



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

**G.7042/Y.1305**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

(03/2006)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ,  
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Передача данных по транспортным сетям –  
Общие положения

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ  
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО  
ПРОТОКОЛА И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Аспекты межсетевого протокола – Транспортирование

---

**Схема регулировки пропускной способности  
линии (LCAS) для виртуальных сцепленных  
сигналов**

Рекомендация МСЭ-Т G.7042/Y.1305

---

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G  
СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЧ-СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	
<b>Общие положения</b>	<b>G.7000–G.7099</b>
Положения о контроле сетей транспортировки сообщений	G.7700–G.7799
АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

**Схема регулировки пропускной способности линии (LCAS)  
для виртуальных сцепленных сигналов**

**Резюме**

Настоящая Рекомендация определяет методику динамического изменения (т. е. увеличения или уменьшения) пропускной способности контейнера, транспортируемого в общей транспортной сети (например, в сети СЦИ или OTN с использованием виртуального сцепления). В целом, данное изменение пропускной способности не влияет на трафик. Кроме того, эта методика обеспечивает также возможности живучести сети, автоматически уменьшая пропускную способность, если какой-либо элемент испытает сбой в сети, и увеличивая ее, когда неисправность в сети устранена.

**Источник**

Рекомендация МСЭ-Т G.7042/Y.1305 утверждена 29 марта 2006 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

**Ключевые слова**

Схема регулировки пропускной способности линии, оптическая транспортная сеть, синхронная цифровая иерархия, виртуальное сцепление.

## 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.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются 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.

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т.п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, 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 получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения 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 по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2007

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

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения .....	1
2 Справочная литература.....	1
3 Термины и определения .....	1
4 Сокращения .....	2
5 Соглашения.....	2
6 LCAS для виртуального сцепления.....	2
6.1 Методика .....	2
6.2 Управляющий пакет .....	3
6.3 Увеличение емкости группы VCG (Добавление элемента(ов)) .....	6
6.4 Уменьшение емкости группы VCG: Элемент(ы), временно удаленный(ые) с использованием процедуры LCAS (в результате сбоя) .....	7
6.5 Уменьшение емкости группы VCG: Удаление (постоянное) элемента(ов).....	8
6.6 Межсетевое взаимодействие с использованием LCAS и без использования LCAS .....	8
6.7 Асимметричные соединения .....	9
6.8 Симметричное соединение .....	9
Приложение А – Протокол LCAS.....	10
А.1 Протокол LCAS.....	10
А.2 Выделение разделов протокола LCAS.....	12
А.3 Диаграмма состояний элемента(i) в виртуальной сцепленной группе.....	14
А.4 Диаграммы состояний процедур.....	16
А.5 Диаграмма состояний для группы VCG .....	20
Дополнение I – Диаграммы временной последовательности схемы LCAS.....	22
I.1 Условные обозначения .....	22
I.2 Система счисления .....	22
I.3 Инициализация .....	22
I.4 Команды .....	22
Дополнение II – Изменения непрозрачной полосы пропускания в периоды удержания .....	29
II.1 Введение .....	29
II.2 Удаление элемента группы в источнике .....	29
II.3 При выполнении команд ADD условия TSD повышаются .....	29
II.4 Усовершенствованная процедура НО.....	29



### Схема регулировки пропускной способности линии (LCAS) для виртуальных сцепленных сигналов

#### 1 Сфера применения

Настоящая Рекомендация определяет схему регулировки пропускной способности линии, которая должна использоваться для увеличения или уменьшения пропускной способности контейнера, транспортируемого по сети СЦИ/OTN с использованием виртуального сцепления. Кроме того, эта схема автоматически уменьшит пропускную способность, если какой-либо элемент испытает сбой в сети, и увеличит ее, если неисправность в сети устранена. Эта схема применима к любому элементу группы виртуального сцепления.

Рекомендация определяет требуемые состояния на стороне источника и на стороне приемника линии, а также управляющую информацию, которой производится обмен между стороной источника и стороной приемника линии, для того чтобы можно было гибко изменять размер этого виртуального сцепленного сигнала. Фактические информационные поля, используемые для передачи управляющей информации по транспортной сети, определены в соответствующих Рекомендациях МСЭ-Т G.707/Y.1322 [1] и G.783 [3] – для СЦИ и Рекомендациях МСЭ-Т G.709/Y.1331 [2] и G.798 [4] – для OTN.

#### 2 Справочная литература

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.

- [1] ITU-T Recommendation G.707/Y.1322 (2003), *Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH)*.
- [2] Рекомендация МСЭ-Т G.709/Y.1331 (2003 г.), *Интерфейсы оптической транспортной сети (OTN)*.
- [3] ITU-T Recommendation G.783 (2006), *Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks*.
- [4] ITU-T Recommendation G.798 (2004), *Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks*.
- [5] ITU-T Recommendation G.806 (2006), *Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality*.
- [6] ITU-T Recommendation Z.100 (2002), *Specification and Description Language (SDL)*.

#### 3 Термины и определения

В данной Рекомендации определены следующие термины:

**3.1 линия:** Соединение посредством сети от оконечной функции до оконечной функции завершения. Она может быть связана с элементами группы виртуального сцепления, а также самой группой виртуального сцепления.

**3.2 элемент:** Индивидуальный контейнер уровня сервера, принадлежащий какой-либо группе виртуального сцепления.

**3.3 группа виртуального сцепления (VCG):** Группа функций элементов окончания трассы, совмещенных и соединенных с одной и той же линией виртуального сцепления.

#### 4 Сокращения

В настоящей Рекомендации использованы следующие сокращения:

CRC	Cyclic Redundancy Check	Циклический контроль ошибок по избыточности
CTRL	Control field sent from source to sink	Управляющее поле, посылаемое от источника к приемнику
DNU	Do Not Use	Не использовать
EOS	End of Sequence	Конец последовательности
GID	Group Identification	Групповая идентификация
HO	Hold Off	Удержание
LCAS	Link Capacity Adjustment Scheme	Схема регулировки пропускной способности линии
MFI	MultiFrame Indicator	Многокадровый индикатор
MI	Management Information	Информация управления
MST	Member Status	Состояние элемента
MSU	Member Signal Unavailable	Сигнал элемента недоступен
MSU_L	Member Signal Unavailable, LCAS-enabled criteria	Сигнал элемента недоступен, критерии с использованием LCAS
NORM	Normal Operating Mode	Нормальный режим работы
RS-Ack	Re-Sequence Acknowledge	Подтверждение изменения последовательности
Sk	Sink	Приемник
So	Source	Источник
SQ	Sequence Indicator	Индикатор последовательности
TSD	Trail Signal Degrade	Ухудшение сигнала трассы
VCG	Virtual Concatenation Group	Группа виртуального сцепления
WTR	Wait-To-restore	Ожидание восстановления
$X_A$	Actual number of members of a virtual concatenated group	Фактическое число элементов виртуальной сцепленной группы
$X_M$	Maximum size of a virtual concatenated group	Максимальный размер виртуальной сцепленной группы
$X_P$	Number of provisioned members in a virtual concatenated group	Число обеспечивающих элементов в виртуальной сцепленной группе

#### 5 Соглашения

Порядок передачи информации во всех диаграммах в настоящей рекомендации: сначала слева направо, а затем сверху вниз. В пределах каждого байта первым передается самый старший бит. Самый старший бит (бит 1) на всех диаграммах показан слева.

#### 6 LCAS для виртуального сцепления

##### 6.1 Методика

Схема LCAS, содержащаяся в функциях адаптации путем виртуального сцепления источника и приемника, обеспечивает механизм управления, позволяющий прозрачно увеличивать или уменьшать пропускную способность линии группы VCG в целях удовлетворения потребностей в ширине полосы пропускания для соответствующего приложения. Прозрачное изменение полосы пропускания может

быть достигнуто только в том случае, если передача активных элементов, принадлежащих группе VCG – до и после изменения ширины пропускания – происходит безошибочно (подробнее, см. Дополнение II). Она позволяет также временно удалить линии-элементы, испытавшие сбой. Схема LCAS исходит из принципа, что в случаях регулировки пропускной способности (т. е. создание, увеличение, уменьшение или исключение), построение или разрушение сквозного маршрута каждого отдельного элемента обеспечивается системами управления сетью и элементами. Увеличение или уменьшение пропускной способности группы VCG может быть начато на любом конце.

## 6.2 Управляющий пакет

Синхронизация изменений в пропускной способности передатчика (So) и приемника (Sk) должна достигаться посредством управляющего пакета. Каждый управляющий пакет описывает состояние линии во время *следующего* управляющего пакета. Изменения направляются заранее, с тем чтобы приемник мог перейти на новую конфигурацию сразу же по ее прибытии.

Управляющий пакет состоит из полей, каждому из которых отводится конкретная функция. Управляющий пакет содержит информацию, направленную от So к Sk, и информацию, направленную от Sk к So, см. также рисунок 1.

В направлении вперед, от So к Sk:

- поле многокадрового индикатора (MFI);
- поле индикатора последовательности (SQ);
- поле управления (CTRL);
- бит идентификации группы (GID).

В обратном направлении, от Sk к So:

- поле состояния элемента (MST);
- бит подтверждения смены последовательности (RS-Ack).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Поле MST и RS-Ack являются идентичными в управляющем пакете всех элементов группы VCG.

В обоих направлениях:

- поле CRC;
- неиспользованные биты резервируются и должны выставляться в "0".

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для того чтобы обеспечить согласованную синхронизирующую связь, допускается, что управляющие пакеты системы LCAS обрабатываются на уровне Sk после компенсации разницы задержки.

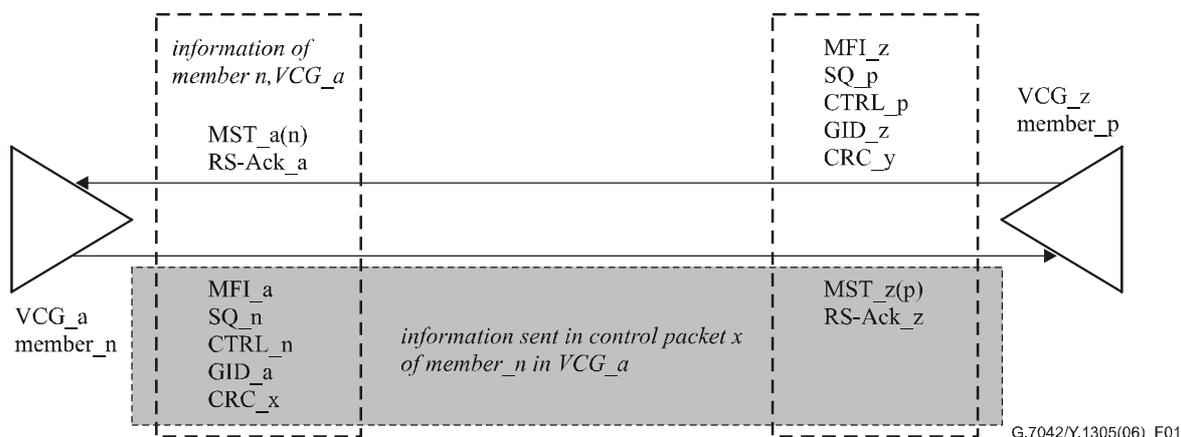


Рисунок 1/G.7042/Y.1305 – Распределение информации в управляющем пакете

### 6.2.1 Поле многокадрового индикатора (MFI)

На стороне So, поле индикатора MFI одинаково для всех элементов группы VCG. На стороне Sk, поле MFI должно использоваться для повторного выравнивания полезной нагрузки для всех элементов в группе. Индикатор MFI служит для определения дифференциальной задержки между элементами одной и той же группы VCG. Подробнее см. Рек. МСЭ-Т G.806.

### 6.2.2 Поле индикатора последовательности (SQ)

Это поле содержит номер последовательности, присвоенный конкретному элементу. Каждому элементу одной и той же группы VCG присваивается индивидуальный номер последовательности, начиная с 0, как это предусмотрено в Рекомендациях, касающихся виртуального сцепления (Рекомендации МСЭ-Т G.707/Y.1322 [1] и G.709/Y.1331 [2]).

Поле SQ игнорируется на конце Sk для элементов, направляющих IDLE в поле управления.

Поле SQ элемента группы VCG, направляющего IDLE в поле управления, должно быть выставлено на максимально возможную величину.

### 6.2.3 Поле управления (CTRL)

Это поле управления служит для передачи информации от So к Sk. Оно должно использоваться для синхронизации Sk с So и указания статуса каждого отдельного элемента группы.

Таблица 1/G.7042/Y.1305 – Управляющие слова CTRL схемы LCAS

Значение msb...lsb	Управля- ющее слово	Замечания
0000	FIXED	Это управляющее слово указывает на то, что этот конец использует фиксированную ширину полосы пропускания (режим без использования LCAS)
0001	ADD	Этот элемент готов к добавлению в группу
0010	NORM	Нормальная передача
0011	EOS	Указание конца последовательности и нормальная передача
0101	IDLE	Этот элемент не является частью группы или готов к удалению из нее
1111	DNU	Не использовать (полезную нагрузку), поскольку сторона Sk сообщила о неисправности

Во время создания источника группы VCG все элементы должны направить сообщение CTRL = IDLE прежде, чем они будут добавлены в группу VCG (и направить CTRL = ADD).

### 6.2.4 Бит групповой идентификация (GID)

Используется для идентификации группы VCG. Бит GID всех элементов одной и той же группы VCG имеет одно и то же значение в управляющих пакетах, содержащих один и тот же индикатор MFI.

GID предоставляет приемнику возможность проверки того, чтобы все прибывающие элементы поступили из одного и того же передатчика. Содержание является псевдослучайным, однако от приемника не требуется синхронизации с входящим потоком. Используемая псевдослучайная модель составляет  $2^{15} - 1$ .

### 6.2.5 Поле CRC

Код CRC используется для упрощения проверки допустимости изменений в служебной информации виртуального сцепления и защиты каждого управляющего пакета. Контроль CRC осуществляется на каждом управляющем пакете после его получения и если проверка не удастся, то его содержание не принимается. Если управляющий пакет проходит проверку CRC, то его содержание немедленно используется. Для упрощения многокадрового MFI разрешается игнорировать результат контроля CRC управляющего пакета для элемента MFI, проверенного посредством CRC с тем, чтобы процесс многокадрового мог использовать элемент MFI аналогично случаю обработки виртуального сцепления без использования схемы LCAS.

### 6.2.5.1 Процесс умножения/деления CRC

Биты управляющего пакета можно рассматривать в качестве коэффициентов многочлена, в котором первый бит управляющего пакета, который должен быть передан, является наиболее значимым битом. Остальную часть составляет тот или иной конкретный блок CRC-n, оставшийся после умножения всех битов в управляющем пакете на  $x^n$  и последующего деления (по модулю 2) с использованием конкретного генератора полинома, образующего многочлен. Остальная часть – это многочлен со степенью не более  $(n - 1)$ .

При представлении содержания блока как многочлена, необходимо взять первый бит в этом блоке, бит 1, как наиболее значимый бит. Таким образом,  $C_1$  определяется как наиболее значимый бит оставшейся части, а  $C_n$  – наименее значимый бит оставшейся части.

### 6.2.5.2 Процедура кодирования CRC

Управляющий пакет считается статическим. Это означает, что контрольная сумма CRC может быть рассчитана по управляющему пакету заранее.

Процедура кодирования состоит в следующем:

- i) Биты CRC-n в управляющем пакете заменяются двоичными 0.
- ii) Затем управляющий пакет подвергается процессу умножения/деления, о котором упоминалось в п. 6.2.5.1.
- iii) Оставшаяся часть после завершения процесса умножения/деления включается в место расположения CRC-n в управляющем пакете.

Генерированные биты CRC-n не влияют на результат процесса умножения/деления, поскольку, как указывалось в п. i), выше, положения битов CRC-n во время процесса умножения/деления первоначально выставляются в 0.

### 6.2.5.3 Процедура декодирования CRC

Процедура декодирования состоит в следующем:

- i) Полученный управляющий пакет подвергается процессу деления, о котором упоминалось в п. 6.2.5.1.
- ii) Если оставшаяся часть, рассчитанная в декодере, составляет нуль, то предполагается, что проверенный управляющий пакет не содержит ошибок.

### 6.2.6 Поле состояния элементов (MST)

Информация о состоянии всех элементов одной и той же группы VCG передается от  $S_k$  к  $S_o$  в поле MST посредством сигналов элементов с управляющим словом ADD, NORM, EOS или DNU.

В ней сообщается о состояниях элементов в направлении от  $S_k$  к  $S_o$ , которые бывают двух видов: ОК или FAIL (1 бит состояния на элемент). ОК = 0, FAIL = 1. Поскольку каждый управляющий пакет содержит лишь ограниченное число битов для сообщения поля MST, то эта информация распространяется по многим управляющим пакетам, многокадровое MST.

Количество элементов в группе VCG может быть любым в отведенном диапазоне (например, 0–255 для высшего порядка в СЦИ) и оно может изменяться. Для каждого элемента приемник  $S_k$  использует номер SQ, который он получает от источника  $S_o$  с номером MST для своего ответа источнику  $S_o$ . Таким образом, значения поля MST, полученные источником  $S_o$ , будут всегда полностью соответствовать значениям SQ, которые были заданы.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В режиме без использования схема LCAS, функция приемника предусмотрена в расчете на постоянное число элементов.

Для того чтобы приемник мог определить число элементов, содержащихся в группе VCG, необходимо учитывать следующее. Наивысший исправный активный элемент будет указывать конец последовательности (EOS) в управляющем поле. Группа VCG может иметь и другие элементы с более высоким значением SQ в состоянии "не использовать" (DNU).

Во время создания приемника группы VCG все элементы должны сообщать поле MST = FAIL. Переход к полю MST = ОК происходит, когда управляющий пакет получен для элемента с управляющим полем ADD (или NORM или EOS после того, как оно было добавлено, или DNU после восстановления от сбоя в сети). Все неиспользованные поля MST, а также элементы, имеющие управляющее поле IDLE, должны быть установлены в FAIL.

### 6.2.7 Бит подтверждения изменения последовательности (RS-Ack)

При изменении порядка номеров последовательности элементов, направляющих NORM, DNU, EOS в управляющее поле CTRL, или в случае обнаружения изменения числа этих элементов в приемнике Sk, должно быть осуществлено уведомление источника So через каждую группу VCG путем переключения (т. е. изменения с "0" на "1" или с "1" на "0") бита RS-Ack. В частности, можно перечислить следующие причины, влекущие за собой переключение бита RS-Ack (что касается подробного описания использования RS-Ack, см. также диаграммы SDL):

- изменение SQ для какого-либо виртуального сцепления группы VCG (изменение SQ, обнаруженное приемником Sk для элементов в DNU/NORM/EOS);
- CTRL = "ADD" → CTRL = "EOS" и/или CTRL = "ADD" → CTRL = "NORM" (Добавление одного или нескольких элементов);
- CTRL = "NORM" (или "EOS") → CTRL = "IDLE" (Уменьшение ширины полосы пропускания);
- CTRL = "DNU" → CTRL = "IDLE".

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – После команды ADD, поступившей от интерфейса управления (т. е. когда осуществляется переход CTRL = IDLE → CTRL = ADD), бит RS-Ack не должен передаваться. В действительности, бит RS-Ack должен быть переключен только после обнаружения в приемнике изменения в последовательности элементов, принадлежащих соответствующей группе VCG. Во время первой фазы добавления новых элементов (переход из состояния IDLE в ADD), даже если произойдет присвоение SQ, оно по-прежнему не затронет группу VCG, и поэтому бит RS-Ack не требуется.

Бит RS-Ack может быть переключен только после того, как будет оценено состояние всех элементов группы VCG и произойдет изменение последовательности. В случае, если бит RS-Ack не направлен к источнику So, синхронизация между приемником Sk и источником So достигается с введением времени ожидания бита RS-Ack (во время операций, требующих изменения последовательности или числа элементов в группе VCG). Истечение времени ожидания равносильно обнаружению переключенного бита RS-Ack в источнике So (подробнее см. описание протокола SDL, представленное на рисунках А.1 и А.7). Переключение бита RS-Ack или истечение времени ожидания RS-Ack указывает на то, что может быть рассмотрено новое значение MST. Это означает, что значения MST, полученные в управляющем пакете, содержащем бит RS-Ack, а также значения MST, полученные в последующих управляющих пакетах, соответствуют конкретной новой последовательности. Источник So может использовать это переключение, как указание того, что изменение, инициированное источником So, принято и осуществлено, и приступит к приему новой информации MST.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Не следует ожидать новых изменений в группе VCG, т. е. ни один элемент не должен быть добавлен в группу VCG или удален из нее до тех пор, пока не будет получен бит RS-Ack или не истечет время ожидания бита RS-Ack для текущего активного запроса относительно изменений.

### 6.3 Увеличение емкости группы VCG (Добавление элемента(ов))

В случае добавления какого-либо элемента, ему всегда должен присваиваться номер последовательности, на единицу превышающий самый высокий из существующих номеров последовательности, которые имеют EOS или DNU в управляющем коде CTRL. В том случае, если добавляются многие элементы, то каждый из них должен использовать тот или иной индивидуальный номер и поэтому для каждого нового элемента будет индивидуальный ответ MST.

После команды ADD, первому элементу, который ответит полем MST = ОК, должен быть присвоен следующий по величине номер, а его управляющий код CTRL изменен таким образом, чтобы EOS совпал с самым высоким существующим элементом, изменяющим свой код CTRL на NORM (или остается DNU).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если управляющее слово CTRL = ADD направляется для того, чтобы инициировать добавление нового элемента, то оно должно направляться непрерывно до тех пор, пока не будет получено поле MST = ОК.

В случае, если добавляются несколько элементов (например,  $x$ ) и для этих членов одновременно получено поле  $MST = OK$ , то распределение индикаторов последовательности осуществляется произвольно, при понимании, что они получают следующие за  $x$  номера последовательности после существующего наивысшего номера последовательности (кодovým словом CTRL которого является EOS или DNU). Вновь добавленные элементы будут иметь кодовое слово CTRL NORM или EOS. Кодовое слово CTRL для существующего наивысшего элемента изменится с EOS на NORM (или останется DNU), совпав с кодовым словом CTRL наивысшего номера нового элемента, меняющимся на EOS. Кодовые слова CTRL всех других новых элементов будут выставлены в NORM.

### **6.3.1 Добавление полезной нагрузки элемента(ов)**

Заключительным этапом добавления элемента является направление сообщения NORM или EOS в управляющее поле, содержащееся в управляющем пакете, служебной информации виртуального сцепления для этого элемента. Первым кадром контейнера, содержащим данные о полезной нагрузке для нового элемента, должен быть кадр контейнера, следующий непосредственно за кадром контейнера, содержащим последний(ие) бит(ы) (т. е. код CRC) управляющего пакета с управляющим полем NORM/EOS для этого элемента.

## **6.4 Уменьшение емкости группы VCG: Элемент(ы), временно удаленный(ые) с использованием процедуры LCAS (в результате сбоя)**

### **6.4.1 Временное удаление элемента**

Если какой-либо элемент, направляющий сообщение NORM или EOS, сталкивается со сбоем в сети, то это обнаруживается в приемнике  $Sk$  ( $MSU\_L$ , TSD) и приемник  $Sk$  направит сообщение  $MST = FAIL$  для этого конкретного элемента. Сообщение  $MST = FAIL$  может быть задержано на время выхода из синхронизма, для того чтобы ограничить количество переключений в случае наличия механизмов вложенной защиты. После обнаружения сообщения  $MST = FAIL$  источник  $So$  либо заменит положение NORM положением DNU, либо заменит положение EOS положением DNU. Активный элемент с наивысшим номером последовательности направит сообщение EOS в поле CTRL.

#### **6.4.1.1 Временное удаление полезной нагрузки элемента**

Для временного удаления полезной нагрузки элемента имеются две причины:

- В случае получения  $MSU\_L$  заключительный этап временного удаления элемента заключается в удалении этого конкретного элемента из группы VCG. На стороне приемника  $Sk$  удаление должно начаться сразу же после обнаружения дефекта  $MSU\_L$ . На стороне источника  $So$  последним кадром контейнера, содержащим полезную нагрузку удаленного элемента, должен быть кадр контейнера, содержащий последний(ие) бит(ы) управляющего пакета, содержащего первое управляющее поле DNU. Следующие кадры контейнера будут содержать только нули в зоне полезной нагрузки. По получении в приемнике  $Sk$  управляющего поля DNU, полезная нагрузка этого конкретного элемента не должна использоваться для восстановления первоначальной полезной нагрузки группы VCG.
- В случае получения TSD заключительный этап временного удаления элемента заключается в удалении этого конкретного элемента из группы VCG. На стороне приемника  $Sk$  зона полезной нагрузки данного конкретного элемента по-прежнему будет использоваться для восстановления первоначальной полезной нагрузки группы VCG. Битовые ошибки в зоне полезной нагрузки данного элемента должны быть переданы сервером клиентской функции адаптации на стороне приемника группы VCG. На стороне источника  $So$  последним кадром контейнера, содержащим полезную нагрузку удаленного элемента, должен быть кадр контейнера, содержащий последний(ие) бит(ы) управляющего пакета, содержащего первый код DNU в управляющем поле. Следующие кадры контейнера будут содержать только нули в зоне полезной нагрузки. По получении в приемнике  $Sk$  DNU управляющего поля, зона полезной нагрузки этого конкретного элемента удаляется из группы VCG.

## **6.4.2 Восстановление временно удаленного элемента**

Если дефект, вызвавший временное удаление элемента, устранен, это обнаруживается в приемнике Sk. Приемник Sk направит сообщение MST = ОК для этого конкретного элемента. Сообщение MST = ОК может быть задержано на время ожидания восстановления, для того чтобы избежать нежелательных последствий, вызываемых временными неисправностями. После обнаружения сообщения MST = ОК источник So либо заменит положение DNU положением NORM, либо заменит положение DNU положением EOS, а предыдущий элемент, направлявший кодовое слово CTRL EOS, направит NORM в поле CTRL.

### **6.4.2.1 Восстановление временно удаленной полезной нагрузки элементов**

Заключительный этап после восстановления от временного удаления заключается в возобновлении использования зоны полезной нагрузки данного элемента. Первым кадром контейнера, содержащим данные о полезной нагрузке для соответствующего элемента, должен быть кадр контейнера, следующий непосредственно за кадром контейнера, содержащим последний(ие) бит(ы) управляющего пакета, содержащего первое кодовое слово CTRL NORM или EOS в управляющем поле для этого элемента.

## **6.5 Уменьшение емкости группы VCG: Удаление (постоянное) элемента(ов)**

В случае удаления каких-либо элементов, номера последовательности должны быть изменены. Если постоянно удаленный элемент содержал наивысший номер последовательности в данной группе, то активный элемент, содержащий следующий по величине номер последовательности, должен изменить свое управляющее поле таким образом, чтобы EOS в своем управляющем пакете, совпало с управляющим пакетом постоянно удаленного элемента с управляющим полем IDLE. Если постоянно удаленный элемент содержал наивысший номер последовательности в данной группе и направляет сообщение DNU в соответствующее управляющее поле, то нумерация последовательности и управляющие поля других элементов в группе, не изменятся. Если постоянное удаление какого-либо элемента происходит не в наивысшем конце последовательности, а каком-либо другом месте, то другие элементы с номерами последовательности в пределах между номером последовательности вновь постоянно удаленного элемента и наивысшим номером последовательности должны обновить свои индикаторы последовательности в своих управляющих полях, совпадающих с управляющим пакетом, изменяющим состояние постоянно удаленного элемента.

Следует иметь в виду, что если постоянное удаление элементов инициировано сначала на конце приемника, а удаленные элементы не получали сигналы с наивысшими номерами SQ, то некоторые из остальных элементов конца приемника получают более высокие номера SQ, чем новая предусмотренная величина на конце приемника (до тех пор, пока данные элементы также не будут удалены в соответствующем источнике); это не является состоянием отказа.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если постоянное удаление активного элемента инициировано в приемнике Sk, то это затронет восстановленные данные в том случае, если регулятор времени удаления выставлен в "0" (нулевое) значение – подробнее, см. А.4.1. Продолжительность такого нарушения будет исчисляться со времени удаления соответствующего элемента (начинает посылать сообщение MST = FAIL) до тех пор, пока из источника So не будет получено сообщение DNU.

### **6.5.1 Исключение полезной нагрузки элемента(ов)**

Если какой-либо элемент исключается путем направления управляющего поля IDLE в соответствующем управляющем пакете, содержащемся в служебной информации виртуального сцепления для этого элемента, то последним кадром контейнера, в котором исключенный элемент содержит данные о полезной нагрузке, должен быть кадр контейнера, содержащий последний(ие) бит(ы) управляющего пакета, содержащего управляющее поле IDLE.

## **6.6 Межсетевое взаимодействие с использованием LCAS и без использования LCAS**

Межсетевое взаимодействие с использованием и без использования схемы LCAS для виртуального сцепливания может быть достигнуто посредством процедур, изложенных в пп. 6.6.1 и 6.6.2. Изменение номера элементов группы VCG будет возможно только путем предварительной подготовки.

### **6.6.1 Передатчик с использованием LCAS и приемник без использования LCAS**

Передатчик с использованием LCAS может взаимодействовать с приемником без использования LCAS в режиме без использования LCAS без какого-либо специального изучения. Передатчик с использованием LCAS поместит поля MFI и SQ, как указано в Рекомендациях МСЭ-Т G.707/Y.1322 [1] и G.709/Y.1331 [2]. Приемник будет игнорировать все другие биты, т. е. служебную информацию LCAS.

Состояние элементов, вернувшихся из приемника в источник, всегда будет MST = ОК.

### **6.6.2 Передатчик без использования LCAS и приемник с использованием LCAS**

Приемник с использованием LCAS ожидает кодовое слово CTRL, отличное от "0000", а также правильный код CRC. Передатчик без использования LCAS передаст "0000" в поле CTRL LCAS, а также поле CRC. Поэтому когда приемник с использованием LCAS взаимодействует с передатчиком без использования LCAS и получает оба кодовых слова CTRL и CRC, соответствующие "0000", он должен:

- игнорировать любую информацию (за исключением полей MFI и SQ);
- использовать обнаружение дефекта MFI и SQ, как это определено для виртуального сцепления.

### **6.7 Асимметричные соединения**

Схема LCAS, как правило, допускает направленную автономность отдельных элементов виртуально сцепленной группы. Это предполагает асимметрию соединений, т. е. ширина полосы пропускания транспортирования вперед не зависит от ширины полосы пропускания транспортирования в обратном направлении. Исходя из этого соображения, в прилагаемых диаграммах языка спецификаций и описаний (SDL), содержащихся в Приложении А, а также диаграммах временной последовательности, содержащихся в Дополнении I, рассматривается только асимметричное соединение.

### **6.8 Симметричное соединение**

Подлежит дальнейшему изучению.

Каждый элемент, составляющий в виртуально сцепленную группу, имеет какой-либо сопутствующий элемент в противоположном направлении (как в случае двунаправленного канала). Партнеру сообщается только состояние элемента на стороне приемника.

В случае необходимости сохранения симметричного соединения, это необходимо обеспечивать с использованием системы управления элементами.

## Приложение А

### Протокол LCAS

#### А.1 Протокол LCAS

Функционирование схемы LCAS однонаправленное. Это означает, что для того чтобы добавить или удалить элементы в двух направлениях, необходимо повторить процедуру в противоположном направлении. Следует иметь в виду, что эти действия не зависят друг от друга и поэтому нет необходимости в их синхронизации. Если передача элементов, принадлежащих группе VCG, происходит безошибочно, то схема позволяет прозрачно добавить или удалить ширину полосы пропускания под контролем системы управления. Кроме того, LCAS сама временно удалит из группы давшие сбой элементы. Когда неисправность устранена, LCAS вернет соответствующий элемент в группу. Удаление элемента, ввиду сбоя на уровне тракта, как правило, будет происходить не прозрачно для службы, доставленной виртуальной сцепленной группой. После устранения неисправности автономное добавление элементов производится прозрачно.

В этой модели виртуальную сцепленную группу размера  $-X_v$  описывают три параметра:

- 1) параметр  $X_M$ , который указывает максимальный размер виртуальной сцепленной группы. Этот параметр ограничен конкретными определениями для каждой технологии транспортной сети (например, Рек. МСЭ-Т G.707/Y.1322 для СЦИ, Рек. МСЭ-Т G.709/Y.1331 для OTN) и может быть еще больше ограничен до нижних значений в конкретных реализациях;
- 2) параметр  $X_P$ , который указывает число обеспечивающих элементов в виртуальной сцепленной группе. Каждая выполненная команда ADD[i] увеличит  $X_P$  на 1, а каждая выполненная команда REMOVE[i] уменьшит  $X_P$  на 1. Кроме того, применяется соотношение  $0 \leq X_P \leq X_M$ ;
- 3) параметр  $X_A$ , который указывает фактическое число элементов виртуальной сцепленной группы, оказавшееся в результате автономного добавления или исключения элементов протоколом LCAS в случае сбоев отдельного элемента. Применяется соотношение  $0 \leq X_A \leq X_P \leq X_M$ .

После этого каждый параметр может быть дополнительно уточнен в отдельных терминах: если необходимо сделать конкретную ссылку на конечный процесс в источнике (передача) или приемнике (прием), то к этим терминам добавляются, соответственно, "T" или "R". Например,  $X_{PT}$  означает обеспечиваемое число элементов в направлении источника (передачи), а  $X_{AR}$  – фактическое число элементов в направлении приемника (приема).

Для каждого элемента ( $X_{MT}$  times) в конце источника имеется конечный автомат, который будет находиться в одном из следующих пяти состояний:

- 1) IDLE: Этот элемент не предназначен для участия в сцепленной группе.
- 2) NORM: Этот элемент предназначен для участия в сцепленной группе и имеет хорошую трассу в направлении приемника.
- 3) DNU: Этот элемент предназначен для участия в сцепленной группе и имеет трассу в состоянии отказа в направлении приемника.
- 4) ADD: Этот элемент находится в процессе добавления в сцепленную группу.
- 5) REMOVE: Этот элемент находится в процессе исключения из сцепленной группы.

Для каждого элемента ( $X_{MR}$  раз) на конце приемника имеется автомат состояний, который будет находиться в одном из следующих трех состояний:

- 1) IDLE: Этот элемент не предназначен для участия в группе VCG.
- 2) ОК: Входящий сигнал для этого элемента не испытывает состояния сбоя (т. е. MSU\_L) или получил и подтвердил запрос на добавление этого элемента. Когда входящий сигнал ухудшается (т. е. TSD), данный элемент остается в состоянии ОК.

- 3) FAIL: Входящий сигнал для этого элемента испытывает состояние сбоя или входящий запрос на удаление какого-либо элемента получен и подтвержден.

Эти автоматы состояний функционируют одновременно для всех функций источника  $X_{MT}$  и приемника  $X_{MR}$ .

Для указания возможных событий в описаниях SDL, используются следующие условные обозначения:

- Из конца источника в конец приемника будут направлены 5 следующих управляющих сообщений. Любой элемент всегда направит одно из следующих сообщений (таким образом, чтобы всегда имелись переданные сообщения  $X_{MT}$ ). Эти сообщения касаются элемента, от которого прислано соответствующее сообщение.
  - 1)  $F_{IDLE}$  = указывает на то, что этот контейнер на данный момент не имеет ни одного элемента группы и ни одного не рассмотренного запроса ADD;
  - 2)  $F_{ADD}$  = просит добавить данный элемент в группу;
  - 3)  $F_{DNU}$  = указывает на то, что полезная нагрузка данного члена в группе не должна использоваться;
  - 4)  $F_{EOS}$  = указывает на то, что данный элемент имеет наибольший номер последовательности среди активных элементов в группе;
  - 5)  $F_{NORM}$  = указывает на то, что данный элемент является обычной частью группы и не имеет наибольшего номера последовательности.
- $C_{EOS}$  и  $C_{NORM}$  являются сообщениями (только сторона источника) от элемента(i) элементу(i - 1), предыдущему в последовательности, для того чтобы указать, что управляющее поле, направленное элементом (i - 1) должно быть изменено согласно запросу.
- $R_{FAIL}$  и  $R_{OK}$  являются сообщениями от приемника источнику относительно состояния конца приемника всех элементов. Состояния всех концов приемника возвращаются к концу источника в управляющих пакетах каждого элемента. Конец источника может, например, прочитать информацию, полученную от элемента № 1, и если она недоступна, то такую же информацию от элемента № 2 и т. д. До тех пор пока не будет получено обратное сообщение о ширине полосы пропускания, конец источника будет использовать самый последний полученный действительный статус.
- $M_{ADD}$  и  $M_{REMOVE}$  являются сообщениями от системы управления о том, чтобы добавить или удалить какой-либо элемент. Операция по удалению затрагивает какой-либо конкретный элемент. Добавление нового элемента всегда производится в конце группы с присвоением нового наивысшего номера последовательности.
- $R_{RS-ACK}$  является битом, который используется для подтверждения обнаружения на стороне приемника изменения порядка последовательности или изменения в числе элементов группы VCG. Это подтверждение используется для того, чтобы синхронизировать источник и приемник и устранить влияние задержек в сети. Ввиду изменения порядка последовательности во время добавления или удаления запроса, полученный статус элемента нельзя использовать в течение периода времени, который определяется задержками передачи и формирования кадров.
- $C_{RSQ}$  является сообщением (только сторона источника передачи) от элемента(i) к элементу(i + 1), следующему в последовательности, для того чтобы указать, что номер последовательности элемента (i + 1) должен быть уменьшен на 1.
- $S_{RSQ}$  является сообщением от конечных автоматов элементов, как на стороне источника, так и на стороне приемника, конечному автомату группы VCG, для того чтобы указать, что произошло изменение порядка последовательности.

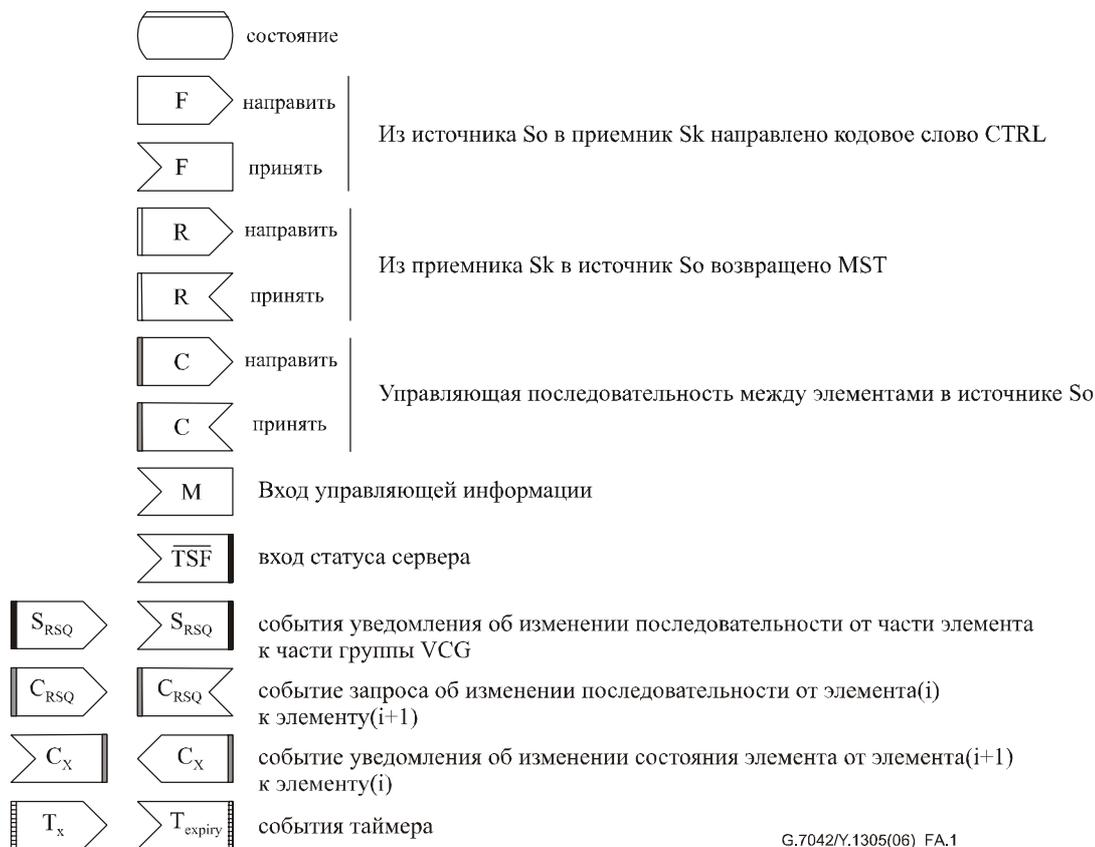
Протокол LCAS описан на диаграммах SDL, для того чтобы подробно показать переход из одного состояния в другое.

Чтобы избежать возможных несовпадений между  $S_0$  и  $S_k$  в отношении номеров последовательности и соответствующих статусов, полученных на дальнем конце, число обеспечивающих элементов  $X_p$ , содержащихся в группе VCG, изменяется только в соответствии с командой управления.

Номер последовательности, полученный непосредственно перед  $MSU\_L$ , будет использован для отчета о статусе элемента, однако полезная нагрузка не будет использована для восстановления исходного сигнала. Если неисправный элемент удален (действием управления), то произойдет

изменение порядка остальных номеров последовательности. Замена неисправного элемента (в положении DNU), поскольку неисправность в сети не может быть устранена, должна производиться через последовательность REMOVE – ADD.

Диаграммы SDL для описания протокола LCAS используют следующие условные обозначения:



G.7042/Y.1305(06)\_FA.1

**Рисунок А.1/G.7042/Y.1305 – Обозначения диаграммы состояний**

## А.2 Выделение разделов протокола LCAS

Функции, выполняемые схемой LCAS, могут быть разбиты на следующие разделы:

- Часть протокола реализуется на стороне источника группы VCG; и
- Часть протокола реализуется на стороне приемника группы VCG.

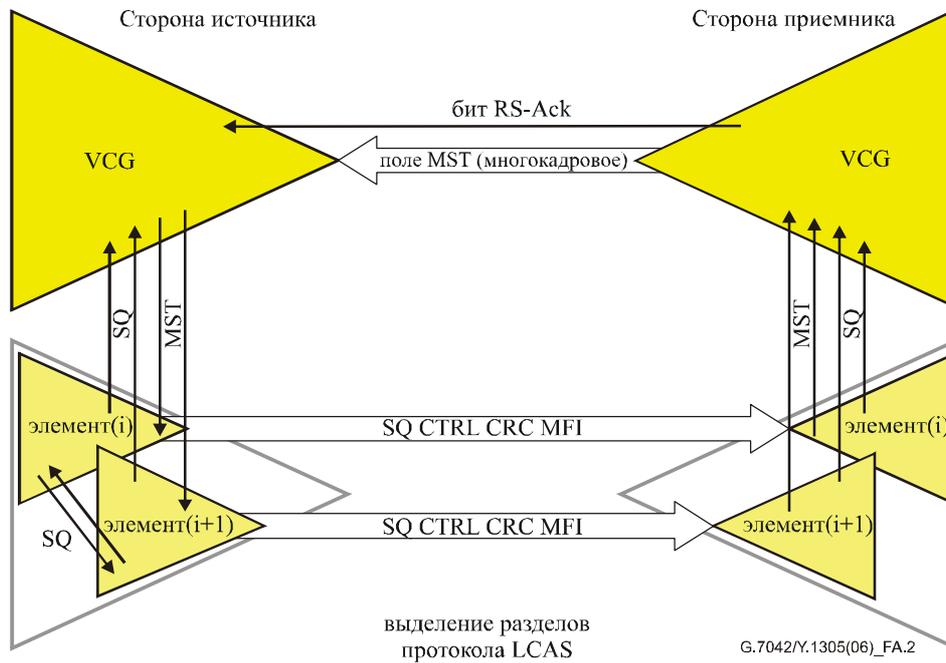
Следует иметь в виду, что поток информации от источника к приемнику приходится на каждый отдельный элемент группы VCG, т. е. SQ, CTRL, CRC и MFI. Поток информации от приемника к источнику происходит по определению, общему для всех элементов группы VCG.

Используя эти потоки, можно произвести дальнейшее разделение:

- Часть, выполняющая функции на стороне источника, передающая информацию каждого отдельного элемента стороне приемника, т. е. SQ, CTRL, CRC, MFI. Производится обмен информацией SQ между элементами группы VCG. Информация SQ направляется также приемной части, для того чтобы управлять распределением MST соответствующего элемента;
- Часть, выполняющая функции на стороне приемника, принимающая информацию каждого отдельного элемента от стороны источника и направляющая SQ и статус элементов следующей части;
- Часть, выполняющая функции на стороне приемника, передающая информацию, касающуюся всех элементов группы VCG, т. е. статуса элементов группы VCG в целом, и подтверждения выявленного изменения в нумерации последовательности группы VCG;

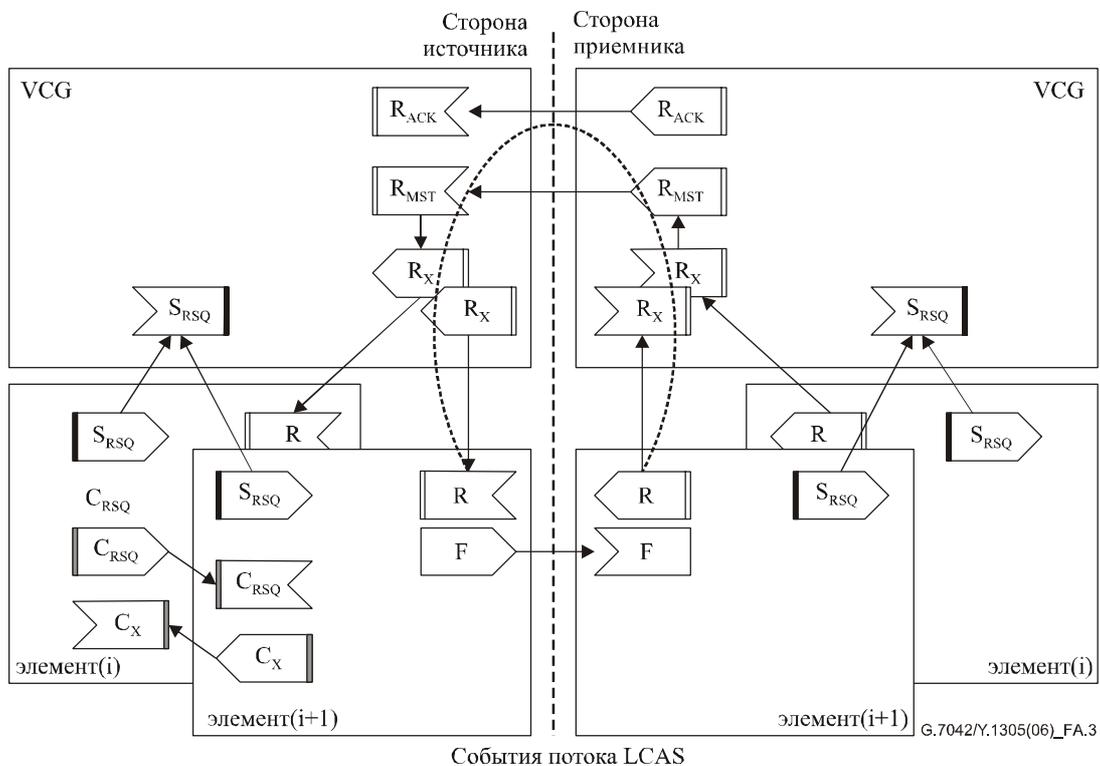
- d) Часть, выполняющая функции на стороне источника, принимающая информацию, касающуюся всех элементов группы VCG, т. е. VCG MST и RS-Ack, и распределяющая MST каждой части элемента группы VCG.

На рисунке А.2 показаны эти части и представлен поток информации между этими частями.



**Рисунок А.2/G.7042/Y.1305 – Выделение разделов протокола LCAS**

Рисунок А.3 показывает события, которыми обменялись отдельные части протокола LCAS.



**Рисунок А.3/G.7042/Y.1305 – Поток событий протокола LCAS**

### А.3 Диаграмма состояний элемента(i) в виртуальной сцепленной группе

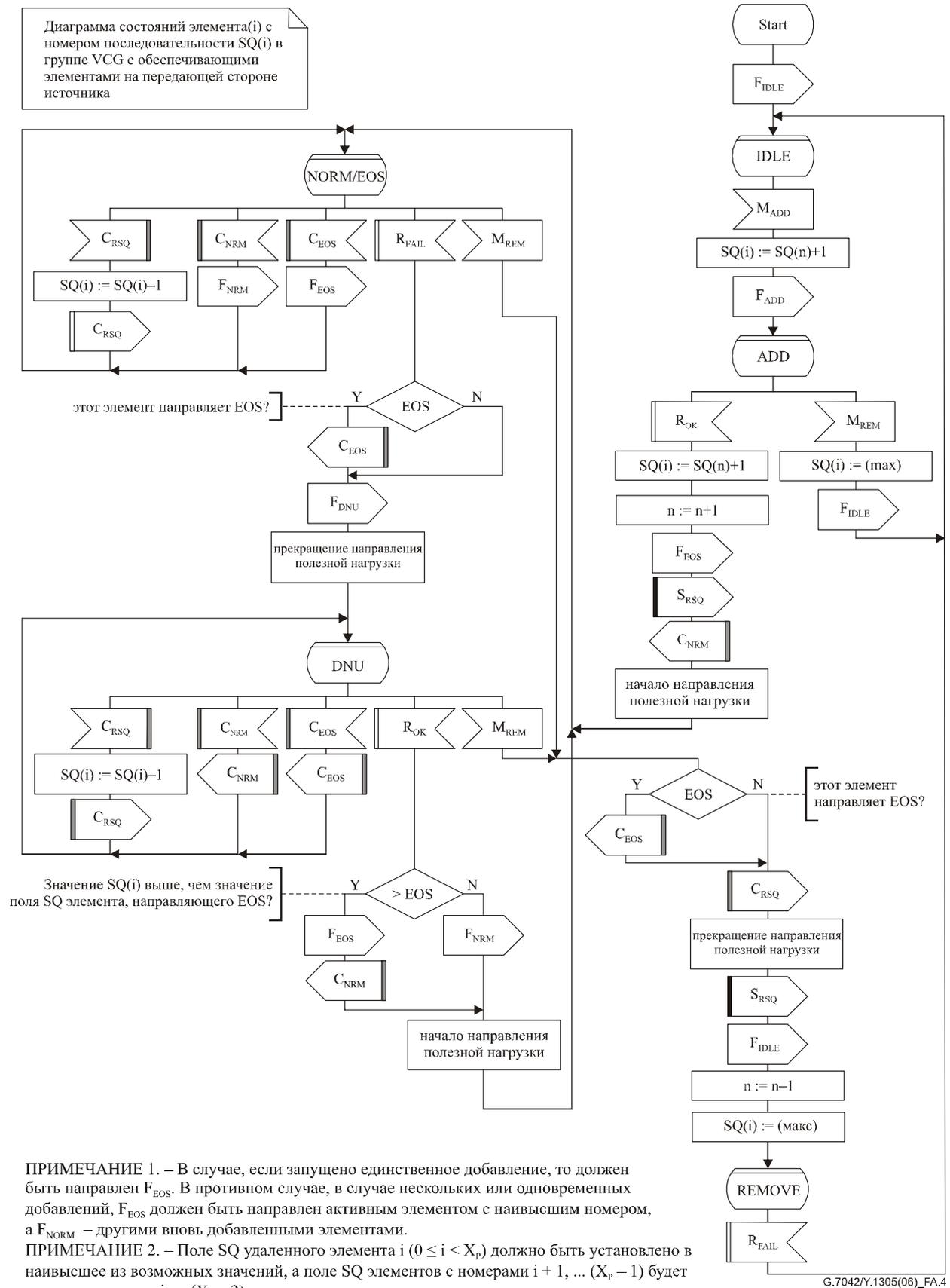
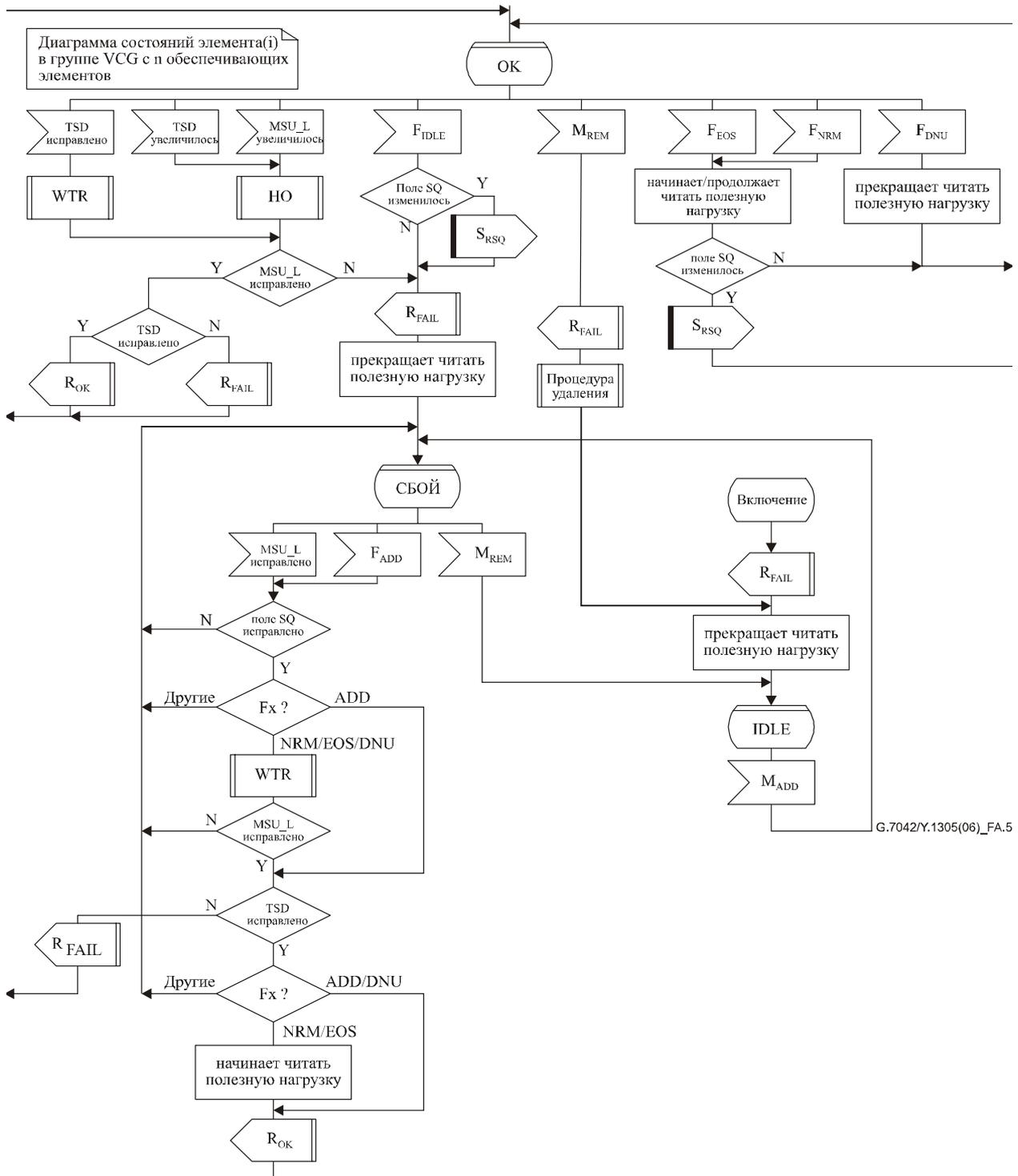


Рисунок А.4/G.7042/Y.1305 – Диаграмма состояний стороны источника



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Согласно п. 6.2.2, после получения управляющего слова "IDLE" для какого-либо элемента, конкретный SQ в приемнике не доступен. Поле MST = FAIL формируется здесь согласно общему правилу в Приложении В/G.806 для элементов без подтвержденного SQ.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эта проверка устанавливает, является ли SQ, полученный для настоящего элемента, уникальным, по сравнению с индикаторами последовательности элементов в состоянии ОК. Если полученный SQ уникальный (т. е. не используется каким-либо элементом из числа тех, которые находятся в состоянии ОК), то необходимо следовать ветви "у". В противном случае необходимо следовать ветви "н".

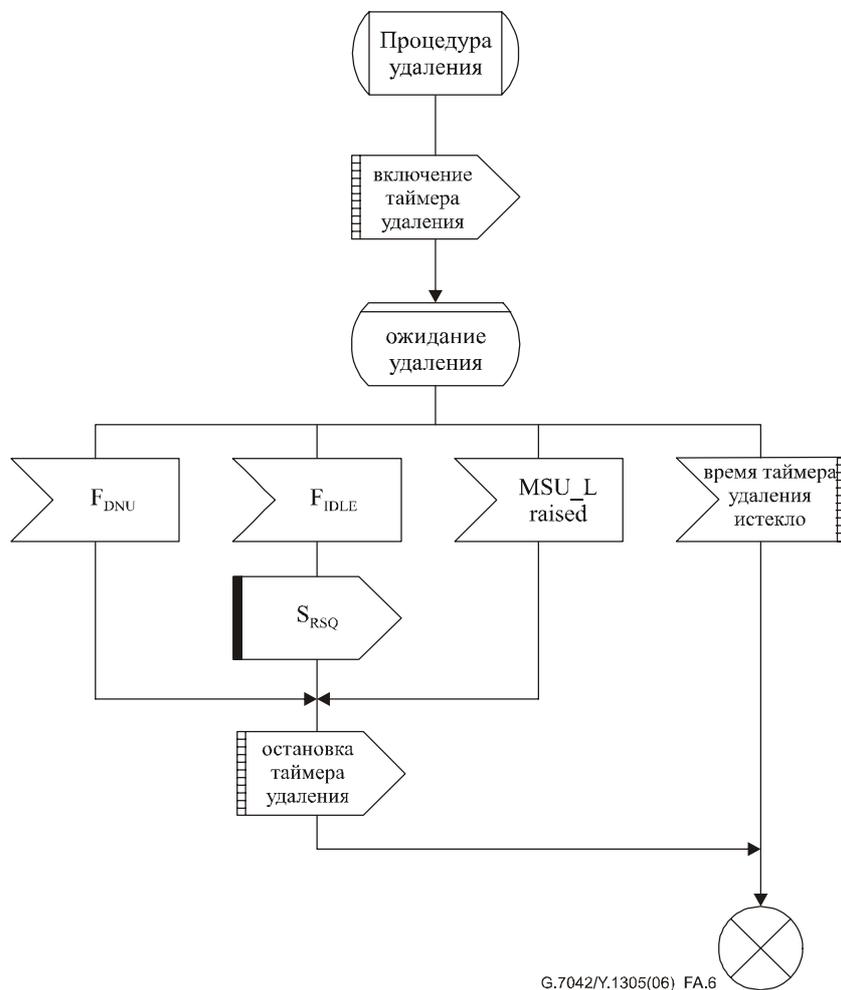
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В отношении конкретного элемента(i), процедуры "hold off" и "wait to restore" никогда не работают одновременно.

Рисунок А.5/G.7042/Y.1305 – Диаграмма состояний стороны приемника

## А.4 Диаграммы состояний процедур

### А.4.1 Процедура REMOVE

Данная процедура описывает процессы включения и выключения таймера REMOVE, для того чтобы обеспечить прозрачное удаление без скачков какого-либо элемента из группы VCG, инициированное на стороне приемника. На рисунке А.6 представлена подробная диаграмма SDL для этой процедуры.



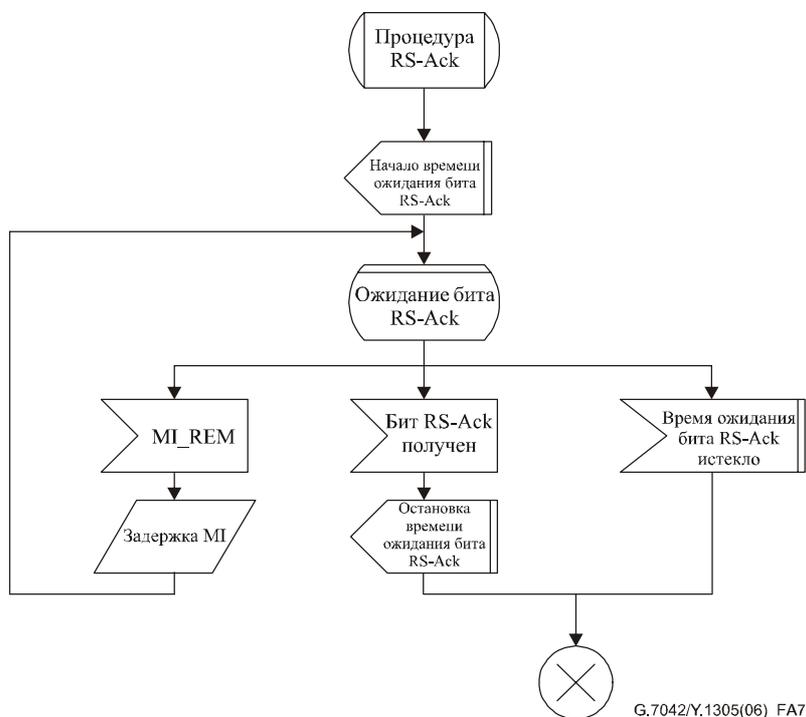
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Состояние "ожидание удаления" является всего лишь переходным состоянием, необходимым, для того чтобы получить подтверждение из источника признания того, что тот или иной элемент будет удален приемником. Только после получения такого подтверждения полезная нагрузка соответствующего элемента будет сброшена. Таким образом, любые другие потенциальные изменения в группе VCG, которые могут быть инициированы источником, исключаются.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В случае если показатель таймера удаления выставлен в 0 (нуль), процедура REMOVE запрещена, и процесс LCAS проходит, как предусмотрено в версии 2004 года Рекомендации МСЭ-Т G.7042/Y.1305.

**Рисунок А.6/G.7042/Y.1305 – Процедура REMOVE**

## А.4.2 Процедура RS-Ack

Данная процедура описывает процесс обнаружения RS-Ack, используемый для подтверждения полученного MST. Процедура RS-Ack представляет собой процесс, являющийся общим для всей группы VCG, которая приводится в действие отдельно взятым элементом. На рисунке А.7 представлена подробная диаграмма SDL для этой процедуры.



G.7042/Y.1305(06)\_FA7

ПРИМЕЧАНИЕ. – Состояние "ожидание RS-Ack" является всего лишь переходным состоянием, необходимым в качестве подтверждения, которое требуется источнику прежде, чем он примет новое задание значений MST. Таким образом, любые другие потенциальные изменения в группе VCG, которые могут быть инициированы источником, исключаются.

Рисунок А.7/G.7042/Y.1305 – Процедура RS-Ack

### А.4.3 Процедура WTR

Эта процедура описывает процессы включения и выключения таймера ожидания восстановления (WTR), для того чтобы избежать нежелательных последствий вследствие кратковременных сигналов неисправности, как это предусмотрено в Рек. МСЭ-Т G.808.1. На рисунке А.8 представлена подробная диаграмма SDL для этой процедуры.

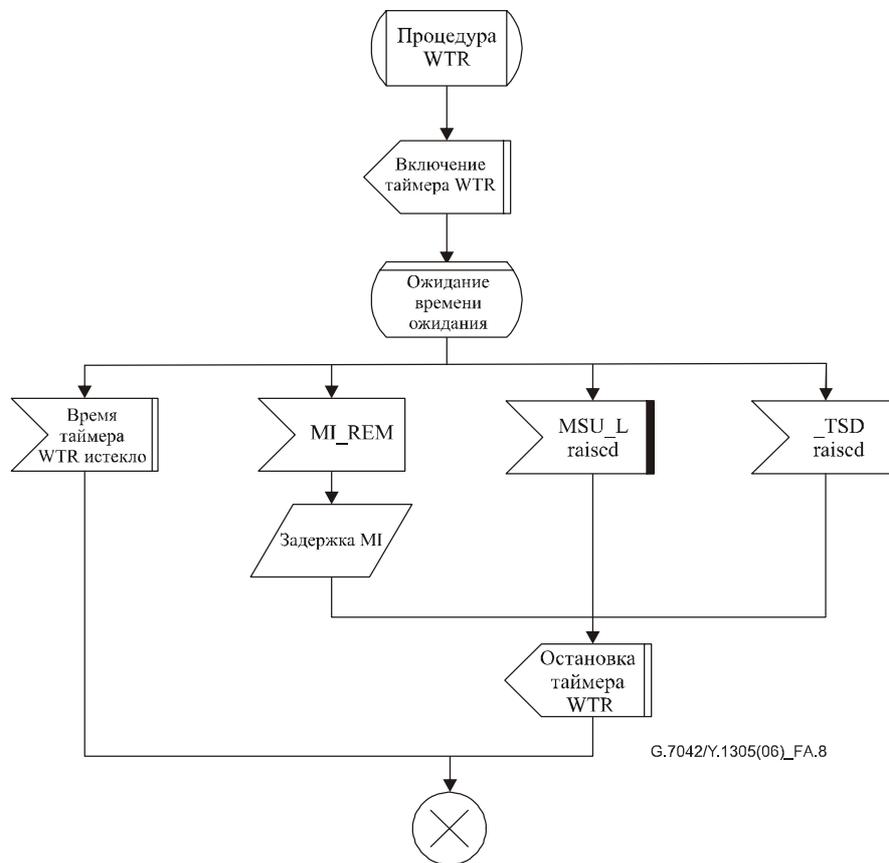
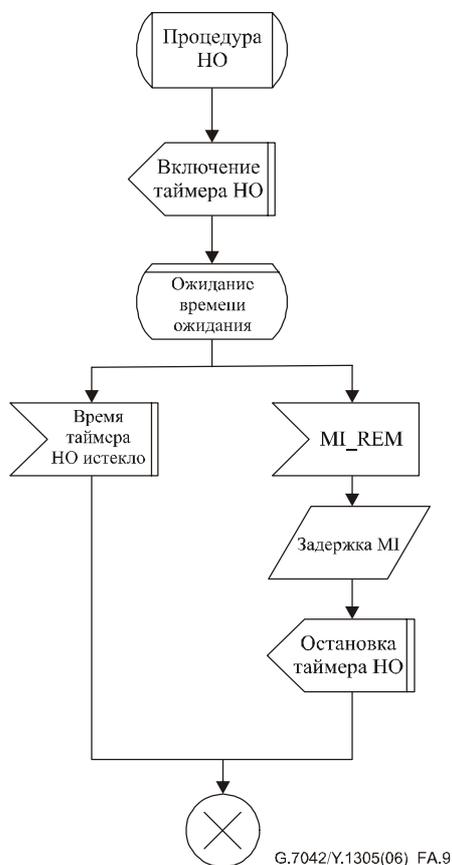


Рисунок А.8/G.7042/Y.1305 – Процедура WTR

#### А.4.4 Процедура НО

Эта процедура описывает процессы включения и выключения таймера удержания (НО), для того чтобы ограничить количество операций переключения в случае вложенной защиты, как это предусмотрено в Рек. МСЭ-Т G.808.1. На рисунке А.9 представлена подробная диаграмма SDL для этой процедуры.



**Рисунок А.9/G.7042/Y.1305 – Процедура НО**

ПРИМЕЧАНИЕ. – Существуют определенные условия, вызывающие изменения непрозрачной полосы пропускания в периоды НО. Описание этого вопроса приводится в Дополнении П.

## A.5 Диаграмма состояний для группы VCG

Для всей группы VCG на приемной стороне источника имеется конечный автомат, который будет находиться в одном из следующих двух состояний:

- 1) Рабочий цикл MST: Информация о MST, полученная от одного из элементов, будет обработана и распределена отдельным элементам.
- 2) Ожидание RS-Ack: Один или несколько конечных автоматов с элементами на стороне источника указывают, что произошло изменение в порядке номеров. Обработка MST останавливается до тех пор, пока приемник не подтвердит получение путем направления RS-Ack или не истечет время таймера бита RS-Ack.

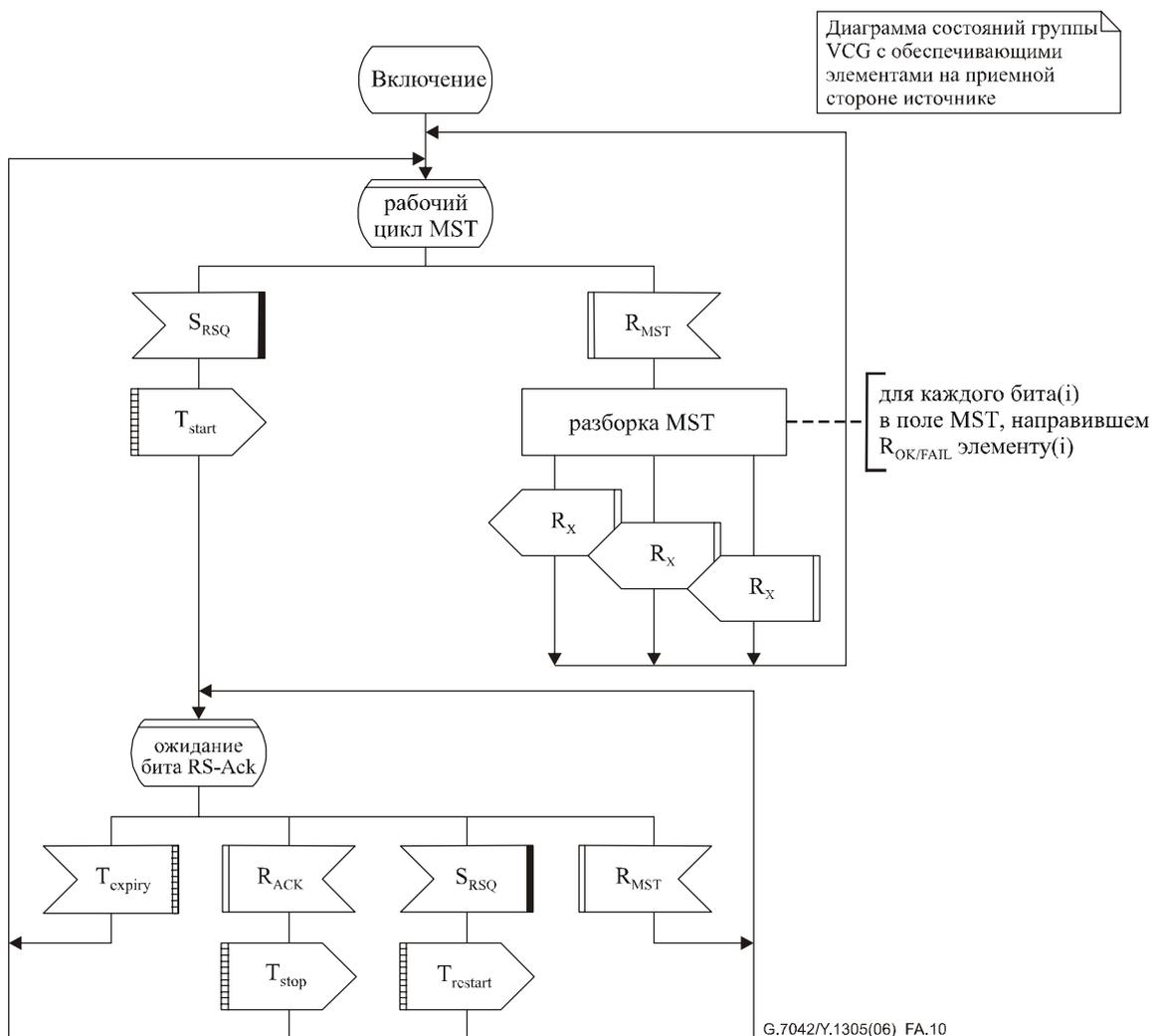
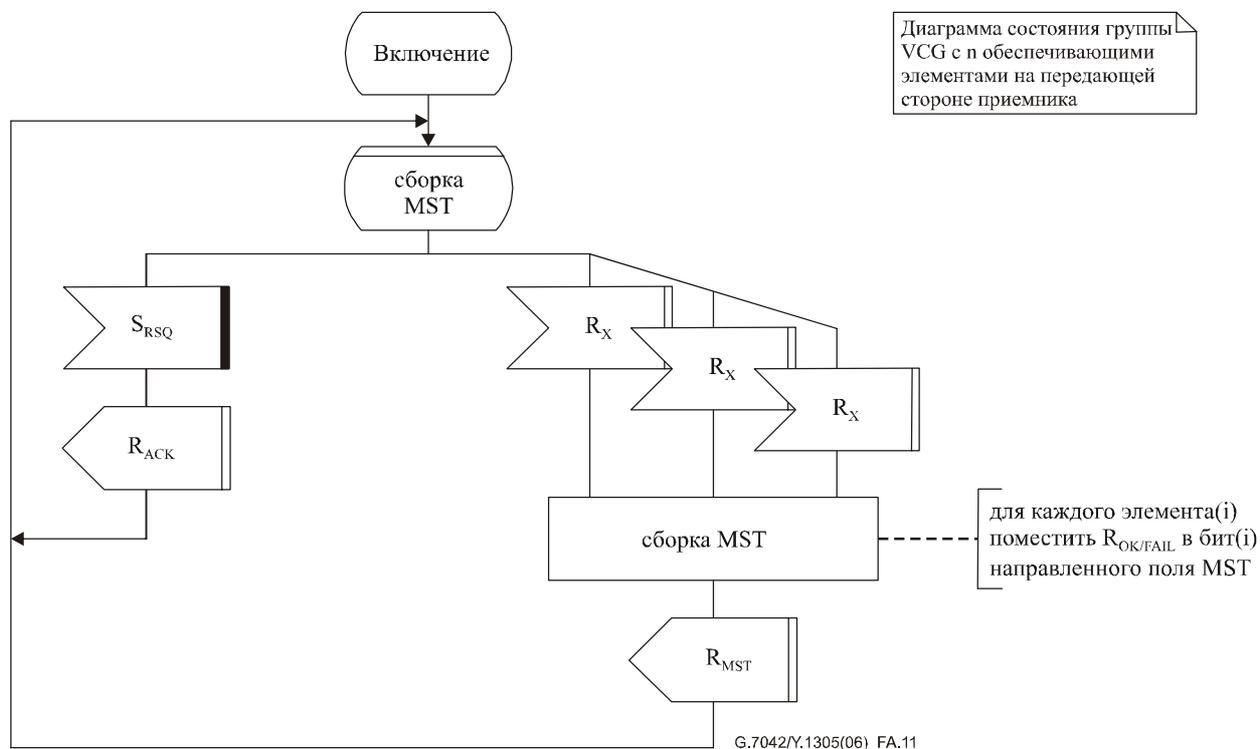


Рисунок А.10/G.7042/Y.1305 – Диаграмма состояний группы VCG на приемной стороне источника

Для всей группы VCG на передающей стороне источника имеется конечный автомат, находящийся в одном единственном состоянии:

- 1) Сбор MST: Информация MST, полученная от каждого из элементов, собранных в суперкадр MST, который передается всем элементам. Изменение номеров последовательности, выявленное одним или несколькими элементами, будет передано на сторону источника.



**Рисунок А.11/G.7042/Y.1305 – Диаграмма состояний группы VCG на передающей стороне источника**

## Дополнение I

### Диаграммы временной последовательности схемы LCAS

#### I.1 Условные обозначения

LCASC	Управляющее устройство схемы регулировки пропускной способности линии
NMS	Система управления сетью
Sk	Приемник (приемный конец)
So	Источник (передающий конец)

#### I.2 Система счисления

Элементы в виртуально сцепленной группе должны счисляться от 0 до  $(n - 1)$ , где  $n$  = общее число элементов в группе.

#### I.3 Инициализация

Если новый контейнер планирует стать элементом группы, то он должен получить следующие признаки:

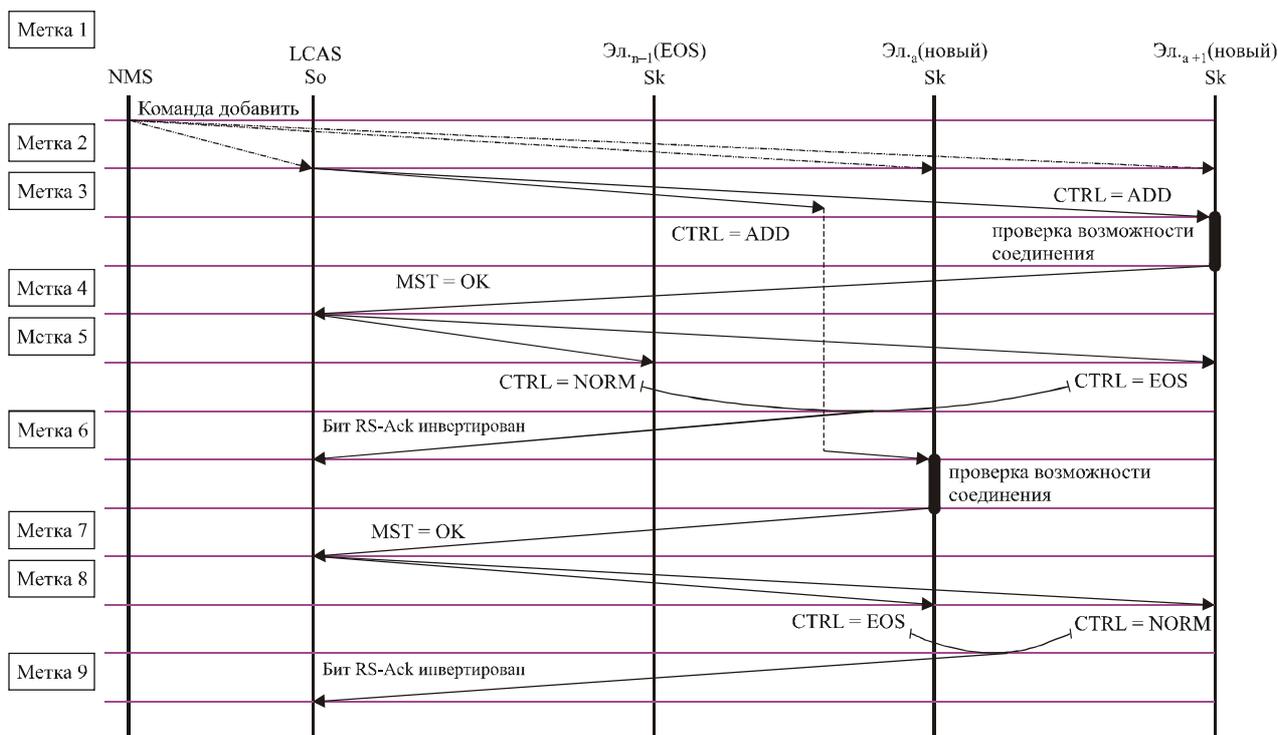
- a) CTRL = IDLE (этот код указывает, что он еще не эксплуатируется).
- b) SQ = Установить более высокое значение, чем существующий наивысший номер последовательности, который имеет EOS в кодовом слове CTRL. SQ не должен интерпретироваться, когда CTRL = IDLE (еще не эксплуатируется). Рекомендуется выставить SQ в максимально возможное значение. Ввиду того, что это наивысшее значение зависит используемой технологии, указать точное значение невозможно. В примерах, которые следуют ниже, значение (макс.) используется для того, чтобы указать это наивысшее значение.
- c) GID = Групповая идентификация для этой виртуально сцепленной группы.
- d) MST = 1 (FAIL = 1; OK = 0).

#### I.4 Команды

##### I.4.1 Увеличение ширины полосы группы VCG (команда ADD)

##### I.4.1.1 Добавление: (ADD) несколько элементов после последнего элемента

(Пример. – Добавление двух элементов после последнего элемента в группе n.)



G.7042/Y.1305(06)\_FI.1

Метка		Элемент n			Элемент a (новый)			Элемент a + 1 (новый)			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Исходное состояние	EOS	n - 1	OK	IDLE	(макс.)	FAIL	IDLE	(макс.)	FAIL	0
2	NMS издает команду LCASC So и Sk добавить	EOS	n - 1	OK	IDLE	(макс.)	FAIL	IDLE	(макс.)	FAIL	0
3	So (a) направляет CTRL = ADD и SQ = n; So (a + 1) направляет CTRL = ADD и SQ = n + 1	EOS	n - 1	OK	ADD	n	FAIL	ADD	n + 1	FAIL	0
4	Sk (a + 1) направляет MST = OK источнику So	EOS	n - 1	OK	ADD	n	FAIL	ADD	n + 1	OK	0
5	So (n - 1) направляет CTRL = NORM; So (a + 1) направляет CTRL = EOS и SQ = n	NORM	n - 1	OK	ADD	n + 1	FAIL	EOS	n	OK	0
6	Бит RS-Ack инвертирован, ввиду изменения в последовательности	NORM	n - 1	OK	ADD	n + 1	FAIL	EOS	n	OK	1
7	Sk (a) направляет MST = OK источнику So	NORM	n - 1	OK	ADD	n + 1	OK	EOS	n	OK	1
8	So (a) направляет CTRL = EOS; So (a + 1) направляет CTRL = NORM	NORM	n - 1	OK	EOS	n + 1	OK	NORM	n	OK	1
9	Бит RS-Ack инвертирован, ввиду изменения в последовательности	NORM	n - 1	OK	EOS	n + 1	OK	NORM	n	OK	0

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Данный пример показывает, что новый элемент (a + 1) отвечает полем MST = OK раньше, чем новый элемент a. Это происходит произвольно и первому элементу, который ответит полем MST = OK должен быть присвоен SQ = n, затем следующему новому элементу, который ответит полем MST = OK должен быть присвоен SQ = n + 1 и т. д. Если по какой-либо причине тот или иной добавляемый элемент не отвечает полем MST = OK в течение периода тайм-аута, то LCASC источника So может сообщить об отказе для данного элемента.

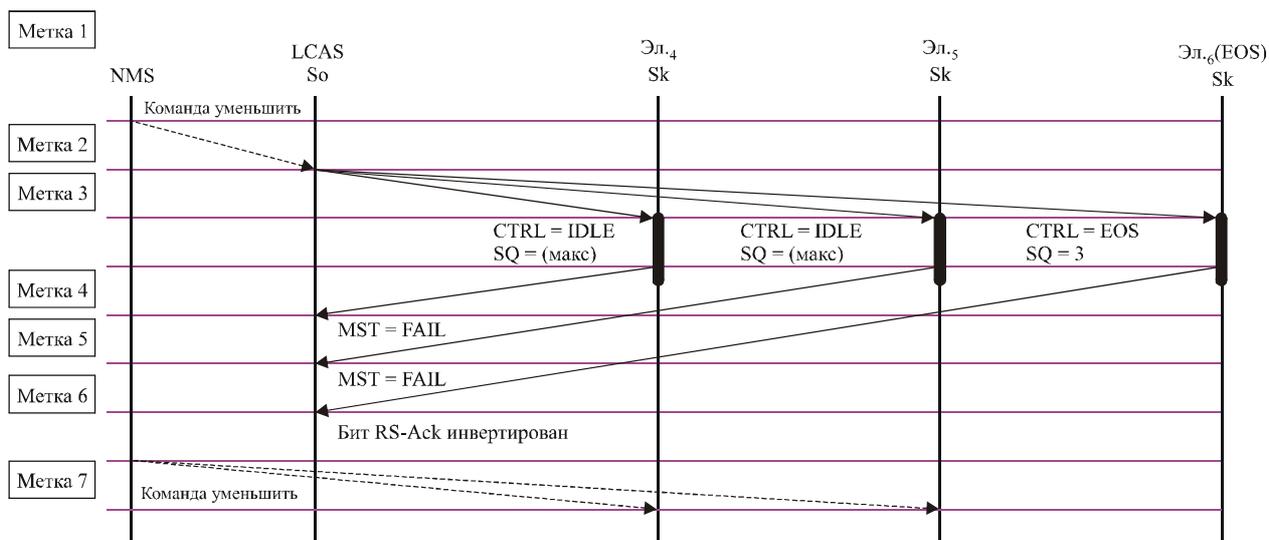
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Исходное "0" значение для бита RS-Ack выбрано произвольно. В данном примере важное значение имеет только переключение бита RS-Ack.

Рисунок I.1/G.7042/Y.1305 – Добавление нескольких элементов

## 1.4.2 Уменьшение ширины полосы полем VCG (команда REMOVE)

### 1.4.2.1 Уменьшение: (УДАЛИТЬ) планируемое число элементов БЕЗ учета последнего элемента

(Пример: удаление элементов 4 и 5 из группы VCG, состоящей из  $n = 6$  элементов.)



G.7042/Y.1305(06)\_FL2

Метка		Элемент 4			Элемент 5			Элемент 6			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Исходное состояние	NORM	3	OK	NORM	4	OK	EOS	5	OK	0
2	NMS издает LCASC источника So команду уменьшить	NORM	3	OK	NORM	4	OK	EOS	5	OK	0
3	So (3) направляет CTRL = IDLE, SQ = (макс.) So (4) направляет CTRL = IDLE, SQ = (макс.) So (5) направляет SQ = 3	IDLE	(max)	OK	IDLE	(макс.)	OK	EOS	3	OK	0
4	Sk (удаляемого элемента) направляет MST = FAIL источнику So	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(макс.)	OK	EOS	3	OK	1
5	Sk (удаляемого элемента) направляет MST = FAIL источнику So	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(макс.)	FAIL	EOS	3	OK	1
6	Бит RS-Ack инвертирован, ввиду изменения в последовательности	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(макс.)	FAIL	EOS	3	OK	1
7	NMS издает LCASC приемника Sk команду уменьшить	IDLE	(max)	FAIL	IDLE	(макс.)	FAIL	EOS	3	OK	1

Рисунок 1.2/G.7042/Y.1305 – Планируемое удаление элементов 4 и 5 из 6

LCASC источника So устанавливает CTRL = IDLE на всех элементах, которые должны быть удалены.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Кодовое слово CTRL не изменяет другие элементы группы.

Приведенный выше пример показывает, как происходит удаление двух элементов при одновременной команде IDLE, поступающей от LCASC источника So. Повторная сборка в приемнике Sk прекращает использование "удаленных" элементов сразу же по получении команды IDLE.

Однако ответ от приемника Sk может оказаться не одновременным. Это не влияет на приемник Sk, поскольку команды IDLE будут иметь то же самое значение MFI. Ответ от приемника Sk источнику (So), конечно же, является простым признанием того, что соответствующий элемент больше не используется на конце приемника Sk и что NMS может, при желании, приступить к деинициализации этого элемента.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Удаленные элементы могут быть деинициализованы, как указано в метке 7 вышеупомянутой таблицы.

Общее правило для настройки поля SQ на функцию REMOVE заключается в следующем:

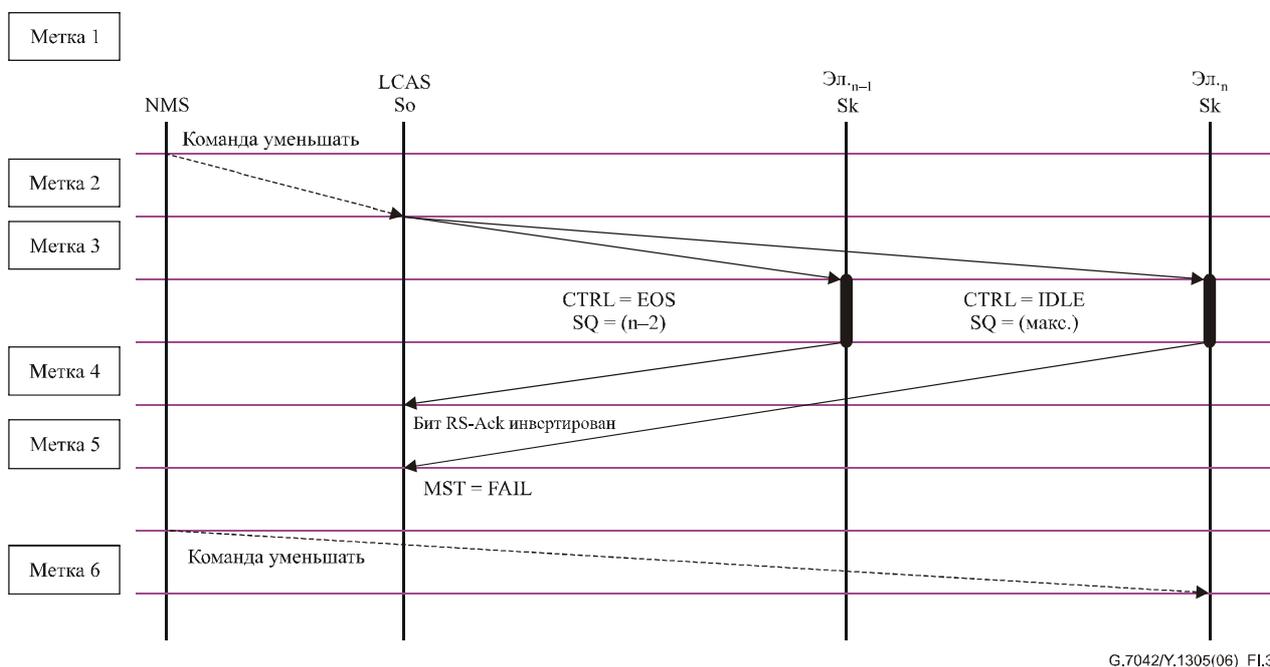
- 1) Всем удаляемым элементам перераспределяется большее поле SQ, чем у соответствующего элемента, направляющего управляющее поле EOS, т.е. максимально возможное значение (макс.).
- 2) Все остальные необходимые элементы получают следующие номера поля SQ (начиная с SQ = 0).

Лучше всего это представлено на следующем примере:

	VC	A	B	C	D	E	F	G
До	SQ	0	1	2	3	4	5	6
				U	U			U
После	SQ	0	1	(макс.)	(макс.)	2	3	(макс.)

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Исходное "0" значение для бита RS-Ack выбрано произвольно. В данном примере важное значение имеет только переключение бита RS-Ack.

#### 1.4.2.2 Уменьшение: предусмотренное (УДАЛЕНИЕ) единственного последнего элемента



Метка		Элемент n – 1			Элемент n			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Исходное состояние	NORM	n – 2	OK	EOS	n – 1	OK	0
2	NMS издает LCASC источника So команду уменьшить	NORM	n – 2	OK	EOS	n – 1	OK	0
3	So (удаляемого элемента) направляет CTRL = IDLE, SQ = (макс.); So (n – 2) направляет CTRL = EOS	EOS	n – 2	OK	IDLE	(макс.)	OK	0
4	Бит RS-Ack инвертирован, ввиду изменения в последовательности	EOS	n – 2	OK	IDLE	(макс.)	FAIL	1
5	Одновременно Sk (удаляемого элемента) направляет MST = FAIL	EOS	n – 2	OK	IDLE	(макс.)	FAIL	1
6	NMS издает LCASC приемника Sk команду уменьшить	EOS	n – 2	OK	IDLE	(макс.)	FAIL	1

**Рисунок 1.3/G.7042/Y.1305 – Предусмотренное уменьшение единственного (последнего) элемента**

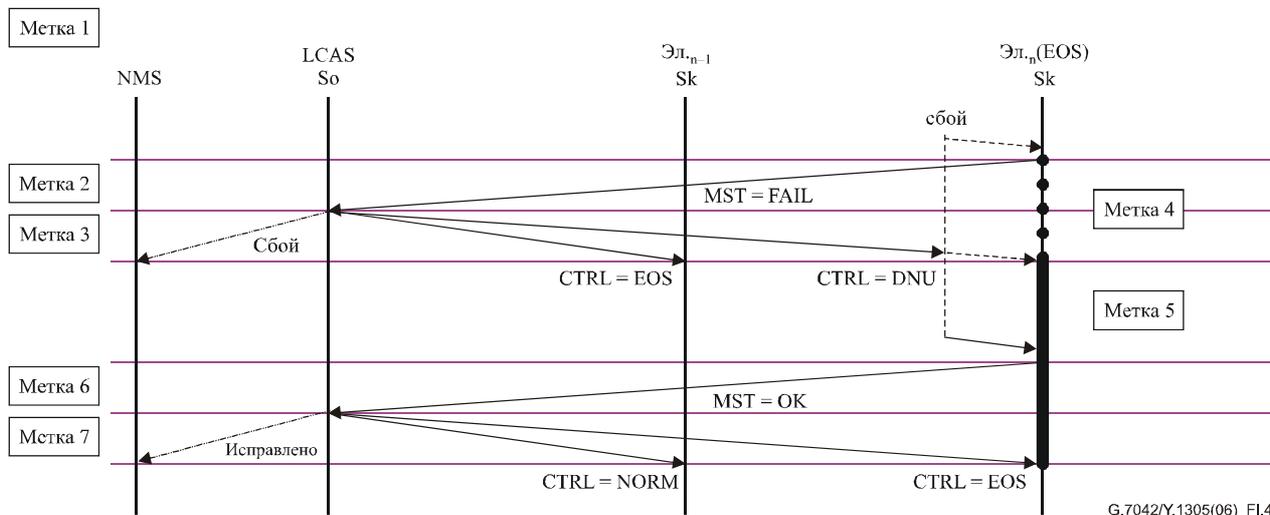
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Удаленный элемент может быть деинициализирован, как указано в метке 7 вышеупомянутой таблицы.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значение MST должно быть обновлено не позднее, чем в самом управляющем пакете, направляющем переключенный бит RS-Ack.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Исходное "0" значение для бита RS-Ack выбрано произвольно. В данном примере важное значение имеет только переключение бита RS-Ack.

### 1.4.3 Уменьшение ширины полосы группы VCG в результате сбоя (команда DNU)

#### 1.4.3.1 Уменьшение (DNU) в результате сбоя, затрагивающее единственный (последний) элемент



G.7042/Y.1305(06)\_F1.4

Метка		Элемент n – 1			Элемент n (EOS)			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Исходное состояние	NORM	n – 2	OK	EOS	n – 1	OK	0
2	Sk (fault_mem) направляет MST = FAIL источнику So	NORM	n – 2	OK	EOS	n – 1	FAIL	0
3	So (fault_mem) направляет DNU; So (fault_mem-1) направляет EOS	EOS	n – 2	OK	DNU	n – 1	FAIL	0
4	См. текст под таблицей	EOS	n – 2	OK	DNU	n – 1	FAIL	0
5	См. текст под таблицей	EOS	n – 2	OK	DNU	n – 1	FAIL	0
6	Неисправность в сети устранена MST = OK направлен к So	EOS	n – 2	OK	DNU	n – 1	OK	0
7	CTRL изменено с DNU на NORM	NORM	n – 2	OK	EOS	n – 1	OK	0

**Рисунок 1.4/G.7042/Y.1305 – Уменьшение в результате сбоя в сети, затрагивающее единственный (последний) элемент**

LCASC источника So устанавливает CTRL = DNU для поврежденного элемента и устанавливает CTRL = EOS для предыдущего элемента.

*Текст, относящийся к метке 3 приведенной выше таблицы*

Даже если произошло изменение ширины полосы, для которой элемент содержит EOS, оно является временным и не инициирует бит RS-ACK.

*Текст, относящийся к метке 4 приведенной выше таблицы*

- После обнаружения MSU\_L, приемник Sk сразу же приступит к компоновке сцепленной группы с использованием лишь элементов NORM и EOS. В течение некоторого времени (время прохождения от Sk до So + время реагирования So + время прохождения от So до Sk) вновь скомпонованные данные будут ошибочными, поскольку они направлены всем элементам согласно состоянию, предшествовавшему неисправности.
- Если обнаружено TSD, то Sk продолжает использовать полезную нагрузку этого элемента. Цифровые ошибки в зоне полезной нагрузки соответствующего элемента должны быть обработаны сервером клиентской функции адаптации на стороне приемника группы VCG. В течение некоторого времени (время прохождения от Sk до So + время реагирования So + время прохождения от So до Sk) вновь скомпонованные данные будут ошибочными, поскольку они направлены всем элементам согласно состоянию, предшествовавшему неисправности.

Текст, относящийся к метке 5 приведенной выше таблицы

Однако источник So остановит направление данных ошибочным элементам (поскольку они будут отмечены, как имеющие поле MST = FAIL, а следовательно поместят неисправный элемент в поле DNU) и направит данные только остальным элементам NORM и EOS.

- В случае сообщения MSU\_L: С момента прибытия сообщения CTRL = DNU в приемник Sk и до того, как сообщение CTRL = NORM будет получено вновь, ширина полосы группы VCG остается уменьшенной.
- В случае сообщения TSD: Со времени прибытия сообщения CTRL = DNU в приемник Sk, ширина полосы группы VCG остается уменьшенной.

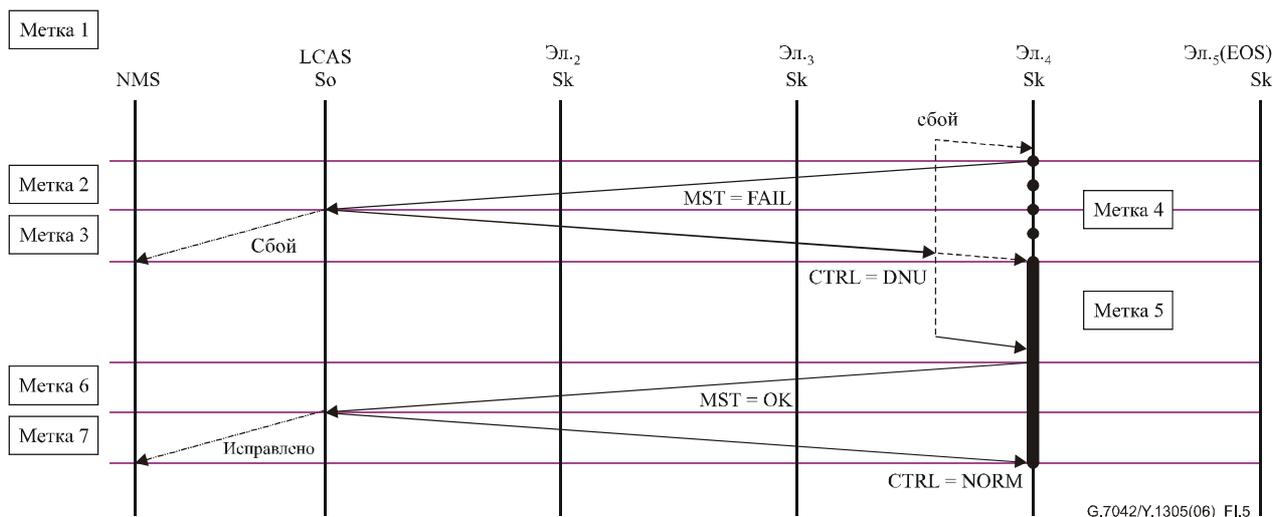
Текст, относящийся к метке 7 приведенной выше таблицы

Если неисправность в элементе устранена, то кодовое слово CTRL изменяется с DNU на NORM. Затем приемник Sk вновь использует полезную нагрузку данного элемента, для того чтобы вновь собрать данные.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если впоследствии неисправный канал будет исключен путем запланированного уменьшения ширины полосы до того, как будет устранено повреждение, то приемник Sk не сможет увидеть изменение в управляющем пакете неисправного элемента. В итоге, бит RS-Ack не будет инвертирован в результате такого запланированного уменьшения ширины полосы и источник So должен рассчитывать на тайм-аут RS-Ack, для того чтобы продолжить обработку MST. Ширина полосы группы VCG не затрагивается.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Исходное "0" значение для бита RS-Ack выбрано произвольно. В данном примере важное значение имеет только переключение бита RS-Ack.

### 1.4.3.2 Уменьшение: (DNU) в результате неисправности, НЕ затрагивающее последний элемент



Метка		Элемент 2			Элемент 3			Элемент 4			Элемент 5 (EOS)			RS-Ack
		CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	CTRL	SQ	MST	
1	Исходное состояние	NORM	1	OK	NORM	2	OK	NORM	3	OK	EOS	4	OK	0
2	Sk (неисправный элемент) направляет MST = FAIL источнику So	NORM	1	OK	NORM	2	OK	NORM	3	FAIL	EOS	4	OK	0
3	So (неисправный элемент) направляет CTRL = DNU	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	FAIL	EOS	4	OK	0
4	См. текст под таблицей	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	FAIL	EOS	4	OK	0
5	См. текст под таблицей	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	FAIL	EOS	4	OK	0
6	Неисправность в сети устранена MST = OK направлен к So	NORM	1	OK	NORM	2	OK	DNU	3	OK	EOS	4	OK	0
7	CTRL изменено с DNU на NORM	NORM	1	OK	NORM	2	OK	NORM	3	OK	EOS	4	OK	0

Рисунок I.5/G.7042/Y.1305 – Уменьшение в результате неисправности в сети, затрагивающее единственный (не последний) элемент

*Текст, относящийся к метке 4 приведенной выше таблицы*

- После обнаружения MSU\_L, приемник Sk сразу же приступит к компоновке сцепленной группы с использованием лишь элементов NORM и EOS. В течение некоторого времени (время прохождения от Sk до So + время реагирования So + время прохождения от So до Sk) вновь скомпонованные данные будут ошибочными, поскольку они направлены всем элементам согласно состоянию, предшествовавшему неисправности.
- Если обнаружено TSD, то Sk продолжает использовать полезную нагрузку этого элемента. Цифровые ошибки в зоне полезной нагрузки соответствующего элемента должны быть обработаны сервером клиентской функции адаптации на стороне приемника группы VCG. В течение некоторого времени (время прохождения от Sk до So + время реагирования So + время прохождения от So до Sk) вновь скомпонованные данные будут ошибочными, поскольку они направлены всем элементам согласно состоянию, предшествовавшему неисправности.

*Текст, относящийся к метке 5 приведенной выше таблицы*

Однако источник So остановит направление данных ошибочным элементам (поскольку они будут отмечены, как имеющие поле MST = FAIL, а следовательно поместят неисправный элемент в поле DNU) и направит данные только остальным элементам NORM и EOS.

- В случае сообщения MSU\_L: С момента прибытия сообщения CTRL = DNU в приемник Sk и до того, как сообщение CTRL = NORM будет получено вновь, ширина полосы группы VCG остается уменьшенной.
- В случае сообщения TSD: Со времени прибытия сообщения CTRL = DNU в приемник Sk, ширина полосы группы VCG остается уменьшенной.

*Текст, относящийся к метке 7 приведенной выше таблицы*

Если неисправность в элементе устранена, то кодовое слово CTRL изменяется с DNU на NORM. Затем приемник Sk вновь использует полезную нагрузку данного элемента, для того чтобы вновь собрать данные.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Исходное "0" значение для RS-Ack выбрано произвольно. В данном примере важное значение имеет только переключение бита RS-Ack.

## Дополнение II

### Изменения непрозрачной полосы пропускания в периоды удержания

#### II.1 Введение

Диаграмма SDL для процедуры удержания, описанной в п. А.4.4, показывает появление единственной команды MI-REMOVE, как возможного входного сигнала, вызывающего другие не явно выраженные входные сигналы, которые не должны учитываться. Поэтому конечный автомат схемы LCAS не откликнется на кодовые слова CTRL, полученные в течение периодов удержания, влияя таким образом на трафик.

#### II.2 Удаление элемента группы в источнике

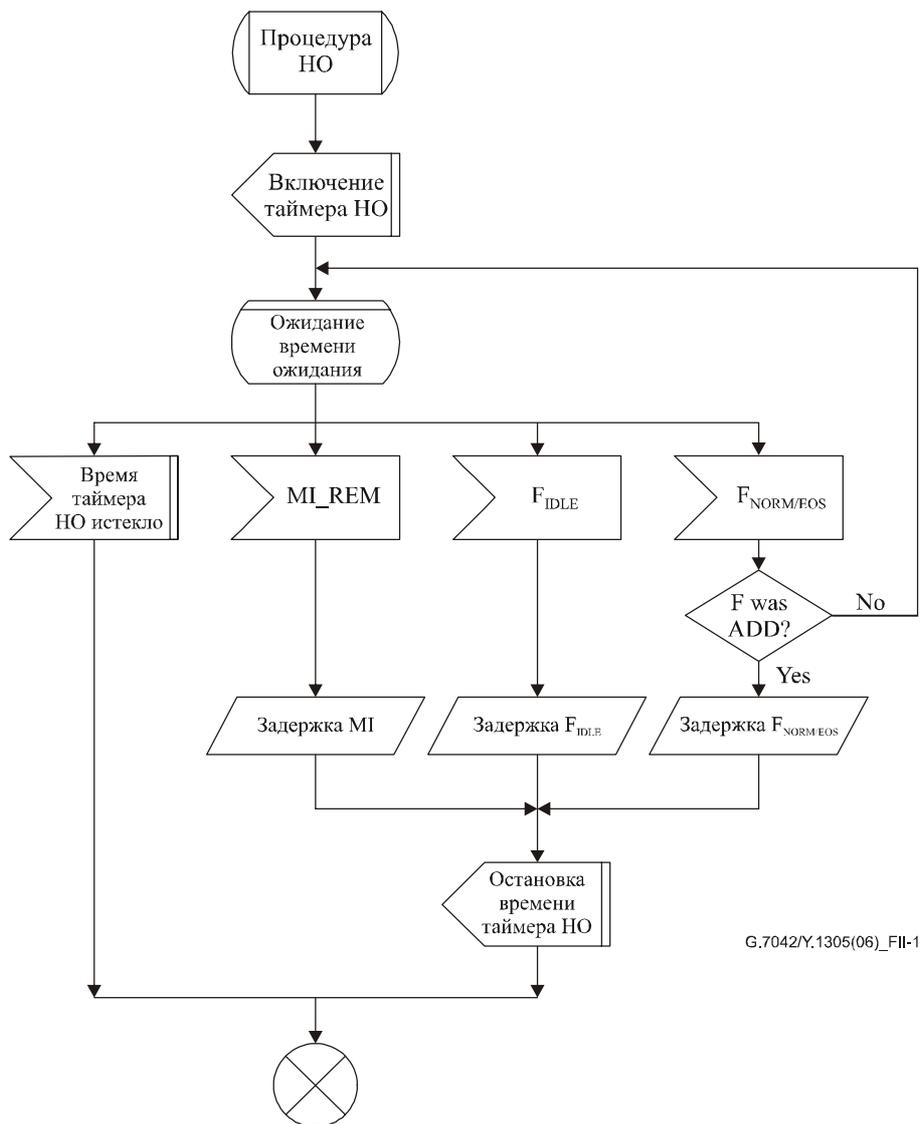
Действие, связанное с удалением в источнике, не требует синхронизации между конечными автоматами источника и приемника и поэтому производится уже в источнике до того, как сигнал об изменении будет направлен приемник. Поскольку источник уже исключил соответствующий элемент из несущей полезной нагрузки, то приемник должен иметь возможность немедленно отреагировать на это изменение, даже если он в данный момент находится в состоянии удержания. В противном случае клиентская полезная нагрузка будет утеряна, до тех пор пока не истечет время таймера.

#### II.3 При выполнении команд ADD условия TSD повышаются

При выполнении добавления какого-либо элемента, в приемник поступает поле CTRL = ADD. Поэтому состояние приемника перейдет в состояние ОК, а сигнал MST = ОК переместится в источник. Затем источник переведет соответствующий элемент в состояние NORM, сигналы CTRL = NORM/EOS и начнет направлять полезную нагрузку этому элементу. Если тем временем TSD в приемнике возрастет, то приемник приведет в действие таймер удержания и не сможет отреагировать на CTRL = NORM/EOS. Клиентская полезная нагрузка будет утеряна до тех пор, пока не истечет время таймера.

#### II.4 Усовершенствованная процедура НО

Даже в том случае если вышеупомянутые события очень ограничены по времени и характеризуются очень низкой степенью вероятности, процедура НО, описанная в п. А.4.4, при желании может быть усовершенствована, для того чтобы можно было осуществить регулировку пропускной способности также и в конкретных случаях, подвергшихся влиянию ошибок передачи. Ниже приводится диаграмма SDL процедуры НО, помогающая решить эту проблему.



G.7042/Y.1305(06)\_FII-1

**Рисунок П.1/G.7042/Y.1305 – Диаграмма SDL факультативного усовершенствования процедуры удержания**

## РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ  
МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Службы, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
<b>Транспортирование</b>	<b>Y.1300–Y.1399</b>
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты служб: возможности служб и архитектура служб	Y.2200–Y.2249
Аспекты служб: взаимодействие служб и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899

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

## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
<b>Серия G</b>	<b>Системы и среда передачи, цифровые системы и сети</b>
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	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
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, взаимосвязь открытых систем и безопасность
<b>Серия Y</b>	<b>Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола и сети последующих поколений</b>
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи