



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**X.147**

(10/2003)

СЕРИЯ X: СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ  
И ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Сети передачи данных общего пользования –  
Сетевые аспекты

---

**Готовность сети ретрансляции кадров**

Рекомендация МСЭ-Т X.147

---

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

<b>СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	
Службы и услуги	X.1–X.19
Интерфейсы	X.20–X.49
Передача, сигнализация и коммутация	X.50–X.89
<b>Сетевые аспекты</b>	<b>X.90–X.149</b>
Техническое обслуживание	X.150–X.179
Административные предписания	X.180–X.199
<b>ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ</b>	
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
<b>ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ СЕТЯМИ</b>	
Общие положения	X.300–X.349
Спутниковые системы передачи данных	X.350–X.369
IP-сети	X.370–X.399
<b>СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ</b>	<b>X.400–X.499</b>
<b>СПРАВОЧНИК</b>	<b>X.500–X.599</b>
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ВОС И СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ</b>	
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
<b>УПРАВЛЕНИЕ ВОС</b>	
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
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ</b>	<b>X.800–X.849</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ ВОС</b>	
Фиксация, параллельность и восстановление	X.850–X.859
Обработка транзакций	X.860–X.879
Удаленные операции	X.880–X.899
<b>ОТКРЫТАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА</b>	<b>X.900–X.999</b>

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

### Готовность сети Ретрансляции Кадров

#### Резюме

Настоящая Рекомендация определяет параметры характеристик сети, нормы и методы измерений для описания готовности сетей ретрансляции кадров (Frame Relay). Специфицированные параметры и нормы относятся к международным участкам соединений ретрансляции кадров (РК) – национальным участкам, участкам международной транзитной сети и международным участкам между операторами. Нормы, являющиеся минимально допустимыми величинами, предназначены в помощь поставщикам услуг в планировании сети путем ограничения суммарного эффекта ухудшения качества сети, включая перегрузки, отказы оборудования и ошибки передачи.

Специфицирован круг норм для сети, которые определяют общие характеристики сети, основанные на статистических данных соединений ретрансляции кадров. Нормы не распространяются на или не определяют характеристики отдельных соединений ретрансляции кадров.

Определена модель готовности в форме двух состояний совместно с критерием определения: является ли услуга в течение заданного периода времени в состоянии готовности или неготовности. Определен набор процедур для расчета показателей готовности виртуальных соединений. Представлено выражение для определения величины готовности всей сети. Также представлена информация по расчетной готовности, исходя из минимального числа наблюдений.

#### Источник

Рекомендация МСЭ-Т X.147 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.

© ITU 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 .....	3
3 Определения .....	4
4 Сокращения .....	4
5 Соглашения.....	5
6 Общая эталонная модель сети ретрансляции кадров .....	5
6.1 Участки виртуальных соединений и измерительные точки сети ретрансляции кадров .....	5
7 Метод спецификации готовности.....	6
7.1 Общее определение готовности .....	6
7.2 Модель готовности .....	6
7.3 Определение состояния готовности/неготовности.....	7
7.4 Методы расчета готовности.....	8
7.5 Параметры готовности .....	8
8 Нормы на характеристики готовности.....	9
8.1 Коэффициент готовности.....	10
8.2 Среднее время между отказами.....	10
Приложение А – Определение состояний готовности с применением пороговых значений параметров .....	10
А.1 Готовность виртуальных соединений сети ретрансляции кадров .....	10
Приложение В – Использование сообщений STATUS сети ретрансляции кадров или тревожной сигнализации в качестве критериев готовности .....	12
Приложение С – Использование сообщений РК ОАМ незапирающего шлейфа для расчета готовности соединений ретрансляции кадров с использованием связности в качестве критерия отказа .....	13
С.1 Введение .....	13
С.2 Объявление перехода от готовности соединения к неготовности соединения .	14
С.3 Объявление перехода от неготовности соединения к готовности соединения .	15
С.4 Оценка готовности без вывода из эксплуатации .....	15
Приложение D – Использование РК ОАМ для мониторинга коэффициента потери кадров с целью оценки готовности.....	15
Приложение E – Расчет среднего значения готовности сети на базе измерения неготовности отдельного виртуального соединения.....	16
Добавление I – Пример расчета параметров готовности постоянных виртуальных соединений (PVC) .....	17
I.1 Минимальные испытания готовности службы PVC .....	17
I.2 Процедуры расчета готовности службы PVC .....	17
I.3 Процедуры расчета среднего времени между отказами службы PVC .....	17



## Рекомендация МСЭ-Т Х.147

### Готовность сети ретрансляции кадров

#### 1 Область применения

Целью настоящей Рекомендации является определение качественных параметров сети, минимально допустимых норм и методов измерения для готовности виртуальных соединений сети ретрансляции кадров (РК) совместно с распределением по национальным и международным участкам применительно к международным службам РК. Регламентируемые параметры и нормы относятся к участкам соединений РК, как показано на рисунке 2.

Данная Рекомендация распространяется на сети, обеспечивающие опции классов служб в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т Х.36 и Х.76. (Вопросы взаимодействия сигнализации и классов служб рассмотрены в Рекомендациях МСЭ-Т Х.36 и Х.76).

Матрица характеристик  $3 \times 3$ , определенная в Рекомендации МСЭ-Т Х.134 (см. рисунок 1), используется в качестве руководства для определения применимости данной Рекомендации. Настоящая Рекомендация применима как к постоянным, так и к коммутируемым виртуальным соединениям.

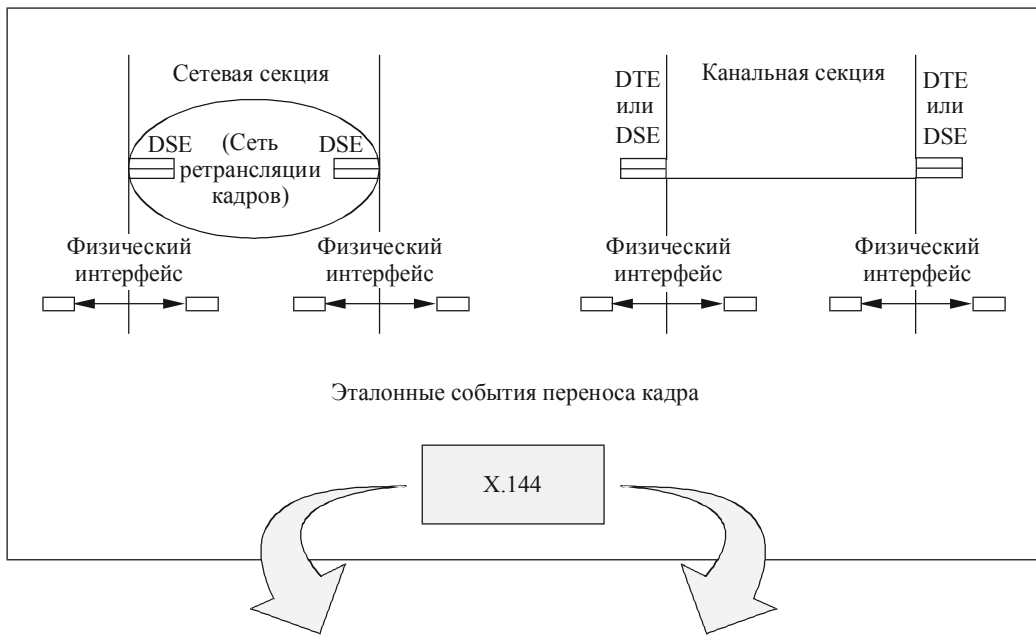
Международное виртуальное соединение РК состоит из двух национальных участков и одного международного участка. Международный участок в свою очередь может подразделяться на некоторое число участков соединения – транзитные сетевые секции и межоператорские канальные секции.

Модель готовности на базе двух состояний определена вместе с критерием оценки: следует ли службу в течение заданного временного периода считать находящейся в состоянии готовности или неготовности. Определено некоторое количество процедур для оценки характеристики готовности виртуальных соединений. Представлено выражение для определения величины готовности всей сети.

С помощью данной Рекомендации можно получить нормы на характеристики "наихудшего случая" для национальных участков и международного участка международного соединения РК. Также предложены методы расчета характеристик готовности "от-конца-до-конца".

Нормы, регламентируемые данной Рекомендацией для величин "наихудшего случая", предназначены в помощь поставщикам услуг в планировании сети с ограничением суммарного эффекта ухудшения качества сети, включая перегрузки, отказы оборудования и ошибки передачи, на готовность виртуального соединения РК. Они не связаны напрямую с качеством обслуживания (QoS) для отдельных пользователей.

Настоящая Рекомендация определяет готовность соединения РК таким образом, что готовность не зависит от поведения пользователя (то есть, для соединения может быть объявлено состояние неготовности, даже если пользователь не передает кадры в данное время). Нормы готовности необязательно должны выполняться для каждого соединения, которое поставщик услуг сети определил как несоответствующее контракту по трафику, определенному CIR и EIR (см. раздел 4 – Сокращения).

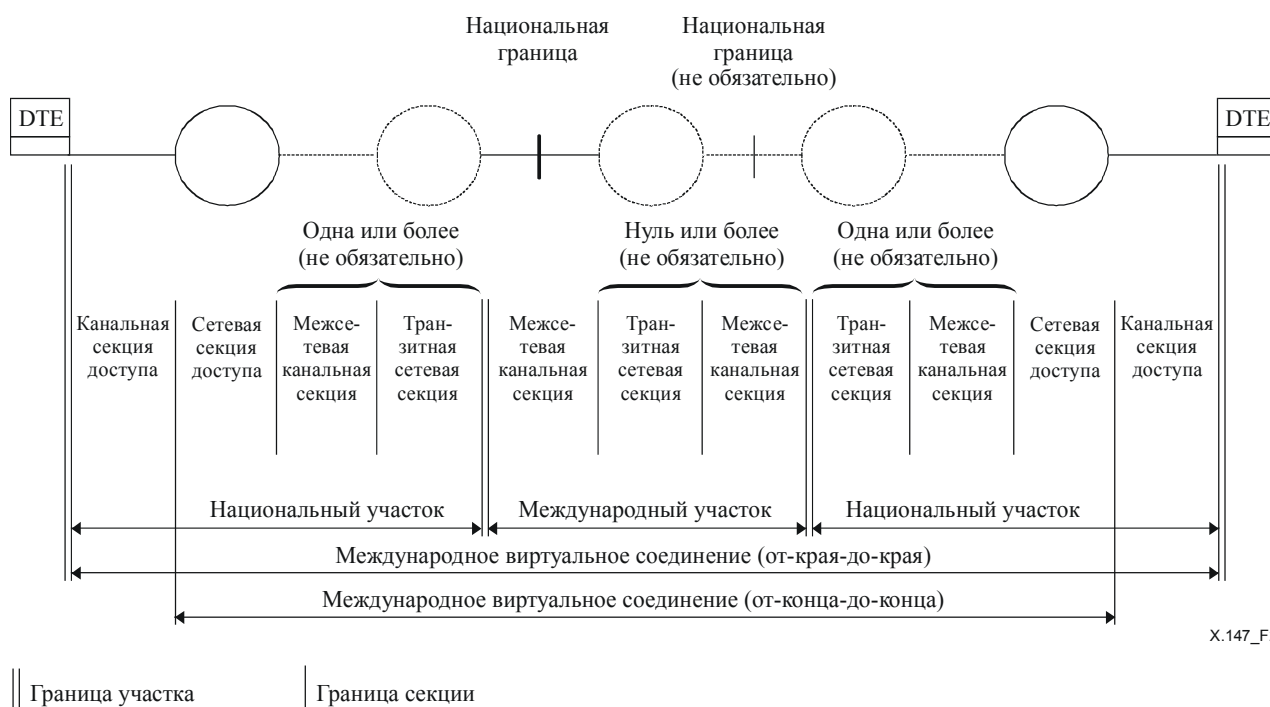


Критерий \ Функция	Скорость	Правильность	Определенность
Доступ (установление вызова)	X.145		
Передача информации пользователя	X.144 и X.146		
Разъединение (разрыв соединения)	X.145		



**Рисунок 1/X.147 – Область применения настоящей Рекомендации**





**Рисунок 2/Х.147 – Общая эталонная модель для распределения национальных и международных участков многосетевого международного виртуального соединения РК**

## 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.

- Recommendation ITU-T 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.*
- Recommendation ITU-T X.76 (2003), *Network-to-network interface between public networks providing PVC and/or SVC Frame relay data transmission service.*
- Recommendation ITU-T X.140 (1992), *General quality of service parameters for communication via public data networks.*
- Recommendation ITU-T X.144 (2003), *User information transfer performance parameters for public Frame relay data networks.*
- Recommendation ITU-T X.145 (2003), *Connection establishment and disengagement performance parameters for public Frame Relay data networks providing SVC services.*
- Recommendation ITU-T X.146 (2000), *Performance objectives and quality of service classes applicable to Frame relay.*
- Recommendation ITU-T X.148 (2003), *Procedures for the measurement of the performance of public data networks providing the international Frame relay service.*

- Recommendation ITU-T X.151 (2003), *Frame Relay operations and maintenance – Principles and functions*.
- Frame Relay Forum Technical Committee: PKF.19 (2001), *Frame Relay Operations, Administration and Maintenance Implementation Agreement*.

### 3 Определения

Термины и определения, используемые в настоящей Рекомендации, согласуются с аналогичными, используемыми в Рекомендациях МСЭ-Т X.140, X.144, X.145 и X.146 и в документе PKF.19. Специфические определения для Готовности Службы/Коэффициента Готовности и Среднего Времени Между Отказами даны в пункте 7.5.

### 4 Сокращения

В этой Рекомендации используются следующие аббревиатуры:

ACS	Access Circuit Section	канальная секция доступа
ANS	Access Network Section	сетевая секция доступа
CEP	Connection set-up Error Probability	вероятность ошибочного установления соединения
CFP	Connection set-up Failure Probability	вероятность неудачи при установлении соединения
CIR	Committed Information Rate	обязательная информационная скорость
DE	Discard Eligible	приемлемость сброса
DSE	Data Switching Exchange	станция коммутации данных (СКД)
DTE	Data Terminal Equipment	оконечное оборудование данных (ООД)
EFR	Extra Frame Rate	частота лишних кадров
EIR	Excess Information Rate	информационная скорость доступа
FE	Frame Layer Reference Event	эталонное событие переноса кадра
FLR	Frame Loss Ratio	коэффициент потери кадров
FROMP	Frame Relay OAM Maintenance Point	пункт технического обслуживания сети ретрансляции кадров OAM (Operation, Administration, Maintenance – Эксплуатация, Администрирование, Техническое обслуживание)
FTD	Frame Transfer Delay	время переноса кадра
ICS	Internetwork Circuit Section	межсетевая канальная секция
ISC	International Switching Centre	международный коммутационный центр
MP	Measurement Point	пункт (точка) измерений
MTBSO	Mean Time Between Service Outages	среднее время между отказами службы
MTTSR	Mean Time To Service Restoral	среднее время восстановления службы
NNI	Network-to-Network Interface	интерфейс "сеть-сеть"
PDP	Premature Disconnect Probability	вероятность преждевременного разъединения
PDSP	Premature Disconnect Stimulus Probability	вероятность запуска преждевременного разъединения
PVC	Permanent Virtual Circuit	постоянный виртуальный канал
RFER	Residual Frame Error Ratio	коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам
SA	Service Availability	готовность службы
SVC	Switched Virtual Circuit	коммутируемый виртуальный канал
TE	Terminal Equipment	оконечное оборудование

## 5 Соглашения

Никаких специальных соглашений не применяется.

## 6 Общая эталонная модель характеристик ретрансляции кадров (РК)

Модель характеристик для данной Рекомендации соответствует моделям, используемым в Рекомендациях МСЭ-Т X.144 и X.145. Для полноты картины эта модель характеристик проиллюстрирована на рисунке 2.

Международное виртуальное соединение РК "от-конца-до-конца" состоит из двух национальных участков и одного международного участка. В некоторых случаях международный участок может содержать единственную межсетевую канальную секцию. В данной Рекомендации термин "от-края-до-края" означает характеристику соединения "от-конца-до-конца", исключая две канальные секции доступа. Эта модель применима как к коммутируемому виртуальному соединению (SVC), так и к постоянному виртуальному соединению (PVC).

Оконечное оборудование данных (DTE) не является частью международного виртуального соединения "от-конца-до-конца", поэтому его вклад в результат, получаемый пользователем, не рассматривается в данной Рекомендации. Сети ретрансляции кадров частного пользования рассматриваются как оконечное оборудование данных (DTE), и поэтому их вклад в качественные показатели в данной Рекомендации не рассматривается.

### 6.1 Участки виртуального соединения ретрансляции кадров и пункты измерений

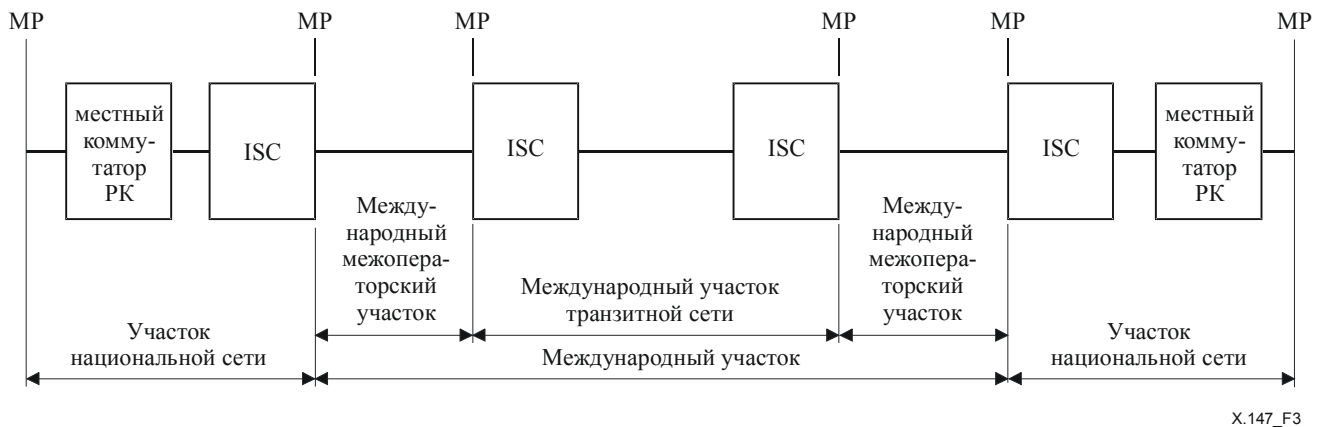
Международное соединение ретрансляции кадров состоит из некоторого числа участков. Для целей оценки характеристики готовности каждый участок может быть ограничен пунктами измерений (MP). Эти MP расположены на интерфейсах, где доступен уровень ретрансляции кадров.

Установка MP на национальной стороне международного коммутационного центра (ISC) и распределение характеристик на национальном участке являются национальной задачей, решение которой зависит от топологии сети каждой страны.

Для целей управления характеристикой готовности соединения ретрансляции кадров могут подразделяться на три типа участков соединения:

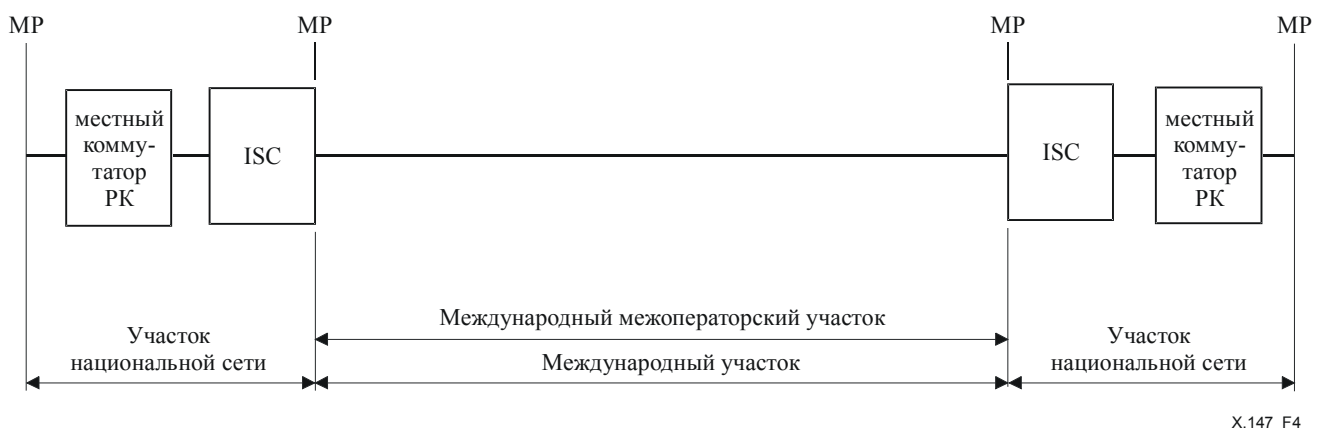
- *национальные участки*
- *международный участок транзитной сети*
  - международный участок транзитной сети может включать одну или более транзитных сетей.
- *международные межоператорские участки*
  - международный межоператорский участок обеспечивает соединение между:
    - i) национальным участком и международным участком транзитной сети; или
    - ii) двумя смежными международными транзитными участками; или
    - iii) двумя смежными национальными участками.

Совокупность международных транзитных участков и международных межоператорских участков образует международный участок соединения. Указанные концепции представлены на рисунках 3 и 4 для соединений с одним международным участком транзитной сети и без международных транзитных участков, соответственно.



X.147\_F3

**Рисунок 3/X.147 – Соединение с одним международным транзитным оператором**



X.147\_F4

**Рисунок 4/X.147 – Соединение без международных транзитных операторов**

## 7 Метод спецификации готовности

### 7.1 Общее определение готовности

С точки зрения надежности участок международного соединения ретрансляции кадров должен иметь следующие свойства:

- Доля времени, в течение которого соединение неработоспособно (то есть, неспособно поддерживать конкретную функцию), должна быть возможно малой.
- Однажды установленная функция должна иметь низкую вероятность либо окончания (вследствие неудовлетворительной характеристики передачи данных), либо преждевременного прерывания (в результате отказа какого-либо компонента сети) до завершения выполнения функции.

Готовность участка виртуального соединения ретрансляции кадров определяется как доля времени, в течение которого участок способен поддерживать функционирование (то есть, успешно передавать кадры). Наоборот, неготовность участка – это доля времени, в течение которого участок не способен поддерживать функционирование (то есть, он находится в неработоспособном состоянии). Участок двунаправленного соединения ретрансляции кадров работоспособен тогда и только тогда, когда работоспособны оба направления.

### 7.2 Модель готовности

Настоящая Рекомендация использует общую модель готовности, которая применима к любому виртуальному соединению ретрансляции кадров. Модель использует два состояния,

соответствующие способности или неспособности сети поддерживать соединение в работоспособном состоянии. Переход между состояниями модели обычно определяется появлением специфических эталонных событий переноса кадра. В данной рекомендации рассматривается готовность с позиции сети: показатели готовности характеризуются независимо от поведения пользователя.

### 7.3 Определение состояния готовности/неготовности

Для определения готовности участка виртуального соединения ретрансляции кадров выделен ряд критериев для признания периодов времени готовности или неготовности. Эти критерии применимы к любому участку виртуального соединения ретрансляции кадров, независимо от того передает пользователь кадры непрерывно или нет. Данная Рекомендация предлагает ряд подходов для оценки: должен ли период (блок) времени быть признан работоспособным или неработоспособным.

- Связность физического уровня является предпосылкой для готовности службы сети ретрансляции кадров. Участок виртуального соединения (или ряд смежных участков) может рассматриваться неработоспособным, если нижележащий физический уровень на какой-либо границе секции неработоспособен (нет сигнала, тревожная сигнализация и др.) по причинам, связанным с секцией/секциями соединения. Так, если виртуальное соединение неспособно передавать кадры вследствие неготовности физического уровня, соединение признается неработоспособным. Соответственно отказ физического уровня не допускает передачу кадров на участке соединения в течение определенного промежутка времени, несмотря на попытки пользователя передать кадры. Перерыв соответствует появлению отказа в пределах участка соединения или физического уровня, или уровня ретрансляции кадров. См. Приложения В и С относительно использования сообщения STATUS, тревожной индикации и кадров ОАМ для оценки за определенный период времени того, является ли виртуальное соединение работоспособным или неработоспособным.
- В отношении качества передачи секция соединения (или несколько секций) могут быть признаны неработоспособными, если превышены установленные пороговые величины коэффициента потери кадров или коэффициента необнаруженных ошибок по кадрам либо частота лишних кадров. Пороговые уровни определены в Приложении А. См. Приложение D относительно использования кадров ОАМ для мониторинга коэффициента потери кадров с целью оценки готовности.
- В отношении правильности и определенности секция соединения (или несколько секций) может признаваться неработоспособной, если превышены установленные пороговые величины вероятности ошибочного установления соединения (SEP) и вероятности неудачи при установлении соединения (CFP) или вероятности преждевременного разъединения (PDP) и вероятности запуска преждевременного разъединения (PDSP). Пороговые уровни определены в Приложении А.

#### 7.3.1 Назначение периодов времени для готовности и неготовности

Коэффициент готовности рассчитывается с помощью объявления периодов времени работоспособности и неработоспособности. Период времени считается неработоспособным, если в течение расчетного периода либо виртуальный канал не обеспечивает связность, либо определенные параметры качества выходят за допустимые пределы.

ПРИМЕЧАНИЕ – Такой подход не требует определения критериев для оценки переходов между состояниями готовности и неготовности.

Рекомендуется, чтобы максимальный период времени, за который производится оценка, составлял 5 минут. Рекомендуемый минимальный период времени, за который производится оценка, равен 10 секундам. Операторы сети могут выбирать временные периоды в соответствии со средствами надзора, используемыми в их системах управления. В Добавлении 1 дается описание некоторых методов расчета параметров готовности. Эти методы могут использоваться в том случае, когда операторы сети не хотят проводить длительного мониторинга всех виртуальных соединений.

ПРИМЕЧАНИЕ – Если период времени, за который производится оценка, составляет более 5 минут, операторы сети должны сознавать, что точность расчета коэффициента потери кадра будет пониженной и соответственно период времени неготовности может быть оценен неправильно.

## 7.4 Методы оценки готовности

Способность сетей ретрансляции кадров обеспечивать мониторинг без вывода из эксплуатации соединений ретрансляции кадров с целью оценки параметров готовности в большой степени зависит от свойств и возможностей системы управления сетью. Признано, что измерение готовности без вывода из эксплуатации с использованием всех порогов качественных показателей (как определено в пункте 7.3) во многих случаях может быть непрактичным. Соответственно, данная Рекомендация дает описание ряда возможных методов, которые могут использоваться для оценки параметров готовности без вывода из эксплуатации. Операторы сети должны четко указывать, какие методы они используют для получения значений готовности, когда называют характеристики готовности сети.

Влияние коэффициента необнаруженных ошибок по кадрам, частоты лишних кадров, вероятности ошибочного установления соединения (SEP), вероятности неудачи при установлении соединения (CFP), вероятности преждевременного разъединения (PDP) и вероятности запуска преждевременного разъединения (PDSP) на объявление периода времени неготовности ожидается весьма малым. Соответственно, расчет готовности только на базе коэффициента потери кадров (FLR) не повлечет существенной переоценки общего периода времени неготовности.

Приложение А дает описание метода, базирующегося на использовании порогов качественных показателей. Приложение В дает описание метода, базирующегося на использовании сообщений Status и тревожной индикации. Приложения С и D дают описания методов, базирующихся на использовании информации ретрансляции кадров OAM.

## 7.5 Параметры готовности

Нормы на параметры определены в данной Рекомендации для двух параметров готовности: Коэффициент готовности (AR) и Среднее время между отказами службы (MTBSO). Эти параметры применимы к участкам виртуальных соединений ретрансляции кадров как в случае с PVC, так и SVC.

### 7.5.1 Готовность службы/Коэффициент готовности

Готовность службы – это долговременное процентное отношение заданного времени службы, в течение которого участок виртуального соединения или цепь последовательно включенных секций виртуальных соединений, работоспособны.

Коэффициент готовности (AR) определяется как доля заданного времени службы, в течение которого участок виртуального соединения находится в работоспособном состоянии. AR рассчитывается путем деления общего времени работоспособности службы на длительность заданного времени службы.

Заданное время службы для виртуального соединения ретрансляции кадров – это время, в течение которого поставщик услуг сети обязался поддерживать соединение работоспособным для создания услуги. Обычно заданное время службы составляет 24 часа в сутки, семь дней в неделю. Однако на некоторых сетях могут регламентироваться другие значения заданного времени службы. В течение заданного времени службы пользователь может передавать или не передавать кадры.

### 7.5.2 Среднее время между отказами службы

Среднее время между отказами службы (MTBSO) – это средняя длительность интервала любой продолжительности, в течение которого секция виртуального соединения или цепь последовательно включенных секций работоспособны. Смежные интервалы заданного времени службы объединяются.

MTBSO определяется как средняя длительность долговременных периодов времени готовности. Когда заданные времена службы не являются смежными, они объединяются каскадно при расчете MTBSO.

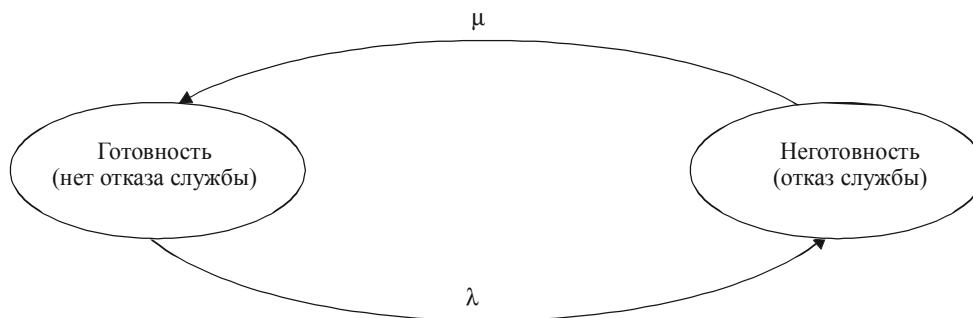
### 7.5.3 Параметры, сопутствующие характеристике готовности

При описании характеристик готовности широко используются четыре других сопутствующих параметра. Они обычно определяются следующим образом:

- **среднее время восстановления услуги (MTTSR)** – средняя длительность временных интервалов неготовности службы;
- **поток отказов ( $\lambda$ )** – среднее число переходов из состояния готовности в состояние неготовности за единицу времени готовности;

- **поток восстановлений ( $\mu$ )** - среднее число переходов из состояния неготовности в состояние готовности за единицу времени неготовности;
- **неготовность ( $U$ )** – долговременное отношение времени неготовности службы к заданному времени, выраженное в процентах.

В предположении экспоненциального распределения отказов и восстановлений математические величины любого из этих параметров могут быть рассчитаны из величин готовности службы ( $SA$ ) и Среднего времени между отказами службы ( $MTBSO$ ), как показано на рисунке 5.



а) Диаграмма состояний

$$MTBSO = \frac{1}{\lambda} \qquad MTTSR = \frac{1}{\mu}$$

$$SA = 100 \left[ \frac{MTBSO}{MTBSO + MTTSR} \right] = 100 \left[ \frac{\mu}{\lambda + \mu} \right]$$

$$U = 100 - SA = 100 \left[ \frac{MTTSR}{MTBSO + MTTSR} \right] = 100 \left[ \frac{\mu}{\lambda + \mu} \right]$$

б) Соотношения параметров

X.147\_F5

**Рисунок 5/X.147 – Основная модель готовности и сопутствующие параметры**

## 8 Нормы характеристик готовности

В данном пункте специфицированы нормы на параметры – коэффициент готовности и  $MTBSO$  для следующих типов участков соединения:

- национальный участок сети;
- международный транзитный участок сети;
- международный межоператорский участок.

Специфицирован единственный набор норм, которые представляют "наихудший случай" и применимы для любого участка соединения. Нормы определяют характеристики статистической выборки соединений ретрансляции кадров. Они не применимы или не определяют характеристики отдельного соединения ретрансляции кадров. Все величины являются временными, и сети могут им не соответствовать, пока эти величины не пересмотрены (вверх или вниз) на основе реального опыта оператора.

Характеристики готовности "от-конца-до-конца" международного виртуального соединения ретрансляции кадров могут быть рассчитаны путем простого умножения величин готовности каждого участка.

## 8.1 Коэффициент готовности

Нормы на коэффициент готовности (AR) для каждого типа участка соединения приведены в Таблице 1.

Таблица 1/Х.147 – Нормы для коэффициента готовности

Участок соединения	Нормы коэффициента готовности
Участок национальной сети (Примечание)	Для дальнейшего изучения
Международный участок транзитной сети	Для дальнейшего изучения
Международный межоператорский участок	Для дальнейшего изучения
Примечание – Не включены данные по участкам сетей доступа.	

## 8.2 Среднее время между отказами

Нормы МТВО для каждого типа участка соединения приведены в таблице 2.

Таблица 2/Х.147 – Нормы для среднего времени между отказами

Участок соединения	Нормы МТВО
Участок национальной сети	Для дальнейшего изучения
Международный участок транзитной сети	Для дальнейшего изучения
Международный межоператорский участок	Для дальнейшего изучения

# Приложение А

## Определение состояний готовности с использованием порогов для параметров

### А.1 Готовность виртуального соединения ретрансляции кадров (РК)

Данное Приложение регламентирует набор критериев для оценки готовности виртуальных соединений сети ретрансляции кадров. Модель двух состояний принята в качестве базы для описания готовности всей службы. Регламентируемая функция готовности сравнивается с эксплуатационными значениями для набора "поддерживаемых" первичных параметров качественных показателей с соответствующими порогами отказов для признания услуги "работоспособной" (нет отказов услуги) или "неработоспособной" (отказ услуги) в течение последовательных периодов наблюдения. Данное Приложение специфицирует функции готовности и определяет величины порогов готовности, которые характеризуют результирующий бинарный случайный процесс для услуг как постоянного виртуального соединения (PVC), так и коммутируемого виртуального соединения (SVC).

#### А.1.1 Функции готовности виртуальных соединений ретрансляции кадров

Для оценки готовности PVC сети ретрансляции кадров используются четыре критерия отказа (на базе параметров качественных показателей из Рек. МСЭ-Т X.144):

- коэффициент потери кадров по информации пользователя (для подтверждения предложенного трафика со скоростью CIR);
- коэффициент потери кадров по информации пользователя (для подтверждения предложенного трафика со скоростью EIR);
- вероятность необнаруженных ошибок по кадрам; и
- частота лишних кадров.

Для оценки готовности соединений SVC сети ретрансляции кадров специфицированы два дополнительных критерия отказа (на базе параметров качественных показателей из Рек. МСЭ-Т X.145) в связке с критериями отказа для оценки готовности PVC:



- вероятность ошибочного установления соединения (CEP) и вероятность неудачи при установлении соединения (CFP);
- вероятность преждевременного разъединения (PDP) и вероятность запуска преждевременного разъединения (PDSP).

Указанные параметры называются параметрами решения о соответствии готовности (далее параметры соответствия). Каждый параметр соответствия связан с порогом отказа. Эти параметры соответствия и временные величины для их порогов отказа даны в таблице А.1.

**Таблица А.1/Х.147 – Критерии отказа для параметров соответствия готовности**

Параметры соответствия готовности	Критерии (Примечание 3)
Коэффициент совершившейся потери кадров – $FLR_c$ (Примечание 1): Коэффициент потери кадров по информации пользователя для множества кадров с $DE = 0$ , когда все $DE = 0$ кадров соответствуют скорости CIR	$FLR_c > C_1$
Коэффициент совершившейся потери кадров – $FLR_c$ (Примечание 2): Коэффициент потери кадров по информации пользователя для множества кадров входа с $DE = 1$ , когда все входящие $DE = 1$ кадров соответствуют скорости EIR, а все $DE = 0$ кадров соответствуют скорости CIR	$FLR_c > C_2$
RFER – коэффициент необнаруженной ошибки по кадрам	$RFER > C_3$
EFR – частота лишних кадров	$EPK > C_4$
Вероятность ошибочного установления соединения (CEP) и Вероятность неудачи при установлении соединения (CFP)	$CEP + CFP > C_5$
Вероятность преждевременного разъединения (PDP) и Вероятность запуска преждевременного разъединения (PDSP)	$PDP + PDSP > C_6$
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Применяется в качестве параметра соответствия готовности только в случае <math>CIR &gt; 0</math>. Если наблюдается высокий FLR, предлагаемый <math>DE = 0</math> трафик должен быть уменьшен до CIR, прежде чем будет признано состояние готовности.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Применяется в качестве параметра соответствия готовности только в случае <math>CIR = 0</math> и нет кадров с <math>DE = 0</math>. Если наблюдается высокий FLR, предлагаемый <math>DE = 1</math> трафик должен быть уменьшен до EIR, прежде чем будет признано состояние готовности.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Специфицируются следующие величины порогов критериев: <math>C_1 = 10\%</math>, <math>C_2 = 25\%</math>, <math>C_3 = 1\%</math>, <math>C_4 = 1/300</math>, <math>C_5 = 0,9</math>, и <math>C_6 = 0,01</math>. Все величины являются временными и они не обязательны для сетей, до тех пор пока они не будут пересмотрены (вверх или вниз) на основе реального опыта эксплуатации.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Секция соединения или несколько секций могут также быть признаны неработоспособными, если нижележащий физический уровень на какой-либо границе секции неработоспособен (нет сигнала, тревожная сигнализация и др.) по причинам, связанным с секцией/секциями соединения. См. Приложение В.</p>	

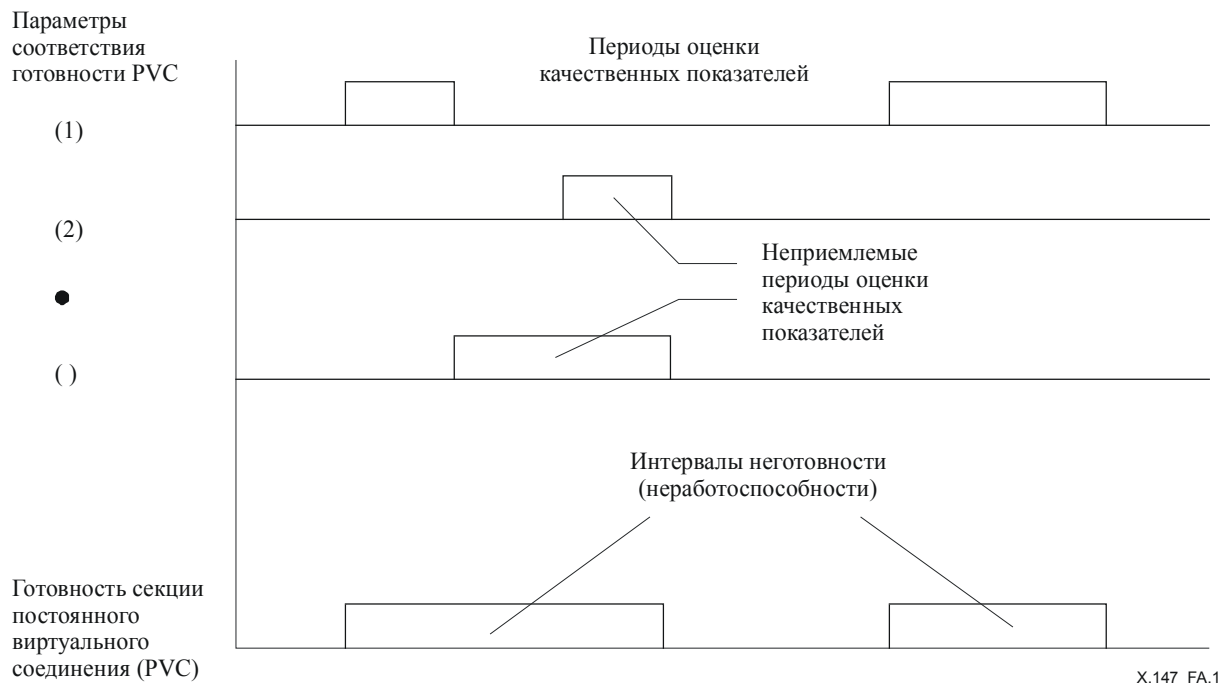
### А.1.2 Оценка готовности

Характеристика рассматривается независимо относительно каждого параметра соответствия готовности. Если величина параметра равна или лучше определенного порога отказа, характеристика по этому параметру признается приемлемой. Если величина параметра хуже порога, характеристика по этому параметру признается неприемлемой.

Множество секций соединения, ограниченных границами  $V_i$  и  $V_j$ , определяется *работоспособным* (или находящимся в состоянии готовности), если характеристика является приемлемой относительно всех параметров соответствия, то есть пороги параметров качественных показателей не превышаются в течение периода времени, по которому оценивается характеристика.

Множество секций соединения, ограниченных границами  $V_i$  и  $V_j$ , определяется *неработоспособным* (или находящимся в состоянии неготовности), если характеристика одного или нескольких граничных критериев неприемлема, то есть один или несколько порогов параметров качественных показателей превышаются в течение периода времени, по которому оценивается характеристика.

Интервалы, в течение которых секция соединения или каскадная цепь секций соединения неработоспособны, идентифицируются наложением периодов неприемлемого качества для всех параметров соответствия, как показано на рисунке А.1.



**Рисунок А.1/Х.147 – Определение состояний готовности для PVC ретрансляции кадров**

### **А.1.3 Использование коэффициента потери кадров в качестве единственного критерия для оценки готовности**

Заметим, что способность сетей ретрансляции кадров обеспечить мониторинг качества соединения ретрансляции кадров без прекращения связи для целей оценки готовности существенно зависит от свойств и средств, используемых в системе управления сетью; соответственно операторы сети имеют возможность выбора параметров, которые они будут использовать при оценке готовности соединений.

Например величина коэффициента потери кадров может быть легко рассчитана по учетным данным. Однако полученная величина коэффициента необнаруженных ошибок по кадрам или частости лишних кадров может потребовать более специализированного оборудования мониторинга.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Ожидается, что величины коэффициента необнаруженных ошибок по кадрам или частости лишних кадров обычно будут очень малыми. Поэтому использование только параметра коэффициента потери кадров в качестве критерия соответствия не должно сильно повлиять на величину коэффициента готовности.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В Рекомендации МСЭ-Т Х.148 определены методы для измерения коэффициента потери кадров с использованием методов ретрансляции кадров ОАМ. См. также Приложение D.

## **Приложение В**

### **Использование сообщений STATUS ретрансляции кадров или тревожной сигнализации в качестве критерия готовности**

Для виртуальных соединений ретрансляции кадров, которые используют процедуры сообщений STATUS, определенные в Рекомендациях МСЭ-Т Х.36 и Х.76 (или в Приложении А/Q.933), и используют двунаправленные процедуры только на интерфейсах "сеть-сеть" (NNI), передача

конкретных пар сообщений STATUS или тревожной сигнализации также может служить в качестве критерия готовности.

Для некоторого испытуемого множества секций соединения, ограниченного границами  $V_i$  и  $V_j$ , передача неактивной индикации, исходящей от испытуемой секции, может служить указанием перехода из состояния готовности в состояние неготовности. Ряд секций соединения, ограниченного границами  $V_i$  и  $V_j$ , определяется *неработоспособным* (или находящимся в состоянии неготовности), если происходит передача неактивной индикации в сообщении STATUS, исходящей от секций, ограниченных границами  $V_i$  и  $V_j$ .

Обратный переход в состояние готовности должен сопровождаться передачей активной индикации в сообщении STATUS или прекращением тревожной сигнализации, исходящей от испытуемой секции.

Периоды неготовности, предусмотренные расписанием, исключаются из расчета.

ПРИМЕЧАНИЕ – В данном случае готовность оценивается только по способности виртуального соединения передавать кадры. Достигнутое качество обслуживания (например, определенное по коэффициенту потери кадров) не рассматривается.

## Приложение С

### Использование сообщений ретрансляции кадров ОАМ для расчета готовности соединений ретрансляции кадров с использованием связности в качестве критерия отказа

#### С.1 Введение

В данном Приложении описан метод расчета готовности двунаправленных виртуальных соединений. Этот расчет базируется на использовании сообщений незапирающего шлейфа ретрансляции кадров ОАМ, определенном в документе РКФ.19 и Рек. МСЭ-Т X.151. Критерий базируется на отказах соединения. Когда соединение получает отказ, соединение признается неработоспособным.

ПРИМЕЧАНИЕ – Шлейфные средства ретрансляции кадров ОАМ могут использоваться для ограничения неработоспособности и управления соединением. Средства диагностики ретрансляции кадров ОАМ могут работать на сегменте виртуального соединения между двумя устройствами ОАМ, принадлежащими одному домену. Существуют две формы диагностик, поддерживаемых документом РКФ.19 – запирающий шлейф VC и незапирающий шлейф:

- запирающий шлейф – это действия технической эксплуатации службы по выводу виртуального соединения из эксплуатации (то есть, кадры данных пользователя не могут быть переданы по виртуальному соединению, на котором установлен шлейф).
- незапирающий шлейф используется для повторения передачи отдельного кадра ОАМ без вывода виртуального соединения из эксплуатации. Сообщение "незапирающий шлейф" вызывает только обратное сообщение "незапирающий шлейф" по шлейфу к инициатору сообщения и может использоваться для расчетов без вывода из эксплуатации.

Метод расчета может не обнаруживать некоторые короткие перерывы, которые строго равны времени неготовности. Однако ожидается, что большинство событий неработоспособности, вызванных отказами, влекущими перерывы службы более 10 секунд, должны быть подсчитаны с удовлетворительной точностью этим методом.

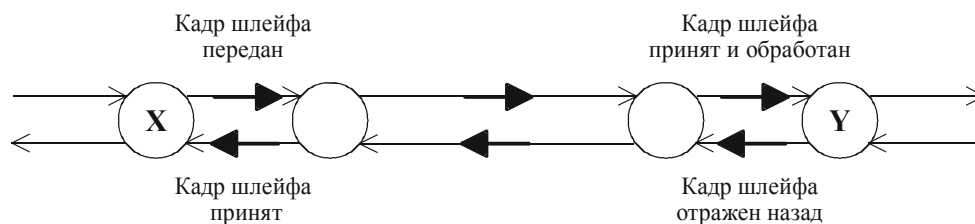
Рассмотрим соединение или участок соединения, разграниченного пунктами технической эксплуатации сети ретрансляции кадров (FROMP) X и Y, как показано на рисунке С.1. Если и только если оба виртуальных соединения  $X \rightarrow Y$  и  $Y \rightarrow X$  работоспособны, соединение (X, Y) называется работоспособным, в противном случае соединение (X, Y) называется неработоспособным.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Кадры шлейфа ОАМ могут инициироваться либо на пункте технической эксплуатации сети ретрансляции кадров (FROMP) X, либо на измерительном пункте Y.

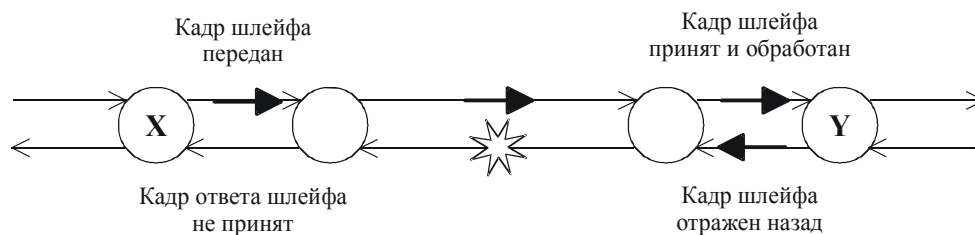
ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Обычно наблюдатель на измерительном пункте определяет, является ли входящее соединение работоспособным по входящему потоку данных и это решение известно как оценка на ближнем конце. В случае, когда измерительный пункт X инициирует передачу кадров по шлейфу ОАМ, пункт X называют *ближним концом*, с кадрами, направляемыми от X к Y и рассматриваемыми как передача в прямом

направлении. Когда кадры достигают Y (Дальний конец) они отражаются обратно к X и считаются передаваемыми в обратном направлении.

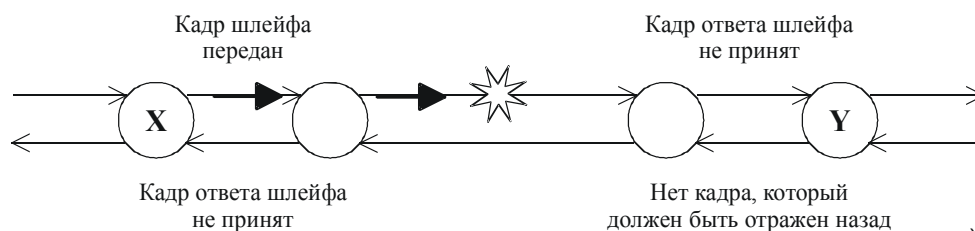
ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Из рисунка С.1 видно, что измерение симметрично в отношении метода расчета, определенного ниже. Следовательно, несущественно, где выбрать измерительный пункт: в X или Y.



Случай А: виртуальное соединение работоспособно



Случай В: виртуальное соединение неработоспособно



Случай С: виртуальное соединение неработоспособно

X.147\_FC.1

**Рисунок С.1/Х.147 – Использование шлейфа РК ОАМ для обнаружения неработоспособности**

Одно из преимуществ метода расчета, изложенного в данном разделе, заключается в том, что он может обеспечить расчет готовности двунаправленного соединения в одном измерительном пункте. Другими словами, метод может дать расчеты готовности как для ближнего конца, так и для дальнего конца соединения из одного измерительного пункта.

Для следующего метода расчета функциональность (по документу РКФ.19) сообщения "незапирающий шлейф ОАМ" должна быть активизирована на соединении, для которого проводится расчет готовности.

ПРИМЕЧАНИЕ – До регулярной передачи сообщений шлейфа пункт технического обслуживания FROMP должен инициировать запрос для равноправного устройства, чтобы выполнить незапирающий шлейф с использованием сообщения "незапирающий шлейф" с кодом запирающего шлейфа в информационном поле незапирающего шлейфа для запроса.

## С.2 Признание перехода соединения из состояния готовности в состояние неготовности

Когда соединение находится в состоянии готовности:

- а) Ближний конец (X) будет регулярно передавать сообщение "незапирающий шлейф" с использованием специального пункта назначения, обозначаемого как дальний конец (Y). Сообщения "незапирающий шлейф" будут посылаться через определенные интервалы. Рекомендуется посылать сообщение "незапирающий шлейф" каждую секунду. Операторы сети могут выбрать другую периодичность.

- b) По получении сообщения "незапирающий шлейф", дальний конец (Y) должен определить, указывает ли идентификатор домена сообщения принадлежность к одному из доменов, поддерживаемых принимающим пунктом и указывает ли индикатор пункта назначения в сообщении именно это устройство ОАМ. Если сообщение адресовано именно этому пункту и устройство поддерживает эти возможности, сообщение обрабатывается. Дальний конец отвечает сообщением "незапирающий шлейф" идентичной длины и содержания с конфигурацией информационного поля, указывающей сообщение ответа. По получении ответа "незапирающий шлейф" передача на пункте прекращается (X).
- c) Если имеет место отказ физического уровня либо в прямом, либо в обратном направлении между измерительными пунктами (МР) (как показано в Случае В и Случае С на рисунке С.1), ответное сообщение "незапирающий шлейф" не может быть обратно принято в измерительном пункте (X). Предположим, что сообщения "незапирающий шлейф" предаются с односекундными интервалами. В случае нормальных действий ожидается, что ответное сообщение будет получено приблизительно в передачах 400 мс. Период времени, в течение которого ответные сообщения не получены, считается временем неготовности.

**ПРИМЕЧАНИЕ** – Вследствие природы сетей ретрансляции кадров кадры могут быть потеряны из-за перегрузки сети. Следовательно, потеря одного ответного кадра шлейфа не всегда может означать физическую неработоспособность соединения, но может означать существенную перегрузку. В случае, когда сообщение "незапирающий шлейф" посылается каждую секунду и хотя нет состояния физической неработоспособности, а ответные кадры шлейфа еще не получены, временной период будет признан неработоспособным по причине превышения порога коэффициента потери кадров.

### **С.3 Признание перехода от неготовности соединения к готовности соединения**

Когда соединение находится в состоянии неготовности:

- a) Узел ближнего конца будет продолжать посылать сообщения "незапирающий шлейф" с определенным установленным интервалом. Как только узел ближнего конца (X) получит ответное сообщение "незапирающий шлейф" от дальнего конца (Y), виртуальное соединение выйдет из состояния неготовности. В этот момент двунаправленное соединение перейдет в состояние готовности.
- b) Если виртуальное соединение находилось в состоянии неготовности, а либо на ближнем конце, либо на дальнем конце начинается прием кадров информации пользователя, виртуальное соединение выйдет из состояния неготовности.

### **С.4 Оценка готовности без вывода из эксплуатации**

Когда временные периоды признаны относящимися к состояниям готовности или неготовности на основании приема или неприема кадров ответного сообщения, величины параметров коэффициента готовности и МТВО (для определенного периода наблюдения) могут быть рассчитаны следующим образом:

- коэффициент готовности рассчитывается как отношение суммарных длительностей периодов готовности к длительности периода наблюдения.
- МТВО рассчитывается как среднее время между последовательными периодами неготовности.

## **Приложение D**

### **Использование сообщений ОАМ ретрансляции кадров для мониторинга коэффициента потери кадров при оценке готовности**

В данном Приложении представлен метод оценки готовности с использованием коэффициента потери кадров в качестве критерия отказа. В Рекомендации МСЭ-Т X.148 определены процедуры для расчета коэффициента потери кадров с использованием процедур ОАМ из X.151 | РКФ.19. Процедура, регламентированная в Рекомендации МСЭ-Т X.148, в действительности измеряет коэффициент

доставки кадров (Frame Delivered Ratio), который является дополнением к коэффициенту потери кадров. В основном процедура вполне приемлема для расчета долговременного коэффициента потери кадров, но может использоваться и для оценки коэффициента потери кадров за более короткие периоды.

Приложение А регламентирует:

- коэффициент потери кадров по информации пользователя (для трафика, соответствующего скорости CIR); и
- коэффициент потери кадров по информации пользователя (для трафика, соответствующего скорости EIR)

в качестве критериев отказа, которые могут использоваться для расчета готовности.

ПРИМЕЧАНИЕ – X.151 | РКФ.19 ОАМ дают возможность расчетов, выполняемых на базе передаваемых и принимаемых кадров для потоков трафика как в случае CIR, так и EIR.

При расчете коэффициента потери кадров расчет производится для определенного периода измерений. Чтобы выделить периоды, в которых коэффициент потери кадров превосходит порог, период измерений должен быть достаточно коротким.

Рекомендуется, чтобы характеристика коэффициента потери кадров была рассчитана за временные периоды длительностью между 10 секундами и 5 минутами. Коэффициент доставки кадров/коэффициент потери кадров могут быть рассчитаны за каждый временной период. Если коэффициент потери кадров для потока трафика CIR (в случае  $CIR > 0$ ) больше 10% или коэффициент потери кадров для потока трафика EIR (в случае  $CIR = 0$ ) больше 25%, то время, для которого производился расчет, должно считаться временем неготовности.

Операторы сети могут по желанию отказаться от мониторинга FLR по потоку трафика EIR, а оценивать готовность только по качеству потока трафика CIR.

## Приложение Е

### Расчет среднего коэффициента готовности для сети на основе измерения неготовности отдельного виртуального соединения

В данном Приложении даны выражения для расчета готовности всей сети на основе измерений неготовности виртуального соединения. Выражение не зависит от метода определения или метода измерения неготовности виртуального соединения.

Определим следующие параметры:

- $N$  – общее число виртуальных соединений ретрансляции кадров на сети.
- $T$  (секунд) – интервал, на котором будет рассчитываться готовность.
- $U_i$  (секунд) – сумма времени, в течение которого виртуальное соединение  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ) неработоспособно за расчетный интервал  $T$ .
- $R_i$  – коэффициент неготовности виртуального соединения  $i$  ( $1 \leq i \leq N$ ), т.е.,  $R_i = U_i/T$
- $A$  – средний коэффициент готовности сети, рассчитанный для временного интервала  $T$ .

Средний коэффициент неготовности в пределах сети рассчитывается:

$$R_u = \frac{\sum_{i=1}^N U_i}{NT} \text{ или, эквивалентно, } R_u = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}.$$

Средний коэффициент готовности в пределах сети равен:

$$A = (1 - R_u) \times 100\%$$

## Добавление I

### Примерный расчет параметров готовности соединения PVC

#### I.1 Минимальные испытания для определения готовности службы PVC

Определение готовности службы постоянных виртуальных каналов (PVC) (как определено в пункте А.1.1) требует, чтобы наблюдаемые характеристики для всех четырех параметров соответствия были сопоставлены с порогами отказа. Единственный подход последующих испытаний определен, чтобы быть достаточным для признания секции PVC работоспособной. Единственный отказ секции, удовлетворяющий любому из четырех отдельных критериев, определяется достаточным для признания секции PVC неработоспособной. Эти испытания и эти критерии соответствия определены в качестве минимальных критериев, необходимых для проведения испытаний готовности секции.

Минимальные испытания готовности могут проводиться в одном из двух направлений внутри секции на оборудовании и компонентах за пределами секции. Для исключения вероятности неудачного проведения испытания готовности в результате недостаточных или чрезмерных входных данных (воздействий), следует в течении 5 минут поддерживать трафик  $DE = 0$  в соответствии с CIR, если  $CIR > 0$ , и трафик  $DE = 1$  в соответствии с EIR, если  $CIR = 0$ . Существуют три критерия для определения успешности или неуспешности испытания:

- 1a) ( $CIR > 0$ ) – Испытания неудачны, если коэффициент совершившейся ошибки по кадрам ( $FLR_c$ ) больше  $C_1$ ;
- 1b) ( $CIR = 0$ ) – Испытания неудачны, если  $FLR_c$  больше  $C_2$ ;
- 2) Испытания неудачны, если RFER больше  $C_3$ ;
- 3) Испытания неудачны, если частота лишних кадров больше  $C_4$ .

Если испытания удовлетворяют критериям соответствия, тест считается успешным, а соединение PVC, поддерживаемое секцией, считается работоспособным в течение испытаний. Если испытания секции неудачны для одного или нескольких критериев соответствия, соединение PVC, поддерживаемое секцией, считается неработоспособным в течение испытаний.

ПРИМЕЧАНИЕ – Величины порогов ( $C_1, C_2, C_3, C_4$ ) определены в Таблице А.1.

#### I.2 Процедуры для определения готовности службы PVC

Достаточная оценка готовности службы PVC может быть рассчитана следующим образом. На основе априорной оценки готовности службы, выберите размер выборки не более 300. Выберите  $s$  испытательных замеров в течение назначенного времени службы и распределите их по всему долговременному измерительному периоду (например, 6 месяцев). На основе ожидаемой длительности неработоспособности службы, выберите два испытательных замера не ближе семи часов (для обеспечения некоррелированности замеров). Испытательные замеры должны быть равномерно распределены по всему назначенному времени службы. Для каждого заранее определенного времени испытания проведите испытания готовности, описанные в пункте I.1. Если испытание неудачно, секция признается неработоспособной в данном замере. В противном случае секция признается работоспособной. Оценка (в процентах) готовности службы PVC это число замеров, когда секция была признана работоспособной, умноженное на 100 и поделенное на общее число замеров.

#### I.3 Процедуры для оценки среднего времени между отказами службы PVC

Удовлетворительный расчет среднего времени между отказами службы PVC может быть выполнен путем проведения последовательных замеров характеристик готовности и подсчета наблюдаемых изменений из состояния готовности в состояние неготовности.

До проведения любых испытаний выберите временные интервалы разъединения  $k$ , каждый не менее 30 минут или более трех часов. Общее суммарное время интервалов  $k$  должно в три раза превышать априорно рассчитанное среднее время между отказами службы PVC. Для длительности каждого предварительно назначенного интервала проведите последовательные замеры характеристик

готовности. Общее время наблюдения состояния готовности будет добавлено к кумулятивному счетчику, называемому  $A$ . Число отмеченных переходов из состояния готовности в состояние неготовности будет накапливаться в счетчике  $F$ <sup>1</sup>.

Для каждого предварительно назначенного интервала:

- a) Если все последовательные выборки готовности успешны, добавьте общую длительность интервала к  $A$ . Не изменяйте накопленную величину  $F$ .
- b) Если первая выборка готовности успешна, а любая последующая выборка неуспешна, уменьшите величину  $F$  на единицу. Добавьте к величине  $A$  общую длительность всех выборок готовности до первого отказа. После первой неудачной выборки готовности оставшееся время в данном интервале может быть отброшено без испытаний его готовности.
- c) Если первая выборка готовности неудачна, полагаем, что изменение состояния произошло до начала интервала. Ничего не добавляйте к подсчитанному времени наблюдения готовности  $A$ . Ничего не добавляйте к кумулятивному счету зарегистрированных изменений состояния  $F$ . Оставшееся время в данном интервале может быть отброшено без испытаний его готовности.

После накопления результатов каждого заранее назначенного интервала отношение  $A/F$  используется для расчета среднего времени между отказами службы PVC. Статистически более точный расчет может быть получен путем увеличения числа интервалов наблюдения  $k$ .

Расчет среднего времени между отказами службы PVC предполагает, что если отказ секции возник во время выборки характеристики готовности, то либо эта выборка, либо следующая выборка будут признаны неработоспособными. Это резонное предположение, поскольку периоды неработоспособности службы в отличие от перемежающихся перерывов длятся более пяти минут.

Отбрасывание результатов остатка интервала, следующего за неудачной выборкой готовности, является и практичным, и статистически оправданным. Секция PVC должна вернуться в состояние готовности ранее того, как любое время готовности может быть аккумуляровано, и ранее того, как любой следующий переход в состояние неготовности может быть зафиксирован. Во-первых, ожидаемое время восстановления службы PVC может быть длительным по сравнению с оставшимся временем интервала. Возможно, будет неуместным и контрпродуктивным продолжать испытания отказавшей или перегруженной сетевой секции. Во-вторых, если переходы в состояние неготовности статистически независимы, то отбрасывание остатка интервала, который может включать время состояния готовности, не окажет влияния на результат<sup>2</sup>. Единственным последствием прерывания испытания является потеря времени испытания. Для минимизации этой потери временные интервалы должны быть короткими по сравнению с суммой ожидаемого времени восстановления службы PVC и ожидаемого времени между отказами службы PVC. Таким образом, каждое испытание должно продолжаться не более трех часов.

Имеются два источника ошибок в процедуре расчета, предложенной в пункте I.3. Первый источник: если отказ происходит во время последней выборки готовности в интервале, то переход может вызвать, а может не вызвать неудачу выборки. Если выборка признается удачной, переход состояния пропущен, и среднее время между отказами службы PVC окажется завышенным. Второй источник: переход в состояние неготовности во время первой выборки готовности в интервале может вызвать, а может не вызвать неудачу выборки. Соответственно процедуре расчета, если выборка признается неудачной, интервал будет отброшен, переход состояния пропущен, среднее время между отказами службы PVC окажется завышенным. Эти краевые эффекты могут быть минимизированы путем увеличения длительности каждого интервала, следовательно, уменьшением числа выборок готовности и, таким образом, уменьшением эффекта результатов первой и последней выборок пропорционально общим выборочным результатам. Минимально рекомендуемая длительность интервала составляет 30 минут с использованием пятиминутных выборок готовности.

<sup>1</sup> Каждый счетчик вначале устанавливается на нуль.

<sup>2</sup> Если отказы имеют тенденцию группироваться, прекращение испытания, следующего за переходом в состояние неготовности, приведет к переоценке среднего времени между отказами службы. Если отказы не имеют тенденции группироваться, прекращение испытания, следующего за переходом в состояние неготовности, приведет к недооценке среднего времени между отказами службы.



Альтернативно оба отклонения могут быть скорректированы заменой процедуры а) в пункте I.3 на следующую:

- а) Если все последовательные выборки готовности успешны, то добавьте общую длительность интервала к величине  $A$ . Проведите одну дополнительную выборку готовности сразу на следующем интервале. Если та выборка будет неудачной, увеличьте величину  $F$  на единицу. Если та выборка будет удачной, не изменяйте величину  $F$ . Длительность дополнительной выборки не влияет на величину  $A$ .

Эта поправка идентифицирует любое изменение состояния, которое произошло во время последней выборки и устраняет отклонения за счет первого источника. Поправка также учитывает некоторые переходы, которые произошли за пределами интервала. Эти переходы подсчитываются с той же вероятностью, как вероятность того, что второй источник отклонения ошибочно отбросит переходы. Таким образом, эта модифицированная процедура корректирует оба источника отклонений. Используя эту поправку, среднее время между отказами службы PVC может быть определено более точно.





## 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
<b>Серия X</b>	<b>Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем</b>
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевых протоколов (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи