура управляющей информации	X.720–X.729
Функции управления и функции ODMA	X.730–X.799
БЕЗОПАСНОСТЬ	X.800–X.849
ПРИЛОЖЕНИЯ ВОС	
Фиксация, параллельность и восстановление	X.850–X.859
Обработка транзакций	X.860–X.879
Удаленные операции	X.880–X.899
ОТКРЫТАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА	X.900–X.999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т X.151

Эксплуатация и техническое обслуживание сетей ретрансляции кадров – принципы и функции

Резюме

В настоящей Рекомендации определяются базовые принципы и функции эксплуатации и технического обслуживания сетей ретрансляции кадров. Качество услуг ретрансляции кадров можно протестировать, измерить и диагностировать с использованием кадров ОАМ. Кадры ОАМ FR могут быть использованы для измерения основных параметров работы сетей ретрансляции кадров. Кадры ОАМ обеспечивают возможность текущего контроля в рабочем режиме как коммутируемых (SVC), так и постоянных (PVC) соединений.

Настоящая Рекомендация включает эталонную модель сети, общее описание структуры кадров ОАМ и процедуры измерения ОАМ. Содержимое данной Рекомендации основано на эталонной модели, протокольных форматах ОАМ, процедурах и описаниях потоков сообщений ОАМ, как определено в документе FRF.19 "Соглашение по реализации эксплуатации, администрирования и технического обслуживания сети ретрансляции кадров". Определены дополнительные процедуры по измерению задержек кадров из-за фазового дрожания, коэффициента потери кадров и по использованию шлейфов для обнаружения неисправностей.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т X.151 утверждена 29 октября 2003 года 17-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1	Область применения	1
2	Ссылки	1
3	Определения	2
4	Сокращения	2
5	Соглашения.....	3
6	Эталонная модель.....	3
7	Протокольные форматы ОАМ	6
7.1	Форматы инкапсуляции	6
7.2	Формат сообщений ОАМ.....	8
7.3	Поля информации ОАМ.....	11
8	Процедуры ОАМ.....	19
8.1	Правила кодирования/декодирования сообщений	19
8.2	Общая обработка сообщений	20
8.3	Обработка сообщения Hello (опознавание устройства).....	22
8.4	Обработка сообщения верификации на уровне услуг.....	24
8.5	Обработка сообщения "неблокируемый шлейф".....	30
8.6	Обработка сообщения "блокируемый шлейф"	31
8.7	Обработка сообщения "индикация диагностики".....	32
8.8	Сетевые применения шлейфов	32
	Добавление I – Общие процедуры приема.....	34
	Добавление II – Потoki сообщений	35
	II.1 Опознавание	35
	II.2 Измерение FTD	36
	II.3 Измерение FDR/DDR	37
	II.4 Неблокируемый шлейф.....	39
	II.5 Блокируемый шлейф	40
	Добавление III – Пример вычисления коэффициента доставки	41
	III.1 Обработка на входе.....	42
	III.2 Обработка на выходе.....	42

Рекомендация МСЭ-Т X.151

Эксплуатация и техническое обслуживание сетей ретрансляции кадров – принципы и функции

1 Область применения

В настоящей Рекомендации определяются форматы кадров ОАМ и процедуры измерения рабочих характеристик сетей ретрансляции кадров. ОАМ обеспечивает средства тестирования, диагностики и измерения качества услуг с ретрансляцией кадров. Описываемые протокол и процедуры могут быть использованы сетями ретрансляции кадров общего пользования, поставщиками услуг и/или конечными пользователями. Эти процедуры применимы к PVC, а также к фазе передачи данных по SVC.

Следующие разделы настоящей Рекомендации основаны на тексте документа FRF.19:

- Раздел 6. Эталонная модель для различных сетей и их регионов, в которых можно производить измерения ОАМ FR.
- Раздел 7. Протокольные форматы ОАМ – подробная структура (форматы сообщений) кадров ОАМ FR.
- Раздел 8. Процедуры ОАМ – использование кадров ОАМ FR для измерения основных параметров работы служб ретрансляции кадров.

Добавления I, II и III. Информативное описание общих процедур приема, потоков сообщений и вычисления коэффициента доставки в качестве пособия для интерпретации и взаимодействия.

Следующие пункты настоящей Рекомендации дополняют текст документа FRF.19:

- Пункт 8.4.3.6: Процедуры оценки задержки кадров из-за фазового дрожания.
- Пункт 8.4.4.5: Вычисление коэффициента потери кадров.
- Пункт 8.8: Сетевые применения шлейфов.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Возможность взаимодействия с АТМ ОАМ, как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.610 и в других протоколах ОАМ, выходит за рамки настоящей Рекомендации.

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники являются предметом пересмотра; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается рассмотреть возможность применения последнего издания Рекомендаций и других ссылок, перечисленных ниже. Перечень действующих на настоящий момент Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- ITU-T Recommendation E.164 (1997), *The international public telecommunication numbering plan.*
- ITU-T Recommendation I.370 (1991), *Congestion management for the ISDN frame relaying bearer service.*
- ITU-T Recommendation I.555 (1997), *Frame Relaying Bearer Service interworking.*
- ITU-T Recommendation I.610 (1999), *B-ISDN operation and maintenance principles and functions.*
- ITU-T Recommendation X.36 (2003), *Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for public data networks providing frame relay data transmission service by dedicated circuit.*

- ITU-T Recommendation X.76 (2003), *Network-to-network interface between public data networks providing PVC and/or SVC frame relay data transmission service.*
- ITU-T Recommendation X.121 (2000), *International numbering plan for public data networks.*
- ITU-T Recommendation X.144 (2003), *User information transfer performance parameters for public frame relay data networks.*
- ITU-T Recommendation X.145 (2003), *Connection establishment and disengagement performance parameters for public Frame Relay data networks providing SVC services.*
- ITU-T Recommendation X.146 (2000), *Performance objectives and quality of service classes applicable to frame relay.*
- ITU-T Recommendation X.147 (2003), *Frame Relay network availability.*
- ITU-T Recommendation X.148 (2003), *Procedures for the measurement of the performance of public data networks providing the international frame relay service.*
- Frame Relay Forum Implementation Agreement 19, FRF.19 (2001), *Frame relay operations, administration, and maintenance implementation agreement.*

3 Определения

Следующие термины при их употреблении в настоящей Рекомендации используются, как определено в Рекомендациях МСЭ-Т X.144, X.145, X.146, X.147 и X.148.

- Задержка при передаче кадров
- Коэффициент доставки кадров
- Коэффициент доставки данных
- Frames_offered (Предложенные_кадры)
- Frames_received (Полученные_кадры)
- Data_offered (Предложенные_данные)
- Data_received (Полученные_данные)
- Доступность

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

AESA	ATM End System Address	Адрес оконечной системы ATM
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Асинхронный режим передачи
BECN	Backward Explicit Congestion Notification	Обратное уведомление о явной перегрузке
CIR	Committed Information Rate	Согласованная скорость передачи информации
DCE	Data Circuit-terminating Equipment	Аппаратура окончания канала данных (АКД)
DDR	Data Delivery Rate	Коэффициент доставки данных
DE	Discard Eligibility	Право на аннулирование
DLCI	Data Link Connection Identifier	Идентификатор соединения звена данных
DTE	Data Terminal Equipment	Оконечное оборудование данных (ООД)
FDR	Frame Delivery Ratio	Коэффициент доставки кадров
FECN	Forward Explicit Congestion Notification	Прямое уведомление о явной перегрузке

FR	Frame Relay	Ретрансляция кадров
FROMP	Frame Relay OAM Maintenance Point	Пункт технического обслуживания ОАМ сетей ретрансляции кадров
FTD	Frame Transfer Delay	Задержка при передаче кадров
IA	Implementation Agreement	Соглашение по реализации
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике
IF	Information Field	Поле информации
IPv4	Internet Protocol Version 4	Версия 4 межсетевого протокола (IP)
ITU	International Telecommunication Union	Международный союз электросвязи (МСЭ)
MTU	Maximum Transmission Unit	Максимальная единица передачи
NLPID	Network Layer Protocol Identification	Идентификация протокола сетевого уровня
NNI	Network-to-Network Interface	Интерфейс "сеть-сеть"
OAM	Operations, Administration and Maintenance	Эксплуатация, администрирование и техническое обслуживание
OUI	Organizationally Unique Identifier	Уникальный идентификатор организации
PHY	Physical Interface	Физический интерфейс
PVC	Permanent Virtual Circuit	Постоянный виртуальный канал
SLA	Service Level Agreement	Соглашение на уровне услуг
SVC	Switched Virtual Circuit	Коммутируемый виртуальный канал
UNI	User-to-Network Interface	Интерфейс "пользователь-сеть"
VC	Virtual Circuit	Виртуальный канал

5 Соглашения

С целью обеспечения возможности взаимодействия систем ОАМ следующие термины, употребляемые в настоящей Рекомендации и выделенные **жирным** шрифтом используются, как определено в данном разделе:

Должен, обязан или **обязательно** – означает абсолютное требование настоящей Рекомендации.

Следует – означает "очень желательно".

Может или **факультативно** – означает не обязательное требование, которому можно следовать или можно проигнорировать в зависимости от потребностей настоящей Рекомендации.

Не применяется – соответствующее положение выходит за рамки настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сокращение ОАМ используется по всему тексту настоящей Рекомендации и имеет тот же смысл, что и сокращение ОА&М в документе FRF.19.

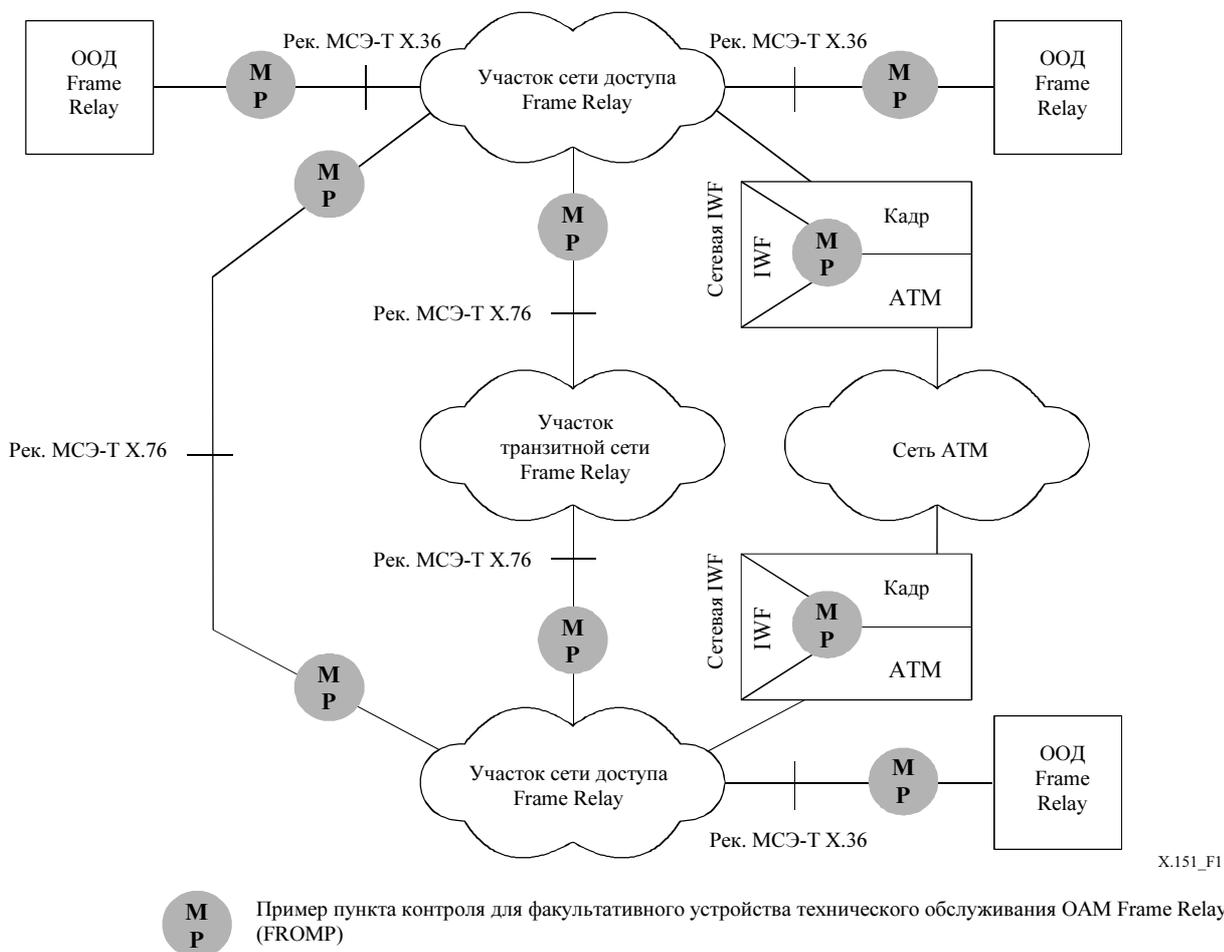
6 Эталонная модель

На рисунках 1 и 2 определены общие эталонные модели сети с указанием типичных местоположений пунктов технического обслуживания ОАМ FR (FROMP). Определены также четыре типа административных регионов, используемых при работе ОАМ FR.

На рисунке 1 приведена эталонная сеть ретрансляции кадров, взаимодействующая с сетью АТМ. Показан ряд примеров пунктов контроля. В этой эталонной сети показаны следующие примеры канальных соединений:

- VC, который охватывает один участок сети доступа.
- VC, который охватывает два участка сети доступа FR, соединенные интерфейсом NNI.

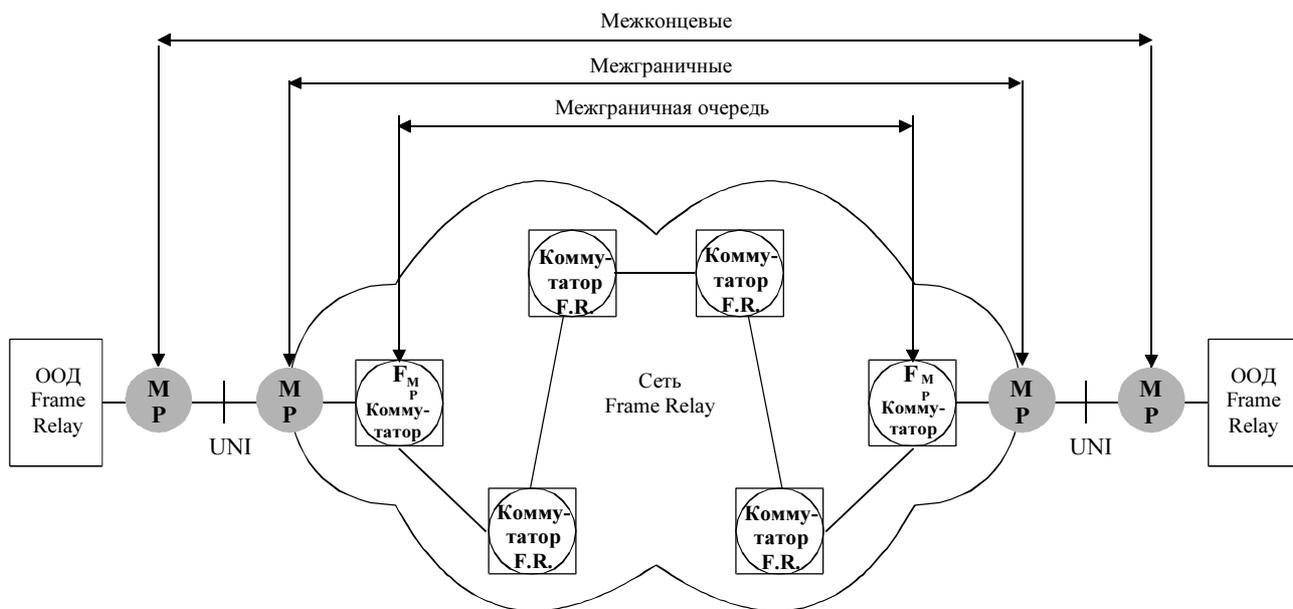
- VC, который охватывает два участка сети доступа FR, соединенные транзитной сетью FR.
- VC который охватывает два участка сети доступа FR, соединенные участком транзитной сети ATM с использованием межсетевое взаимодействия.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Пункты контроля могут быть внешними датчиками или же могут быть встроены в ООД или АКД.

Рисунок 1/X.151 – Эталонная модель сети

На рисунке 2 показано местоположение пунктов технического обслуживания OAM (FROMP) для контроля рабочих характеристик в различных сегментах виртуального соединения ретрансляции кадров.

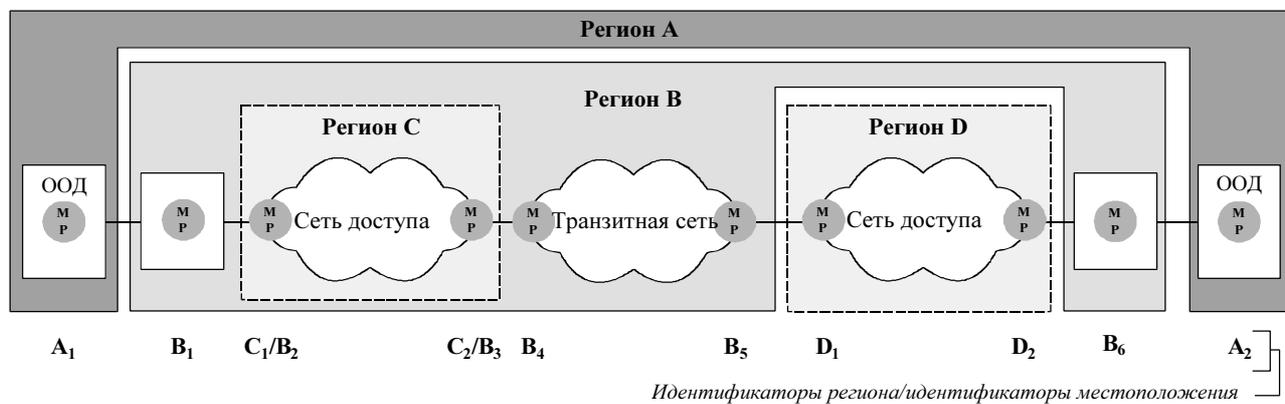


X.151_F2

МР Пункт контроля для факультативного устройства OAM Frame Relay

Рисунок 2/X.151 – Местоположение пунктов технического обслуживания OAM (FROMP) для контроля рабочих характеристик

VC может состоять из нескольких участков и компонентов, администрируемых несколькими организациями. Те участки VC, которые администрируются одной и той же организацией(ями) образуют административный регион. На рисунке 3 приведена эталонная модель административного региона.



X.151_F3

Рисунок 3/X.151 – Эталонная модель административного региона

На этой модели показаны четыре различных и перекрывающихся типа административных регионов. Административный регион может содержать любую произвольную совокупность местоположений виртуальных каналов.

Регион А – Набор интерфейсов и устройств, администрируемых конечным пользователем (местоположения A₁ и A₂).

Регион В – Набор интерфейсов и устройств, администрируемых глобальным поставщиком услуг, работающим с локальными партнерами в каждом регионе (местоположения B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ и B₆).

Регион С – Набор интерфейсов и устройств, администрируемых локальным партнером глобального поставщика услуг (местоположения C_1 и C_2). Сетевой партнер предоставил глобальному поставщику услуг разрешение на опрос устройств ОАМ, эксплуатируемых локальным партнером. Это разрешение отражается в членстве в нескольких регионах (C_1/V_2 и C_2/V_3).

Регион D – Набор интерфейсов и устройств, управляемых локальным партнером поставщика глобальных услуг (местоположения D_1 и D_2). Партнер отказался предоставить глобальному поставщику услуг разрешение на опрос устройств ОАМ, эксплуатируемых локальным партнером.

Административные регионы обеспечивают четко определенные зоны для передачи сообщений ОАМ. На самых удаленных пунктах административного региона определенного VC (см. пункты V_1 и V_6 для региона В на рисунке 3) существует административная граница, отделяющая регион. Все сообщения ОАМ содержат идентификатор региона, который используется для идентификации заданного административного региона.

FROMP на границе административного региона VC препятствует продвижению сообщений, предназначенных для данного региона, за его пределы. Например, сообщение ОАМ с идентификатором региона D не передается из местоположения D_2 в направлении V_6 .

Кроме того, эти граничные устройства обнаруживают и аннулируют фальшивые сообщения, инициированные вне административного региона. Таким образом, если ложная прикладная программа в пункте V_5 создает сообщение, в котором объявляется, что оно имеет идентификатор региона D, и передает его в пункт D_1 , то пункт D_1 аннулирует это сообщение, чтобы предотвратить поступление в регион незаконного запроса ОАМ.

Сообщения из других регионов **должны** проходить через границу региона в любом направлении без их интерпретации или аннулирования. Например, пункт A_1 передает сообщение в направлении пункта A_2 . Пункт V_1 – граничное устройство региона В – проверяет идентификатор административного региона и удостоверяется в том, что в сообщении не заявляется, что оно исходит из региона В. После этого сообщение продвигается в направлении пунктов C_1 и D_1 , где осуществляются такие же граничные проверки. Затем сообщение продвигается к пункту A_2 – адресату сообщения.

Сообщения, поступившие из региона, пользуются доверием. Например, в пункте V_1 в регионе В пользуются доверием сообщения, поступающие из пункта C_1 с идентификатором региона В, поскольку они совместно используют общий административный регион.

Администрация/организация, которая управляет вводом кадров ОАМ в административный регион FR, должна обеспечить, чтобы эти кадры извлекались до того, как они выйдут из зоны управления этой администрацией/организацией, за исключением тех административных регионов, которые были расширены по двусторонним соглашениям.

7 Протокольные форматы ОАМ

Сообщения ОАМ ретрансляции кадров переносятся в стандартных кадрах Frame Relay. Для порций данных таких кадров определены два формата инкапсуляции, чтобы обеспечить возможность взаимодействия с другими видами трафика. Эти сообщения состоят из заголовочной части и одного или нескольких полей информации.

Остальная часть этого раздела, в которой описывается формат сообщений протокола ОАМ ретрансляции кадров, состоит из трех подразделов:

- Форматы инкапсуляции (см. п. 7.1);
- Сообщение ОАМ (см. п. 7.2), содержащее одно или несколько полей информации;
- Поля информации ОАМ (см. п. 7.3).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Правила кодирования и декодирования этих форматов приведены в п. 8.1. На рисунках в настоящей Рекомендации иллюстрируется 2-октетное кодирование DLCI. Во всех случаях поддерживаются и 2- и 4-октетные адреса.

7.1 Форматы инкапсуляции

Протокол ОАМ ретрансляции кадров поддерживает два формата инкапсуляции. Эти форматы позволяют реализовывать их во многих сетевых элементах и обеспечивают совместимость с форматами трафика плоскости U.

Реализации **должны** поддерживать формат многопротокольной инкапсуляции, чтобы соответствовать положениям настоящей Рекомендации. Реализации **могут** факультативно поддерживать инкапсуляции не-UI.

7.1.1 Многопротокольная инкапсуляция

Формат многопротокольной инкапсуляции совместим с оборудованием и приложениями ретрансляции кадров. Для того чтобы отличить трафик OAM от трафика плоскости U, соответствующего Рекомендации МСЭ-Т X.36, этот формат использует NLPID (0xB2). На рисунке 4 изображен формат многопротокольной инкапсуляции при использовании 2-октетных заголовков X.36.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
DLCI (msb)						C/R	EA	1
x	x	x	X	x	x	0	0	
DLCI (lsb)				FECN	BE CN	DE	EA	2
x	x	x	X	x	x	x	1	
Управление								3 (примечание)
0	0	0	0	0	0	1	1	
NLPID								4
1	0	1	1	0	0	1	0	
Сообщение FR OAM								5

ПРИМЕЧАНИЕ. – Управление содержится в октете 5 при использовании 4-октетной адресации по Рекомендации X.36.

Рисунок 4/X.151 – Формат многопротокольной инкапсуляции

7.1.2 Инкапсуляция не-UI

Формат инкапсуляции не-UI предназначен для использования с трафиком ретрансляции кадров, который не отличается от формата многопротокольной инкапсуляции OAM. Основной пример этого приведен в разделе 5/I.555 (инкапсулированный протокол X.25). На рисунке 5 изображен формат инкапсуляции не-UI при использовании 2-октетного заголовка по Рекомендации X.36.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
DLCI (msb)						C/R	EA	1
x	x	x	X	x	x	0	0	
DLCI (lsb)				FECN	BECN	DE	EA	2
x	x	x	X	x	x	x	1	
Управление								3 (примечание)
0	0	0	0	0	0	1	0	
NLPID								4
1	0	1	1	0	0	1	0	
Сообщение FR_OAM								5

ПРИМЕЧАНИЕ. – Управление содержится в октете 5 при использовании 4-октетной адресации по Рекомендации X.36.

Рисунок 5/X.151 – Формат инкапсуляции не-UI

7.2 Формат сообщений OAM

На рисунке 6 изображен формат сообщений OAM.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип сообщения (см. п. 7.2.1)								N + 1 (примечание 1)
Идентификация региона (см. п. 7.2.2)								N + 2
Идентификатор местоположения отправителя (см. п. 7.2.3)								N + 7
Идентификатор местоположения получателя (см. п. 7.2.4)								N + 11
Поле информации 1 (см. п. 7.2.5)								N + 15
Поле информации x								N + m (примечание 2)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Смещение N равно 4, 6 или 10 в зависимости от используемой инкапсуляции и длины адреса.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – При необходимости количество полей информации увеличивается.

Рисунок 6/X.151 – Формат сообщений OAM

7.2.1 Поле "тип сообщения"

Поле "тип сообщения" предназначено для идентификации передаваемого сообщения. Значения этого поля приведены в таблице 1.

Таблица 1/X.151 – Значения типа сообщения OAM

Значение типа сообщения	Использование
0x1	Hello (использование см. в п. 8.3)
0x2	Верификация услуг (использование см. в п. 8.4)
0x3	Неблокируемый шлейф (см. п. 8.5)
0x4	Блокируемый шлейф (см. п. 8.6)
0x5	Индикация диагностики (см. п. 8.7)

7.2.2 Идентификация региона

Поле "идентификация региона" предназначено для уникальной идентификации административного региона, к которому относится данное сообщение. Это поле состоит из двух частей – 1-октетного дескриптора типа плана, показанного в таблице 2, ниже, и следующего за ним 4-октетного идентификатора региона.

Таблица 2/X.151 – План идентификации региона

Значение плана идентификации региона	Использование
0x00	Зарезервировано для будущего использования
0x01	Идентификатор, определяемый пользователем
0x02	Идентификатор OUI
0x03	Сетевой идентификатор IPv4
0x31	Идентификатор X.121
0x33	Идентификатор E.164
0xFF	Идентификатор частного региона
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Идентификаторы, определяемые пользователем, предназначены для использования оборудованием, администрируемым конечным пользователем.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Идентификаторы OUI, IPv4, X.121 и E.164 предназначены для использования поставщиками услуг.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Идентификаторы частного региона предназначены для использования по многостороннему соглашению.</p>	

Поле "идентификация региона" (объединенные значения типа плана и идентификатора региона) **должно** быть уникальным для каждой администрации по всему пути VC.

Формат 4-октетного идентификатора региона зависит от значения плана идентификации региона.

7.2.2.1 Формат идентификатора региона для плана "определяется пользователем"

План "определяется пользователем" предназначен для использования оборудованием, администрируемым потребителем. Если план идентификации региона указывает на использование идентификатора, определяемого пользователем, то формат остальных 4 октетов не подлежит стандартизации. Нулевое значение **может** быть использовано в качестве значения по умолчанию для указания наличия в VC последнего устройства, способного выполнять функции OAM.

7.2.2.2 Формат идентификатора региона для плана "OUI"

План "OUI" – один из нескольких планов, предназначенных для использования поставщиками услуг. Если план идентификации региона указывает на использование идентификатора OUI, то формат

остальных 4 октетов создается путем использования нулевого байта и следующего за ним 3-октетного OUI. Идентификаторы OUI присваиваются и администрируются IEEE.

7.2.2.3 Идентификатор региона для плана "сеть IPv4"

План "IPv4" также предназначен для использования поставщиками услуг. Если план идентификации региона указывает на использование идентификатора IPv4, то формат остальных 4 октетов представляет собой сетевую часть блока адреса IPv4 общего пользования, которой владеет поставщик услуг. Адреса IPv4 общего пользования администрируются IETF.

7.2.2.4 Формат идентификатора региона для плана "X.121"

План "X.121" также предназначен для использования поставщиками услуг. Если план идентификации региона указывает на использование идентификатора X.121, то значение остальных 4 октетов образуется следующим образом:

- берется DNIC X.121, как определено в Рекомендации МСЭ-Т X.121;
- заполняется слева нулями, по мере необходимости, до 8 октетов;
- результат кодируется в BCD 4 октетами.

7.2.2.5 Формат идентификатора региона для плана "E.164"

План "E.164" также предназначен для использования поставщиками услуг. Если план идентификации региона указывает на использование идентификатора E.164, то значение остальных 4 октетов образуется следующим образом:

- берется поле идентификации сети E.164 из идентификатора транзитной сети, как определено в Рекомендации МСЭ-Т X.76;
- заполняется слева нулями, по мере необходимости, до 8 октетов;
- результат кодируется в BCD 4 октетами.

7.2.2.6 Формат идентификатора региона для плана "частный"

Если план идентификации региона указывает на использование идентификатора частного региона, то формат остальных 4 октетов не подлежит стандартизации.

7.2.3 Поле "идентификатор местоположения отправителя"

Назначение поля "идентификатор местоположения отправителя" – уникальным образом идентифицировать отправителя сообщения ОАМ с указанным административным регионом.

Значения, используемые в поле "идентификатор местоположения отправителя", **должны** быть уникальными для каждой администрации на пути VC. Значение "все единицы" зарезервировано и **не может** быть использовано в качестве идентификатора местоположения отправителя.

Формат этого 4-октетного поля не подлежит стандартизации.

7.2.4 Поле "идентификатор местоположения получателя"

Назначение поля "идентификатор местоположения получателя" – уникальным образом идентифицировать получателя сообщения ОАМ с указанным административным регионом либо указать ширококвещательную адресацию.

Значения, используемые в поле "идентификатор местоположения получателя", **должны** быть уникальными для каждой администрации на пути VC. Значение "все единицы" используется для указания глобальной ширококвещательной передачи (все адресаты) для идентифицированной администрации.

Формат этого 4-октетного поля не подлежит стандартизации.

7.2.5 Формат поля информации ОАМ

Поля информации ОАМ – это самоидентифицирующиеся по типу длины данных логические объекты. На рисунке 7 изображен общий формат поля информации. Каждый тип поля информации определен в последующих пунктах.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип IF (примечание 1)								1
Длина (примечание 2)								2
Данные								3

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения типа поля информации определены в п. 7.2.5.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поле "длина" включает подполя типа, длины и данных.

Рисунок 7/Х.151 – Формат поля информации ОАМ

7.2.5.1 Значения поля "тип IF"

Значения поля "тип IF" поля информации ОАМ определены в таблице 3.

Таблица 3/Х.151 – Значения типа поля информации

Значение типа поля информации	Использование	Ссылки
0x01	Возможности	п. 7.3.1.1
0x02	Задержка при передаче кадров	п. 7.3.1.2
0x03	Результаты вычисления задержки при передаче кадров	п. 7.3.1.3
0x04	Синхронизация коэффициента доставки кадров	п. 7.3.1.4
0x05	Результаты вычисления коэффициента доставки кадров	п. 7.3.1.5
0x06	Синхронизация коэффициента доставки данных	п. 7.3.1.6
0x07	Результаты вычисления коэффициента доставки данных	п. 7.3.1.7
0x08	Неблокируемый шлейф	п. 7.3.1.8
0x09	Блокируемый шлейф	п. 7.3.1.9
0x0A	Индикация диагностики	п. 7.3.1.10
0xB	Полный адрес отправителя	п. 7.3.1.11
0xFE	Непрозрачность	п. 7.3.1.12
0xFF	Заполнение	п. 7.3.1.13

7.2.5.2 Длина поля информации

Поле "длина" поля информации включает поля "тип", "длина" и "данные". Значение этого поля **должно** находиться в диапазоне от 2 до 255 включительно.

7.3 Поля информации ОАМ

Сообщение ОАМ содержит одно или несколько полей информации.

7.3.1 Форматы полей информации по типам

Форматы и значения поля "данные" поля информации ОАМ зависят от типа поля информации.

7.3.1.1 Поле информации "возможности"

Поле информации "возможности" используется для объявления готовности участвовать в выполнении функций ОАМ другим устройства ОАМ в данном административном регионе. Формат этого поля показан на рисунке 8.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	0	0	0	1	
Длина								2
x	x	x	x	x	x	x	x	
Возможность № 1 (примечания 1 и 2)								3
Возможность № N								3 + N

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Поле "возможности" имеет многооктетные значения, где бит старшего порядка используется для указания расширения этой возможности (бит старшего порядка в значении 1 указывает на наличие следующего октета для этой возможности); эти значения определены в таблице 4.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Возможности IF должны включать возможность сообщения Hello. Все другие возможности факультативные.

Рисунок 8/X.151 – Формат поля информации "возможности"

Таблица 4/X.151 – Значения типов поля информации "возможности"

Значение поля "возможность"	Длина	Использование
0x01 (см. рисунок 9)	5-октетная	Сообщение Hello (примечание 1)
0x02	1-октетная	Поддерживает задержку при передаче кадров
0x03 (см. рисунок 9)	5-октетная	Поддерживает коэффициент доставки кадров
0x04 (см. рисунок 9)	5-октетная	Поддерживает коэффициент доставки данных
0x05	1-октетная	Поддерживает блокируемый шлейф
0x06	1-октетная	Поддерживает неблокируемый шлейф

Однооктетные возможности сформатированы с использованием 8-битовых значений возможностей из таблицы 4.

Возможности "сообщение Hello", "коэффициент доставки кадров" и "коэффициент доставки данных" используют многооктетный формат, который обеспечивает максимальные по времени значения возможностей. Формат этих возможностей приведен на рисунке 9.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
EA	Тип возможности							1
1	x	x	x	x	x	x	x	
EA	Значение возможности (биты старшего порядка)							2
1	x	x	x	x	x	x	x	
EA	Значение возможности (биты среднего-ст. порядка)							3
1	x	x	x	x	x	x	x	
EA	Значение возможности (биты среднего-мл. порядка)							4
1	x	x	x	x	x	x	x	
EA	Значение возможности (биты младшего порядка)							5
0	x	x	x	x	x	x	x	

Рисунок 9/X.151 – Формат многооктетных возможностей

7.3.1.1.1 Возможность "сообщение Hello"

Возможность "сообщение Hello" использует расширенный 5-октетный формат, поддерживающий 28-битовое значение. Это значение указывает время (в миллисекундах), которое передающий FROMP объявляет как рекомендуемое значение времени истечения тайм-аута `TIMER_HELLO_RX`.

7.3.1.1.2 Возможность "поддержка FDR"

Возможность "поддержка FDR" использует расширенный 5-октетный формат, поддерживающий 28-битовое значение. Это значение в миллисекундах представляет максимальное количество времени, которое может истечь до того, как может заикнуться любой из передающих счетчиков FROMP FDR (либо Tx, либо Rx счетчик).

7.3.1.1.3 Возможность "поддержка DDR"

Возможность "поддержка DDR" использует расширенный 5-октетный формат, поддерживающий 28-битовое значение. Это значение в миллисекундах представляет максимальное количество времени, которое может истечь до того, как может заикнуться любой из передающих счетчиков FROMP DDR (либо Tx, либо Rx счетчик).

7.3.1.2 Поле информации "задержка при передаче кадров"

Поле информации "задержка при передаче кадров" используется для измерения задержки при передаче кадров (FTD). Формат этого поля информации показан на рисунке 10.

8	7	6	5	4	3	2	1	Октет
Тип								
0	0	0	0	0	0	1	0	1
Длина								
0	0	0	0	x	1	1	0	2
Отметка времени инициатора TX (примечание 1)								3
Отметка времени получателя RX (примечание 2)								7
Отметка времени получателя TX (примечание 2)								11

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Поля "отметка времени" должны иметь длину 4 октета и выражаться в миллисекундах. Предполагается, что это значение имеет только локальную значимость.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эти поля присутствуют только в ответе на сообщение FTD. Длина поля информации (1110 или 0110) используется для того, чтобы различать запрос и ответ.

Рисунок 10/X.151 – Формат поля информации "задержка при передаче кадров"

7.3.1.3 Поле информации "результаты вычисления задержки при передаче кадров"

Поле информации "результаты вычисления задержки при передаче кадров" используется для выдачи результата измерения круговой задержки FTD. Формат этого поля информации показан на рисунке 11.

8	7	6	5	4	3	2	1	Октет
Тип								
0	0	0	0	0	0	1	1	1
Длина								
0	0	0	0	0	1	1	0	2
Вычисленный результат (примечание)								3

ПРИМЕЧАНИЕ. – Вычисленный результат представляет собой 4-октетное значение в миллисекундах, отражающее ОДНОНАПРАВЛЕННУЮ FTD, которое определяется путем деления на 2 результатов проверочного измерения длительности круговой задержки, проведенного отправителем данного сообщения.

Рисунок 11/X.151 – Формат поля информации "результаты вычисления задержки при передаче кадров"

7.3.1.4 Поле информации "синхронизация коэффициента доставки кадров"

Поле информации "синхронизация коэффициента доставки кадров" используется для определения коэффициента доставки кадров (FDR). Формат этого поля информации показан на рисунке 12.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	0	1	0	0	
Длина								2
0	0	0	0	1	1	1	0	
<i>FramesOffered_{Committed}</i>								3
<i>FramesOffered_{Excess}</i> (см. примечание 1)								7
Время VC (см. примечание 2)								11

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Не включая кадры в CIR или в превышение CIR + избыточная группа кадров.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – 4-октетное значение, указывающее приблизительное смещение времени (в мс) относительно счетчиков. Это значение должно возрастать при последовательных опросах. Устанавливается в значение "нуль" инициатором для указания условия повторного пуска. См. п. 8.4.4.

Рисунок 12/X.151 – Формат поля информации "синхронизация коэффициента доставки кадров"

7.3.1.5 Поле информации "результаты вычисления коэффициента доставки кадров"

Поле информации "результаты вычисления коэффициента доставки кадров" используется для выдачи результатов измерения FDR. Формат этого поля информации показан на рисунке 13.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	0	1	0	1	
Длина								2
0	0	0	1	0	0	1	0	
$\Delta FramesDelivered_{Committed}$ (примечание 1)								3
$\Delta FramesDelivered_{Excess}$ (примечания 1 и 2)								7
$\Delta FramesLost_{Committed}$ (примечание 1)								11
$\Delta FramesLost_{Excess}$ (примечания 1 и 2)								15

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Каждое из этих полей 4-октетное. Они используются для доставки в обратном направлении результатов измерения доставленных кадров.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Не включая кадры в CIR или в превышение CIR + избыточный пакет.

Рисунок 13/X.151 – Формат поля информации "результаты вычисления коэффициента доставки кадров"

7.3.1.6 Поле информации "синхронизация коэффициента доставки данных"

Поле информации "синхронизация коэффициента доставки данных" используется для определения коэффициента доставки данных (DDR). Формат этого поля информации показан на рисунке 14.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	0	1	1	0	
Длина								2
0	0	0	0	1	1	1	0	
<i>DataOffered_{Committed}</i>								3
<i>DataOffered_{Excess}</i> (примечание 1)								7
Время VC (примечание 2)								11

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Не включая кадры в CIR или в превышение CIR + избыточный пакет.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – 4-октетное значение, указывающее приблизительное смещение времени (в мс) относительно счетчиков. Это значение должно возрастать при последовательных опросах. Устанавливается в значение "нуль" инициатором для указания условия повторного пуска. См. п. 8.4.5.

Рисунок 14/X.151 – Формат поля информации "синхронизация коэффициента доставки данных"

7.3.1.7 Поле информации "результаты вычисления коэффициента доставки данных"

Поле информации "результаты вычисления коэффициента доставки данных" используется для выдачи результатов измерения DDR. Формат этого поля информации показан на рисунке 15.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	0	1	1	1	
Длина								2
0	0	0	1	0	0	1	0	
$\Delta DataDelivered_{Committed}$ (примечание 1)								3
$\Delta DataDelivered_{Excess}$ (примечания 1 и 2)								7
$\Delta DataLost_{Committed}$ (примечание 1)								11
$\Delta DataLost_{Excess}$ (примечания 1 и 2)								15

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Каждое из этих полей 4-октетное. Они используются для доставки в обратном направлении результатов измерения доставленных кадров.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Не включая кадры в CIR или в превышение CIR + избыточный пакет.

Рисунок 15/X.151 – Формат поля информации "результаты вычисления коэффициента доставки данных"

7.3.1.8 Поле информации "неблокируемый шлейф"

Поле информации "неблокируемый шлейф" используется для выполнения эксплуатационных диагностических функций с минимальным вмешательством. Формат этого поля информации показан на рисунке 16.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	1	0	0	0	
Длина								2
x	x	x	x	x	x	x	x	
Код неблокируемого шлейфа (примечание 1)								3
Факультативные данные (примечание 2)								5

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения кода неблокируемого шлейфа определены в таблице 5.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Длина этого поля может быть определена на основе длины IF.

Факультативные данные **могут** присутствовать, и их содержимое не подлежит стандартизации.

Рисунок 16/X.151 – Формат поля информации "неблокируемый шлейф"

Таблица 5/X.151 – Значения кода неблокируемого шлейфа

Значение команды	Использование
0x01	Запросный кадр "неблокируемый шлейф"
0x02	Ответный кадр "неблокируемый шлейф"

7.3.1.9 Поле информации "блокируемый шлейф"

Поле информации "блокируемый шлейф" используется для выполнения услуги, влияющей на эксплуатационные диагностические действия. Формат этого поля информации показан на рисунке 17.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	1	0	0	1	
Длина								2
0	0	0	0	0	0	1	1	
Код блокируемого шлейфа (примечание)								3

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Однооктетное значение. Кодовые значения блокируемого шлейфа определены в таблице 6.

Рисунок 17/X.151 – Формат поля информации "блокируемый шлейф"

Таблица 6/X.151 – Кодовые значения блокируемого шлейфа

Значение команды	Использование
0x01	Запрос активизации блокируемого шлейфа
0x02	Запрос деактивизации блокируемого шлейфа
0xFF	Блокируемый шлейф отклонен

7.3.1.10 Поле информации "индикация диагностики"

Поле информации "индикация диагностики" используется для переноса эксплуатационной информации другим устройствам ОАМ. Формат этого поля информации показан на рисунке 18.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	1	0	1	0	
Длина								2
x	x	x	x	x	x	x	x	
Тип события (примечание 1)								3
Место события (примечание 2)								

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – См. таблицу 7.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Длина и содержимое этого поля не подлежат стандартизации.

Рисунок 18/X.151 – Формат поля информации "индикация диагностики"

Таблица 7/X.151 – Типы событий для индикации диагностики

Значение типа события	Использование
0x00	Блокируемый шлейф VC активизирован
0x01	Блокируемый шлейф VC деактивизирован
0x02	Физический уровень отключен
0x03	Физический уровень подключен

7.3.1.11 Поле информации "полный адрес отправителя"

Поле информации "полный адрес отправителя" **может** быть использовано устройством ОАМ для объявления более полной идентификации устройства. Оно предназначено для использования управлением более высокого уровня. Формат этого поля информации показан на рисунке 19.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
0	0	0	0	1	0	1	1	
Длина								2
x	x	x	x	x	x	x	x	
Тип адреса (примечание)								3
Адресная информация								

ПРИМЕЧАНИЕ. – Значения типа адреса приведены в таблице 8.

Рисунок 19/X.151 – Поле информации "полный адрес отправителя"

Таблица 8/X.151 – Значения типа адреса

Значение типа адреса	Использование
0x01	Открытый текст (строка с нулевым окончанием)
0xCC	Адрес Ipv4 (4-октетный)
0xFD	AESA, идентифицированный по Рек. МСЭ-Т X.36
0xFE	Адрес E.164 согласно Рек. МСЭ-Т X.36
0xFF	Адрес X.121 согласно Рек. МСЭ-Т X.36

7.3.1.12 Поле информации "непрозрачность"

Поле информации "непрозрачность" обеспечивает возможность зависящих от поставщика расширений протокола OAM. Реализация, получающая поле информации "непрозрачность", **может** по своему выбору обработать или проигнорировать это поле информации, основываясь на уникальном идентификаторе организации (OUI), содержащемся в данном поле. Поле информации OUI **может** повторяться в сообщении OAM. Формат этого поля информации показан на рисунке 20.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
1	1	1	1	1	1	1	0	
Длина								2
x	x	x	x	x	x	x	x	
Уникальный идентификатор организации (OUI) (примечание 1)								3
Субкод (примечание 2)								6
Зависящие от поставщика данные (примечание 3)								7

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – OUI присваиваются Институтом IEEE. Бит 8 – это старший бит.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Содержимое поля "субкод" не подлежит стандартизации.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Длина и содержимое поля "зависящие от поставщика данные" не подлежат стандартизации.

Рисунок 20/X.151 – Формат поля информации "непрозрачность"

7.3.1.13 Поле информации "заполнение"

Поле информации "заполнение" **может** быть использовано для создания сообщения OAM конкретной длины. Поле информации "заполнение" при необходимости **может** быть повторено в сообщении OAM. Формат этого поля информации показан на рисунке 21.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Тип								1
1	1	1	1	1	1	1	1	
Длина (примечание 1)								2
x	x	x	x	x	x	x	x	
Заполнение (примечание 2)								3

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Длина может иметь значения от 2 до 255.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Содержимое поля "заполнение" не подлежит стандартизации.

Рисунок 21/X.151 – Формат поля информации "заполнение"

8 Процедуры ОАМ

В данном разделе описывается набор правил обработки сообщений ОАМ, которые используют форматы, определенные в разделе 7.

В п. 8.1 описываются правила кодирования и декодирования сообщений.

В п. 8.2 изложены общие правила обработки сообщений ОАМ.

Процедуры распознавания одноранговых FROMP и возможности объявлений с использованием сообщения Hello приведены в п. 8.3.

Процедуры измерений на уровне услуг с использованием сообщения "верификация услуг" подробно изложены в п. 8.4.

Процедуры передачи сообщений неблокирующего и блокирующего шлейфов приведены в пп. 8.5 и 8.6.

Процедуры передачи сообщений индикации диагностики приведены в п. 8.7.

8.1 Правила кодирования/декодирования сообщений

Реализации настоящей Рекомендации **должны** выполнять декодирование сообщений, описанных в разделе 7, руководствуясь следующими общими правилами:

- В случае неточностей в заголовке сообщения, таких как неправильно сформированный адрес или неизвестный тип сообщения, все сообщение **следует** аннулировать.
- Неправильно сформированное поле информации **следует** проигнорировать наряду с остальной частью сообщения, а оставшуюся часть сообщения обработать. Примером может служить поле информации длиной "нуль" или "единица".
- Правильно сформированное, но неизвестное поле информации **следует** проигнорировать, а остальную часть сообщения обработать.
- Правильно сформированное поле информации с неожиданной длиной **следует** проигнорировать, а остальную часть сообщения обработать.
- Если последнее поле информации не полное, это поле **следует** проигнорировать, однако остальная часть сообщения **может** быть обработана.

Сообщения ОАМ, проходящие через FROMP, не подвергаются декодированию поля информации, и их **следует** продвигать в неизменном виде.

8.1.1 Порядок передачи

В настоящей Рекомендации предполагается, что многобайтные значения **должны** передаваться начиная со старшего байта (MSB) и заканчивая младшим байтом (LSB).

При указании битов в форматах бит 8 является старшим битом.

8.1.2 Последовательность полей информации

Поля информации в сообщении ОАМ **должны** быть представлены в убывающем порядке значений типов полей информации. Например, поле информации "возможности", если оно присутствует, **должно** быть первым полем информации в сообщении. Точно так же поле информации "заполнение", если оно присутствует, **должно** быть последним элементом. В сообщении ОАМ допускается повторение только полей "непрозрачность" и "заполнение".

8.1.3 Использование полей информации

Каждое сообщение ОАМ **должно** содержать по меньшей мере одно поле информации. Максимальное количество полей информации ограничивается размером MTU.

Поля информации включаются в сообщения OAM в зависимости от типа сообщения, указываемого в заголовке OAM. В таблице 9 определены поля информации, которые **могут** входить в сообщения любого типа. Поля, помеченные Н/П, могут не использоваться в сообщении указанного типа. Сообщение, содержащее поле информации неизвестного типа или поле информации, которое не разрешено для указанного типа сообщения, игнорируется, не влияя на обработку последующих полей информации.

Таблица 9/X.151 – Поля информации по типам сообщений

Значение типа IF	Использование	Сообщение Hello	Сообщение "верификация услуги"	Сообщение "блокируемый шлейф"	Сообщение "неблокируемый шлейф"	Сообщение "индикация диагностики"
0x01	Возможности	Обязательно	Н/П	Н/П	Н/П	Н/П
0x02	Задержка при передаче кадров	Н/П	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П
0x03	Результаты вычисления задержки при передаче кадров	Н/П	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П
0x04	Синхронизация коэффициента доставки кадров	Н/П	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П
0x05	Результаты вычисления коэффициента доставки кадров	Н/П	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П
0x06	Синхронизация коэффициента доставки данных	Н/П	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П
0x07	Результаты вычисления коэффициента доставки данных	Н/П	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П
0x08	Неблокируемый шлейф	Н/П	Н/П	Н/П	Обязательно	Н/П
0x09	Блокируемый шлейф	Н/П	Н/П	Обязательно	Н/П	Н/П
0x0A	Индикация диагностики	Н/П	Н/П	Н/П	Н/П	Обязательно
0x0B	Полный адрес отправителя	Факультативно	Н/П	Н/П	Н/П	Н/П
0xFE	Непрозрачность	Факультативно	Факультативно	Факультативно	Факультативно	Факультативно
0xFF	Заполнение	Факультативно	Факультативно	Факультативно	Факультативно	Факультативно

8.1.4 Счетчики и циклическое обращение счетчиков

Эти процедуры поддерживают использование счетчиков различной фиксированной длины, которые могут закидываться (проходить через нулевое значение). Реализации этих процедур **должны** обеспечивать нормальное циклическое обращение счетчиков. Вычисления, в которых используются значения этих счетчиков, должны учитывать их максимальные значения, а при получении меньшего значения в последующем сообщении предполагать, что счетчик сделал один оборот.

8.2 Общая обработка сообщений

В данном пункте изложены общие правила передачи, приема и продвижения сообщений OAM.

8.2.1 Передача сообщений

FROMP, генерирующий сообщения OAM, **должен** всегда обеспечивать в заголовке сообщения OAM правильные данные идентификации региона, идентификаторов местоположения отправителя и получателя.

Идентификатор региона **должен** уникальным образом идентифицировать все администрации на виртуальном канале. Поставщикам услуг **следует** использовать их сетевые идентификаторы X.121 или E.164. Идентификатор региона **должен** указывать один из регионов, членом которого является передающее устройство OAM. Сообщения OAM **не должны** использовать план идентификации региона "широковещательная передача всем регионам".

Идентификатор местоположения отправителя **должен** быть уникальным в данном регионе на данном VC. **Следует** применять один и тот же идентификатор местоположения отправителя, используемый FROMP, на заданном VC для всех регионов.

Идентификатор местоположения получателя может быть либо глобальным идентификатором получателя (см. п. 7.2.4), либо идентификатором местоположения отправителя, полученным в сообщении Hello из другого устройства (см. п. 8.3). Глобальный адрес получателя используется только для сообщений типа Hello.

8.2.2 Прием и продвижение сообщений

Сообщения OAM, поступающие на интерфейс FROMP, могут быть аннулированы, обработаны и/или продвинуты дальше согласно правилам этого пункта. На рисунке I.1 приведена примерная блок-схема, отображающая приемлемую для использования логику принятия решений.

FROMP **должен** отличать поступающие сообщения с идентификатором региона, членом которого он является, от сообщений из других регионов. Эти сообщения будут рассматриваться как сообщения "из того же региона" и сообщения "из других регионов", соответственно.

8.2.2.1 Поступление сообщения OAM из другого региона

FROMP должен продвигать дальше (если позволяют локальные условия) любые сообщения, которые не совпадают с идентификацией его региона.

8.2.2.2 Поступление сообщения OAM из того же региона

Сообщения, поступающие на интерфейс FROMP, которые соответствуют идентификатору его региона, обрабатываются в соответствии с правилами, содержащимися в данном подразделе. В некоторых случаях сообщения рассматриваются по-разному в зависимости от того, завершает ли данный FROMP административный регион, относящийся к этому сообщению.

8.2.2.2.1 Обнаружение дублированного идентификатора местоположения

В любом FROMP сообщение, содержащее идентификаторы региона и местоположения отправителя, совпадающие с идентификаторами принимающего объекта, должно быть аннулировано. FROMP, обнаруживший такую ситуацию, должен сообщить уровню управления сетью о наличии конфликта.

8.2.2.2.2 Поступление в неграничное устройство

FROMP, который не находится на границе региона, **должен**:

- принять для последующей обработки и не продвигать далее сообщения с идентификатором того же региона и совпадающим идентификатором местоположения получателя;
- принять для последующей обработки и продвинуть (при перегрузке) сообщения с идентификатором того же региона и идентификатором получателя ширококвещательной передачи;
- продвинуть далее (при перегрузке) без принятия для последующей обработки сообщения с идентификатором того же региона и идентификатором местоположения получателя, который не совпадает с идентификатором ширококвещательной передачи и не является им.

8.2.2.2.3 Поступление в граничное устройство

FROMP, который находится на границе региона, **должен**:

- аннулировать без обработки или дальнейшего продвижения все сообщения с одним и тем же идентификатором региона, которые поступают на интерфейс, находящийся за пределами границы региона. Например, на рисунке 3 для устройства в пункте В₁ сообщения, поступающие от пункта А₁, аннулируются, если идентифицирован регион В. FROMP **может** послать уровню управления сетью устройства сообщение о наличии конфликта;
- принять для последующей обработки и не продвигать далее сообщения с одним и тем же идентификатором региона и с совпадающими идентификаторами местоположения получателя либо с идентификатором местоположения получателя ширококвещательной передачи, поступающие на интерфейс, который находится в пределах границ региона;
- аннулировать без обработки или дальнейшего продвижения все сообщения с одним и тем же идентификатором региона и с идентификатором получателя, не совпадающим с идентификатором ширококвещательной передачи или не являющимся им, которые поступают на интерфейс, находящийся в пределах границ региона.

8.2.3 Тайм-ауты

В рассматриваемых процедурах определен ряд тайм-аутов. Эти тайм-ауты в некоторых случаях используются на каждый регион/интерфейс, а в других случаях – на пару регионов/интерфейсов. Эти тайм-ауты, их диапазоны и значения по умолчанию приведены в таблице 10.

Таблица 10/X.151 – Тайм-ауты ОАМ

Наименование	Назначение	Диапазон	Значение по умолчанию
TIMER_HELLO_TX	Передача сообщения Hello (опознавание)	15–3600 секунд	900 секунд
TIMER_HELLO_RX	Обнаружение потери однорангового объекта (опознавание)	60–14400 секунд	3200 секунд
TIMER_SLV	Инициирование измерения(й) SLV	15–3600 секунд	900 секунд

8.3 Обработка сообщения Hello (опознавание устройства)

Одноранговые FROMP опознаются при получении сообщения Hello по соединению ретрансляции кадров из другого устройства ОАМ того же административного региона. Сообщение Hello содержит информацию относительно возможностей однорангового FROMP и передается периодически на основе тайм-аута TIMER_HELLO_TX.

Если FROMP расположен в середине административного региона (а не в граничном устройстве), передаются два сообщения Hello; по одному сообщению в направлении каждого оконечного пункта VC. Если FROMP находится на административной границе, то сообщения Hello будут передаваться только на интерфейс в пределах региона. Каждое сообщение Hello относится к одному региону, закодированному в поле "идентификация региона" заголовка сообщения. Если FROMP поддерживает несколько регионов (например C_1/F_1 на рисунке 22), то для каждого региона **должно** вырабатываться отдельное сообщение. Устройство **может** объявлять о различных возможностях, установленных для каждого региона.

Процедура опознавания обеспечивает следующие функции:

- логическая увязка FROMP с одним или несколькими административными регионами;
- логическая увязка FROMP с конкретным идентификатором местоположения для административного региона;
- объявление о возможностях ОАМ, поддерживаемых устройством; и
- поддержка расширений поставщика посредством поля "непрозрачность".

На рисунке 22 показана передача сообщения Hello из ряда гипотетических FROMP, расположенных на пути одного виртуального соединения.

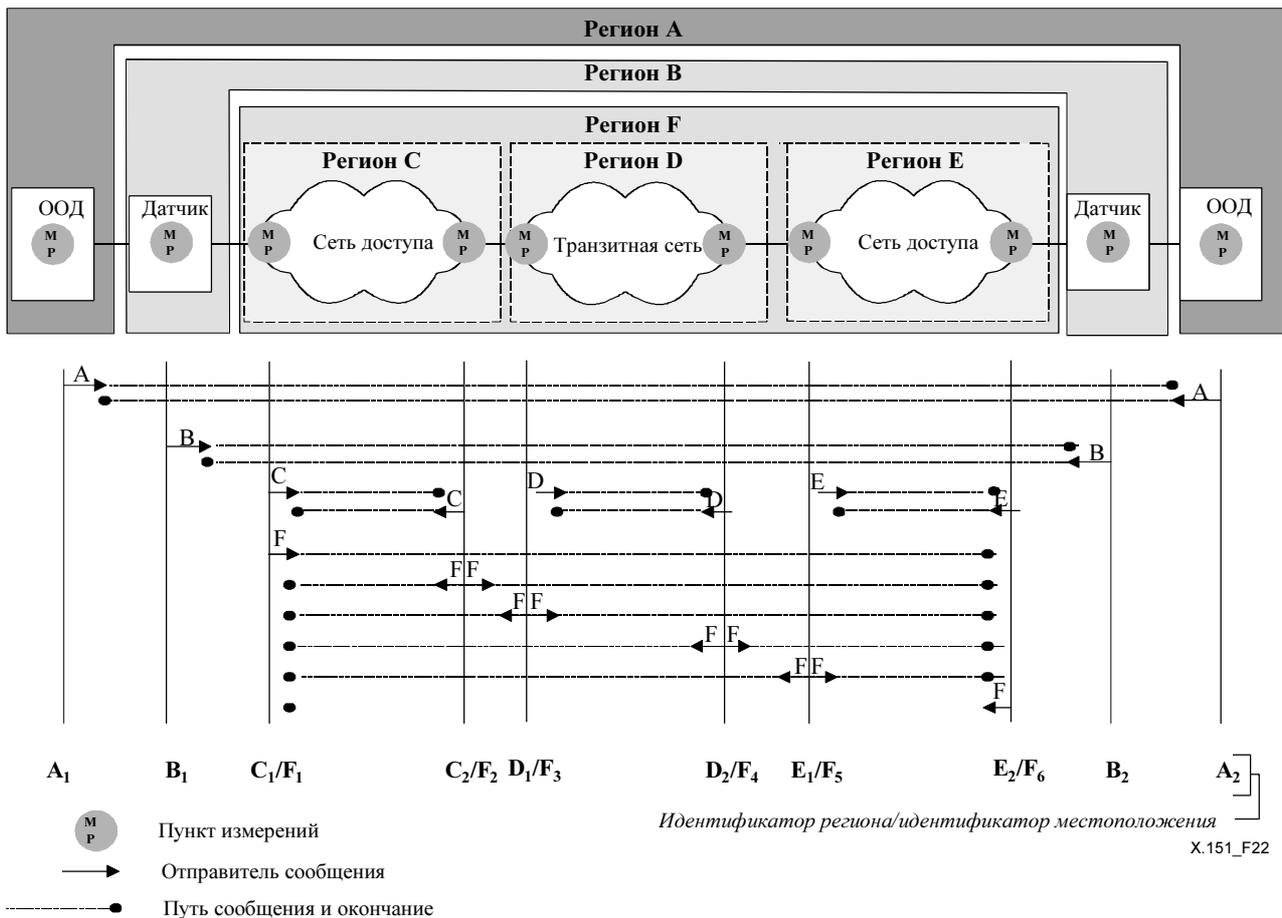


Рисунок 22/X.151 – Пример передачи сообщений Hello по VC с несколькими административными регионами

В Добавлении II.1 приведен пример потоков сообщений Hello между двумя одноранговыми FROMP в одном и том же регионе.

8.3.1 Передача сообщения Hello

Описываемые ниже процедуры применимы для каждого виртуального канала каждого региона, в котором участвует данный FROMP. В реализациях рекомендуется использовать методы, предотвращающие передачу пакетов сообщений Hello.

8.3.1.1 Инициализация соединения

После установления соединения FROMP **может** инициировать процесс опознавания. В случае использования PVC об установлении соединения указывается, когда сообщения о состоянии сигнализации согласно Рекомендации Q.933 уведомляют, что виртуальное соединение является "активным". Если FROMP расположен на интерфейсе "сеть-сеть", то обе сети должны уведомлять об "активности" установленного виртуального соединения. В случае использования SVC об установлении соединения указывается при получении сообщения CONNECT (соединение) согласно Рекомендации Q.933.

После инициализации процесса опознавания FROMP передает сообщение Hello. Это сообщение **должно** передаваться с идентификатором местоположения получателя при глобальной адресации. FROMP, расположенный на границе региона сети, **может не** передавать сообщение Hello по сегменту соединения, которое не является частью региона. Например, пункт D₂ на рисунке 22 передает сообщение Hello для региона D в направлении пункта D₁, но никогда не передает его в направлении пункта E₁.

Возможности, объявляемые в поле информации "возможности", **должны** оставаться доступными в течение времени существования соединения ретрансляции кадров. В последующих сообщениях Hello **могут** быть переданы дополнительные возможности (обусловленные, например, изменениями, инициированными операциями управления более высокого уровня). Будучи добавлены, эти новые возможности **должны** оставаться доступными в течение времени существования соединения ретрансляции кадров. В случае многооктетных временных интервалов, объявляемых в поле информации "возможности", временной интервал **не может** быть изменен в последующих сообщениях Hello.

8.3.1.2 Интервал периодической передачи

Все FROMP **должны** периодически передавать сообщение Hello. После передачи сообщения Hello для какого-либо региона, расположенного на интерфейсе, устройство **должно** начать отсчет тайм-аута TIMER_HELLO_TX.

Передача сообщения Hello **может** быть задержана, если соединение звена данных неработоспособно. Примерами причин задержки служат:

- неисправность механизма верификации целостности звена;
- сброс бита "активно";
- установка бита "удалить";
- отсутствие информационного элемента "соединение звена данных".

Передачу сообщения Hello **следует** возобновлять после инициализации соединения, как описано в п. 8.3.1.1.

8.3.2 Обработка полученного сообщения Hello

Полученное сообщение Hello необходимо сравнить с ранее зарегистрированными сообщениями Hello, поступившими от того же однорангового устройства по данному VC. Тайм-аут TIMER_HELLO_RX переустанавливается для данного однорангового устройства. Одноранговое устройство устанавливает рекомендуемое значение для данного тайм-аута в возможности "поддержка сообщения Hello".

8.3.2.1 Опознавание нового однорангового устройства

Получение действительного сообщения Hello от нового однорангового устройства позволяет данному устройству передавать сообщения OAM других типов, отличных от сообщения Hello, в направлении этого нового однорангового устройства. Возможности, перечисляемые в указанном сообщении Hello, должны поддерживаться и восприниматься. Связь OAM с этим одноранговым устройством **может** быть инициирована сразу же после получения от него одного сообщения Hello.

8.3.2.2 Ранее зарегистрированное одноранговое устройство

По получении действительного сообщения Hello от зарегистрированного однорангового устройства **следует** проанализировать содержимое поля информации "возможности" на наличие новых и/или усовершенствованных возможностей.

8.3.3 Истечение тайм-аута TIMER_HELLO_RX

Рекомендуется использовать алгоритм тайм-аута для обнаружения того факта, что устройство OAM больше не объявляет о своем наличии и готовности участвовать в OAM с сообщением Hello. Кроме того, предполагается, что такой алгоритм позволит использовать реализации, которые используют сменные логические схемы для установки своих значений тайм-аута TIMER_HELLO_TX.

По обнаружении условия истечения тайм-аута **следует** приостановить выполнение процедур по инициализации измерений результатов верификации на уровне услуг.

8.4 Обработка сообщения верификации на уровне услуг

Верификация на уровне услуг и измерение качества услуг, ориентированное на сегменты, осуществляются путем использования сообщения "верификация услуг". В большинстве случаев для измерения требуется обмен несколькими сообщениями между двумя одноранговыми устройствами

ОАМ. В некоторых случаях эти измерения определяют параметр услуг в одном направлении, и **может** потребоваться отдельное независимое измерение в обратном направлении.

Сообщение "верификация услуг" поддерживает измерения трех параметров услуг:

- задержка при передаче кадров;
- коэффициент доставки кадров;
- коэффициент доставки данных.

Эти три измерения реализуются с независимыми полями информации. Эти измерения не зависят друг от друга, хотя во многих случаях их результаты объединяются в одном сообщении.

В пп. II.2 и II.3 в Добавлении II приведен пример потоков сообщений для FTD и FDR/DDR.

8.4.1 Передача сообщения "верификация услуг"

Сообщение "верификация услуг" **должно** передаваться только с использованием конкретного (не широкоэвещательного) адреса получателя. FROMP должен получить по меньшей мере одно сообщение Hello от однорангового объекта, прежде чем передать ему сообщение "верификация услуг".

8.4.1.1 Интервал периодической передачи для инициализации измерений

При каждом виде измерения услуг **можно** использовать независимый тайм-аут (обозначаемый TIMER_SLV_*) либо совместно использовать один тайм-аут (обозначаемый TIMER_SLV). По истечении любого TIMER_SLV FROMP **может** передать сообщение "верификация услуг".

Значение любого TIMER_SLV не подлежит стандартизации. При установлении своего тайм-аута TIMER_SLV FROMP **должен** принять во внимание полученный от однорангового устройства максимальный интервал. Рекомендуемое значение по умолчанию интервала для TIMER_SLV равно 900 секундам.

8.4.2 Обработка полученного сообщения "верификация услуг"

Обработка полученного сообщения полностью зависит от имеющихся полей информации. Наличие этих полей информации указывает, какая функция (функции) должна выполняться. В пп. 8.4.3, 8.4.4 и 8.4.5 описаны процедуры на основе выполняемых функций.

8.4.3 Процедуры измерения задержек

При этой процедуре измеряется задержка в прямом и обратном направлениях. Результат этого измерения делится на 2 для получения измерения однонаправленной FTD.

Измерение задержки при передаче кадров требует двунаправленного обмена между FROMP-инициатором и FROMP-получателем. Инициатор начинает измерение передачей сообщения с полем информации (IF) "задержка при передаче кадров"; получатель возвращает это сообщение после ввода в него дополнительных отметок времени. Факультативно инициатор **может** затем доставить копию результатов обратно получателю, используя поле информации "результаты вычисления задержки при передаче кадров".

При этой процедуре используется IF "задержка при передаче кадров", IF "результаты вычисления задержки при передаче кадров" и IF "заполнение". Пример потоков сообщений между инициатором и получателем показан на рисунке II.2.

8.4.3.1 Инициализация задержки

При инициализации измерения задержки устройство-инициатор передает IF "задержка при передаче кадров", используя короткий формат (6 октетов). Инициатор **должен** ввести в отметку времени инициатора Tx значение, представляющее время, когда открывающий кадр бит начинает передачу.

8.4.3.2 Круговая задержка

По получении IF "задержка при передаче кадров" короткого формата устройство-получатель в ответ выдает инициатору IF "задержка при передаче кадров" длинного формата (12 октетов). Отвечающее устройство **должно** скопировать отметку времени инициатора Tx, ввести в отметку времени Rx ответчика значение, представляющее время поступления закрывающего кадр бита, и ввести в

отметку времени Tx ответчика значение, представляющее время, когда открывающий кадр бит начинает передачу. Этот ответ **должен** быть передан в сообщении OAM, заполненном до той же длины, что и принятое сообщение. Для этой цели должно использоваться имеющееся поле информации "заполнение".

8.4.3.3 Измерение задержки

По получении IF "задержка при передаче кадров" длинного формата устройство-инициатор **должно** зарегистрировать отметку времени в значении, представляющем время поступления закрывающего кадр бита. Вычисление FTD выполняется с использованием следующего уравнения:

$$FTD = ((\text{Инициатор_Rx} - \text{Инициатор_Tx}) - (\text{Ответчик_Tx} - \text{Ответчик_Rx}))/2$$

8.4.3.4 Доставка результатов вычисления задержки

В зависимости от технического обеспечения устройство-инициатор может передать вычисленные результаты однонаправленной FTD устройству-получателю, используя IF "результаты вычисления задержки при передаче кадров". Такая передача **может** быть выполнена немедленно или задержана для включения в следующий интервал измерений.

8.4.3.5 Обработка ошибок

Потерянное или искаженное сообщение запроса или ответа FTD может привести к пропущенному периоду измерения. Реализации **могут** факультативно установить тайм-аут и осуществить повторную передачу для восстановления периода.

8.4.3.6 Процедуры оценки фазового дрожания при задержке кадров

В п. 5.2/X.144 фазовое дрожание при задержке кадров (FDJ) определяется как максимальная задержка при передаче кадров (FTD_{max}) минус минимальная задержка при передаче кадров (FTD_{min}) в том или ином интервале измерений, состоящем из статистически значимого числа измерений задержки (N).

$$FDJ = FTD_{max} - FTD_{min},$$

где:

FTD_{max} – максимальная зарегистрированная FTD в интервале измерений, состоящем из N измерений задержки;

FTD_{min} – минимальная зарегистрированная FTD в интервале измерений, состоящем из N измерений задержки;

N – число выполненных измерений FTD для получения статистически значимого представления рабочих характеристик FTD. N должно иметь значение не менее 1000 (см. примечание).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Это число, отражающее 1000 наблюдений, будет гарантировать, что 99,5 процентиля задержек наблюдается в течение по меньшей мере 99% времени. Предложенный интервал измерений составляет пять (5) минут. Желательно, чтобы наблюдения были распределены равномерно по всему интервалу измерений.

Соответственно действующая оценка FDJ может быть получена на основе статистического анализа собранных значений статистически значимого числа измерений задержек при передаче.

8.4.4 Процедуры измерения коэффициента доставки кадров

При этой процедуре осуществляется однонаправленное измерение коэффициента доставки от инициатора к получателю. Это измерение удовлетворяет требованиям к вычислению FDR, FDRc и FDRc.

Полное измерение коэффициента доставки кадров требует осуществления нескольких обменов между инициатором и получателем. Для начала сеанса измерений необходимо, чтобы инициатор передал индикацию синхронизации. После этого инициатор **может** проводить измерения, передавая получателю второе сообщение с IF "синхронизация FDR". При этом происходит однонаправленное измерение параметра. Получатель **может** передать копию полученных результатов обратно инициатору, используя поле информации "результаты доставки кадров". Независимый сеанс измерений **может** быть проведен также в обратном направлении.

В этой процедуре используется IF "синхронизация коэффициента доставки кадров" и IF "результаты доставки кадров". Пример потоков сообщений между устройством-инициатором и устройством-получателем показан на рисунке П.3. Пример метода выполнения этого измерения приведен в Добавлении III.

8.4.4.1 Инициализация измерения коэффициента доставки кадров

IF "синхронизация коэффициента доставки кадров" используется для инициализации (или повторной инициализации) сеанса измерений FDR.

Инициатор этого сообщения должен установить время VC (в миллисекундах) для того, чтобы получатель смог интерпретировать данное сообщение как индикацию (повторной) инициализации. Для индикации инициализации или повторной инициализации используется время VC в значении "нуль".

Инициатор этого сообщения должен также установить текущие значения счетчиков для данного VC ($FramesOffered_{Committed}$ и $FramesOffered_{Excess}$) (*ПредложенныеКадры_{Согласованный}* и *ПредложенныеКадры_{Избыточный}*) до передачи указанного сообщения. В эти подсчеты кадров **должны** быть включены сообщения ОАМ.

При получении IF "синхронизация коэффициента доставки кадров" с временем VC, установленным в значение "нуль", или с меньшим значением, чем полученное ранее (с учетом нормального циклического обращения счетчика), получатель должен завершить любой предыдущий сеанс и начать новый сеанс. FROMP, получивший данное поле информации (независимо от указанного времени VC), **должен** зарегистрировать подсчеты полученных кадров, представленные счетчиками для данного VC ($FramesReceived_{Committed}$ и $FramesReceived_{Excess}$) (*ПолученныеКадры_{Согласованный}* и *ПолученныеКадры_{Избыточный}*), поскольку они предшествовали получению данного кадра.

8.4.4.2 Измерение коэффициента доставки кадров

IF "синхронизация коэффициента доставки кадров" используется также для выполнения однонаправленного измерения отношения числа доставленных кадров к числу предложенных кадров. Устройство – инициатор этого сообщения должно установить текущие значения счетчиков для данного VC ($FramesOffered_{Committed}$ и $FramesOffered_{Excess}$) до передачи указанного сообщения. Если происходит обращение времени для данного VC, инициатор **должен** обеспечить, чтобы значение "нуль" не передавалось.

FROMP, получивший IF "синхронизация коэффициента доставки кадров", **должен** зарегистрировать подсчеты полученных кадров, представленные счетчиками для данного VC ($FramesReceived_{Committed}$ и $FramesReceived_{Excess}$), поскольку они предшествовали получению этого кадра. Значение времени данного VC **должно** быть проверено в отношении индикаций повторного пуска, как указано в предыдущем пункте.

Устройство-получатель **должно** определить, не превышен ли зарегистрированный максимальный интервал.

- Если интервал превышен, устройство **не должно** использовать предыдущие значения счетчиков для вычисления FDR в течение интервала, который заканчивается этим сообщением. Счетчики из данного пула **должны** сохраняться, с тем чтобы следующий пул в этом сеансе измерений был действительным, если он получен в допустимом интервале.
- Если интервал не превышен, устройство **должно** использовать предыдущие значения счетчиков для вычисления FDR в данном интервале. Значения FDR для направления приема вычисляются с использованием следующих формул:

$$\Delta FramesOffered_{Committed} = FramesOffered_{Committed}2 - FramesOffered_{Committed}1$$

$$\Delta FramesOffered_{Excess} = FramesOffered_{Excess}2 - FramesOffered_{Excess}1$$

$$\Delta FramesDelivered_{Committed} = FramesReceived_{Committed}2 - FramesReceived_{Committed}1$$

$$\Delta FramesDelivered_{Excess} = FramesReceived_{Excess}2 - FramesReceived_{Excess}1$$

$$\Delta FramesLost_{Committed} = \Delta FramesOffered_{Committed} - \Delta FramesDelivered_{Committed}$$

$$\Delta FramesLost_{Excess} = \Delta FramesOffered_{Excess} - \Delta FramesDelivered_{Excess}$$

$$FDR_C = \Delta FramesDelivered_{Committed} / \Delta FramesOffered_{Committed}$$

$$FDR_E = \Delta FramesDelivered_{Excess} / \Delta FramesOffered_{Excess}$$

$$FDR = \frac{(\Delta FramesDelivered_{Committed} + \Delta FramesDelivered_{Excess})}{(\Delta FramesOffered_{Committed} + \Delta FramesOffered_{Excess})}$$

Устройство **должно** регистрировать значения счетчиков для их использования в следующем сообщении "синхронизация FDR".

8.4.4.3 Доставка результатов измерения коэффициента доставки кадров

В зависимости от технического обеспечения устройство-получатель **может** передать вычисленные результаты однонаправленного FDR устройству-инициатору, используя IF "результаты вычисления коэффициента доставки кадров". Такая передача **может** быть выполнена немедленно либо задержана для включения в следующий интервал измерений.

8.4.4.4 Обработка ошибок FDR

Потерянные или искаженные сообщения "синхронизация FDR" **могут** привести к тому, что один или несколько интервалов измерений будут пропущены. Если максимальный интервал циклического обращения счетчика (объявленный одноранговым устройством в поле информации "возможности") не истек до следующего успешно полученного сообщения "синхронизация FDR", то следующее полное измерение может охватить период между двумя принятыми сообщениями. В случае максимального интервала циклического обращения счетчика следующее успешно полученное сообщение "синхронизация FDR" рассматривается как повторный пуск. В этом случае предыдущий интервал (интервалы) теряется, и результаты FDR **не должны** передаваться.

8.4.4.5 Вычисление коэффициента потери кадров

Согласно Рекомендации МСЭ-Т X.144 коэффициент потери кадров (FLR) общепринято использовать как показатель эффективности. Оценочное значение FLR можно легко вычислить на основе значений (подсчетов кадров) в поле информации "результаты вычисления коэффициента доставки кадров".

В п. 5.3/X.144 коэффициент потери кадров информации пользователя (FLR) определяется следующим образом:

$$FLR = \frac{F_L}{F_S + F_L + F_E},$$

где в заданном множестве значений:

- F_S – общее количество успешных результатов передачи кадров;
- F_L – общее количество событий потери кадров; и
- F_E – общее количество неисправленных ошибочных кадров.

Предполагая, что $F_E = 0$

$$+F_L = (FramesLost_{Committed} + FramesLost_{Excess})$$

$$F_S = (FramesDelivered_{Committed} + FramesDelivered_{Excess})$$

$$FLR = \frac{(FramesLost_{Committed} + FramesLost_{Excess})}{(FramesDelivered_{Committed} + FrameDelivered_{Excess}) + (FramesLost_{Committed} + FramesLost_{Excess})}$$

8.4.5 Процедуры измерения коэффициента доставки данных

При этой процедуре выполняется однонаправленное измерение коэффициента доставки от инициатора к получателю. Это измерение удовлетворяет требованиям к вычислению DDR, DDRc и DDRe.

Полное измерение коэффициента доставки данных требует осуществления нескольких обменов между инициатором и получателем. Для начала сеанса измерений инициатор должен передать индикацию синхронизации. После этого измерения могут выполняться инициатором путем передачи получателю второго сообщения с IF "синхронизация DDR". При этом происходит однонаправленное измерение параметра. Получатель **может** передать копию результатов обратно инициатору,

используя поле информации "результаты доставки кадров". Независимый сеанс измерений **может** быть также проведен в обратном направлении.

В этой процедуре используется IF "синхронизация коэффициента доставки данных" и IF "результаты доставки данных". Пример потоков сообщений между устройством-инициатором и устройством-получателем показан на рисунке П.3. Пример метода выполнения этого измерения приведен в Добавлении III.

8.4.5.1 Инициализация измерения коэффициента доставки данных

IF "синхронизация коэффициента доставки данных" используется для инициализации (или повторной инициализации) сеанса измерений DDR.

Инициатор этого сообщения должен установить время VC (в миллисекундах) для того, чтобы получатель смог интерпретировать данное сообщение как индикацию (повторной) инициализации. Для индикации инициализации или повторной инициализации используется нулевое значение времени VC.

Инициатор этого сообщения должен также установить текущие значения счетчиков для данного VC (*DataOffered_{Committed}* и *DataOffered_{Excess}*) (*ПредложенныеДанные_{Согласованный}* и *ПредложенныеДанные_{Избыточный}*) до передачи указанного сообщения. Сообщения OAM также **должны** быть учтены в этих счетчиках данных.

Если IF "синхронизация коэффициента доставки данных" получено с нулевым значением времени VC или с меньшим значением, чем полученное ранее от инициатора, получатель **должен** завершить любой предыдущий сеанс и начать новый сеанс. FROMP, получивший данное поле информации (независимо от указанного времени VC), **должен** зарегистрировать подсчеты кадров получателя, представленные счетчиками для данного VC (*DataReceived_{Committed}* и *DataReceived_{Excess}*) (*ПолученныеДанные_{Согласованный}* и *ПолученныеДанные_{Избыточный}*), поскольку они предшествовали получению этого кадра.

8.4.5.2 Измерение коэффициента доставки данных

IF "синхронизация коэффициента доставки данных" используется также для выполнения однонаправленного измерения отношения числа доставленных октетов к числу предложенных октетов. Устройство – инициатор этого сообщения должно установить текущие значения счетчиков для данного VC (*DataOffered_{Committed}* и *DataOffered_{Excess}*) до передачи указанного сообщения.

FROMP, получивший IF "синхронизация коэффициента доставки данных", **должен** зарегистрировать подсчеты кадров получателя, представленные счетчиками для данного VC (*DataReceived_{Committed}* и *DataReceived_{Excess}*), поскольку они предшествовали получению этого кадра. **Должно** быть проверено значение времени VC в отношении индикации повторного пуска, как описано в предыдущем пункте.

Устройство-получатель **должно** определить, не превышен ли зарегистрированный максимальный интервал.

- Если интервал превышен, устройство **не должно** использовать предыдущие значения счетчиков для вычисления DDR в течение интервала, который заканчивается этим сообщением. Счетчики из данного пула должны сохраняться, с тем чтобы следующий пул в этом сеансе измерений был действительным, если он получен в допустимом интервале.
- Если интервал не превышен, устройство **должно** использовать предыдущие значения счетчиков для вычисления DDR в данном интервале. Значения DDR для направления приема вычисляются с использованием следующих формул:

$$\Delta DataOffered_{Committed} = DataOffered_{Committed2} - DataOffered_{Committed1}$$

$$\Delta DataOffered_{Excess} = DataOffered_{Excess2} - DataOffered_{Excess1}$$

$$\Delta DataDelivered_{Committed} = DataReceived_{Committed2} - DataReceived_{Committed1}$$

$$\Delta DataDelivered_{Excess} = DataReceived_{Excess2} - DataReceived_{Excess1}$$

$$\Delta DataLost_{Committed} = \Delta DataOffered_{Committed} - \Delta DataDelivered_{Committed}$$

$$\Delta DataLost_{Excess} = \Delta DataOffered_{Excess} - \Delta DataDelivered_{Excess}$$

$$DDR_C = \Delta DataDelivered_{Committed} / \Delta DataOffered_{Committed}$$

$$DDR_E = \Delta DataDelivered_{Excess} / \Delta DataOffered_{Excess}$$

$$DDR = \frac{(\Delta DataDelivered_{Committed} + \Delta DataDelivered_{Excess})}{(\Delta DataOffered_{Committed} + \Delta DataOffered_{Excess})}$$

Устройство **должно** регистрировать значения счетчиков для их использования в следующем сообщении "синхронизация DDR".

8.4.5.3 Доставка результатов вычисления коэффициента доставки данных

В зависимости от технического обеспечения устройство-получатель **может** передать вычисленные результаты однонаправленного DDR устройству-инициатору, используя IF "результаты вычисления коэффициента доставки данных". Такая передача может быть выполнена немедленно либо задержана для включения в следующий интервал измерений.

8.4.5.4 Обработка ошибок DDR

Потерянные или искаженные сообщения "синхронизация DDR" **могут** привести к тому, что один или несколько интервалов измерений будут пропущены.

- Если максимальный интервал циклического обращения счетчика (объявленный одноранговым устройством в поле информации "возможности") не истек до следующего успешно полученного сообщения "синхронизация DDR", то следующее полное измерение может охватить период между двумя принятыми сообщениями.
- В случае максимального интервала циклического обращения счетчика следующее успешно полученное сообщение "синхронизация DDR" рассматривается как повторный пуск. В этом случае предыдущий интервал (интервалы) теряется, и результаты DDR **не должны** передаваться.

8.5 Обработка сообщения "неблокируемый шлейф"

Диагностические функции OAM ретрансляции кадров **могут** выполняться в сегменте VC между двумя устройствами OAM, относящимися к одному региону. Поддерживаются две формы диагностики: блокируемый шлейф VC и неблокируемый шлейф:

- Блокируемая форма представляет собой действие технического обслуживания, которое может удалить VC из обслуживания.
- Неблокируемая форма используется для отражения отдельного кадра OAM без удаления VC из обслуживания.

Процедуры неблокируемого шлейфа описываются в данном пункте. Процедуры блокируемого шлейфа изложены в п. 8.6. Реализации **могут** использовать любую форму шлейфа до получения сообщения Hello.

Сообщение "неблокируемый шлейф" вызывает возврат к инициатору только сообщения неблокируемого шлейфа. Пример обмена сообщениями между инициатором и получателем приведен на рисунке П.4.

Сообщение "неблокируемый шлейф" **должно** передаваться с использованием конкретного (не широковещательного) адреса получателя.

8.5.1 Выдача запроса неблокируемого шлейфа

FROMP выдает одноранговому устройству запрос на неблокируемый шлейф, используя сообщение "неблокируемый шлейф" с кодом блокируемого шлейфа поля информации "неблокируемый шлейф", установленным в значение запроса. Длина и содержимое этих факультативных данных не подлежит стандартизации.

8.5.2 Обработка полученного сообщения "неблокируемый шлейф"

FROMP, получивший сообщение "неблокируемый шлейф", **должен** определить, указывает ли идентификатор региона в сообщении на членство в одном из регионов, поддерживаемых в пункте приема, и указывает ли указатель местоположения адресата в сообщении на данное устройство OAM.

Если сообщение адресовано данному пункту и устройство поддерживает данную возможность, сообщение обрабатывается.

Если поле информации "неблокируемый шлейф" указывает на запрос неблокируемого шлейфа, устройство **должно** принять запрос и выдать в ответ сообщение "неблокируемый шлейф" той же длины и с тем же содержимым, за исключением следующего:

- 1) Местоположения отправителя и получателя сообщения меняются местами.

- 2) Код неблокируемого шлейфа поля информации "неблокируемый шлейф" устанавливается в значение ответа.

Если поле информации "неблокируемый шлейф" указывает на ответ неблокируемого шлейфа, сообщение завершается.

8.6 Обработка сообщения "блокируемый шлейф"

Блокируемый шлейф вызывает возврат всех поступающих по VC кадров обратно отправителю сообщения "блокируемый шлейф". Это не оказывает влияния на другие VC, проходящие через данное устройство. Это однонаправленный шлейф, который не будет продвигать далее полученные кадры по VC при активности шлейфа. Кадры ОАМ не должны проходить через устройство ОАМ, когда шлейф активный, однако кадры ОАМ, адресованные данному устройству, должны обрабатываться (с их удалением из зашлейфованных данных в надлежащих случаях), и на них должен выдаваться ответ (дополнительно к возвращаемым данным). Такой шлейф показан на рисунке 23.

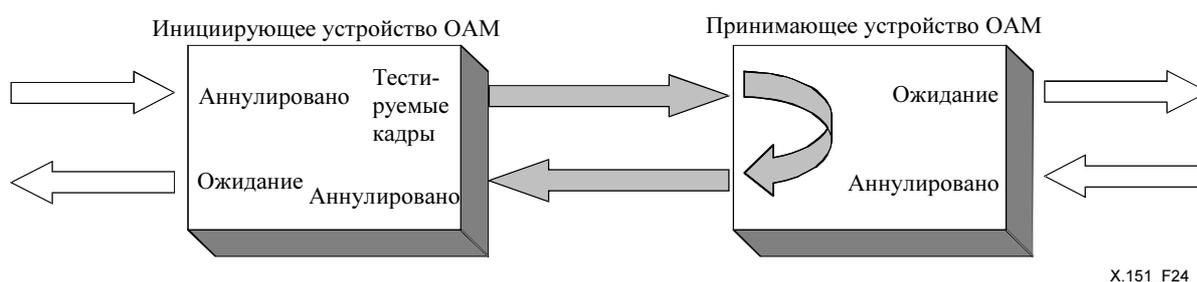


Рисунок 23/X.151 – Блокируемый шлейф VC

Сообщение "блокируемый шлейф" должно передаваться с использованием конкретного (не широковещательного) адреса получателя. Пример передачи сообщений между инициатором и получателем приведен на рисунке II.5.

8.6.1 Выдача запроса на блокируемый шлейф

FROMP выдает одноранговому устройству запрос на выполнение блокируемого шлейфа, используя сообщение "блокируемый шлейф" с полем информации "блокируемый шлейф", установленным в активное значение.

8.6.2 Обработка полученного запроса на блокируемый шлейф

FROMP, получивший сообщение "блокируемый шлейф", **должен** определить, указывает ли идентификатор региона в сообщении на членство в одном из регионов, поддерживаемых в пункте приема, и указывает ли указатель местоположения в сообщении на данное устройство ОАМ. Если сообщение не адресовано данному пункту, оно должно быть направлено в окончательный пункт соединения.

Если сообщение адресовано данному пункту и устройство поддерживает соответствующую возможность, сообщение обрабатывается.

Если поле информации "блокируемый шлейф" указывает на запрос активизации блокируемого шлейфа, устройство **может** либо принять запрос, либо отклонить его. Если запрос отклоняется, получатель должен в ответ выдать инициатору сообщение "блокируемый шлейф" с полем информации "блокируемый шлейф", указывающим отклонение.

Блокируемый шлейф VC представляет собой действие по вмешательству, которое может нарушить поток данных по VC. Если принимающее устройство поддерживает также сообщение "индикация диагностики", оно **должно** передать сообщение "индикация диагностики" в каждом направлении по затронутому VC для каждого региона, членом которого оно является (см. п. 8.7). Такие индикации **следует** передавать до активизации шлейфа VC.

Если поле информации "блокируемый шлейф" указывает на запрос деактивизации блокируемого шлейфа, устройство **должно** принять этот запрос. Если принимающее устройство поддерживает также сообщение "индикация диагностики", оно **должно** передать сообщение "индикация

диагностики" в каждом направлении по затронутому VC для каждого региона, членом которого оно является (см. п. 8.7). Такие индикации **следует** передавать после деактивизации шлейфа VC.

8.6.3 Сброс блокируемого шлейфа

FROMP может запросить одноранговое устройство сбросить состояние блокируемого шлейфа, выдав сообщение "блокируемый шлейф" с полем информации "блокируемый шлейф", содержащим запрос деактивизации шлейфа. Этот запрос деактивизации может быть передан любым одноранговым устройством в данном регионе и из любого направления (а не только одноранговым устройством, которое инициализировало шлейф). Шлейф может быть сброшен также локальным действием по управлению.

8.7 Обработка сообщения "индикация диагностики"

Сообщение "индикация диагностики" факультативно используется для информирования одноранговых FROMP об условиях, влияющих на трафик. Устройства не должны полагаться на наличие или отсутствие сообщения "индикация диагностики". Способность сети доставлять сообщения может быть нарушена вследствие передачи уведомления об этих условиях.

8.7.1 Выдача сообщения "индикация диагностики"

FROMP может передать сообщение "индикация диагностики" при появлении необходимых условий. Передающее устройство может передать это сообщение отдельным адресатам или же использовать ширококвотельный адрес получателей для данного региона. Это сообщение **должно** использовать поле информации "индикация диагностики" с соответствующим указанием. Значения PHY_UP и PHY_DOWN могут быть использованы для уведомления одноранговых FROMP об изменениях, влияющих на услуги, которые обнаружены на физическом интерфейсе.

8.7.2 Обработка полученного сообщения "индикация диагностики"

FROMP, получивший сообщение "индикация диагностики", **должен** определить, указывает ли идентификатор региона в сообщении на членство в одном из регионов, поддерживаемых в пункте приема, и указывает ли указатель местоположения адресата в сообщении на данное устройство OAM (или ширококвотельный адрес).

Если сообщение адресовано данному пункту и устройство поддерживает соответствующую возможность, сообщение обрабатывается.

Действия, выполняемые по получении сообщения "индикация диагностики", не подлежат стандартизации.

8.8 Сетевые применения шлейфов

Зашлейфованные кадры могут использоваться для определения места нахождения неисправности путем идентификации работающих и неработающих сегментов.

8.8.1 Локализация неисправностей

Возможность организации шлейфов поддерживает следующие сетевые применения, показанные на рисунке 24.

- a) Межконцевой шлейф: Кадр шлейфа FR вводится оконечным пунктом FR и заворачивается по шлейфу обратно соответствующим оконечным пунктом FR.
- b) Шлейф линии доступа: Кадр шлейфа FR вводится пользователем или сетью и заворачивается по шлейфу обратно первым узлом ретрансляции кадров в сети или оборудованием пользователя, соответственно.
- c) Межрегиональный шлейф: Кадр шлейфа FR вводится оператором сети и заворачивается по шлейфу обратно первым узлом ретрансляции кадров (на уровне FR) в смежном для оператора сети регионе.
- d) Шлейф "сеть – оконечный пункт": Кадр шлейфа FR вводится оператором сети и заворачивается по шлейфу обратно оконечным пунктом FR в другом регионе.
- e) Внутрирегиональный шлейф: Кадр шлейфа FR вводится пунктом подключения FR и заворачивается по шлейфу обратно другим пунктом подключения FR.

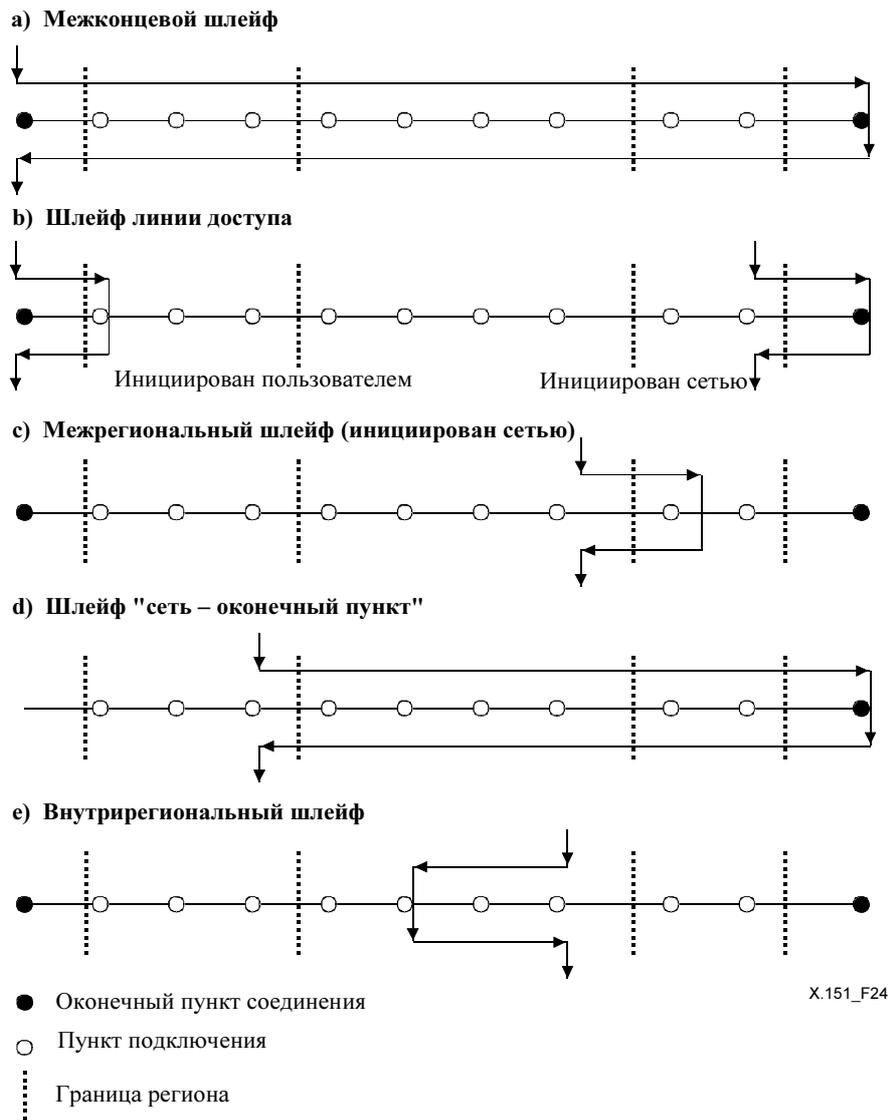


Рисунок 24/X.151 – Применения шлейфов

Добавление I

Общие процедуры приема

Блок-схема на рисунке I.1 иллюстрирует возможную реализацию трафика OAM, поступающего на интерфейс. При обнаружении противоречий между этой блок-схемой и основным текстом реализации **должны** следовать описанию в тексте.



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Устройство OAM должно продвигать сообщения OAM, адресованные другим регионам.

X.151_FI-1

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Ошибка протокола. Она должна быть заблокирована.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Продублированный идентификатор внутри региона. Может оказаться желательной загрузка в управление более высокого уровня.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Ошибка вторжения в защиту. Может оказаться желательной загрузка в управление более высокого уровня.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Может быть обусловлено удалением FROMP из схемы.

Рисунок I.1/X.151 – Общие процедуры приема

Добавление II

Потоки сообщений

В данном Добавлении приведены информативные примеры потоков сообщений между двумя одноранговыми устройствами OAM по каналу VC. При обнаружении противоречий с основной частью настоящей Рекомендации текст основной части должен заменить эти примеры.

II.1 Опознавание

Сообщение Hello передается периодически; оно содержит поле информации (IF) "возможности". На рисунке II.1 показана эта последовательность. Следует отметить, что последующее сообщение может добавить новые возможности, однако объявленные возможности никогда не аннулируются.

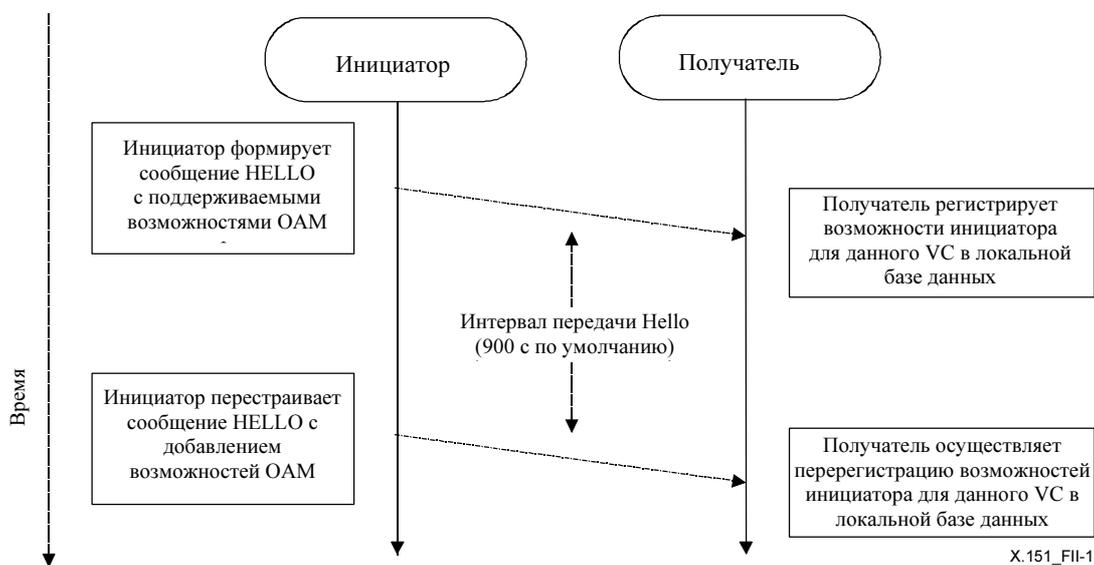
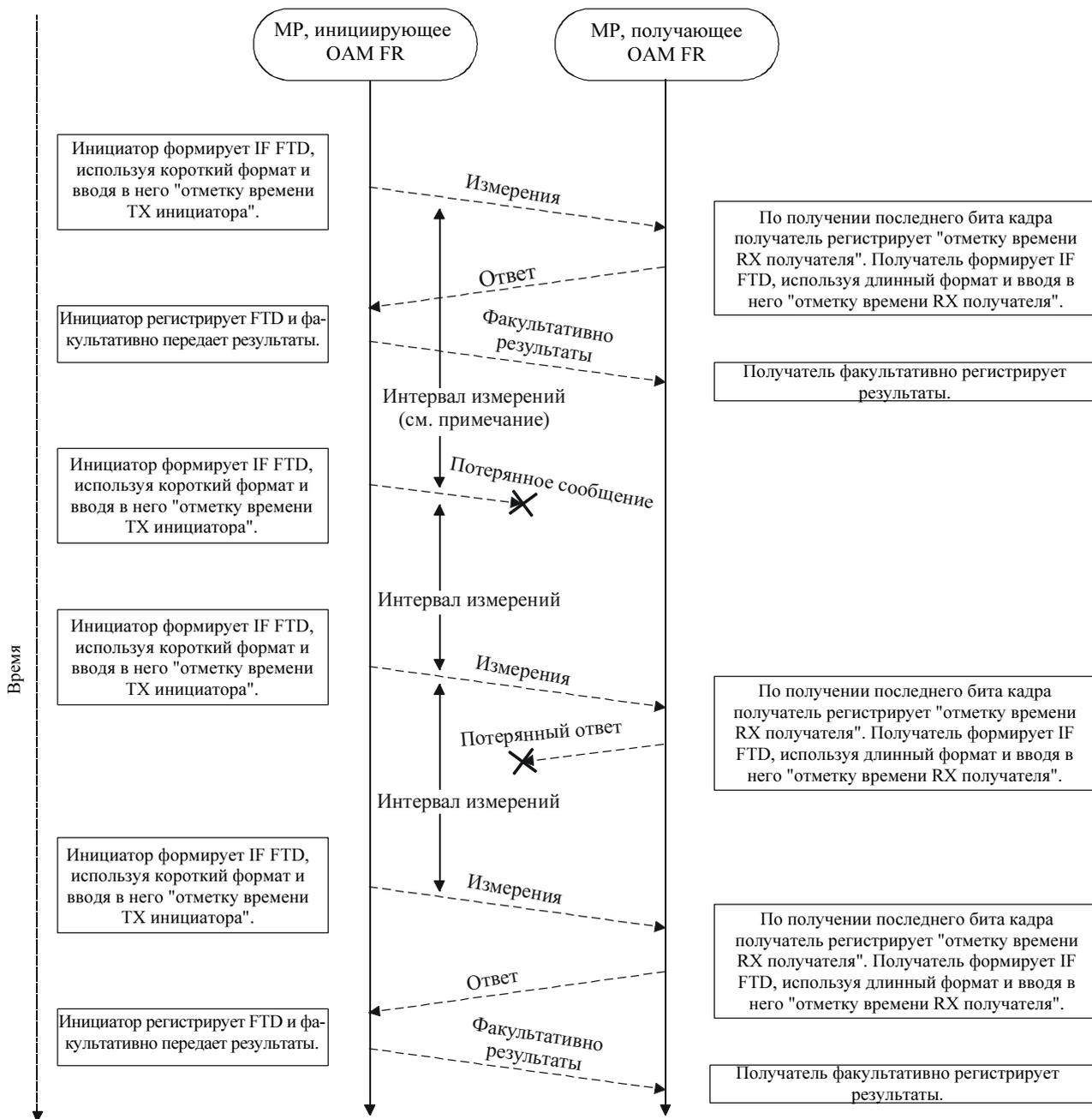


Рисунок II.1/X.151 – Сообщение Hello для опознавания

II.2 Измерение FTD

Измерение FTD может производиться периодически. На него требуется ответ, как показано на рисунке II.2.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Интервал измерения устанавливается по тайм-ауту TIMER-SLV-FTD

X.151_FII-2

Рисунок II.2/X.151 – Измерение задержки при передаче кадров

II.3 Измерение FDR/DDR

Измерения FDR и DDR могут производиться периодически. Пример последовательности FDR приведен на рисунке II.3. Измерение DDR выполняется таким же образом.

II.4 Неблокируемый шлейф

Пример последовательности сообщений для устройства, использующего сообщение "неблокируемый шлейф", приведен на рисунке II.4.

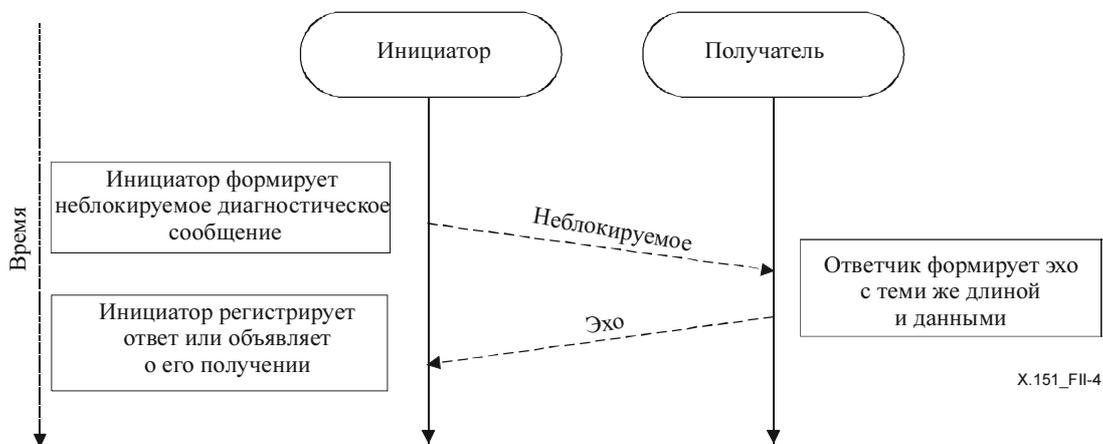
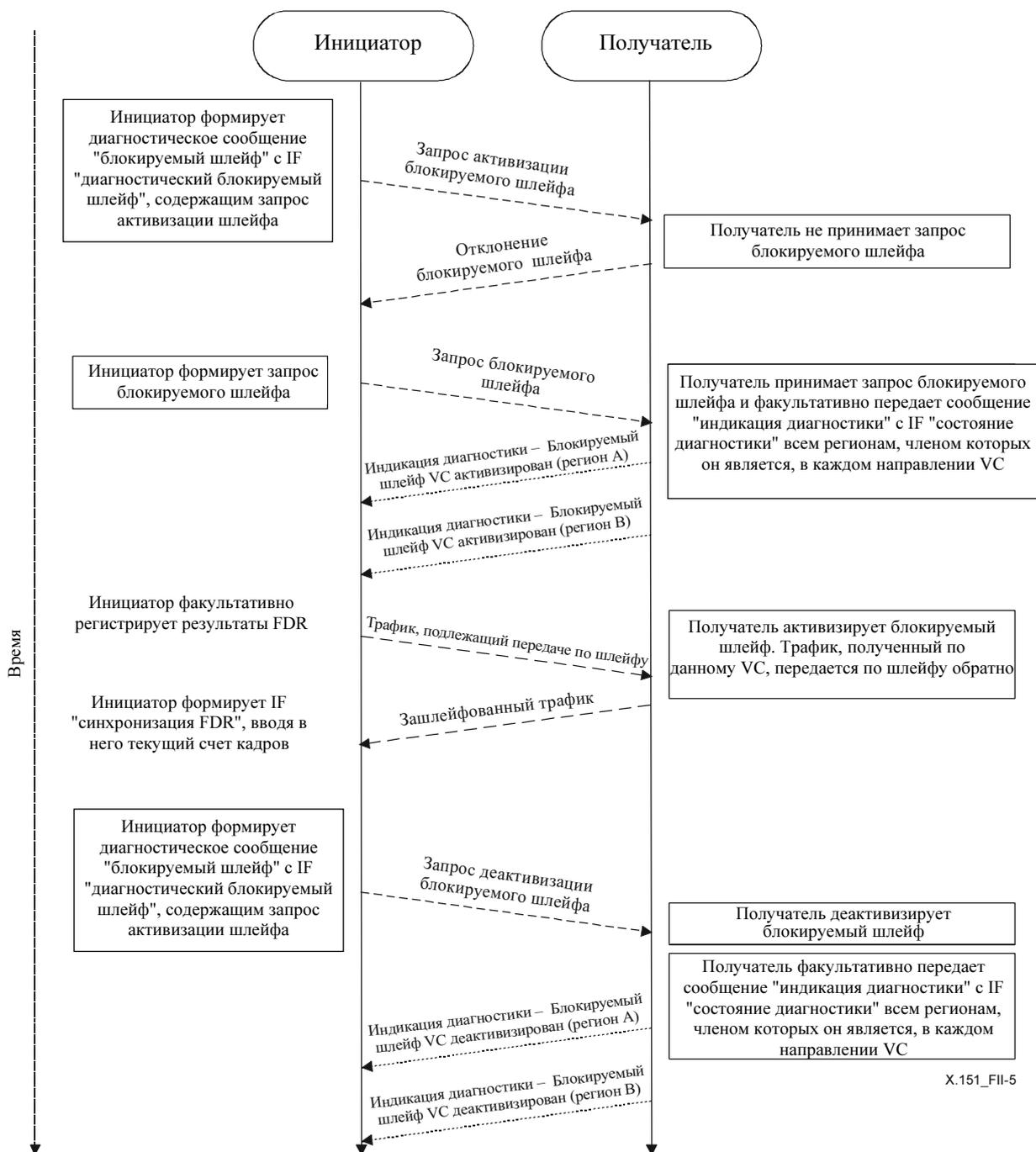


Рисунок II.4/X.151 – Использование сообщения "неблокируемый шлейф"

II.5 Блолируемый шлейф

Примеры последовательности сообщений для устройства, использующего сообщение "блолируемый шлейф", приведены на рисунке II.5



X.151_FII-5

Рисунок II.5/X.151 – Использование сообщения "блолируемый шлейф"

Добавление III

Пример вычисления коэффициента доставки

Метод, используемый для получения результатов вычисления коэффициента доставки кадров и коэффициента доставки данных, зависит от специфичного для реализации выбора и выходит за рамки настоящей Рекомендации. В данном Добавлении представлен один из методов получения данных для вычисления этих коэффициентов. Возможны и другие методы.

Соглашения на уровне услуг (SLA) ретрансляции кадров включают предполагаемые характеристики коэффициента доставки кадров и коэффициента доставки данных. Коэффициенты успешности доставки возможны для отдельных классов трафика, как показано в таблице III.1.

Таблица III.1/X.151 – Коэффициент доставки кадров в сравнении с классом трафика

Класс трафика	Описание
Согласованный	Кадры, переданные в сеть с CIR
Избыточный	Кадры, переданные в сеть в превышение CIR
Общий	Все кадры, переданные в сеть

В данном Добавлении описывается процедура вычисления коэффициентов успешности доставки для каждого класса трафика с использованием сообщений, определяемых протоколом OAM ретрансляции кадров. Эта процедура оценивает успешность однонаправленной доставки между двумя пунктами измерений (MP) в сети. Пункт, где кадры входят в сегмент сети, называется входным MP. Пункт, где кадры выходят из сегмента сети, называется выходным MP. Обратимся к рисунку III.1 в качестве эталонной диаграммы типовой цепи, где пункт A_1 является входным MP, а пункт A_2 – выходным MP. Процедура выполняется независимо для обратного однонаправленного потока с целью получения коэффициентов успешности доставки для обоих направлений. В примере, показанном на рисунке III.1, пункт A_2 становится входным MP для обратного однонаправленного потока.

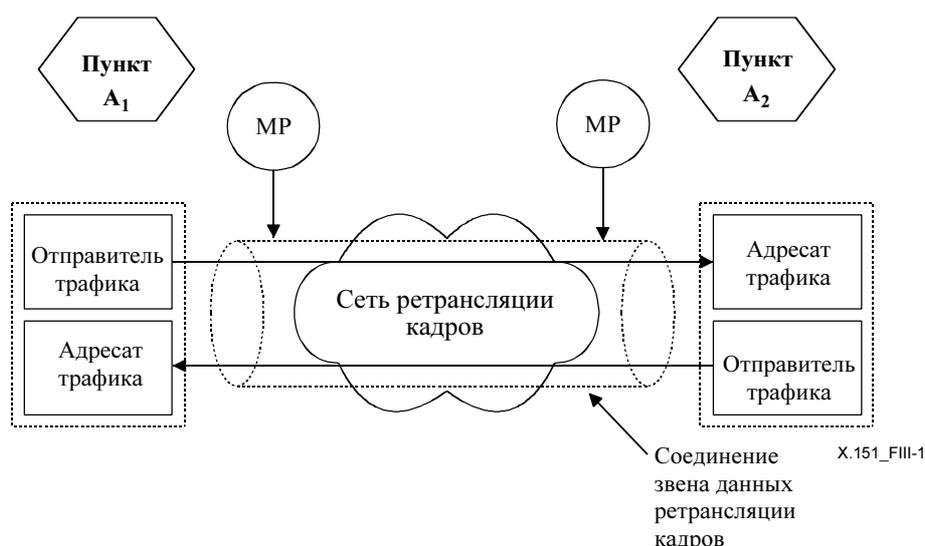


Рисунок III.1/X.151 – Эталонное соединение для вычисления коэффициента доставки

Операция по измерению "успешности доставки" происходит во временных интервалах, определяемых входным MP. Этот интервал начинается в момент T_0 после успешного выполнения процедуры повторного пуска (см. пп. 8.4.4.1 и 8.4.5.1) или при завершении предыдущего интервала.

Длительность интервала (T_d) зависит от реализации, но ограничена соображениями обращения счетчика. Выходной МР использует полученные сообщения "верификация услуг", содержащие IF "синхронизация коэффициента доставки кадров", для обнаружения границ интервала после выполнения процедуры повторного пуска.

В следующем описании процесса обработки основное внимание уделяется определению результатов вычисления коэффициента доставки кадров. Описываемый метод применим к определению результатов вычисления коэффициента доставки данных с использованием соответствующих полей информации сообщения "верификация услуг".

III.1 Обработка на входе

Входной МР определяет класс трафика кадров. Метод, используемый для отнесения кадров к конкретным классам трафика, зависит от реализации. Классификация трафика рассматривается в Рекомендации МСЭ-Т I.370. Этот метод не основывается на указании присвоенного класса трафика каждого отдельного кадра выходному процессору. Входной МР обеспечивает подсчет кадров для каждого класса трафика. После обнаружения кадра в том или ином классе трафика счет кадров для этого класса увеличивается на единицу. В момент T_d сообщение "верификация услуг", содержащее поле информации "синхронизация коэффициента доставки кадров", передается от входного МР выходному МР.

IF "синхронизация коэффициента доставки кадров" состоит из двух полей: $FramesOffered_{Committed}$ и $FramesOffered_{Excess}$. Это поле содержит подсчеты кадров для соответствующих классов трафика. Эти подсчеты периодически возвращаются в нулевое значение с частотой, определяемой скоростью физического доступа, размером кадров и скоростью поступления кадров.

III.2 Обработка на выходе

Выходной МР подсчитывает кадры, выходящие из сети в течение интервала. Обеспечивается единый подсчет всех кадров, выходящих из сети, поскольку кадры НЕ идентифицируются по классам трафика.

По получении сообщения "верификация услуг", содержащего IF "синхронизация коэффициента доставки кадров", выходной МР выполняет следующие действия:

Текущий счет всех кадров, выходящих из сети в течение интервала, называется $\Delta FramesReceived$ (Δ ПолученныхКадров).

Подсчет $\Delta FramesOffered_{Committed}$ (Δ ПредложенныхКадров_{Согласованный}) в течение интервала осуществляется путем вычитания значения, сообщенного входным МР в конце последнего интервала, из значения, сообщенного входным МР в только что полученном сообщении "верификация услуг". При вычислении **должно быть** обнаружено обращение счетчика и проведена подстройка под него.

Подсчет $\Delta FramesOffered_{Excess}$ (Δ ПредложенныхКадров_{Избыточный}) в течение интервала осуществляется путем вычитания значения, сообщенного входным МР в конце последнего интервала, из значения, сообщенного входным МР в только что полученном сообщении "верификация услуг". При вычислении **должно быть** обнаружено обращение счетчика и проведена подстройка под него.

Подсчет всех потерянных кадров в только что закончившемся интервале выполняется следующим образом:

$$\Delta FramesLost = (\Delta FramesOffered_{Committed} + \Delta FramesOffered_{Excess}) - \Delta FramesReceived$$

$$[\Delta \text{ПотерянныеКадры} = (\Delta \text{ПредложенныеКадры}_{\text{Согласованный}} + \Delta \text{ПредложенныеКадры}_{\text{Избыточный}}) - \Delta \text{ПолученныеКадры}]$$

Подсчеты успешно доставленных подтверждаемых и избыточных кадров выполняются следующим образом:

Если $\Delta FramesLost \geq \Delta FramesOffered_{Excess}$

$$\Delta FramesDelivered_{Excess} = 0$$

$$\Delta FramesDelivered_{Committed} = \Delta FramesReceived$$

Если $\Delta FramesLost < \Delta FramesOffered_{Excess}$

$$\Delta FramesDelivered_{Excess} = \Delta FramesOffered_{Excess} - \Delta FramesLost$$

$$\Delta FramesDelivered_{Committed} = \Delta FramesOffered_{Committed}$$

Коэффициент доставки кадров для класса трафика "согласованный" (committed) вычисляется следующим образом:

$$FDR_{committed} = \Delta FramesDelivered_{Committed} / \Delta FramesOffered_{Committed}$$

Коэффициент доставки кадров для класса трафика "избыточный" (excess) вычисляется следующим образом:

$$FDR_{excess} = \Delta FramesDelivered_{Excess} / \Delta FramesOffered_{Excess}$$

Коэффициент доставки кадров для класса общего трафика (total) вычисляется следующим образом:

$$FDR_{total} = \Delta FramesReceived / (\Delta FramesOffered_{Committed} + \Delta FramesOffered_{Excess})$$

Подсчет потерянных подтверждаемых и избыточных кадров выполняется следующим образом:

$$\Delta FramesLost_{Committed} = \Delta FramesOffered_{Committed} - \Delta FramesDelivered_{Committed}$$

$$\Delta FramesLost_{Excess} = \Delta FramesOffered_{Excess} - \Delta FramesDelivered_{Excess}$$

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевых протоколов (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи