

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле



СПРАВОЧНИК

ПО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ПРОТОКОЛАМ

ОКС7: Подсистема МТР

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле

**Серия справочников
«Телекоммуникационные протоколы ВСС РФ»**

Стек протоколов ОКС7 Подсистема МТР

Справочник



**МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ»
2003**

УДК 621.395
У66
ББК 32.88

Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле

Стек протоколов ОКС7. Подсистема МТР. Справочник. – М.: Радио и связь, 2003. – 222 с.: ил.

ISBN 5-256-01691-1

Справочник по подсистеме переноса сообщений МТР стека протоколов системы общеканальной сигнализации №7. Рассматриваются общие принципы и понятия, форматы и назначения полей сигнальных единиц, сетевые функции и функции сигнального звена, средства и процедуры тестирования протоколов МТР. Первый из серии справочников «Телекоммуникационные протоколы ВСС РФ».

Справочник

ISBN 5-256-01691-1

© Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Рерле Р.Д., 2003

B.S. Goldstein, I.M. Ekhriel, R.D. Rerle

Common Channel Signaling System No.7 MTP-subsystem. Hand-book. – Radio i Sviaz, Moscow, 2003.

The book covers the latest in standards work, detailed evaluation of test tools, and design guidelines for MTP SS7 signaling protocol for Russian PSTN.

Hand-book

Copyright © B. Goldstein, I. Ekhriel, R. Rerle 2003

Содержание

Предисловие	7
Глава 1. Общие принципы и понятия	10
1.1 Общеканальная сигнализация в телефонии	10
1.2 Первые реализации ОКС7	11
1.3 Модель взаимодействия открытых систем	12
1.4 Структура протоколов ОКС7 и модель OSI	16
1.5 Компоненты сети ОКС7	23
1.6 Структура сети	27
1.6.1 Общие принципы	27
1.6.2 Структура российской сети ОКС	30
1.7 Формат сигнальных единиц	32
1.7.1 Типы сигнальных единиц	32
1.7.1.1 Заполняющие сигнальные единицы	33
1.7.1.2 Сигнальные единицы состояния звена	33
1.7.1.3 Значащие сигнальные единицы	34
1.8 Назначение полей сигнальных единиц	34
1.8.1 Флаг (F)	34
1.8.2 Проверочные биты (СК)	34
1.8.3 Индикатор длины (LI)	34
1.8.4 Порядковые номера (FSN, BSN)	35
1.8.5 Биты индикации направления (FIB, BIB)	36
1.8.6 Поле статуса (SF)	36
1.8.7 Байт служебной информации (SIO)	37
1.8.8 Поле сигнальной информации (SIF)	39
Глава 2. Подсистема переноса сообщений (МТР)	44
2.1 Функции подсистемы переноса сообщений	44
2.2 Уровень МТР2: функции сигнального звена	47
2.2.1 Разделение и фазирование сигнальных единиц	48

2.2.2	Обнаружение ошибок.....	49
2.2.3	Коррекция ошибок.....	50
2.2.3.1	Базовый метод коррекции ошибок.....	51
2.2.3.2	Метод превентивного циклического повторения.....	52
2.2.4	Начальное фазирование	53
2.2.5	Подсчет коэффициента ошибок сигнального звена.....	58
2.2.5.1	Подсчет коэффициента ошибок при передаче сигнальных единиц	58
2.2.5.2	Подсчет коэффициента ошибок при фазировании звена	58
2.2.6	Управление потоком	59
2.2.7	Выдержки времени уровня МТР2 для звена со скоростью 64 Кбит/с	60
2.3	Уровень МТР3: сетевые функции.....	61
2.3.1	Назначение.....	61
2.3.2	Функции обработки сигнальных сообщений.....	63
2.3.3	Функции эксплуатационного управления сетью сигнализации.....	68
2.3.3.1	Сигнальное звено	69
2.3.3.2	Сигнальный маршрут.....	70
2.3.3.3	Пункт сигнализации	71
2.3.4	Управление сигнальным трафиком	71
2.3.4.1	Процедура перевода трафика на резервное сигнальное звено	74
2.3.4.1.1	Процедура нормального перевода трафика на резервное звено	74
2.3.4.1.2	Процедура аварийного перевода трафика на резервное звено.....	77
2.3.4.1.3	Процедура перевода трафика на резервное звено, контролируемая выдержкой времени	78
2.3.4.2	Процедура возврата трафика на исходное звено	79
2.3.4.3	Процедура вынужденной ремаршрутизации	81
2.3.4.4	Процедура управляемой ремаршрутизации.....	82
2.3.4.5	Процедура перезапуска МТР	84
2.3.4.6	Процедура запрета доступа к сигнальному звену системой эксплуатационного управления	87
2.3.4.7	Процедура управления потоком сигнального трафика	92
2.3.5	Управление сигнальными звеньями	94
2.3.5.1	Процедура включения сигнального звена	96
2.3.5.2	Процедура восстановления сигнального звена.....	96
2.3.5.3	Процедура выключения сигнального звена	97
2.3.5.4	Процедура включения пучка сигнальных звеньев	97
2.3.5.5	Процедуры автоматического назначения сигнальных терминалов и звеньев передачи данных.....	98

2.3.5.5.1	Автоматическое назначение сигнальных терминалов	98
2.3.5.5.2	Автоматическое назначение звена передачи данных	99
2.3.6	Управление сигнальными маршрутами	101
2.3.6.1	Процедура запрещения переноса	102
2.3.6.2	Процедура разрешения переноса	104
2.3.6.3	Процедура ограничения переноса	106
2.3.6.4	Процедура проверки пучка сигнальных маршрутов	107
2.3.6.5	Процедура управляемого переноса	109
2.3.6.6	Процедура проверки перегрузки пучка сигнальных маршрутов.....	111
2.3.7	Выдержки времени для уровня МТР3	112
2.4	Тестирование сигнального звена	114
2.5.1	Пример отказа и восстановления сигнального звена между исходящим и транзитным пунктами сигнализации.....	118
2.5.1.1	Отказ сигнального звена.....	118
2.5.1.2	Восстановление сигнального звена	119
2.5.2	Пример отказа и восстановления транзитного пункта сигнализации.....	120
2.5.2.1	Отказ транзитного пункта сигнализации	120
2.5.2.2	Восстановление транзитного пункта	121
Глава 3. Тестирование протоколов МТР	122	
3.1	Основные принципы тестирования	122
3.1.1	Категории тестов	122
3.1.2	Тестовые спецификации	123
3.1.2.1	Структура рекомендаций по тестированию	123
3.1.3	Тестовые конфигурации	124
3.2	Принципы тестирования подсистемы МТР	124
3.2.1	Элементы тестовой среды	124
3.2.1.1	Принципы тестирования МТР1	125
3.2.1.2	Принципы тестирования МТР2.....	125
3.2.1.2.1	Тесты соответствия уровня МТР2.....	125
3.2.1.2.2	Тесты совместимости МТР2.....	126
3.2.1.3	Принципы тестирования МТР3.....	127
3.2.1.3.1	Тесты соответствия МТР3	127
3.2.1.3.2	Тесты совместимости МТР3.....	127
3.3	Тесты МТР2.....	128
3.3.1	Тестовая конфигурация и перечень тестов.....	128

3.3.2	Описание тестов совместимости MTP2.....	133
3.4	Тесты MTP3.....	142
3.4.1	Тестовые конфигурации.....	142
3.4.1.1	Конфигурация А.....	143
3.4.1.2	Конфигурация В.....	144
3.4.1.3	Конфигурация С.....	146
3.4.1.4	Конфигурация D.....	147
3.4.2	Перечень тестов MTP3.....	148
3.4.3	Описание тестов совместимости MTP3.....	154
Глава 4.	Тестовое оборудование.....	195
4.1	Принципы и архитектура аттестационного тестирования.....	195
4.2	Подход к тестированию.....	198
4.3	Платформа тестового оборудования SNT.....	199
4.3.1	Система СПАЙДЕР.....	200
4.3.1.1	Функции системы СПАЙДЕР.....	200
4.3.1.1.1	Мониторинг состояний.....	200
4.3.1.1.2	Статистика функционирования сети ОКС7.....	201
4.3.1.1.3	Статистика функционирования разговорных каналов.....	201
4.3.1.1.4	Трассировка вызовов.....	201
4.3.1.1.5	Генерация CDR/TDR.....	202
4.3.1.1.6	Декодирование и анализ сообщений.....	202
4.3.1.1.7	Обнаружение фактов несанкционированного использования ресурсов сети.....	203
4.3.2	Многопортовый анализатор протоколов SNT-7531.....	203
4.3.3	Компактный анализатор SNTlite.....	210
4.4	Сетевые аспекты мониторинга ОКС7.....	211
	Список сокращений.....	214
	Литература.....	222

Предисловие

«Этим полукреслом мастер Гамбс начинает новую партию мебели...». Если бы авторы настоящего справочника не прочитали в детстве эту фразу, они все равно начали бы примерно так данную книгу. Потому, в частности, что она открывает серию, в которой задумано именно 12 справочников. Этот набор обусловлен текущим состоянием процесса конвергенции сетей связи. Впрочем, новые революционные изменения в инфокоммуникационной индустрии вполне могут еще более усложнить задачу.

А началось все в 80-х годах прошлого века, когда в мировых телекоммуникациях стали стремительно развиваться новые технологии – ISDN, мобильная связь, Интеллектуальная сеть, IP-телефония и др. Каждая из этих технологий была нацелена на решение определенных задач, которые вместе революционно преобразили современные телекоммуникации. О каждой из них сказано и написано достаточно много. Однако в большинстве публикаций ничего (или почти ничего) не говорится о том, что же дало возможность в короткий срок полностью изменить облик телекоммуникационного пространства. Что позволяет взаимодействовать разнородным телекоммуникационным сетям, и какие механизмы при этом используются для управления соединениями и для передачи пользовательских данных?

Ответ на вопрос читатель уже знает из названия нашего справочника. Это протоколы сигнализации, которые зачастую незаслуженно остаются в тени. Лидирующие позиции среди них занимает стек протоколов системы общеканальной сигнализации №7 (ОКС7), объединяющей телефонные сети всего мира в единую структуру и позволяющей их узлам совместно использовать общесетевые ресурсы. Эта же система обеспечивает и взаимодействие телефонных сетей общего пользования (ТфОП) со всеми телекоммуникационными сетями других типов, составляющими основу сети следующего поколения NGN (Next Generation Network).

Без ОКС7 сегодня невозможно представить себе ТфОП, ISDN, Интеллектуальную сеть, сети подвижной связи с их роумингом, эксплуатационное управление коммутационными узлами из единого центра и многое, многое другое. Отсюда и справедливость известного тезиса: хочешь быстрее узнать все о телекоммуникациях – изучай ОКС7.

Сложность многоуровневой иерархии стека протоколов ОКС7 – одна из причин того, что лишь немногие специалисты достаточно глубоко знакомы с их работой. Другой причиной является недостаток информации об ОКС7, особенно, – на русском языке. Доступная информация довольно скудна, разрознена и изложена, зачастую, недостаточно ясно. Международные и национальные стандарты, определяющие используемые в ОКС7 протоколы, были разработаны для столь узко специализированных групп специалистов, что остаются сложными для понимания. С неудовлетворенной информационной потребностью разработчиков и эксплуатационного персонала авторы сталкивались неоднократно в процессе разработки функций ОКС7 при внедрении разнообразного телекоммуникационного оборудования в отечественных телефонных сетях. Именно поэтому и была задумана целая серия справочников, основанных на спецификациях Международного союза электросвязи (ITU-T), Европейского института стандартизации в телекоммуникациях (ETSI) и российских национальных спецификациях.

Данный справочник, будучи первым в серии справочников о системе ОКС7, посвящен подсистеме переноса сообщений МТР, образующей нижние уровни этой системы. Именно подсистема МТР предоставляет разным сетям связи, использующим ОКС7, уникальные по надежности средства доставки сообщений, сохраняющие работоспособность при отказах отдельных элементов сети. Российские спецификации МТР отличаются от международных очень незначительно, поэтому их особенности в специальный раздел не вынесены, а соответствующая информация приводится непосредственно в тексте.

Стандарты, несмотря на их сложность, были и остаются наилучшим источником получения детальной информации. Тем не менее, этот справочник нацелен на то, чтобы дать те сведения, которые стандарты дают не всегда: кроме детального описания форматов всех сообщений и параметров, авторы, по возможности, кратко, объясняют, когда и почему применяется то или иное сообщение или процедура. Материал носит справочный характер и систематизирован, большей частью, в виде таблиц и рисунков. Чтобы помочь инженеру, эксплуатирующему ОКС7, самостоятельно решать непростые задачи, возникающие при стыковке со встречными коммутационными системами, приводятся принципы тестирования подсистем ОКС7, перечень тестов для проверки правильности реализации протоколов МТР и требования к тестовому оборудованию.

Первая глава справочника является вводной и содержит сведения об архитектуре системы ОКС7, о структуре сети ОКС и ее компонентах, о форматах сигнальных единиц. Здесь затрагиваются аспекты эволюции телефонных систем сигнализации и взаимосвязь архитектуры ОКС7 с Моделью взаимодействия открытых систем OSI. Вводятся понятия пункт сигнализации, сигнальное звено, пучок сигнальных звеньев и сигнальный маршрут. Объясняется необходимость иметь сигнальные единицы трех типов (FISU, LSSU и MSU) и рассматриваются случаи их использования.

Во второй главе описаны функции и процедуры подсистемы МТР. Перечислены задачи каждого из функциональных уровней подсистемы. Детально рассмотрены случаи применения процедур эксплуатационного управления сетью ОКС7 и форматы сообщений, используемых в каждой процедуре.

Третья глава посвящена тестированию протоколов ОКС7, в частности, подсистемы МТР. Разъясняется область применения разных групп тестов, а для подсистемы МТР приводится перечень тестов взаимодействия, причем для каждого теста даны диаграммы последовательности ожидаемых сообщений и перечень необходимых проверок.

В четвертой, заключительной главе приводятся требования к оборудованию для тестирования ОКС7 и описываются функциональные возможности ставшего стандартом де-факто отечественного протокол-тестера SNT-7531, пришедшего на смену известному анализатору STA-7. Изменение названия прибора связано с тем, что тестирование стека протоколов ОКС7 дополнено тестированием протоколов V5, H.323 и DSS1. Первые цифры в названиях всех тестируемых протоколов и определили название прибора. Естественной эволюцией SNT-7531 явилась система распределенного мониторинга сетей ОКС7 – СПАЙДЕР, которая, кроме стандартных функций SNT-7531, обеспечивает дистанционное наблюдение за элементами сети ОКС7, передачу информации в центр эксплуатационного управления для отображения состояния каждого их них в реальном времени и сбор статистических данных о функционировании сети ОКС7 в целом. Впрочем, вопросам сетевого мониторинга ОКС7 планируется посвятить отдельный справочник.

Глава 1. Общие принципы и понятия

1.1 Общекабельная сигнализация в телефонии

С начала 80-х годов телефонная сеть общего пользования (ТфОП) эволюционировала от простой сети, обеспечивающей передачу речи и имеющей ограниченные возможности передачи данных, к транспортному средству, обладающему интеллектом, высокой пропускной способностью и возможностью быстрого восстановления при аппаратных отказах. Стимулом к модернизации ТфОП послужило стремление телекоммуникационных операторов эффективно управлять сетью и увеличивать её пропускную способность как можно более экономичным образом. Эта модернизация заложила основу новых услуг, таких как услуги ISDN, Интеллектуальной сети (ИС) и др.

Для поддержки внеполосной сигнализации между станциями в Bell Laboratories была разработана система общекабельной межстанционной сигнализации, первоначально называвшаяся *common channel interoffice signaling (CCIS)*. Она служила средой, общей для всех соединительных линий, отсюда и термин *общекабельная*. В середине 80-х годов к этой среде были подключены сетевые базы данных; таким образом, сигнализация перестала быть только межстанционной, из аббревиатуры CCIS была удалена буква I, и концепция получила название *общекабельной сигнализации (CCS или ОКС)*.

Сложилось так, что в общекабельную сигнализацию входят протоколы двух разных типов: (1) протоколы взаимодействия АТС с базами данных, эволюционировавшие от простых сообщений запроса/ответа при преобразовании номера к независимым от услуг протоколам, поддерживающим множество функций ИС [1], и (2) протоколы, посредством которых АТС обмениваются сигнальной информацией, необходимой для управления соединениями [2]. По отношению к протоколам второго типа полезно отметить, что в системе общекабельной сигнализации привычное (и характерное для старых систем сигнализации) разделение сигналов

на регистровые и линейные, если и существует, то разве лишь по традиции, поскольку *все без исключения сигналы* передаются в ней одинаковым образом – в виде *сигнальных сообщений* – и воспринимаются одними и теми же устройствами.

Функциональная архитектура системы ОКС7 является многоуровневой, причем функции нижних уровней, которые вместе обеспечивают перенос сигнальных сообщений от станции-отправителя к станции-получателю, образуют платформу, необходимую во всех вариантах использования системы, тогда как функции более высоких уровней, в каждом таком варианте специфические, выполняются соответствующими подсистемами, являющимися пользователями этой платформы. В частности, при использовании в ТФОП и ISDN названная платформа дополняется «сверху» подсистемой-пользователем ISUP, а также (если требуется) подсистемой управления сигнальными соединениями SCCP, которая необходима для образования в сети ОКС7 виртуальных соединений с целью переноса через эту сеть информации, вообще говоря, не только сигнальной. Другие прикладные подсистемы, входящие в стек протоколов ОКС7 (TCAP, OMAP, INAP, MAP и другие), обеспечивают потребности эксплуатационного управления сетью ОКС, обмен служебной информацией между узлами управления услугами и узлами коммутации услуг ИС, роуминг в сетях GSM и многое другое. Все эти протоколы (и не только они) рассматриваются в отдельных справочниках данной серии.

Система общеканальной сигнализации является открытой – она позволяет, по мере необходимости, вводить в нее новые подсистемы и прикладные протоколы. Архитектурные принципы системы ОКС7 оказались настолько удачными, что на протяжении уже почти 20 лет не удалось создать более эффективной и универсальной системы сигнализации. Напротив, система ОКС7 стала мировым стандартом, который находит всё новые и новые области применения, такие как широкополосные сети, сети IP-телефонии и др.

1.2 Первые реализации ОКС7

Предшественница ОКС7 – система сигнализации ОКС6 – была разработана AT&T в 1970-х годах. Преимущества коммутации с программным управлением позволили создать наложенную сеть сигнализации, а, в сущности, – сеть передачи данных, по которой можно передавать сложные сигнальные сообщения, куда более информативные, чем внутриполосные частотные сигналы, которые информировали только о занятии, о завершении установления соединений, о номере вызываемого абонента и т.п. При первом применении ОКС6 для нее использовались каналы междугородной сети США со скоростью передачи данных 2,4 Кбит/с, позднее скорость была увеличена до 4,8 Кбит/с. Сигнальная информация передавалась в форме блоков данных, которые имели постоянную длину 28 битов и могли переносить 12 различных сообщений.

Система OKC7 явилась дальнейшим развитием принципов, зарекомендовавших себя в OKC6. В отличие от предшественника, OKC7 использует блоки данных переменной и намного большей (хотя и ограниченной) длины, что значительно увеличивает функциональные возможности системы. Кроме того, в OKC7 используются каналы со скоростью передачи 64 Кбит/с, что делает эту систему существенно более быстродействующей, чем OKC6.

Шведская Администрация связи провела опытную эксплуатацию OKC7 в 1983 году. То же самое в начале 1980-х годов было проделано в Великобритании и Франции. Компания MCI WorldCom впервые внедрила OKC7 в апреле 1988 года в Лос-Анджелесе и Филадельфии, сократив при этом вдвое время установления соединений в направлении Филадельфия – Лос-Анджелес. Сокращение времени занятия разговорных каналов за счет удаления из них сигналов управления соединениями позволило оператору обслуживать больше вызовов при том же количестве межстанционных трактов.

Активизация использования OKC7 в Европе относится ко времени построения сетей GSM, в которых при роуминге коммутатор «гостевой» сети должен обращаться к опорному регистру (HLR, home location register) «домашней» сети абонента, хранящему данные об этом абоненте. Позднее, после начала работы в ИТУ-Т над стандартизацией Интеллектуальных сетей, возможности системы OKC7 стали широко использоваться для поддержки взаимодействия между АТС с функциями коммутации услуг (SSP, service switching point) и узлом управления услугами (SCP, service control point).

Удачные архитектурные решения и красноречивые результаты эксплуатации сети общеканальной сигнализации OKC7 привели к тому, что она стала крупнейшей в мире сетью передачи данных, которая объединяет телефонные сети региональных и национальных операторов, операторов сетей GSM и сетей ИС, обеспечивая при этом взаимодействие с сетями VoIP.

Как было упомянуто, система сигнализации OKC7 представляет собой многоуровневый протокол передачи данных, созданный с целью обеспечить сигнализацию в телефонных сетях. Но прежде чем рассматривать уровни модели системы OKC7, целесообразно рассмотреть Модель взаимодействия открытых систем.

1.3 Модель взаимодействия открытых систем

Существование нескольких физических сред, которые можно использовать для передачи данных, и многообразие вычислительных устройств, на базе которых создано оборудование различных сетей, послужило причиной создания большого числа протоколов для связи между ними.

Для облегчения процесса разработки спецификаций и возможности многократного использования однажды реализованных процедур была разработана модель того, как все функции протокола должны быть разделены на отдельные уровни. Основным принципом, положенным в основу модели, состоит в том, что каждый уровень содержит заданную группу функций, предоставляющих следующему уровню строго определенный набор услуг. Упорядоченный набор отдельных протоколов, используемых всеми уровнями, образует общий протокольный стек (или профиль). Модель взаимодействия открытых систем (OSI, Open system interconnection) была формализована Международной организацией по стандартизации (ISO, International standard organisation) и опубликована в 1982 году. Модель предложила процедуры и механизмы создания стеков протоколов для взаимодействия больших вычислительных машин с различного рода периферийным оборудованием. Модель была создана уже после разработки несовместимых между собой стеков протоколов X.25, TCP/IP и ОКС7 и имела целью вобрать в себя все лучшее на момент создания.

Модель разделяет все действия протокола по предоставлению услуг, связанных с передачей данных приложения, на две большие группы функций. Приложение, или иначе прикладной процесс, является пользователем протокола и использует его услуги для передачи данных по сети к удаленному приложению. Каждая группа функций должна иметь стандартные интерфейсы для предоставления своих услуг вышестоящим группам и использования услуг, предоставляемых расположенными ниже группами функций.

Функции верхних уровней подготавливают данные, поступающие от приложения, для передачи по сети. Эти функции реализуются протоколами, которые являются уникальными для использующих их приложений. Разные приложения предъявляют разные требования к передаче данных по сети, и в задачу протоколов верхних уровней входит скрытие этих различий от протоколов, расположенных ниже.

Верхние уровни также обеспечивают надежность при транспортировке данных по сети из конца в конец. В их функции входят обнаружение и исправление ошибок передачи, а также сегментирование, порядковая нумерация и сборка блоков данных конкретного приложения.

Вторая группа функций предоставляет механизмы маршрутизации блоков данных по сети и их получения в пункте назначения. Эта группа не имеет доступа к адресам приложений, а лишь передает блоки данных от одного узла сети к другому, используя их физические и сетевые адреса. На этих уровнях имеются собственные средства сегментирования, контроля последовательности передачи и сборки пакетов в пункте назначения.

Разбиение всех функций передачи информации на уровни обеспечивает возможность сохранения неизменным протокола одного уровня при необходимости внесения изменений в протоколы смежных уровней. Смежные уровни внутри одной системы взаимодействуют по специальным протоколам, называемым примитивами. Модель OSI состоит из семи уровней.

Первый, физический уровень, отвечает за преобразование в битовый поток цифровых данных для переноса их по сети. Уровень задает механические и электрические характеристики передачи в соответствии с используемым физическим интерфейсом. Электрические характеристики включают в себя, главным образом, способ кодирования для передачи цифрового сигнала на большие расстояния и перечень аварийных сигналов, связанных с потерей сигнала или синхронизации. Физический уровень должен быть способен работать и управляться автономно вне зависимости от наличия вышестоящих протоколов.

Второй, уровень звена данных, отвечает за надежную передачу битового потока между двумя смежными устройствами в сети, используя для этой цели один из методов обнаружения и исправления ошибок и контроля последовательности передачи блоков данных. При приеме битового потока с физического уровня уровень звена данных выделяет из него блоки данных, используя в качестве их разделителя специальную битовую последовательность, не повторяющуюся более нигде внутри блока. Перед передачей к вышестоящему уровню данных, принятых от физического уровня, уровень звена данных удаляет из них управляющую информацию протокола, такую как физический адрес узла, порядковый номер и контрольную последовательность. При приеме данных с вышестоящего уровня управляющая информация добавляется к блокам данных перед передачей их на физический уровень. Восстановление работоспособности звена в случае аварии на физическом уровне и управление потоком блоков данных также входит в функции уровня звена данных.

Третий, сетевой уровень, отвечает за маршрутизацию пакетов данных, принятых от смежного узла. В пакетных сетях пакеты могут приходиться от разных узлов, и сетевой уровень определяет адрес пункта назначения и звено, которое следует использовать для доставки пакета в нужном направлении. В функции уровня входит передача пакетов данных от одной сети к другой. Для передачи пакетов из одной сети в другую используется адресация на сетевом уровне. Существуют два метода доставки пакетов к пункту назначения – с установлением виртуальных соединений и с использованием дейтаграмм.

Виртуальные соединения организуются посредством обмена специальными сообщениями перед фазой передачи блоков данных вышестоящего уровня. Виртуальные соединения позволяют избежать доставки сообщений в неправильной последовательности, обеспечивая прохождение всех сообщений по одному и тому же маршруту. В ряде случаев этот метод неэффективен и снижает надежность сети, так как перегрузка смежного узла вызывает задержку доставки пакетов, а при отказе звена сообщение теряется вследствие отсутствия резервных путей.

В дейтаграммном режиме фаза предварительного установления соединения отсутствует, и каждое сообщение содержит в своем составе как адресную информацию (адрес пункта назначения и пункта отправителя сообщения), так и информацию пользователя вышестоящего уровня. Использование дейтаграммного режима повышает эффективность использования сети, так как позволяет динамически изменять маршрутизацию пакетов в зависимости от состояния каналов и узлов. В случае перегрузки или отказа встречного узла исходящий узел маршрутизирует пакеты в обход недоступного направления. Однако в дейтаграммном режиме возможны случаи доставки пакетов в неправильной последовательности и потери пакетов, вследствие отсутствия функций повторной передачи, а функции восстановления потерянных данных должны быть возложены на вышестоящий уровень.

Управление сетью сигнализации также входит в функции сетевого уровня и обеспечивается посредством специальных сообщений, направляемых как к смежным, так и несмежным узлам для уведомления об отказе или перегрузке удаленных узлов или звеньев.

Четвертый, транспортный уровень, гарантирует надежную доставку всех переданных блоков данных приложения по сети из конца в конец. Уровень предназначен для дополнительного подкрепления надежности передачи, предоставляемой сетевым уровнем. Адресация на этом уровне состоит из точек доступа к услугам (SAP, service access point), представляющих собой логические адреса протоколов, занимающихся внутри узла обслуживанием передачи информации конкретных приложений.

Пятый, сеансовый уровень, отвечает за установление и выбор типа диалога (сеанса) между взаимодействующими логическими объектами (приложениями). Уровень управляет точками синхронизации, которые могут потребоваться, например, при передаче одним приложением нескольких файлов во время одного сеанса связи. В точке синхронизации передача останавливается для получения подтверждения о приеме с удаленного конца. Кроме того, в функции уровня входит запоминание точки остановки передачи, вызванной процедурами более высокого приоритета, и возобновление передачи с этого места.

Реализация функций транспортного и сеансового уровней в протокольном стеке обязательна, только если приложение использует услуги, ориентированные на установление виртуальных сигнальных соединений.

Шестой, уровень представления данных, определяет форматы (синтаксис) для передачи по сети данных различных типов. Эти форматы не обязательно должны совпадать с форматами, используемыми вышестоящими уровнями, например такими как ASCII или EBCDIC. Наиболее распространенным синтаксисом, используемым в телекоммуникационных прото-

колах на уровне представления, является язык абстрактных описаний (ASN.1, abstract syntax notation), который подобен синтаксису языка Pascal и предназначен для определения независимого от кодирования блоков данных вышестоящего уровня.

Седьмой, прикладной уровень, является интерфейсом между приложением и самой моделью. На этом уровне производятся первичные действия по подготовке информации для передачи по сети, включающие идентификацию получателя информации и его доступность.

Необходимость реализации некоторых функций модели OSI в системе ОКС7 отсутствует, вследствие чего они не определены стеком протоколов системы. Протоколы, используемые в модели ОКС7, уточнялись и апробировались на протяжении многих лет с целью увязки со специфическими требованиями операторов телефонных сетей, что объясняет ее отличие от модели OSI. Несмотря на эти отличия, система ОКС7 зарекомендовала себя в качестве высоконадежного протокола пакетной передачи данных для применения в цифровых телефонных сетях с временным разделением каналов, и развивается в направлении поддержки услуг, использующих другие технологии, такие как АТМ и TCP/IP.

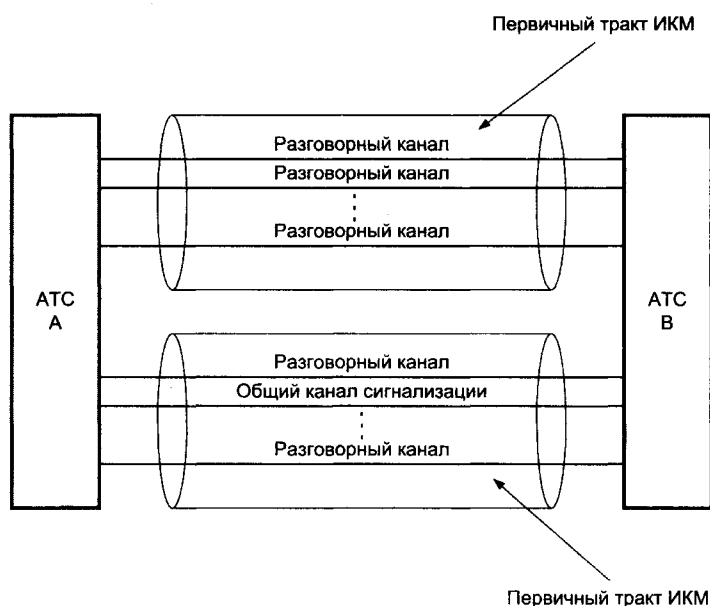
1.4 Структура протоколов ОКС7 и модель OSI

Функции управления коммутацией в телефонной сети выполняют программные средства управляющих комплексов станций этой сети, что позволяет реализовать предоставление пользователям услуг связи как совокупность действий, которые выполняют прикладные процессы, распределенные по станциям сети, а система сигнализации представляет собой платформу, необходимую для поддержки информационного обмена между этими прикладными процессами.

ОКС7 – это такая система сигнализации, при которой информация управления установлением соединения (сигнализация) для всех разговорных каналов и/или каналов передачи данных передается в виде блоков данных (сигнальных сообщений) по одному общему каналу сигнализации, который может быть организован в любом временном интервале (кроме нулевого) одного из первичных трактов ИКМ, входящих в пучок, соединяющий напрямую две взаимодействующие АТС (рисунок 1-1).

Общеканальная сигнализация может рассматриваться как особый тип передачи данных, специализированный для передачи сигнализации и информационного обмена между процессорами узлов связи различного назначения. Для обеспечения надежности, требуемой в телефонных сетях общего пользования, система ОКС7 обладает функциями обнаружения и коррекции ошибок, вызванных воздействием помех на средства передачи, и автоматической реконфигурации маршрутов в случае отказов сетевых элементов.

Рис. 1-1 Принцип общекаанальной сигнализации

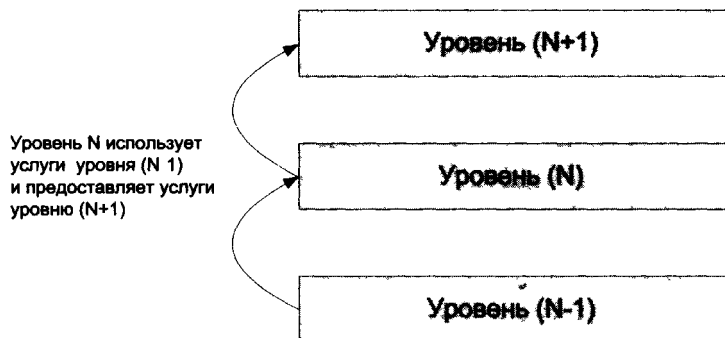


Как правило, для повышения надежности в другом ИКМ-тракте пучка, организуется резервный канал для передачи данных ОКС7. Все остальные временные интервалы системы передачи (кроме нулевых) при использовании ОКС7 могут быть задействованы для передачи речи или данных пользователя. Один канал ОКС7 может обслуживать около 4000 разговорных каналов.

Архитектура системы ОКС7 устроена так, что множество всех функций системы представлено в виде совокупности функциональных блоков (именуемых подсистемами), определенным образом взаимодействующих между собой и поддерживающих друг друга. Как и в семиуровневой модели, логическую связь между подсистемами ОКС7 можно представить в виде многоуровневой структуры, в которой N -й уровень предоставляет свои услуги $(N+1)$ -му уровню, пользуясь при этом услугами, которые предоставляет ему $(N-1)$ -й уровень (см. рисунок 1-2). Каждый уровень содержит вполне определенное множество функций и взаимодействует со смежными (сверху и снизу) уровнями через четко определенные интерфейсы. В одном уровне может размещаться несколько подсистем; одна подсистема может выполнять функции одного или нескольких смежных уровней.

2. Б.С. Гольдштейн

Рис. 1-2 Принцип взаимодействия уровней

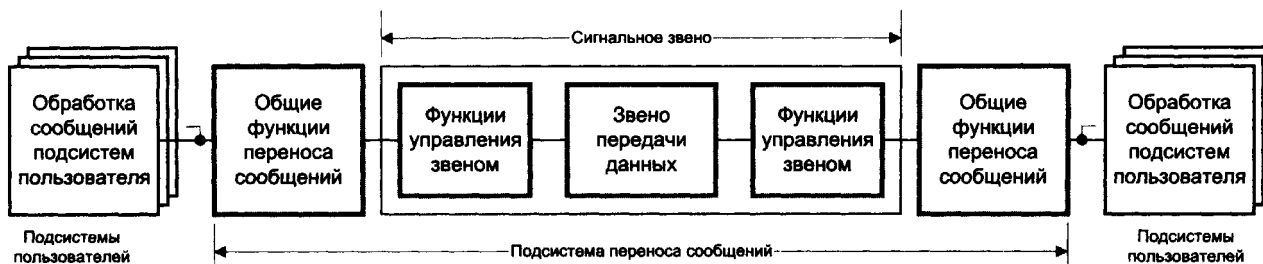


Первоначально спецификации ОКС7 базировались на требованиях управления телефонными каналами. Чтобы удовлетворить эти требования, система ОКС7 была специфицирована в четырех уровнях – подсистема переноса сообщений, охватывающая уровни 1-3, и подсистемы-пользователи, как уровень 4 (рисунок 1-3). Когда возникли новые требования, например, для обмена информацией с базами данных, система ОКС7 была расширена новыми функциями.

Основными подсистемами ОКС7 являются:

- подсистема переноса сообщений (MTP, Message transfer part);
- подсистемы-пользователи (UP, User part) услуг MTP.

Рис. 1-3 Функциональные уровни ОКС7

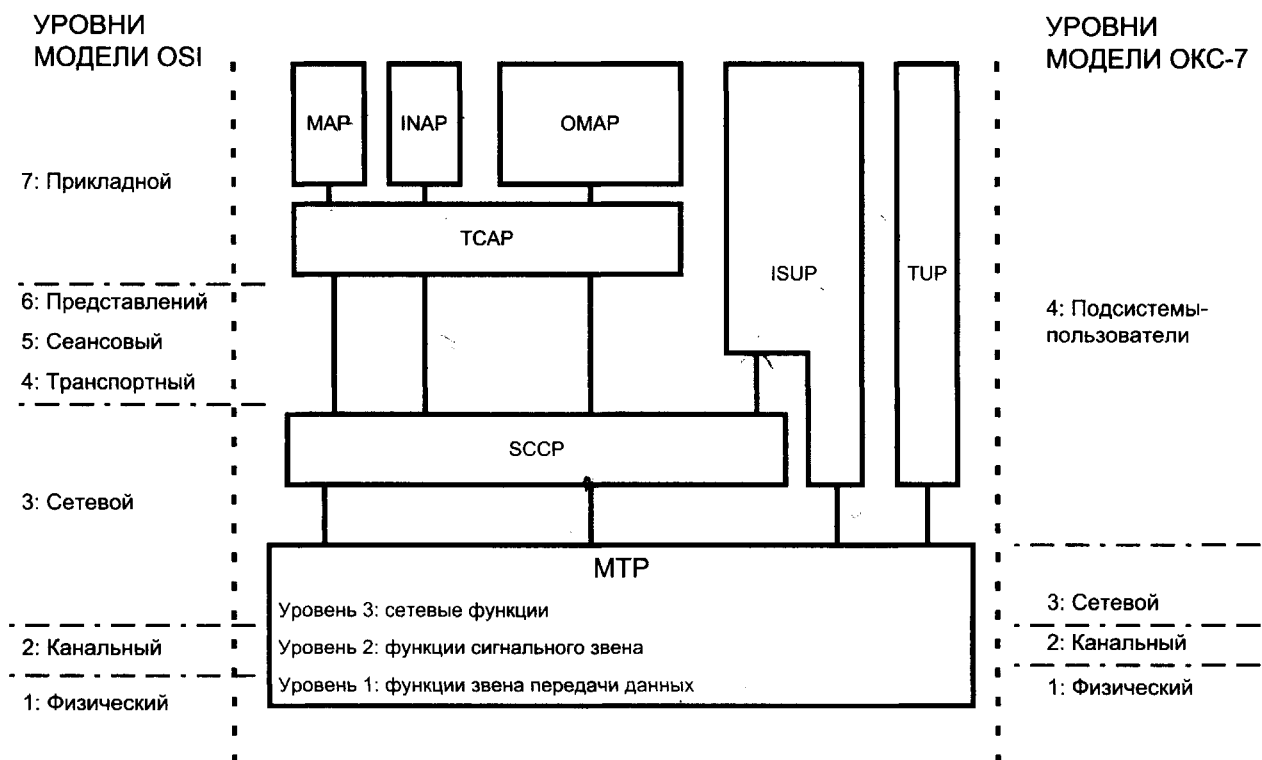


Подсистема MTP формирует и предоставляет услуги переноса сигнальной информации в виде сигнальных сообщений от пункта-отправителя через сеть ОКС к пункту-адресату. Пользователи услуг MTP – это подсистемы, которые, в свою очередь, предоставляют свои услуги либо подсистемам, расположенным выше, либо непосредственно пользователям системы ОКС7, каковыми являются разнообразные прикладные процессы узлов сети связи (это,

в частности, процессы управления коммутацией, процессы управления предоставлением тех или иных дополнительных услуг, процессы эксплуатационного управления и др.).

Система сигнализации ОКС7 построена по принципам, определенным рассмотренной в предыдущем разделе Моделью взаимодействия открытых систем. Однако уровни модели ОКС7 не полностью совпадают с уровнями модели OSI. В то время как модель OSI содержит семь уровней, модель ОКС7 содержит только четыре уровня. Функции, выполняемые этими четырьмя уровнями, определенным образом соотносятся с функциями семи уровней модели OSI. При этом некоторые из уровней, входящих в Модель взаимодействия открытых систем, не имеют смысла в модели ОКС7 и поэтому в ней не определены. Сопоставление двух моделей приведено на рисунке 1-4.

Рис. 1-4 Сопоставление уровней модели OSI и уровней модели ОКС7



Два первых уровня модели ОКС7 – звена передачи данных и сигнального звена – обеспечивают обмен сигнальной информацией между двумя смежными пунктами сигнализации, и их функции полностью совпадают с функциями физического уровня и уровня звена данных модели OSI.

Три нижних уровня модели ОКС7 образуют подсистему переноса сообщений МТР. Однако реализованный в подсистеме МТР третий, сетевой уровень, содержит не все функции сетевого уровня модели OSI. Для переноса сообщений по сети ОКС7 подсистема МТР использует дейтаграммный способ с эмуляцией работы по виртуальному каналу. Чтобы повысить надежность передачи сообщений по виртуальному каналу, сетевой уровень МТР предусматривает ремаршрутизацию сообщений при перегрузке или при отказе основного маршрута или смежного узла.

Для поддержки новых услуг (в том числе, услуг Интеллектуальной сети и мобильной связи) и для реализации недостающих функций сетевого уровня OSI в модель ОКС7 введена подсистема управления сигнальными соединениями (SCCP – Signaling connection control part). Подсистемы МТР и SCCP совместно образуют подсистему сетевых услуг (NSP – Network service part). Используя услуги МТР, подсистема SCCP обеспечивает организацию в сети ОКС7 виртуальных соединений и может предоставлять сетевые услуги, как ориентированные на такие соединения, так и не требующие их создания.

Возможности МТР в области адресации являются ограниченными, так как эта подсистема может направлять сообщения только в те логические точки пункта сигнализации, адреса которых указаны в четырехбитовом поле индикатора службы октета SIO. Таким образом, в пределах конкретного пункта сигнализации МТР имеет возможность распределять сообщения к любому из максимум 16 пользователей, что явно недостаточно. Подсистема SCCP имеет расширенные возможности, рассматривая всех своих локальных пользователей как подсистемы (обращение к которым происходит путем использования их номеров) и применяя при адресации сообщений совокупность кода пункта назначения с номером подсистемы. Для идентификации конкретного адреса может обеспечиваться вычисление кода пункта сигнализации и номера подсистемы из так называемого глобального адреса (GT, Global title).

Глобальный адрес может содержать телефонный или ISDN-номер, номер терминала сети передачи данных или номер любой другой специализированной сети.

Услуги вычисления (перевода) адресной информации из глобального адреса могут применяться, например, в случае обращения к дублированным базам данных интеллектуальной сети. Там, где базы данных функционируют в режиме с резервированием, исходящей АТС неизвестно, какая именно из них в данный момент является рабочей. В этом случае запрос с глобальным адресом направляется в SCCP, ближайшей к необходимой паре баз данных и имеющей сведения об их статусе. Эта SCCP затем может дополнить (заменить) глобальный адрес на код пункта назначения и номер подсистемы той базы данных, которая активна в этот момент времени.

В дополнение к расширенным возможностям адресации подсистема SCCP предоставляет четыре различные по надежности класса обслуживания (режима доставки сообщений), которые могут быть затребованы вышестоящей подсистемой.

Такое разделение функций между двумя подсистемами оправдывается следующими соображениями. Во-первых, далеко не для всех протоколов сигнализации нужны расширенные функциональные возможности SCCP в отношении адресации и режимов повышенной надежности доставки сообщений. Во-вторых, благодаря выделению функций SCCP в отдельную подсистему оказалось возможным оптимизировать характеристики уровня 3 подсистемы MTP. Необходимость же применения SCCP вызвана тем, что многие приложения, использующие систему OKC7, не требуют одновременного установления речевой связи и использование для них подсистем-пользователей (например, TUP или ISUP) является неэффективным.

В системе OKC7 пока не специфицированы подсистемы, предоставляющие услуги, ориентированные на установление соединений, вследствие чего транспортный, сеансовый и прикладной уровни в том виде, в каком они определены в модели OSI, в модели OKC7 отсутствуют.

Четвертый уровень модели OKC7 образуют подсистемы-пользователи услугами MTP и/или SCCP, такие как:

- TUP (Telephone user part) – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию телефонной сети;
- DUP (Data user part) – подсистема-пользователь поддерживающая сигнализацию сети передачи данных;
- ISUP (ISDN user part) – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию телефонной сети, сети передачи данных и цифровой сети интегрального обслуживания (ISDN);
- TCAP (Transaction capabilities application part) – прикладная подсистема поддержки транзакций;
- B-ISUP (B-ISDN user part) – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию широкополосной ISDN (B-ISDN);
- MAP (Mobile application part) – прикладная подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию сетей подвижной связи стандарта GSM;
- INAP (Intelligent network application part) – прикладная подсистема Интеллектуальной сети;
- OMAP (Operation, maintenance and administration part) – прикладная подсистема эксплуатационного управления.

Подсистемы-пользователи и прикладные подсистемы получают от МТР услуги по доставке информации в сети. В частности, МТР предоставляет транспортную услугу без предварительного установления сигнального соединения, но с упорядоченной последовательностью передачи сообщений.

Подсистема ISUP предназначена для установления, поддержания и освобождения соединений в телефонных сетях и сетях ISDN с целью передачи речи и данных пользователя. Подсистема пришла на смену подсистемам TUP и DUP, которые предназначались для выполнения тех же задач, но индивидуально в телефонных сетях и в сетях передачи данных. Кроме управления соединениями и каналами, ISUP поддерживает предоставление основных и дополнительных услуг ISDN, таких как переадресация вызовов по различным условиям, передаче данных, видеоконференции и т.д.

Подсистема TCAP совместно с SCCP применяется при обмене транзакциями для запроса выполнения операций в удаленных базах данных. При этом подсистема SCCP предоставляет для TCAP услуги управления логическими соединениями сигнализации и возможности маршрутизации сообщений на основе логических адресов. В функции TCAP входит установление связи с удаленной базой данных, выполнение запроса операции, выборка данных из базы и их передача в сообщении TCAP в узел, инициировавший запрос.

Прикладная подсистема MAP (GSM 09.02) разработана институтом Европейским институтом по стандартизации в области связи (ETSI, European telecommunications standardisation institute). Протокол MAP используется совместно с TCAP и SCCP для обеспечения механизмов запроса и передачи информации идентификации и текущего местоположения абонента в сети GSM из базы данных одной сети в другую.

Подсистема INAP используется в Интеллектуальных сетях (IN) для поддержки взаимодействия между прикладными процессами исходящей АТС/АМТС с функциями узла коммутации услуг (SSP) и узлом управления услугами (SCP).

Подсистема OMAP также использует услуги TCAP и SCCP и предназначена для удаленного эксплуатационного управления узлами сети ОКС7 из одного центра.

Подсистема B-ISUP используется для установления, поддержания и освобождения широкополосных соединений в цифровых сетях интегрального обслуживания, основанных на принципах АТМ.

Первые стандарты ОКС7 были изданы МККТТ в 1980 году. До 1998 года все стандарты МККТТ издавались один раз в четыре года в виде одного сборника и назывались Желтая (1980 год), Красная (1984 год) и Синяя (1998 год) Книги в соответствии с цветом обложки. Однако, начиная с 1992 года, после изменения названия МККТТ на МСЭ-Т и опубликования

Белой книги, отдельные стандарты выпускаются сразу же по мере их утверждения, не дожидаясь окончания четырехлетнего цикла. Структура рекомендаций МСЭ по ОКС7 выглядит следующим образом.

- Q.700 – Q.709: подсистема MTP
- Q.710: применение ОКС7 для учрежденческих АТС
- Q.711 – Q.716: подсистема SCCP
- Q.721 – Q.725: подсистема TUP
- Q.730 – Q.737: поддержка дополнительных услуг ISDN
- Q.741: подсистема DUP
- Q.750 – Q.756: подсистема OMAP
- Q.761 – Q.764: подсистема ISUP
- Q.771 – Q.775: подсистема TCAP
- Q.780 – Q.788: тестовые спецификации
- Q.761 – Q.764: подсистема B-ISUP
- Q.1218 : подсистема INAP

1.5 Компоненты сети ОКС7

Сеть связи, использующая систему общеканальной сигнализации №7, состоит из множества узлов коммутации, связанных между собой цифровыми ИКМ-трактами. Чтобы имелась возможность при управлении соединениями пользоваться услугами ОКС7, каждый из этих узлов должен содержать встроенные программно-аппаратные средства, благодаря которым он мог бы выполнять функции пункта сигнализации (SP – Signaling Point), способного формировать, передавать, принимать и интерпретировать сигнальные сообщения. Пункты сигнализации SP должны быть связаны между собой цифровыми каналами, обеспечивающими двухстороннюю передачу сигнальной информации, т.е. выполняющими функции сигнальных звеньев.

Функции пункта сигнализации могут выполнять:

- коммутационные станции, узлы сетей фиксированной связи и подвижной радиосвязи;
- центры эксплуатационного управления сетью связи (OA&MC – operation, administration and maintenance centres);

- узлы коммутации услуг и узлы управления услугами Интеллектуальной сети;
- шлюзы, производящие взаимодействие между телефонными сетями и сетями передачи данных.

Ниже приводятся определения основных компонентов сети, построенной на основе системы сигнализации ОКС7 (рисунок 1-5).

Пункт сигнализации (SP, signalling point) – использующий ОКС7 узел сети связи, который может передавать и/или принимать сигнальный трафик, т.е. генерировать и/или обрабатывать сигнальные сообщения. Пункт сигнализации, имеющий в своем составе одну или более подсистем-пользователей, называется конечным (SEP, Signalling end point).

Звено передачи данных (SDL, signalling data link) – двунаправленный канал (обычно со скоростью 64 Кбит/с), используемый в качестве среды передачи при организации звена передачи данных между смежными SP, проключенный полупостоянно к сигнальному терминалу.

Сигнальный терминал (ST, signalling terminal) – аппаратно-программный модуль, являющийся частью пункта сигнализации и выполняющий функции конечного устройства одного сигнального звена.

Сигнальное звено (SL, signalling link) – совокупность звена передачи данных и сигнального терминала, обеспечивающая перенос сигнальных сообщений с заданным коэффициентом ошибок между двумя соединенными напрямую пунктами сигнализации. Одно сигнальное звено в нормальном режиме работы рассчитано на обслуживание нагрузки до 0,2 Эрл.

Пучок сигнальных звеньев (SLS, signalling link set) – одно или несколько сигнальных звеньев между двумя соединенными напрямую пунктами сигнализации. Пучок сигнальных звеньев максимально содержит 16 звеньев.

Группа сигнальных звеньев (SLG, signalling link group) – совокупность сигнальных звеньев в одном пучке, имеющих идентичные характеристики. Пучок звеньев может включать в себя одну или более групп звеньев.

Транзитный пункт сигнализации (STP, signalling transfer point) – пункт сигнализации, который переносит принятые сообщения из одного (входящего) сигнального звена в другое (исходящее) сигнальное звено, не направляя при этом сигнальные сообщения на обработку к подсистеме-пользователю. Пункт сигнализации, объединяющий возможности STP и SEP, называется STEP (Signaling and transfer end point).

Сеть общеканальной сигнализации (сеть ОКС) – совокупность пунктов сигнализации и соединяющих их сигнальных звеньев. Существует единая международная сеть ОКС и множество национальных сетей, организованных разными странами. Сеть ОКС внутри страны, в свою очередь, может состоять из национальной сети и множества местных (региональных) сетей. Принадлежность сообщений каждому типу сети определяется специальным полем – сетевым индикатором (NI, Network indicator). В узлах коммутации, работающих на стыке сетей,

например местной и междугородной, организуются шлюзовые пункты сигнализации, обладающие возможностью работы в двух разных сетях сигнализации и переноса сообщений от сети с NI одного типа к сети с NI другого типа.

Код пункта сигнализации (SPC, signalling point code) – уникальный номер, назначаемый каждому пункту сигнализации и транзитному пункту сигнализации в сети ОКС7. Внутри одной сети может быть до 16384 пунктов сигнализации.

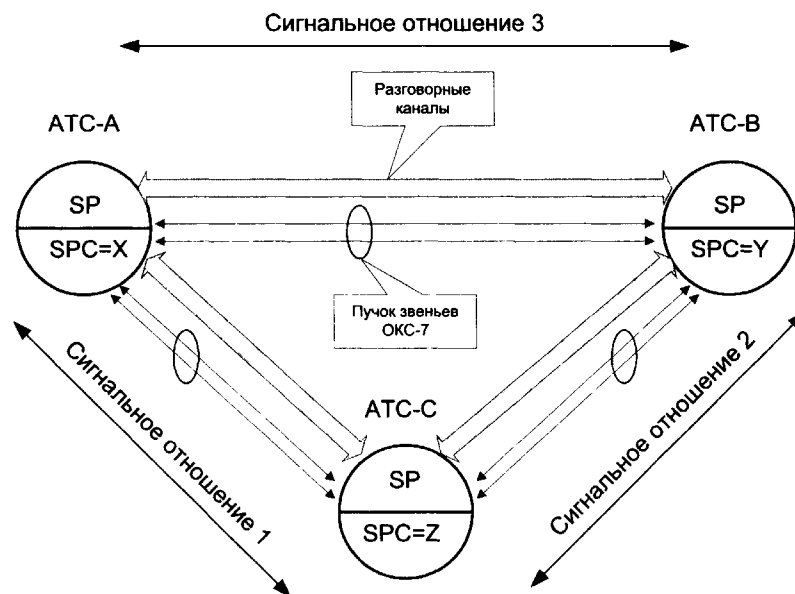
Смежные пункты сигнализации (adjacent signalling point) – два пункта, напрямую соединенные пучком сигнальных звеньев.

Сигнальное отношение (signalling relation) – возможность связи между одноименными подсистемами пользователей двух пунктов сигнализации (не обязательно смежных).

Режим сигнализации (signalling mode) – понятие, связывающее путь прохождения сигнального сообщения и то сигнальное отношение, к которому относится само сообщение. Наличие в сети ОКС и смежных, и несмежных пунктов сигнализации обусловлено тем, что в общеканальных системах возможно использование трех режимов сигнализации: связанного, несвязанного и квазисвязанного. В системе ОКС7 определены для использования только два из них: связанный режим и квазисвязанный режим.

Связанный режим (associated mode) – режим, при котором сигнальные сообщения, относящиеся к конкретному сигнальному отношению между двумя смежными пунктами сигнализации, переносятся по пучку звеньев, напрямую связывающему эти пункты (рисунок 1-5).

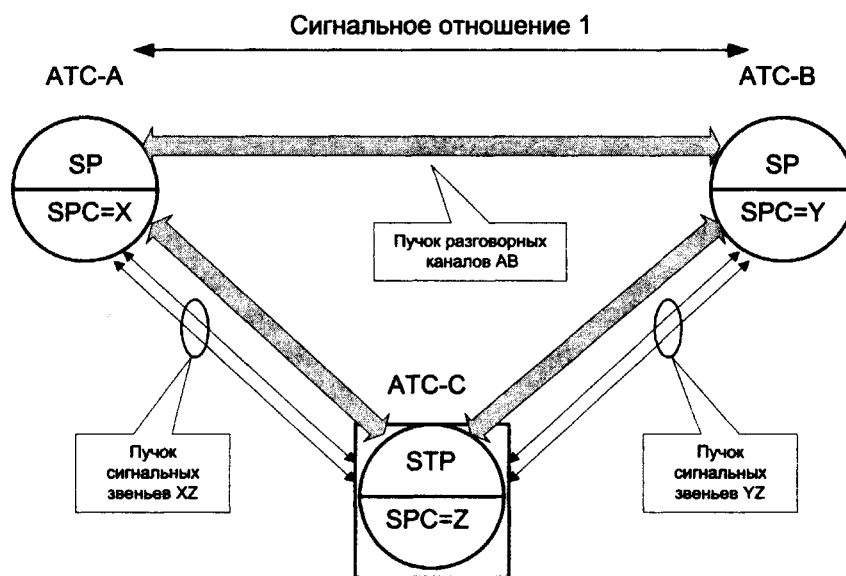
Рис. 1-5 Связанный режим



Несвязанный режим (non associated mode) – режим, при котором сигнальная информация, относящаяся к конкретному сигнальному отношению, пропускается по двум или более пучкам звеньев, последовательно проходящим через один или более транзитных пунктов сигнализации, не являющихся пунктом-адресатом сигнальной информации.

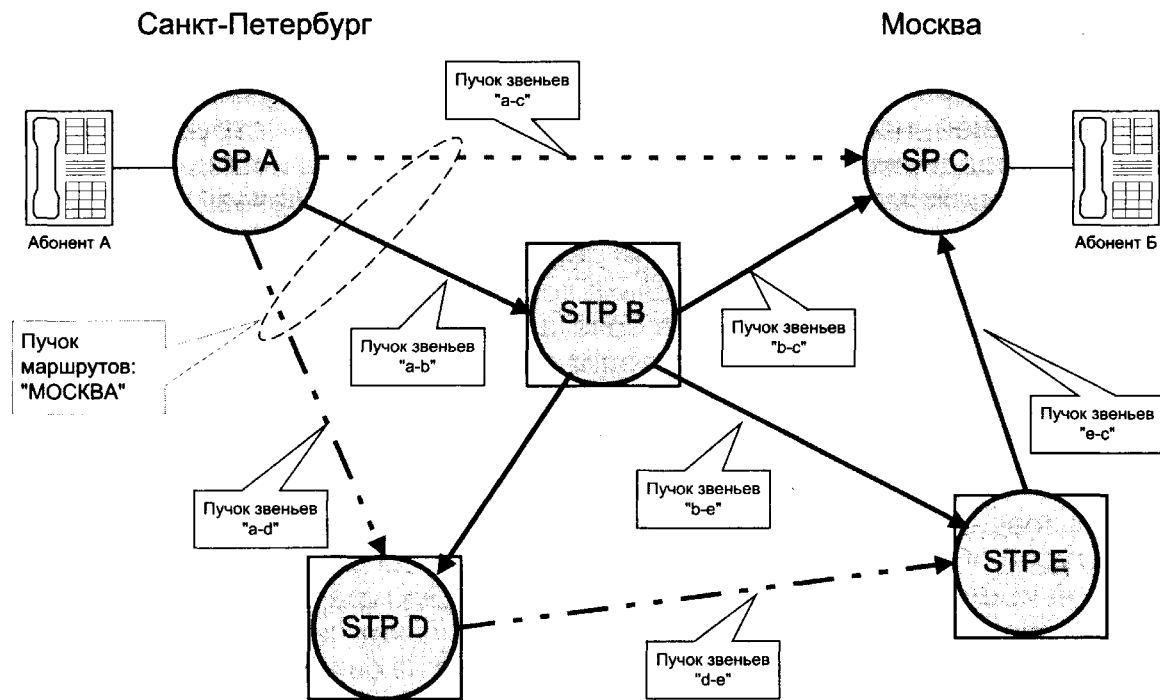
Квазисвязанный режим (cuasi-associated mode) является таким частным случаем несвязанного режима, когда путь, по которому сигнальная информация проходит через сеть, назначается заранее и является на данный период времени фиксированным для взаимодействующих пунктов сигнализации (рисунок 1-6).

Рис. 1-6 Квазисвязанный режим



Сигнальный маршрут – для данного сигнального отношения это predetermined путь в сети ОКС, по которому сообщения проходят от исходящего пункта до пункта назначения. Сигнальный маршрут состоит из совокупности пунктов сигнализации и/или транзитных пунктов сигнализации и соединяющих их пучков сигнальных звеньев (рисунок 1-7).

Рис. 1-7 Сигнальные маршруты



Между пунктами SP A и SP C на рисунке определены три сигнальных маршрута:

- SP A, пучок звеньев "а-с", SP C; - - - - -
- SP A, пучок звеньев "а-б", STP B, пучок звеньев "б-е", STP E, пучок звеньев "е-с", SP C; —————
- SP A, пучок звеньев "а-д", STP D, пучок звеньев "д-е", STP E, пучок звеньев "е-с", SP C. - . - . - .

Совокупность этих трех сигнальных маршрутов составляет пучок сигнальных маршрутов под именем "МОСКВА".

Пучок сигнальных маршрутов – для данного сигнального отношения представляет собой совокупность всевозможных сигнальных маршрутов между исходящим пунктом и пунктом назначения.

1.6 Структура сети

1.6.1 Общие принципы

С учетом технико-экономических особенностей сеть сигнализации может быть спроектирована либо с применением какого-либо одного из режимов сигнализации (связанного или квазисвязанного), либо с использованием обоих режимов.

Возможны разные варианты структуры сети ОКС. На выбор типа структуры влияют топология первичной сети, топология обслуживаемой сети связи, а также экономические и административные аспекты.

Если сеть ОКС призвана формировать сигнальные связи, нужные исключительно для управления коммутацией, наиболее подходящей структурой будет структура, ориентированная, в основном, на поддержку связанного режима сигнализации и лишь в небольшой степени – квазисвязанного режима (для малонагруженных сигнальных связей).

Если же сеть ОКС создается как общий ресурс для удовлетворения всех потребностей в ее возможностях, поддерживающих не только коммутацию телефонных каналов, то высокая производительность сигнальных звеньев в сочетании с необходимостью их резервирования для обеспечения высокой надежности приводит к структуре, ориентированной, главным образом, на квазисвязанный режим, и дополненной при этом относительно небольшим количеством прямых (и сильно загруженных) пучков сигнальных звеньев, используемых в связанном режиме сигнализации.

При использовании только связанного режима сигнализации структура сети ОКС совпадает со структурой обслуживаемой ею сети связи. При использовании же только квазисвязанного режима наиболее рациональной оказывается структура сети ОКС, при которой любой пучок сигнальных звеньев участвует в организации нескольких сигнальных связей (а не одной, как это имеет место в структуре, ориентированной только на связанный режим сигнализации). Следовательно, в этой структуре пучки сигнальных звеньев более загружены, то есть лучше используются. Кроме того, начиная с некоторого количества SP, структура, использующая квазисвязанный режим, обеспечивает уменьшение общего числа сигнальных звеньев в сети ОКС по сравнению со структурой, оптимальной для связанного режима.

Можно заметить также, что при использовании квазисвязанного режима сеть ОКС более устойчива к локальным перегрузкам, имеет более высокие характеристики надежности и оказывается более «живучей» благодаря тому, что для каждого сигнального отношения имеется несколько возможных путей организации связи, то есть существует несколько разных сигнальных маршрутов.

Выше упоминалось о том, что возможности сети ОКС не ограничены лишь функциями сигнализации, связанной с управлением коммутацией. Для поддержки сигнализации этого рода наиболее естественным является связанный режим, что обусловлено спецификой организации коммутируемых связей в сетях коммутации каналов, в частности, в телефонных сетях, где соединение всегда устанавливается последовательными «шагами». Исходящая станция, выбрав направление к станции назначения, обменивается сигнальной информацией с ближайшей (в этом направлении) транзитной станцией; приняв необходимую адресную информацию и выбрав направление к станции назначения, эта транзитная станция обменивается сигнальной информацией с другой транзитной станцией, а та, в свою очередь, – со станцией назначения. То же самое происходит и при разрушении соединения: на каждом «шаге» разь-

единения обмен сигнальной информацией происходит только между смежными станциями. Ясно, что при таком алгоритме наиболее естественна такая структура сети ОКС, при которой SP, размещенные в смежных станциях телефонной сети, тоже являются смежными.

Другое дело, если через сеть ОКС станут обмениваться информацией несмежные SP. Поскольку в любом пункте сигнализации (а не только в транзитном) могут быть предусмотрены функции транзита сигнальных сообщений (SP типа STEP), то структура сети ОКС, ориентированная на связанный режим сигнализации, в принципе, обеспечит и такой обмен. Однако по мере роста доли транзитного сигнального трафика в общем объеме информации, проходящей через STEP, эта структура будет становиться все менее и менее экономичной; а все более целесообразной будет становиться структура, предполагающая квазисвязанный режим.

Назовем примеры ситуаций, когда сеть ОКС должна обеспечивать обмен сигнальной информацией между несмежными SP. Одна группа таких примеров связана с введением в цифровую телефонную сеть функций ISDN и с вытекающей из этого необходимостью поддержки ряда дополнительных услуг. Так, в частности, дополнительная услуга организации замкнутой группы пользователей (CUG, closed user group) предполагают, что члены этой группы могут оказаться абонентами разных АТС, причем не обязательно смежных. Процедуры предоставления услуги CUG предусматривают ряд действий (проверку принадлежности к одной и той же CUG, прав связи и т.п.), для выполнения которых требуется обмен сигнальной информацией между пунктами сигнализации, встроенными в те АТС, абонентами которых являются разные члены группы, в том числе, между несмежными пунктами. Аналогичное положение имеет место при предоставлении услуг конференцсвязи (как трехсторонней, так и многосторонней) и услуги завершения вызова к занятому абоненту (CCBS, call complicity to busy subscriber).

Другая группа примеров связана с организацией Интеллектуальной сети (IN, intelligent network). Для предоставления услуг IN необходим обмен сигнальной информацией между узлами коммутации услуг (SSP, service switching points) и узлом управления услугами (SCP, service control point). Поскольку сеть IN организована так, что один SCP обслуживает большое число SSP, то пункты сигнализации сети ОКС, встроенные в эти элементы IN, во многих случаях могут оказаться несмежными.

Этот ряд можно продолжить, указав, например, на использование ресурсов ОКС для поддержки обмена информацией между центром эксплуатационного управления телефонной сетью и пунктами сигнализации сети ОКС. Очевидно, что и в этом случае вполне возможен информационный обмен между несмежными SP.

Из всего сказанного следует, что в больших сетях связи структура сети ОКС должна быть ориентирована на то, что в ней, со временем, все более широко будет использоваться квазисвязанный режим сигнализации.

Всемирная сеть сигнализации имеет двухуровневую структуру, уровни которой функционально независимы друг от друга: международный уровень с международной сетью и национальный уровень со множеством национальных сетей. Национальные сети ОКС7 разных стран

взаимодействуют друг с другом через международную сеть. Такой принцип организации позволяет каждой сети иметь свою собственную структуру и план нумерации для пунктов сигнализации. Такая структура делает возможным разделение полномочий при управлении сетями и позволяет сделать независимыми друг от друга планы их нумерации.

1.6.2 Структура российской сети ОКС

Национальная сеть ОКС России разделена на два уровня иерархии: федеральную (междугородную) и региональную (местную) сеть. Различие принадлежности сигнальных единиц к тому или иному уровню иерархии производится по индикатору сети NI.

На обоих уровнях длина кодов пунктов сигнализации, в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т, составляет 14 бит, а для междугородной сети, кроме того, принято использовать следующие принципы распределения кодов:

Код сигнальной зоны – 8 бит;

Код пункта в зоне – 6 бит.

Следовательно, в федеральной (междугородной) сети может быть организовано до 256 сигнальных зон (0-255) по 64 пункта сигнализации в каждой зоне (0-63). На территории каждой междугородной зоны может быть организовано до 128 (0-127) местных сетей ОКС, каждая из которых может включать до 128 пунктов сигнализации.

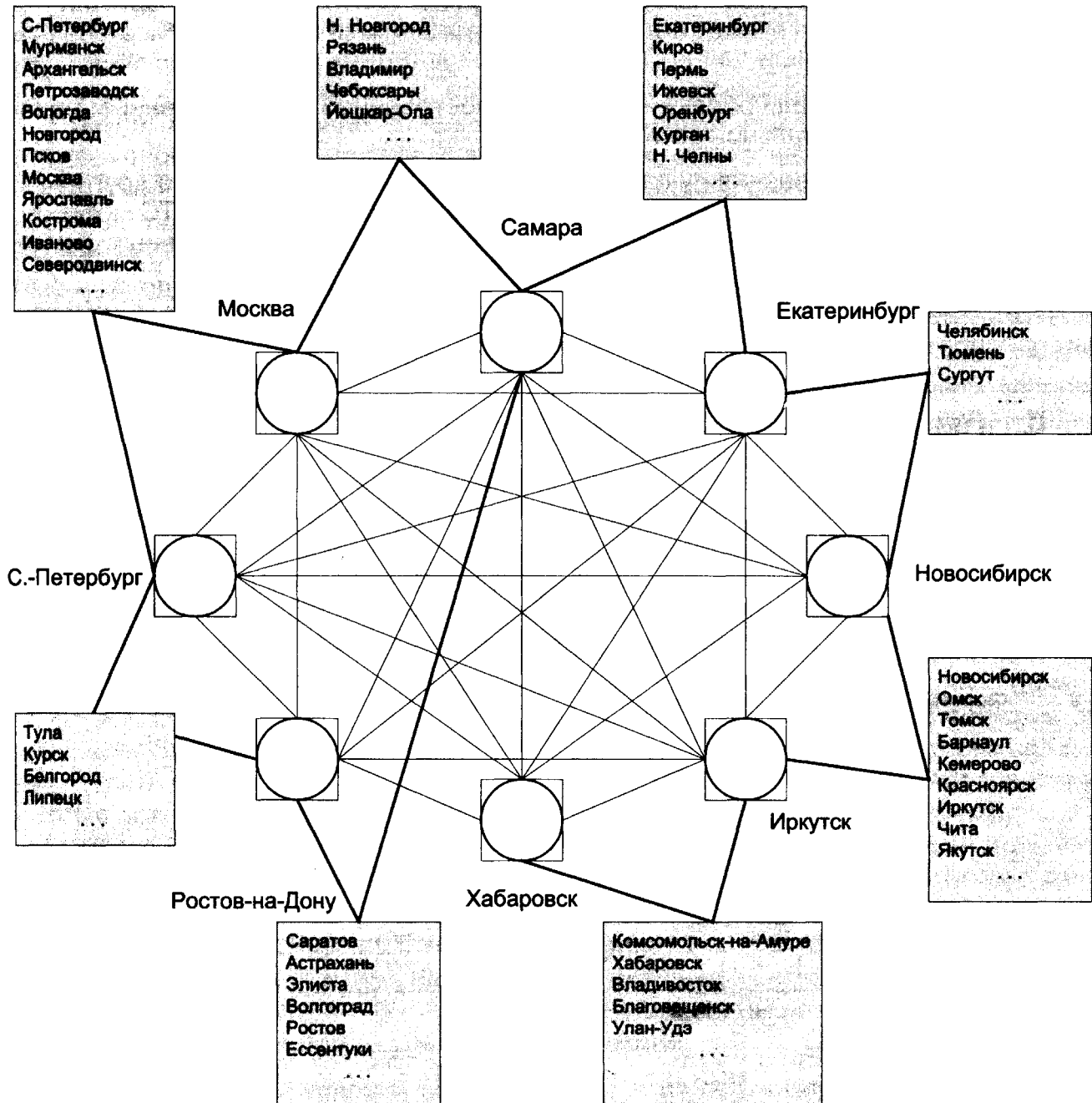
Шлюзом между региональными (местными, зонавыми) сетями ОКС и федеральной (междугородной) сетью зоны является АМТС зоны. При этом SP, организованный на АМТС, имеет два кода:

- код SP в федеральной сети (NI=10)
- код SP в местной сети (NI=11).

В перспективе междугородная сеть ОКС России (рисунок 1-8) должна представлять собой совокупность оконечных SP, организованных на цифровых АМТС, взаимодействующих через полносвязную одноуровневую сеть транзитных пунктов сигнализации STP, организованных на цифровых УАК (узлах автоматической коммутации). Каждый оконечный SP опирается на 2-3 транзитных STP, что обеспечивает надежность сети и выполнение норм на количество транзитов (в соответствии с требованиями МСЭ-Т Q.706 в нормальных условиях работы сети маршрут не должен содержать более 2-х STP). Объединение SP в кластеры проводится в соответствии с принадлежностью АМТС одной из 8 территориальных зон.

При развитии сети ОКС на междугородной сети России допускается использование как связанного, так и квазисвязанного режимов работы. При достаточной нагрузке между АМТС, в том числе и в случае принадлежности SP к различным кластерам, между ними могут организовываться прямые пучки звеньев сигнализации. В этом случае они будут использоваться как прямые пути, а маршруты через STP как резервные.

Рис. 1-8 Структура междугородной сети ОКС России



Сеть ОКС в городских телефонных сетях (ГТС) должна быть ориентирована, в основном, на связанный режим; квазисвязанный режим должен использоваться при работе в аварийной ситуации или при перегрузках, а для этого всегда должны предусматриваться альтернативные маршруты.

Структура сети ОКС для обслуживания ГТС, построенной по современным принципам, повторяет структуру федеральной сети.

В ГТС без узлообразования пункты сигнализации соединяются друг с другом прямыми пучками сигнальных звеньев по схеме «каждый с каждым». На некоторые АТС могут быть возложены функции транзитных пунктов сигнализации для обеспечения резервных маршрутов.

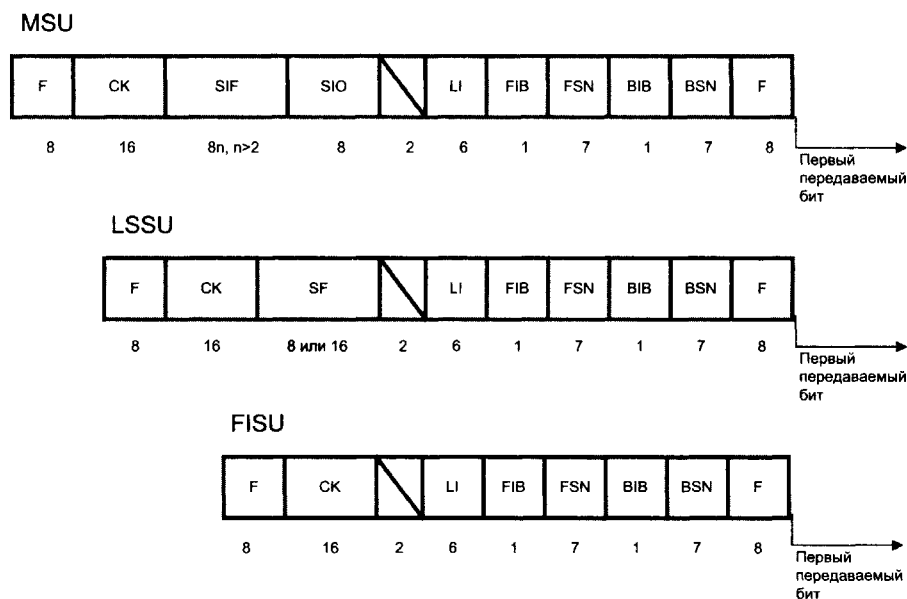
В ГТС с узлообразованием внутри узлового района между всеми АТС должны быть организованы прямые звенья. Прямые звенья ОКС7 могут быть организованы и между АТС разных узловых районов при наличии достаточной нагрузки.

1.7 Формат сигнальных единиц

1.7.1 Типы сигнальных единиц

ОКС7 является сетью пакетной передачи данных и, как любая пакетная сеть, использует блоки данных, структура которых определяется их назначением. Сигнальная информация передается от одного SP к другому в виде блоков, называемых сигнальными единицами. Существует три типа сигнальных единиц, форматы которых представлены на рисунке 1-9.

Рис. 1-9 Форматы сигнальных единиц



1.7.1.1 Заполняющие сигнальные единицы

Заполняющие сигнальные единицы (FISU, fill-in signal unit) – используются для фазирования сигнального звена и контроля его качества. Они передаются постоянно при отсутствии полезного сигнального трафика, не повторяются в случае ошибки и имеют постоянную длину 48 битов. Использование заполняющих сигнальных единиц отличает ОКС7 от всех других протоколов пакетной передачи, в которых при отсутствии полезного трафика передаются уникальная однобайтовая последовательность (флаг), используемая только с целью синхронизации передачи. Вследствие этого в таких сетях отсутствует индикация ухудшения качества тракта передачи вплоть до момента передачи полезной информации. Для ОКС7 это может быть слишком поздно, так как полезная информация будет потеряна. Для выполнения высоких требований к надежности передачи информации, предъявляемых сетями связи общего пользования, для обслуживания которых проектировалась система ОКС7, качество сигнальных звеньев постоянно проверяется с помощью заполняющих сигнальных единиц FISU, которые содержат, кроме разграничивающих флагов и проверочной последовательности, лишь информацию, минимально необходимую для контроля последовательности передачи, подтверждения успешно принятых и запроса повторной передачи сигнальных единиц с полезной информацией. Необходимость в повторении принятых с ошибкой FISU отсутствует, так как информационной нагрузки они не несут.

1.7.1.2 Сигнальные единицы состояния звена

Сигнальные единицы состояния звена (LSSU, link state signal unit) – служат для контроля статуса сигнального звена, не повторяются в случае ошибки передачи и, кроме полей, имеющих в FISU, содержат поле статуса длиной 1 или 2 байта. Сигнальные единицы статуса звена передаются от одного станционного окончания звена (сигнального терминала) к другому и имеют смысл только между смежными SP. Пункт сигнализации, определивший сбой в работе звена вследствие нарушения фазирования передачи сигнальных единиц уведомляет смежный пункт о недоступности звена. Звено считается сфазированным, если принимаемые сигнальные единицы имеют верную длину, и отсутствует превышение допустимого количества последовательно принятых битов, имеющих значение «1». Последнее условие нарушается, если принимается подряд более 5 битов со значением «1», т.е. длина их последовательности оказывается не меньше длины флага начала и/или окончания сигнальной единицы. Чтобы количество подряд идущих битов «1» внутри сигнальной единицы не превышало пяти, протоколом уровня 2 МТР предусмотрены специальные функции.

При нарушении этих условий звено выводится из обслуживания, и предпринимается попытка восстановить его фазирование. SP, обнаруживший нарушение, прекращает передачу сигнального трафика на это звено и передает LSSU к смежному SP, информируя его о необходимости сделать то же самое и провести повторное фазирование. Если процессор уровня

МТР2 способен определить тип возникшей проблемы, то индикация текущего статуса звена будет помещена этим процессором в поле статуса отправляемой LSSU. Поле статуса может нести информацию о состоянии только того звена, по которому передается LSSU. LSSU, принятые с ошибкой, отбрасываются без запроса повторной передачи.

1.7.1.3 Значащие сигнальные единицы

Значащие сигнальные единицы (MSU, message signal unit) – используются для передачи полезной сигнальной информации, т.е. блоков данных протоколов верхних уровней, таких как ISUP, SCCP, TCAP и др. Значащие сигнальные единицы MSU отличаются от FISU и LSSU наличием в них поля сигнальной информации SIF и октета служебной информации SIO, а также тем, что при обнаружении ошибки в принятой MSU запрашивается ее повторная передача.

1.8 Назначение полей сигнальных единиц

1.8.1 Флаг (F)

Флаг (F, flag) отмечает начало и конец каждой сигнальной единицы. Обычно закрывающий флаг одной сигнальной единицы является открывающим флагом следующей сигнальной единицы. В качестве флага используется байт вида 01111110.

Чтобы избежать имитации флага другой частью сигнальной единицы, передающий сигнальный терминал вставляет ноль после каждых пяти следующих подряд битов со значением «1», содержащихся в любой части сигнальной единицы, кроме флага. Этот ноль изымается принимающим сигнальным терминалом после обнаружения и отделения флагов.

1.8.2 Проверочные биты (СК)

Проверочные биты (СК, check bits) составляют проверочную комбинацию, которую формирует пункт сигнализации, передающий сигнальную единицу. Комбинация содержит 16 битов, значения которых вычисляются путем применения образующего полинома к информации, содержащейся в подготавливаемой к передаче сигнальной единице. Наличие проверочных битов в заполняющих сигнальных единицах FISU позволяет вести постоянный контроль качества сигнального звена на уровне 2 и информировать уровень 3 МТР в случае снижения качества ниже допустимого

1.8.3 Индикатор длины (LI)

Индикатор длины (LI, length indicator) указывает, сколько байтов содержит сигнальная единица в полях, расположенных между резервными (2 бита) и проверочными битами СК (см.

рисунок 1-9). Заметим, что формат заполняющей сигнальной единицы в промежутке между резервными битами и СК не содержит никаких полей (0 байтов), формат сигнальной единицы статуса звена содержит в этом промежутке только поле статуса (либо 1 байт, либо 2 байта), а формат значащей сигнальной единицы предусматривает наличие двух полей – имеющего длину 1 байт поля служебной информации SIO и имеющего переменную длину поля сигнальной информации SIF. Из сказанного сам собой вытекает способ идентификации типа сигнальной единицы:

- если $LI = 0$, то это заполняющая сигнальная единица (FISU);
- если $LI = 1$ или 2 , то это сигнальная единица состояния звена (LSSU);
- если $LI > 2$, то это значащая сигнальная единица (MSU).

Максимальная длина поля сигнальной информации в сообщении ограничена 272 байтами, так как большее время передачи, требующееся для более длинного сообщения на скорости 64 Кбит/с, может привести к недопустимой длительности задержек переспроса при исправлении ошибок.

Индикатор длины может принимать значения в интервале от 0 до 63. Если поле сигнальной информации (SIF) значащей сигнальной единицы имеет длину от 2 до 64 байтов, то LI содержит реальную длину сообщения, если же SIF имеет длину более 64 байтов, то LI остается равным 63. Это не вызывает никаких проблем, так как в настоящее время поле LI используется только для распознавания типа сигнальной единицы.

1.8.4 Порядковые номера (FSN, BSN)

В целях подтверждения приема и управления последовательностью передачи сигнальных единиц применяется система прямых (FSN, forward sequence number) и обратных (BSN, backward sequence number) порядковых номеров. И те, и другие номера представляют собой двоичные числа в циклически повторяющейся последовательности от 0 до 127.

Поля порядковых номеров используются таким образом:

- FSN передается в прямом направлении (то есть в направлении передачи сигнала) и несет информацию о порядковом номере той MSU, в состав которой он входит;
- BSN передается в обратном направлении в составе подтверждающей сигнальной единицы (ею может быть MSU или FISU) и несет информацию о порядковом номере той MSU, к которой это подтверждение относится. За один раз допускается подтверждать до 127 последовательно принятых сообщений.

1.8.5 Биты индикации направления (FIB, BIB)

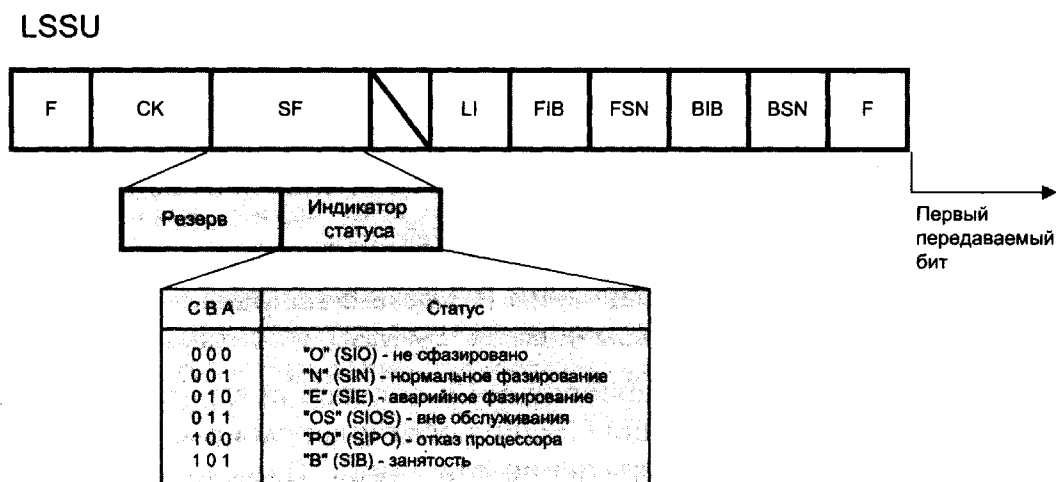
Биты индикации направления FIB (forward indicator bit) и BIB (backward indicator bit) говорят о содержании MSU в том смысле, несет ли она собственно сигнал (FIB – прямое направление) или выполняет функции подтверждения (BIB – обратное направление). Вместе с полями FSN и BSN (см. выше) биты индикации направления служат для контроля того, совпадает ли последовательность сигнальных единиц на приеме с последовательностью их на передаче, и используются в одном из двух предусмотренных в системе ОКС7 методов исправления ошибок.

1.8.6 Поле статуса (SF)

В сигнальных единицах состояния звена LSSU байт служебной информации SIO и поле сигнальной информации SIF заменяются однобайтовым или двухбайтовым полем статуса (SF, status field). В этих сигнальных единицах номер сигнального звена не указывается, поскольку информация о статусе всегда относится как раз к тому звену, по которому передается LSSU.

Сигнальной единице состояния звена соответствует индикатор длины LI, равный 1 или 2. Если LI=1, то поле статуса содержит один байт, если LI=2, то – два байта. Формат однобайтового поля статуса приведен на рисунке 1-10. Когда сигнальный терминал, способный обработать только однобайтовое поле статуса, получает сигнальную единицу с двухбайтовым полем, он игнорирует второй байт, но первый байт обрабатывает обычным образом.

Рис. 1-10 Формат поля статуса SF



Предусмотрены следующие индикаторы статуса сигнального звена.

«OS» (out of service) – вне обслуживания – указывает, что сигнальный терминал, передающий этот индикатор, не может ни передавать, ни принимать сигнальные единицы MSU по причинам, отличным от отказа процессора. Приняв OS (сигнал SIOS), встречный сигнальный терминал также прекращает передачу любых сигнальных единиц. Индикатор OS передается также после включения питания сигнального терминала до момента запуска процедуры начального фазирования.

«O» (out of alignment) – не сфазировано – передается после запуска процедуры начального фазирования до момента приема от удаленного сигнального терминала индикатора: «O» (сигнал SIO), «N» (сигнал SIN) или «E» (сигнал SIE). Индикатор «O» посылается также в случае отказа звена при необходимости выполнить процедуру его восстановления.

«N» (normal) – нормальное фазирование – передается в случае, когда после запуска процедуры начального фазирования получен какой-либо из индикаторов статуса: «O», «N» или «E», – и сигнальный терминал имеет статус «нормальное фазирование».

«E» (emergency) – аварийное фазирование – передается, когда после запуска процедуры начального фазирования получен какой-либо из индикаторов «O», «N» или «E», а сигнальный терминал имеет статус «аварийное фазирование».

«PO» (processor outage) – отказ процессора – указывает, что передающий сигнальный терминал не может связаться с процессорами, производящими обработку сообщений на уровнях три и четыре. Это может быть обусловлено отказом процессора сигнального терминала или полным отказом пункта сигнализации. «PO» (сигнал SIPO) передается для того, чтобы оповестить удаленный сигнальный терминал о необходимости прекратить передачу значащих сигнальных единиц MSU.

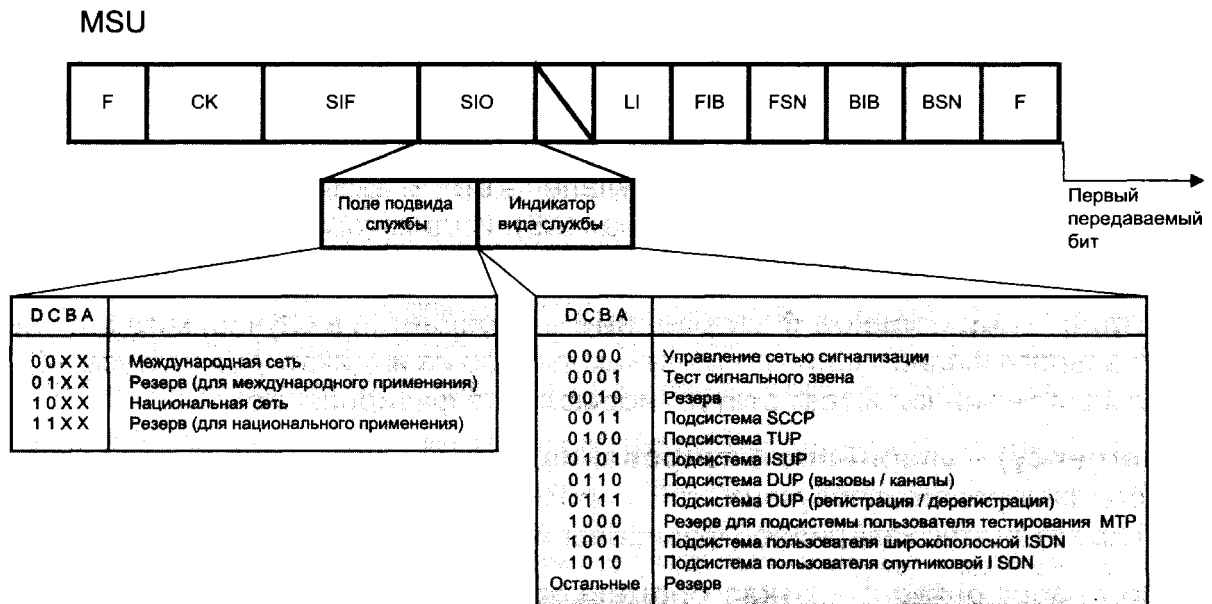
«B» (busy) – занятость – указывает, что сигнальный терминал, передающий этот индикатор, находится в состоянии перегрузки. При приеме индикатора «B» (сигнал SIB) прекращается передача значащих сигнальных единиц MSU в направлении перегруженного сигнального терминала, и начинается передача заполняющих сигнальных единиц FISU. Если условия перегрузки сохраняются в течение трех – шести секунд, то уровень МТРЗ получает информацию об отказе звена, после чего инициируется процедура его восстановления.

1.8.7 Байт служебной информации (SIO)

Байт служебной информации (SIO, service information octet) идентифицирует подсистему, сообщение которой переносит данная сигнальная единица. Байт содержит два поля (рисунки 1-11):

- индикатор вида службы (SI, service indicator);
- поле подвида службы (SSF, subservice field).

Рис. 1-11 Структура байта служебной информации SIO



Поле индикатора вида службы SI занимает 4 старших бита в байте SIO, содержится только в значащих сигнальных единицах MSU и указывает, к какой подсистеме-пользователю относится сообщение. Индикатор используется функцией обработки сигнальных сообщений для распределения их по подсистемам-пользователям и, в некоторых специальных реализациях, для маршрутизации сообщений.

Поле подвида службы SSF занимает 4 младших бита поля SIO и содержит индикатор сети NI (биты C и D) и два резервных бита (биты A и B). Индикатор сети позволяет отличить, какой сети принадлежат сообщения, международной или национальной. Он может быть также использован, например, чтобы различить две национальные сети ОКС7, имеющие различные структуры этикеток. Практически в каждой стране мира используются свои спецификации подсистем ОКС7, учитывающие, в допустимых международными рекомендациями рамках, особенности организации сети связи отдельной страны и местные стандарты.

1.8.8 Поле сигнальной информации (SIF)

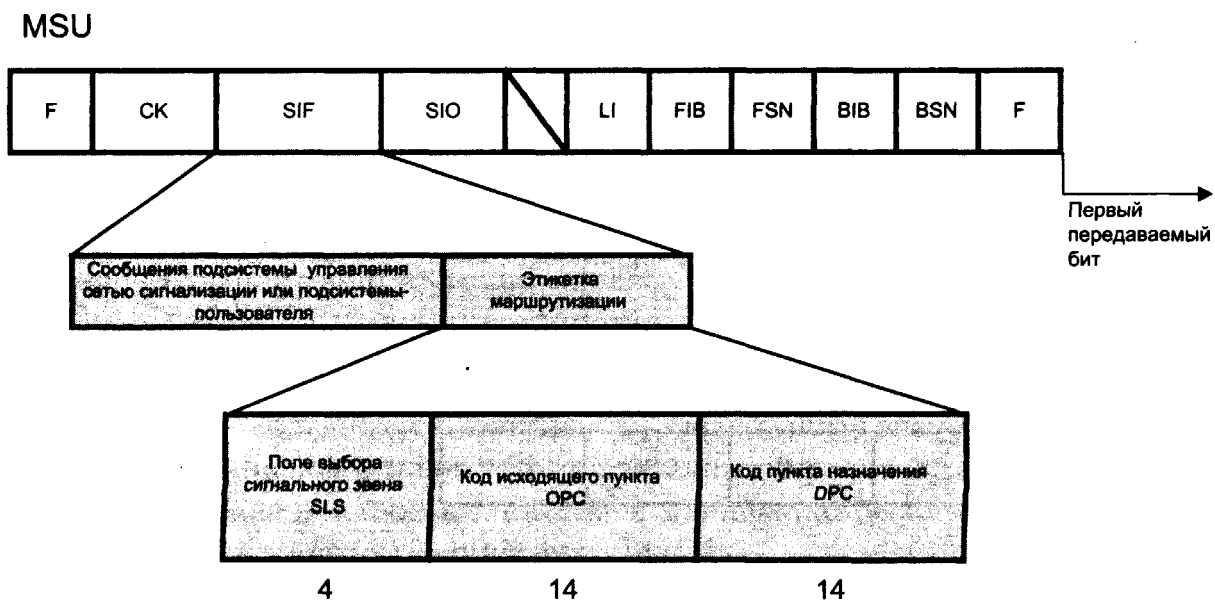
Поле сигнальной информации (SIF, signaling information field) предназначено для переноса информации подсистем-пользователей через сеть ОКС7 и может содержать до 272 байтов. Это поле имеется только в значащих сигнальных единицах MSU. Кроме сообщения подсистемы-пользователя поле SIF содержит адрес, по которому сообщение должно быть передано. Общая структура поля сигнальной информации изображена на рисунке 1-12.

В состав поля SIF входит этикетка, которая позволяет подсистеме-пользователю:

- с помощью функций уровня MTP3 маршрутизировать сообщения в сети сигнализации к определенному пункту назначения; эта часть этикетки называется этикеткой маршрутизации;
- ассоциировать сообщение с определенным каналом, вызовом или транзакцией.

За исключением этикетки маршрутизации подсистема MTP не интерпретирует содержимое поля SIF, т.е. прозрачно передает содержащуюся в SIF информацию от уровня 4 одного пункта сигнализации к уровню 4 другого.

Рис. 1-12 Общая структура поля сигнальной информации SIF



Этикетка: для некоторых подсистем пользователя, кроме этикетки маршрутизации, в состав этикетки входит дополнительная информация. Существуют четыре типа этикеток (рисунок 1-13):

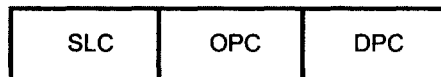
- тип А для сообщений управления сетью сигнализации;
- тип В для сообщений подсистемы TUP;
- тип С для сообщений подсистемы ISUP;
- тип D для сообщений подсистемы SCCP.

Код пункта назначения (DPC, destination point code) используется исходящим пунктом сигнализации для адресации сообщения в пределах данной сети. Пункт сигнализации, принявший сообщение, анализируя DPC, определяет, адресовано ли данное сообщение этому пункту или (в случае транзитного пункта сигнализации) оно должно быть отправлено другому пункту сигнализации. Сообщения, адресованные данному пункту, на основе значения поля SIO направляются в соответствующую подсистему.

Код исходящего пункта (OPC, originating point code) используется входящим пунктом сигнализации для определения источника полученного сообщения.

Рис. 1-13 Этикетки типов А, В, С и D

Сообщения управления сетью сигнализации: этикетка типа А



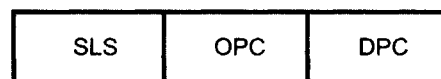
Сообщения TUP: этикетка типа В



Сообщения ISUP: этикетка типа С



Сообщения SCCP: этикетка типа D



Поле кодов пунктов сигнализации международной сети ОКС7 имеет длину 14 битов, и их структура определена МСЭ-Т следующим образом. Первые три бита позволяют разделить всю международную сеть на восемь зон (отдельных стран или групп стран). Следующие восемь битов позволяют идентифицировать 256 областей в каждой зоне и служат для обозначения стран или сети внутри зоны. Последние три бита позволяют идентифицировать до 8 международных пунктов сигнализации внутри каждой области.

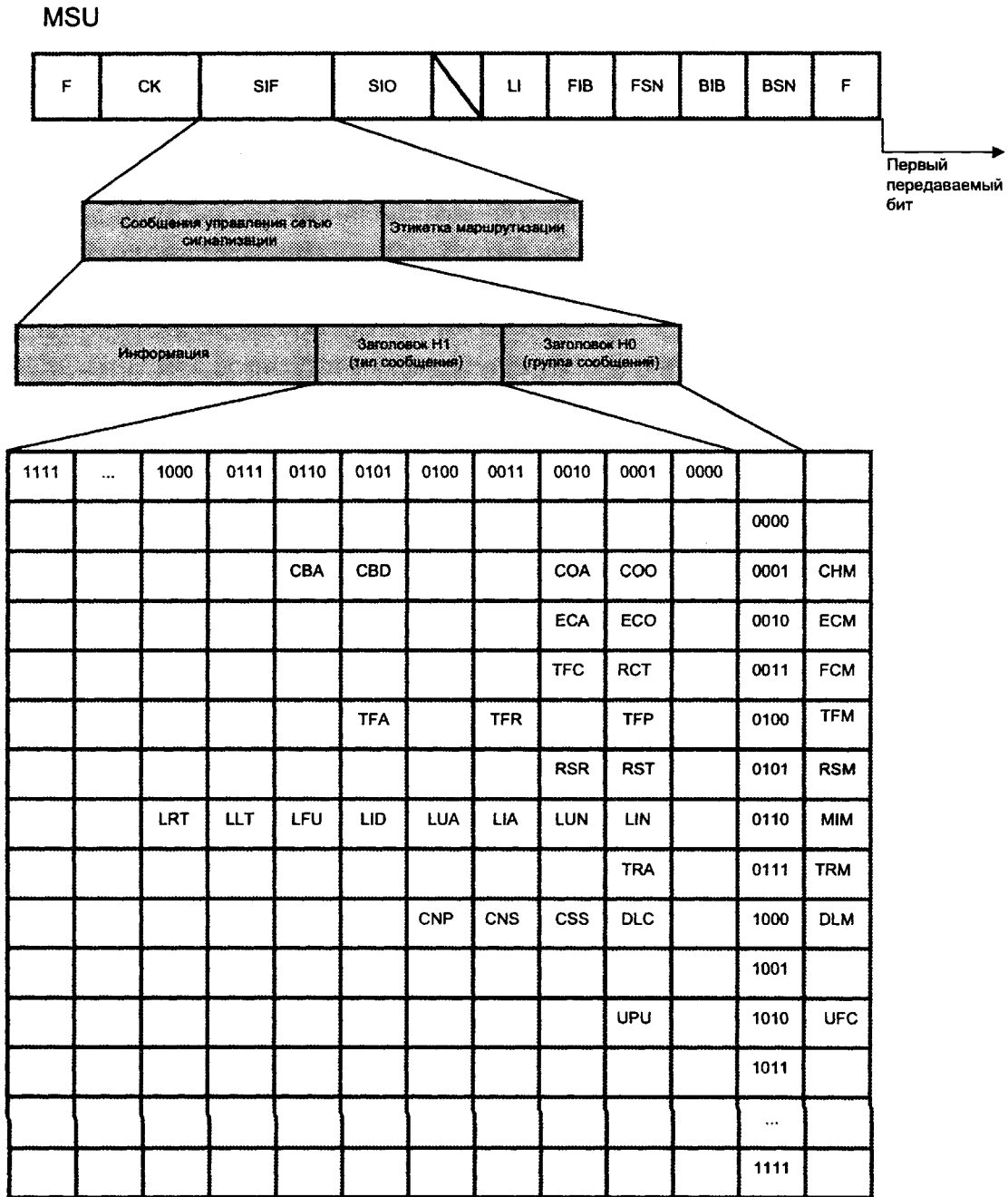
Структура этикеток и длина кодов пунктов сигнализации для национальных сетей определяется Администрациями связи этих стран и может отличаться от определенных МСЭ-Т для международной сети. Так в сетях ОКС7 Северной Америки и Китая поле кода пункта сигнализации имеет длину 24 бита. В России используется 14-битовое поле кода пункта сигнализации. Значения кодов, присваиваемых пунктам сигнализации междугородной сети ОКС7, выдаются Минсвязи РФ, а для местных сетей – проектными институтами Гипросвязь.

Поле выбора сигнального звена (SLS, signalling link selection) существует в сообщениях всех типов и используется, в случае необходимости, для разделения нагрузки между звеньями одного пучка. Исключение из этого правила касается сообщений эксплуатационного управления сетью сигнализации (например, команд перевода трафика на резервное сигнальное звено), передача которых должна (или, наоборот, не должна) быть произведена по определенному звену.

Код идентификации канала (CIC, circuit identification code) используется в качестве метки в сообщениях подсистем, предназначенных для управления разговорными каналами (например, TUP и ISUP), и ассоциирует каждое сигнальное сообщение с нужным каналом. Для подсистемы TUP четыре младших бита этого поля являются одновременно полем SLS, которое при необходимости может использоваться для разделения нагрузки. В подсистеме ISUP поле SLS отделено от кода идентификации канала.

Для сообщений управления сетью сигнализации этикетка совпадает с этикеткой маршрутизации и указывает исходящий пункт и пункт назначения этого сообщения. Кроме того, в случае сообщений, относящихся к конкретному сигнальному звену, поле SLC этикетки указывает на идентификатор этого звена в пучке звеньев, соединяющего пункт назначения с исходящим пунктом сигнализации. Формат поля SIF в сообщениях эксплуатационного управления сетью сигнализации представлен на рисунке 1-14.

Рис. 1-14 Формат поля SIF в сообщениях эксплуатационного управления сетью сигнализации



Код заголовка H0 является полем из 4 битов, следующим за этикеткой и идентифицирующим группу сообщений:

- Группа SHM (H0=0001): сообщения перевода трафика на резервное звено и обратно;
- Группа ECM (H0=0010): сообщения аварийного перевода трафика на резервное звено;
- Группа FCM (H0=0011): сообщения управляемого переноса трафика и управления перегрузкой пучка сигнальных маршрутов;
- Группа TFM (H0=0100): сообщения запрещения и разрешения переноса трафика;
- Группа RSM (H0=0101): сообщения тестирования пучка сигнальных маршрутов;
- Группа MIM (H0=0110): сообщения запрещения доступа к звену системой эксплуатационного управления;
- Группа TRM (H0=0111): сообщение разрешения восстановления сигнального трафика;
- Группа DLM (H0=1000): сообщения подключения звена передачи данных;
- Группа UFC (H0=1010): сообщение управления потоком сигнального трафика от подсистем-пользователей.

Код заголовка H1 – поле из 4 битов, следует за полем заголовка H0 и определяет конкретное сообщение в группе сообщений. Коды H1 также приведены на рисунке 1-14.

Глава 2. Подсистема переноса сообщений (МТР)

2.1 Функции подсистемы переноса сообщений

Рекомендации МККТТ (как в те годы назывался ИТУ-Т – Сектор Международного союза электросвязи по стандартизации телекоммуникационных систем), описывающие подсистему переноса сообщений, впервые были выпущены в 1980 году в так называемой Желтой книге. В процессе развития системы ОКС7 в текст рекомендаций с тех пор было внесено множество дополнений в соответствующих каждому четырехлетнему исследовательскому периоду МККТТ цветных книгах рекомендаций.

Что же касается национальных спецификаций, то технические спецификации подсистемы МТР для Взаимоувязанной сети связи России утверждены в 1994 году и основаны на рекомендациях МСЭ-Т 1992 года.

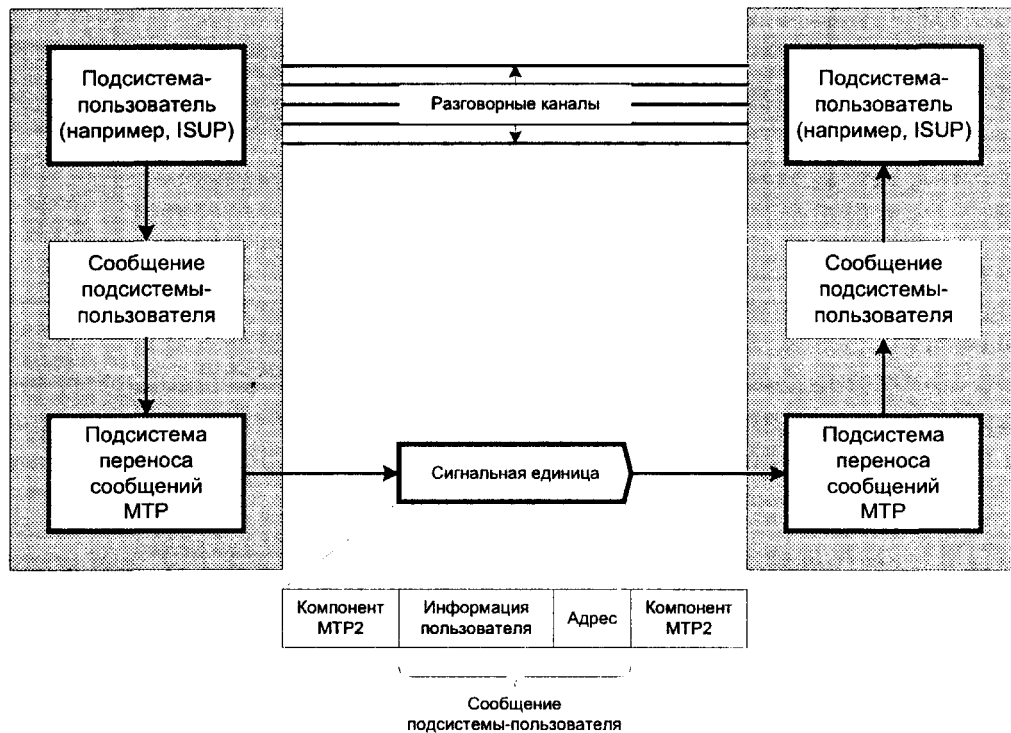
Подсистема переноса сообщений МТР выполняет две основные функции, первой из которых является надежный перенос сигнальной информации пользователей МТР по сети ОКС7, а второй – сохранение способности переноса сигнальной информации при обнаружении отказов в сети сигнализации. Функции подсистемы МТР делятся на три группы, образуя три нижних уровня системы ОКС7.

Обмен сообщениями между одноименными подсистемами-пользователями МТР (например, SCCP или ISUP), находящимися в разных узлах сети, происходит следующим образом. Подсистема-пользователь направляет блок данных протокола на уровень МТР3, сопровождая его адресной информацией для маршрутизации по сети. После определения на уровне МТР3 доступного в данный момент времени сигнального маршрута и рабочего звена для доставки сообщения по нужному адресу блок данных поступает на уровень МТР2 (МТР2). На уровне МТР2 к блоку данных подсистемы-пользователя и адресной информации добавляется информация, необходимая для обнаружения и исправления ошибок передачи сигнальных единиц

по звену передачи данных. Сигнальные единицы – это блоки данных, передаваемые между вторым и первым уровнями МТР сигнального звена внутри пункта сигнализации, и между первыми уровнями МТР (МТР1) на обеих сторонах звена. Значимые сигнальные единицы MSU содержат сообщения, генерируемые уровнем МТР3 или подсистемой-пользователем.

На рисунке 2-1 для примера показан перенос сообщения подсистемы ISUP в пункте А к подсистеме ISUP в пункте В.

Рис. 2-1 Перенос сообщения ISUP подсистемой МТР

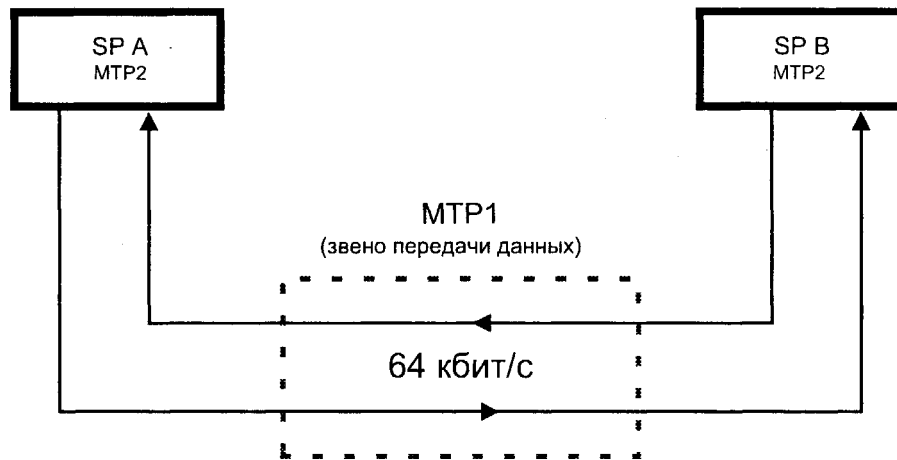


Уровень МТР1 – функции звена передачи данных (signalling data link) – определяет физические, электрические и функциональные характеристики звена передачи данных и средств доступа к нему. Фактически, в сетях в временном разделении каналов, элементом уровня 1 является двунаправленный канал связи со скоростью 64 Кбит/с, предназначенный для организации сигнального звена.

Уровень МТР2 – функции сигнального звена (signalling link functions) – определяет функции и процедуры, относящиеся к передаче сигнальных сообщений по отдельному звену передачи данных между двумя напрямую связанными пунктами сигнализации. Функции уровня 2 определяют структуру передаваемой по каждому звену информации и процедуры

обнаружения и исправления ошибок. Для выполнения этих функций уровень МТР2 использует услуги первого уровня. Функции уровня 2 обычно выполняются сигнальными терминалами. Сочетание функций уровней 1 и 2 образует сигнальное звено (рисунок 2-2).

Рис. 2-2 Сигнальное звено ОКС7



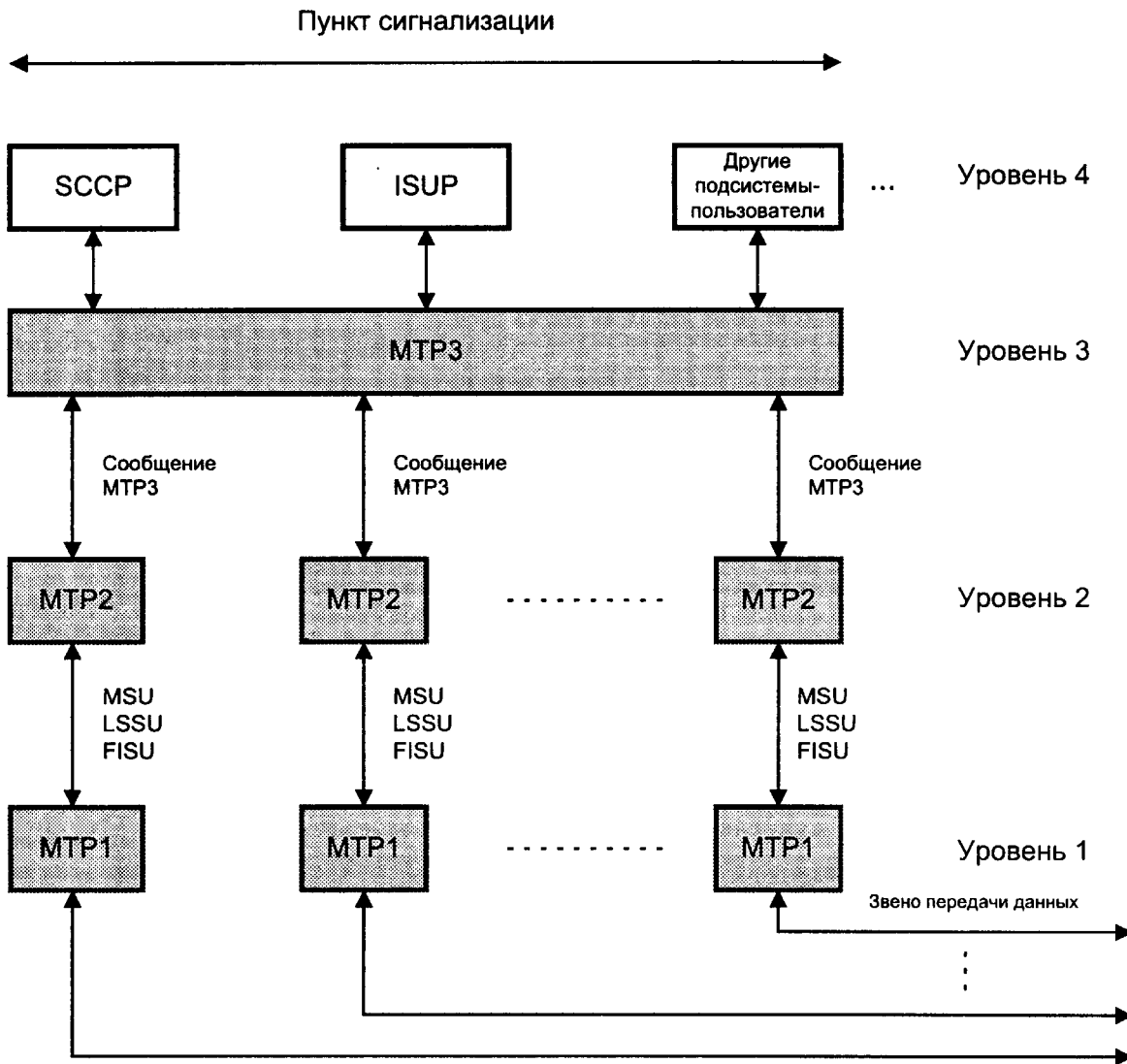
Сигнальные сообщения верхних уровней переносятся по сигнальному звену в виде сигнальных единиц переменной длины. Для правильной работы сигнального звена сигнальная единица, кроме информационной части, содержит также информацию управления передачей.

Уровень МТР3 – сетевые функции (*signalling network functions*) – определяет процедуры эксплуатационного управления сетью сигнализации и процедуры доставки сообщений к адресату. В пункте сигнализации уровень МТР3 является интерфейсом между подсистемой МТР и пользователями МТР (т.е. протоколами уровня 4). В дополнение к функциям переноса сообщений пользователя МТР3 содержит процедуры изменения маршрутизации сообщений в случае обнаружения отказов в сети сигнализации. Сетевые функции МТР подразделяются на две основные категории:

- обработка сигнальных сообщений;
- эксплуатационное управление сетью сигнализации.

В пункте сигнализации имеются функции МТР1 и МТР2 для каждого сигнального звена и один, общий для всех звеньев, уровень МТР3 (рисунок 2-3). По сигнальным звеньям переносятся значащие сигнальные единицы MSU, сигнальные единицы состояния звена LSSU и заполняющие сигнальные единицы FISU. Сигнальные единицы LSSU и FISU генерируются МТР2 на одной стороне звена и предназначены для уровня МТР2 на другой стороне этого же звена.

Рис. 2-3 Структура подсистемы МТР



2.2 Уровень МТР2: функции сигнального звена

Уровень МТР2 обеспечивает функции, необходимые для обнаружения и коррекции ошибок передачи сигнальных единиц по сигнальному звену между двумя смежными пунктами сигнализации. Это означает, что уровень МТР2 не анализирует информацию о конечном пункте назначения информации, переносимой в поле SIO значащей сигнальной единицы.

Функции второго уровня МТР схожи с типичными протоколами соответствующего уровня сетей передачи данных (например, HDLC, SDLC, LAPB). Главные отличия вызваны более высокими требованиями к характеристикам системы сигнализации в отношении потери или нарушения очередности следования сообщений и превышения допустимой длительности задержки подтверждения их приема.



Каждый сигнальный терминал, выполняющий функции МТР2, работает независимо от остальных частей системы (других сигнальных терминалов и функций МТР3). Этим достигается независимость сигнальных звеньев друг от друга, что позволяет вести независимую порядковую нумерацию и управление контролем последовательности передачи сигнальных единиц каждого звена в пункте сигнализации и на каждом конце звена в смежных пунктах сигнализации.

2.2.1 Разделение и фазирование сигнальных единиц

Сигнальные единицы различаются по длине. Для того чтобы отделить одну сигнальную единицу от другой, каждая из них начинается и заканчивается уникальной последовательностью 8 битов – «01111110», называемой флагом. Завершающий флаг одной сигнальной

единицы обычно является открывающим флагом следующей сигнальной единицы. Однако в случае перегрузки сигнального звена могут посылаться несколько последовательных флагов. Чтобы предотвратить ситуацию имитации флаговой последовательности битов в любом другом фрагменте сигнальной единицы, сигнальный терминал на передающей стороне, до обрамления сигнальной единицы флагами и перед ее отправкой, вставляет «0» после каждой комбинации из пяти последовательных «1». На приемной стороне сигнальный терминал перед распознаванием и изъятием флагов удаляет каждый «0», следующий за последовательностью из пяти «1».

Потеря синхронизации (нарушение фазирования) возникает, когда принятая битовая последовательность содержит более шести следующих друг за другом единиц (потеря открывающего флага), или в случае превышения максимально разрешенной длины сигнальной единицы (потеря закрывающего флага).

Прием открывающего флага означает начало сигнальной единицы, а прием следующего (т.е. закрывающего) флага означает завершение сигнальной единицы. Если принятая последовательность битов содержит более шести последовательных «1», то счетчики ошибочных сигнальных единиц и ошибок фазирования переходят в режим «подсчета октетов», при котором ожидается следующий корректный флаг, а все биты, принятые в этом промежутке, отбрасываются. Режим «подсчета октетов» отменяется после приема правильной сигнальной единицы.

После изъятия нулей, вставленных передающей стороной, проверяется длина сигнальной единицы. Длина должна быть величиной, кратной восьми битам и равной не менее чем шести октетам, включая открывающий флаг. Если это условие не выполняется, то сигнальная единица отбрасывается, а соответствующие счетчики ошибок увеличивают свои значения. Если до закрывающего флага принято более чем $m+7$ октетов ($m=272$ – максимально разрешенная длина поля сигнальной информации), сигнальная единица отбрасывается. В случае базового метода исправления ошибок на противоположную сторону передается отрицательное подтверждение.

2.2.2 Обнаружение ошибок

Функция обнаружения ошибок реализуется при помощи 16 специальных проверочных битов (16-битовая циклическая проверка), передаваемых в конце каждой сигнальной единицы. Проверочные биты формируются сигнальным терминалом на передающей стороне сигнального звена. Эти биты являются дополнением (по модулю 2) суммы:

- остатка от деления (по модулю 2) содержимого сигнальной единицы $x^k(x^{15}+x^{14}+x^{13}+\dots+x^2+x+1)$ на образующий полином $x^{16}+x^{12}+x^5+1$, где k – число битов в сигнальной единице, расположенных между последним битом открывающего флага и первым проверочным битом, исключая их самих и биты, вставленные для предотвращения имитации флага;
- остатка после умножения на x^{16} и деления (по модулю 2) на образующий полином $x^{16}+x^{12}+x^5+1$ содержимого сигнальной единицы (биты выбираются, как описано выше).

В сигнальном терминале на приемной стороне сигнального звена по аналогичному алгоритму осуществляется проверка принятой сигнальной единицы, т.е. определяются проверочные биты и сравниваются с принятыми. Если при этом не обнаруживается полного соответствия, сигнальная единица отбрасывается, что приводит в действие механизм коррекции ошибок.

2.2.3 Коррекция ошибок

В системе сигнализации ОКС7 предусмотрено два способа коррекции ошибок: базовый метод и метод превентивного циклического повторения. Применение того или иного способа определяется следующими критериями:

- базовый метод коррекции ошибок применяется на внутриконтинентальных сигнальных звеньях, организованных посредством наземных систем передачи, а также на межконтинентальных звеньях, в которых задержка распространения в одном направлении не превышает 15 мс;
- метод превентивного циклического повторения применяется на межконтинентальных сигнальных звеньях, в которых задержка распространения в одном направлении больше или равна 15 мс, а также на звеньях, организованных в спутниковых системах передачи. В случаях, если установленное через спутник сигнальное звено входит в международный пучок звеньев, метод превентивного циклического повторения должен использоваться во всех сигнальных звеньях этого пучка.

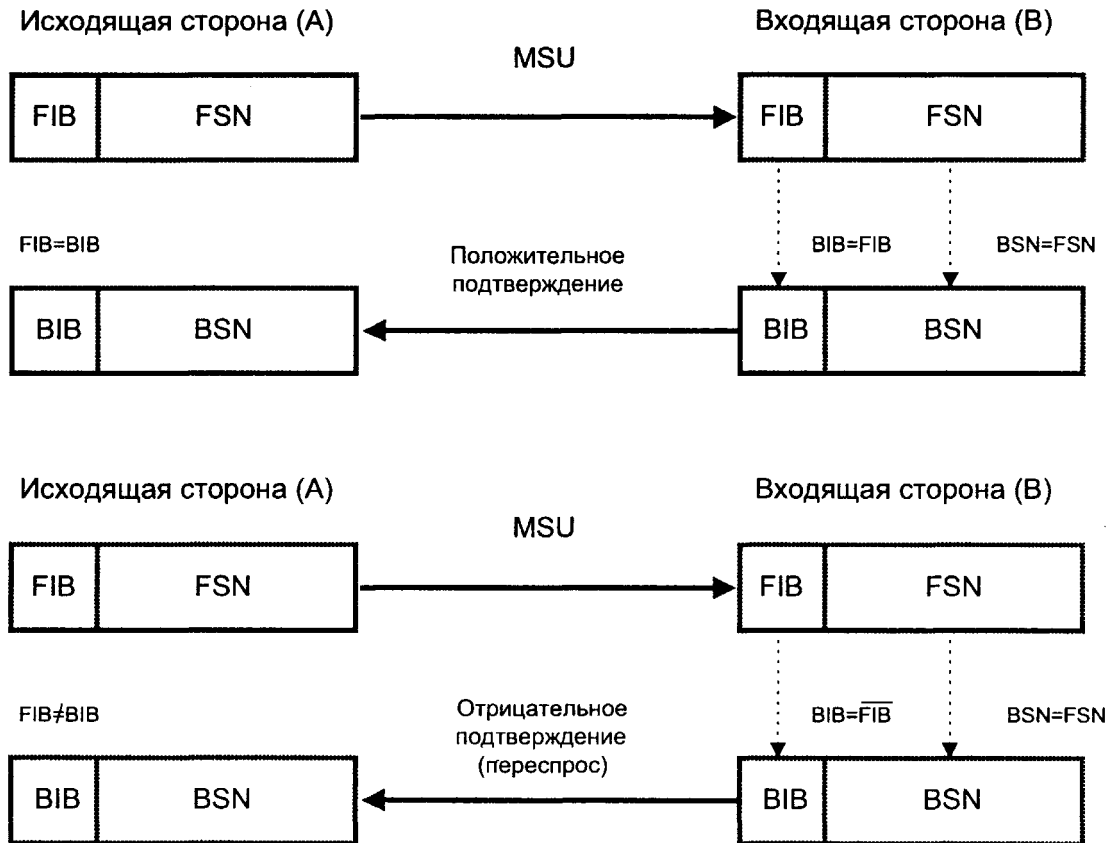
Для идентификации передаваемых сигнальных единиц в пункте сигнализации им назначается прямой порядковый номер FSN, увеличивающийся на единицу с каждой отправленной MSU.

2.2.3.1 Базовый метод коррекции ошибок

Базовый метод коррекции ошибок основан на использовании механизма положительного или отрицательного подтверждения принятой сигнальной единицы и исправлении ошибок путем не вынужденного повторения. Передаваемая сигнальная единица хранится в буфере повторной передачи сигнального терминала передающей стороны звена до тех пор, пока не будет получено положительное подтверждение ее приема со встречной стороны. Для положительного подтверждения (подтверждения правильно принятых MSU) используется порядковый номер подтверждаемой сигнальной единицы BSN. После приема сообщения с определенным BSN все сообщения в исходящем пункте сигнализации, имеющие номера FSN, не превышающие принятый BSN, считаются переданными правильно и удаляются из буфера повторной передачи. Неподтвержденные сигнальные единицы могут храниться в буфере повторной передачи в течение выдержки времени T7 из рекомендации Q.703 ($T7=0,5-2$ с), ограничивающей превышение задержки подтверждения. Если какие-либо из сообщений не получили положительного подтверждения в течение времени T7/Q.703, то индикация отказа звена передается на уровень МТРЗ, и звено подвергается процедуре восстановления.

Для передачи на удаленный конец звена отрицательного подтверждения (уведомления о нарушении очередности принимаемых сообщений вследствие их потери или искажения) используется инвертирование значения FIB (относительно значения FIB последней правильно принятой MSU). Запрос повторной и последующих попыток передачи (т.е. передача отрицательного подтверждения) делается только в случае потери значащей сигнальной единицы MSU. Изначально значения $FIB=BIB=1$. Прием отрицательного подтверждения с удаленного конца сигнального звена означает запрос повторной передачи сигнальных единиц, начиная со значения $BSN+1$, так как BSN по-прежнему содержит номер последней правильно принятой сигнальной единицы. После этого передача новых сигнальных единиц прерывается, положительно подтвержденные сигнальные единицы удаляются из буфера, а оставшиеся передаются повторно в том же порядке. С началом повторной передачи значение FIB инвертируется и становится равным значению принятого BIB. Одинаковые значения FIB и BIB сохраняются до следующего запроса повторной передачи. Принцип положительного и отрицательного подтверждения приема сигнальной единицы поясняется на рисунке 2-4.

Рис. 2-4 Принцип положительного и отрицательного подтверждения приема сигнальной единицы



2.2.3.2 Метод превентивного циклического повторения

Метод превентивного циклического повторения основан на использовании механизма только положительного подтверждения и на процедуре невынужденного циклического повторения. Передаваемая сигнальная единица сохраняется в сигнальном терминале на передающей стороне сигнального звена до тех пор, пока не будет принято положительное подтверждение ее приема. В период отсутствия новых значащих сигнальных единиц MSU или новых сигнальных единиц состояния звена LSSU, предназначенных для передачи, все сигнальные единицы, еще не получившие положительного подтверждения, циклически повторяются. Метод превентивного повторения не использует инвертирование BIB для запроса повторной передачи и является менее эффективным, так как до приема положительного подтверждения производится повторная передача всех сигнальных единиц, находящихся в буфере.

Процедура превентивного циклического повторения должна дополняться процедурой принудительного повторения в случаях, когда коррекция ошибок только способом превентивного циклического повторения оказывается неэффективной (например, при высокой сигнальной нагрузке и/или высоком коэффициенте ошибок). Процедура принудительного повторения заключается в том, что постоянно отслеживаются две количественные характеристики: число значащих сигнальных единиц MSU, требующих повторной передачи N_1 , и число октетов значащих сигнальных единиц, требующих повторной передачи N_2 . Максимальные значения N_1 и N_2 ограничены следующими величинами:

$$N_1 \leq 127 \text{ (ограничивается диапазоном значений FSN);}$$

$$N_2 \leq T_L/T_{\text{об}} + 1, \text{ где}$$

T_L – время между передачей MSU и получением подтверждения приема этой MSU (при отсутствии ошибок передачи);

$T_{\text{об}}$ – время передачи одного октета.

Как только значение N_1 или N_2 достигает установленного предела, то сразу прекращается передача новых MSU и/или FISU, а цикл повторной передачи продолжается до тех пор, пока последняя требующая повторной передачи MSU не поступит в соответствующий буфер. Нормальная процедура превентивного циклического повторения может быть возобновлена, если все эти MSU были переданы однократно, и ни N_1 , ни N_2 не достигли предельных значений; в противном случае процедура принудительного повторения выполняется еще раз.

2.2.4 Начальное фазирование

Передача сообщений подсистем-пользователей через сигнальное звено и их прием осуществляются в синхронном режиме работы передающей и приемной сторон. Для вхождения в синхронизм перед вводом сигнального звена в работу при первоначальном включении осуществляется его начальное фазирование. Процедура фазирования применяется также при восстановлении сигнального звена после сбоя в работе. Термин «сфазировано» применительно к сигнальному звену означает, что оно находится в таком состоянии, когда по нему можно производить обмен правильными сигнальными единицами корректной длины без нарушения правил относительно количества последовательных битов со значением «1» между открывающим и закрывающим флагами. В случае нарушения одного из этих условий звено выводится из работы и подвергается процедуре повторного фазирования, целью которой является установить заново синхронизацию и обеспечить возможность определения начала и конца сигнальной единицы на приемной стороне. Во время фазирования производится также проверка качества передачи по звену передачи данных с целью предотвращения введения в работу звена с низким качеством цифрового тракта. Процедура фазирования одновременно

переустанавливает оба окончания одного сигнального звена и никак не воздействует на другие звенья.

Инициировать начальное фазирование можно с любой стороны сигнального звена. Управление фазированием производится путем изменения индикаторов состояния сигнального звена. Собственно фазирование происходит на уровне МТР2, но запрос инициировать его поступает с уровня МТР3 от процесса управления начальным фазированием. Каждая стадия фазирования имеет специальный тип индикатора состояния, и эти индикаторы передаются в сигнальных единицах состояния звена LSSU.

Процедурой фазирования предусмотрены два вида периодов проверки качества передачи по звену: для нормального начального фазирования («нормальный») и для аварийного начального фазирования («аварийный»). Нормальный период проверки обозначается P_n и равен времени передачи 2^{16} октетов; аварийный период проверки обозначается P_e и равен времени передачи 2^{12} октетов. Нормальный период проверки применяется при фазировании звена в пучке, в котором, кроме проверяемого есть и другие доступные звенья, аварийный, более короткий, – когда других доступных звеньев в пучке нет. Выбор вида проверки осуществляется уровнем МТР3.

Алгоритм процедуры начального фазирования приведен на рисунке 2-5. В процедуре начального фазирования используются четыре вида индикации статуса фазирования, которые передаются в поле статуса сигнальных единиц состояния звена LSSU:

- SIO (out of alignment) – не сфазировано; индикация передается, когда после запуска процедуры начального фазирования ни одна из индикаций статуса («О», «N» или «Е») не получена со встречной стороны звена;
- SIN (normal) – нормальное фазирование; индикация передается, когда после запуска процедуры начального фазирования со встречной стороны поступила индикация статуса «О», «N» или «Е», и сигнальный терминал находится в состоянии нормального фазирования;
- SIE (emergency) – аварийное фазирование; индикация передается, когда после запуска процедуры начального фазирования со встречной стороны поступила индикация статуса «О», «N» или «Е», и сигнальный терминал находится в состоянии аварийного фазирования, т.е. процедура должна использовать короткий «аварийный» период проверки;
- SIOS (out of service) – вне обслуживания; индикация информирует сигнальный терминал на удаленной стороне звена о том, что сигнальный терминал на передающей стороне не способен ни принимать, ни отправлять MSU.

До момента включения звена никаких сигнальных единиц по нему не передается. После включения сигнального звена или при принятии решения о необходимости восстановления звена вследствие его отказа, процесс управления состоянием звена переходит в состояние «вне обслуживания». Этот переход сопровождается передачей сигнальных единиц LSSU с индикатором статуса SIOS, в которых FSN=BSN=127 и FIB=BIB=1, и запускает процесс управления процедурой начального фазирования. Включение звена обычно производится вручную с помощью системы эксплуатационного управления одновременно и независимо в пунктах сигнализации с обеих его сторон.

При включении звена момент запуска процедуры начального фазирования отмечается передачей LSSU с индикатором статуса SIOS. Процесс управления процедурой начального фазирования контролируется со стороны МТРЗ и проходит на каждой стороне звена через четыре состояния.

В «Исходном» состоянии процесс управления процедурой фазирования:

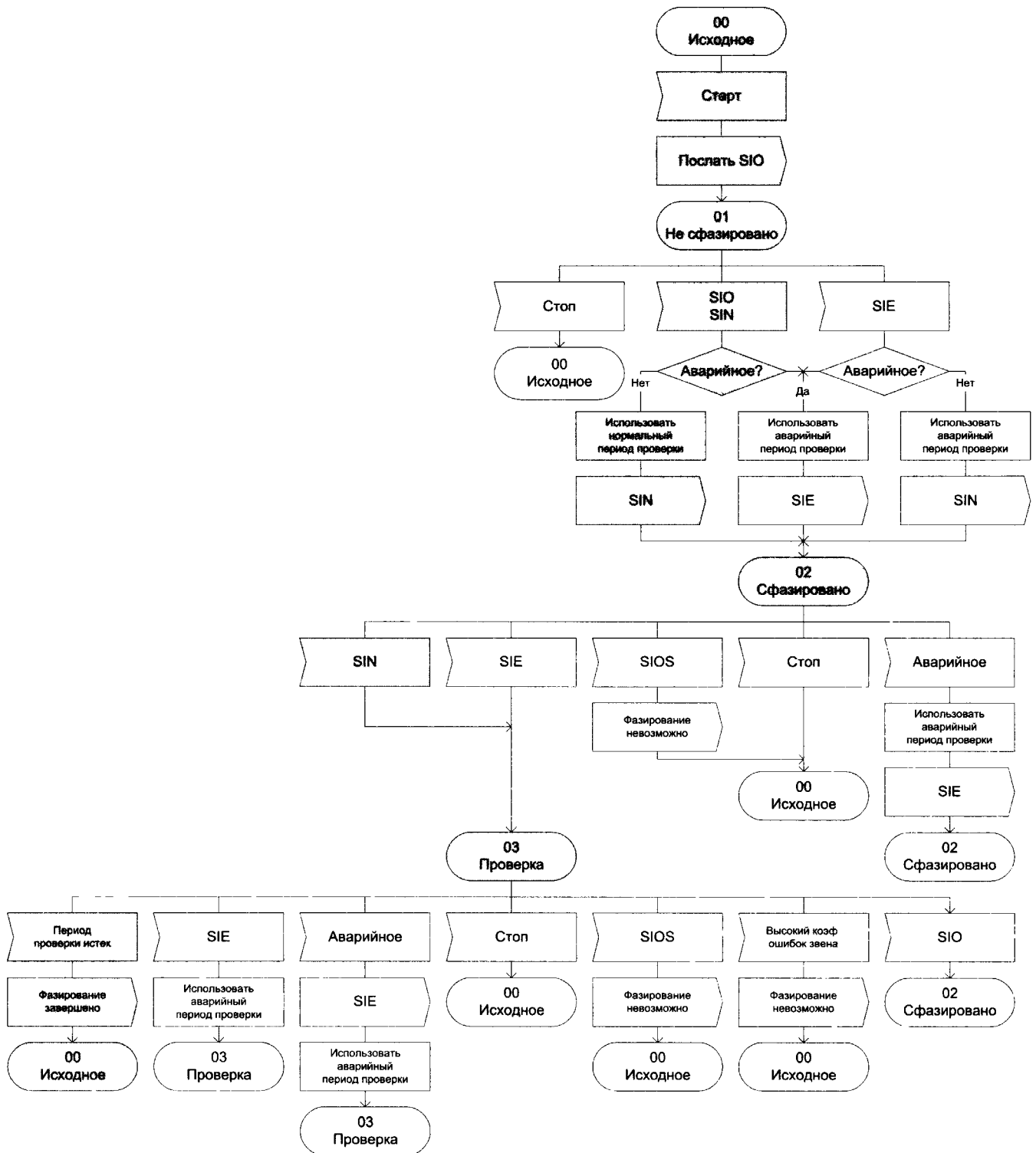
- ожидает команды начала от уровня МТРЗ,
- остановлен после успешного выполненного фазирования, либо
- приостановлен вследствие чрезмерного числа ошибок период проверки.

Начало/возобновление процедуры происходит по инициативе МТРЗ и вызывает переход процесса управления фазированием в состояние «Не сфазировано». В этом состоянии сигнальный терминал прекращает посылку LSSU с индикатором SIOS (вне обслуживания), начинает передавать на удаленный конец звена сигнальные единицы LSSU с индикатором статуса SIO (не сфазировано) и устанавливает таймер T2/Q.703 (T2=5-150 с) допустимого времени нахождения в этом состоянии.

Состояние «Сфазировано» означает, что звено способно обнаруживать флаги и выделять сигнальные единицы без ошибок. Вход в это состояние происходит при приеме с удаленного конца звена сигнальных единиц LSSU с индикатором статуса SIO/SIN или SIE, после чего, в зависимости от выбранных на обеих сторонах звена типов периодов проверки, начинают посылаться LSSU с индикатором статуса нормального (SIN) или аварийного (SIE) режима фазирования. В случае продолжения приема индикатора статуса SIOS происходит переход в «Исходное состояние», о чем информируется уровень МТРЗ. Время нахождения в состоянии «Сфазировано» ограничено таймером T3/Q.703 (T3=1-1,5 с).

Продолжение приема LSSU с индикатором статуса SIN или SIE в состоянии «Сфазировано» приводит к переходу в состояние «Проверка», в котором производится подсчет количества ошибок передачи. Процесс управления начальным фазированием фиксирует любые ошибки, обнаруженные во время периода испытания (8,2 с для сигнального звена со скоростью 64 Кбит/с), и определяет, может ли звено быть использовано для передачи полезной нагрузки.

Рис. 2-5 Алгоритм процедуры начального фазирования



Нормальный режим проверки выбирается только в том случае, если уровнем МТРЗ запрошен нормальный режим фазирования на обеих сторонах звена. Длительность проверки контролируется выдержкой времени $T4/Q.703$ ($T4=7,5-9,5$ с), истечение которой означает успешное проведение проверки. Допускается проведение до 5 периодов проверки во время процедуры начального фазирования.

Аварийное фазирование может применяться, например, когда не сфазированное резервное сигнальное звено должно быть срочно введено в работу. При этом вместо индикаторов состояния SIN посылаются индикаторы состояния SIE. Период испытания радикально уменьшается (до 0,5 с для сигнального звена с 64 Кбит/с), уменьшаются и требования к допустимой интенсивности ошибок.

В случае превышения допустимого числа ошибок во время проверки происходит переход процесса управления начальным фазированием в «Исходное» состояние, и процедура вхождения в синхронизм автоматически повторяется, индикация о чем подается на уровень МТРЗ. Невозможность проведения начального фазирования в течение нескольких последовательных попыток свидетельствует о сбое в работе оборудования или о низком качестве цифрового тракта; об этом информируется система эксплуатационного управления пункта сигнализации, и такое звено вручную выводится из работы эксплуатационным персоналом. На рисунке 2-5 затемнена последовательность переходов для случая успешного выполнения процедуры начального фазирования.

Индикация успешного завершения начального фазирования передается к процессу управления состоянием сигнального звена, переводя его в состояние «сфазировано/готово», если только процессор МТРЗ на каком-либо из концов звена не находится в состоянии отказа. С переходом в состояние «сфазировано/готово» начинается передача заполняющих сигнальных единиц FISU и запускается таймер $T1/Q.703$ ($T1=40-50$ с). Величина $T1$ выбрана такой, чтобы позволить провести на удаленном конце четыре дополнительных периода проверки. После успешного завершения проверки на удаленном конце процесс управления сигнальным звеном переводит его в состояние «в обслуживании», одновременно останавливая таймер $T1$. После этого по звену можно передавать FISU и/или MSU в обоих направлениях, индикация чего подается в МТРЗ.

После завершения нормального фазирования по сигнальному звену в обе стороны передаются заполняющие сигнальные единицы FISU до тех пор, пока не поступит первая значащая сигнальная единица MSU.

Если в процессе работы на приемной стороне обнаруживается состояние перегрузки, при котором не может быть передано ни отрицательное ни положительное подтверждение, то на удаленный конец передается индикация состояния SIB, что позволяет отличить ситуацию перегрузки звена от ситуации его полного отказа.

2.2.5 Подсчет коэффициента ошибок сигнального звена

При обнаружении случаев нарушения фазирования или ошибочной передачи сигнальных единиц звено не выводится из работы до тех пор, пока специальной процедурой подсчета не будет установлено, что коэффициент ошибок достиг порогового значения. На основании данных о превышении порога интенсивности ошибок передачи, полученных с уровня МТР2, на уровне МТР3 принимается решение о выведении звена из обслуживания для проведения повторного начального фазирования и проверки.

Процедура подсчета ошибок реализует две функции: подсчет коэффициента ошибок при передаче сигнальных единиц и подсчет коэффициента ошибок при фазировании звена.

2.2.5.1 Подсчет коэффициента ошибок при передаче сигнальных единиц

Подсчет коэффициента ошибок при передаче сигнальных единиц (SUERM, signal unit error rate monitor) применяется для оценки интенсивности ошибочной передачи сигнальных единиц, когда сигнальное звено находится в работе. Процедура SUERM отслеживает количество случаев нарушения фазирования, оперируя тремя следующими параметрами:

- количеством T сигнальных единиц, последовательно принятых с ошибкой и вызывающих индикацию высокой интенсивности ошибок уровню МТР3;
- наименьшей интенсивностью ошибок $1/D$ (отношением количества ошибочных сигнальных единиц к общему количеству сигнальных единиц), при которой уровень МТР3 извещается о высокой интенсивности ошибок;
- количеством N октетов, вызывающих инкремент счетчика в режиме «подсчета октетов», когда счетчик увеличивает свое значение на единицу через каждые N октетов, принятых до обнаружения правильно принятой единицы.

При включении звена значение счетчика равно нулю. Для звеньев со скоростью 64 Кбит/с установлены следующие значения параметров процедуры SUERM:

- $T=64$ сигнальных единицы;
- $D=256$;
- $N=16$ октетов.

2.2.5.2 Подсчет коэффициента ошибок при фазировании звена

Подсчет коэффициента ошибок при фазировании звена (AERM, alarm error rate monitor) применяется во время начального фазирования, когда сигнальное звено подвергается проверке в течение нормального или аварийного периодов. В начале периода проверки значение счетчика устанавливается в ноль и затем увеличивается с каждой ошибочной сигнальной еди-

ницей, если счетчик не находится в режиме подсчета октетов. Находясь в режиме подсчета октетов, счетчик увеличивает свое значение через каждые N принятых октетов.

Когда счетчик достигает порогового значения T_i , текущий период проверки прекращается. После правильного приема сигнальной единицы или по истечении прерванного периода проверки состояние проверки возобновляется. Если проверка прерывается M раз, то звено возвращается в состояние «Вне обслуживания».

Для каждого типа периода проверки устанавливается свое пороговое значение T_i :

T_{in} – для нормального периода;

T_{ie} – для аварийного периода.

Проверка успешно завершается, если за время ее проведения интенсивность ошибок не превышает заданного уровня, и если не приняты LSSU с индикациями статуса SIO или SIOS.

Для звеньев со скоростями 64 Кбит/с установлены следующие значения параметров процедуры AERM: $T_{in}=4$ с; $T_{ie}=1$ с; $M=5$; $N=16$ октетов.

2.2.6 Управление потоком

Процедура управления потоком используется для обработки ситуаций возникновения перегрузки на уровне МТР2 и ситуации отказа процессора на уровне МТР3. Не следует смешивать данную процедуру, применимую только для управления потоком по одному звену, с процедурами управления потоком сигнального трафика в случае перегрузки одной из подсистем-пользователей или всего пункта сигнализации, которые относятся к функциям МТР3 и рассматриваются в разделе 2.3.

При обнаружении перегрузки в сигнальном терминале на приемной стороне сигнального звена приостанавливается передача MSU, а принятые MSU не подтверждаются и не переспрашиваются. Для того чтобы передающая сторона могла отличить ситуацию перегрузки от ситуации отказа звена, ей от перегруженной стороны периодически, с интервалом времени $T5/Q.703$ ($T5=0,08-0,12$ с), передаются LSSU, несущие индикатор статуса «занятость» SIB (Busy). Таймер задержки подтверждения ранее переданных сигнальных единиц ($T7/Q.703$) переустанавливается при приеме каждой LSSU с индикатором статуса SIB для предотвращения выхода звена из рабочего состояния.

С целью контроля длительности перегрузки звена и чтобы предотвратить возникновение вследствие этого «узкого места» в сети, при приеме первого LSSU с индикатором SIB в пункте сигнализации запускается таймер $T6/Q.703$ ($T6=3-6$ с). После устранения перегрузки, длящейся менее $T6$, бывшая ранее перегруженной сторона сигнального звена прекращает передачу LSSU с индикатором статуса SIB и восстанавливает передачу MSU. Прием встречной

стороной первой MSU после LSSU со статусом SIB означает окончание перегрузки в удаленном пункте и возможность восстановления передачи MSU в его сторону. Если перегрузка продолжается более T6, звено выводится из обслуживания и подвергается процедуре начального фазирования.

В случае отказа процессора уровня MTP3 или подсистемы-пользователя индикация этого события направляется смежному пункту сигнализации посредством LSSU с индикатором статуса «отказ процессора» SIPO. Приняв индикацию SIPO, пункт сигнализации прекращает передачу MSU и начинает передавать FISU. На обеих сторонах звена останавливаются таймеры T5, T6 и T7, контролируемые допустимые длительности перегрузки и задержки подтверждения. После устранения отказа процессора пункт сигнализации возобновляет передачу MSU. Посредством специальной выдержки времени T1/Q.704 уровень MTP3 смежного пункта сигнализации контролирует длительность пребывания звена в состоянии отказа и, в случае превышения порога, выводит звено из обслуживания и подвергает его процедуре начального фазирования.

2.2.7 Выдержки времени уровня MTP2 для звена со скоростью 64 Кбит/с

Значения выдержек времени (таймеров), используемых процедурами MTP2, приведены в таблице 2-1.

Таблица 2-1: Выдержки времени MTP2

T1/Q.703	Время пребывания в состоянии «Сфазировано/готово»	40-50 с
T2/Q.703	Время пребывания в состоянии «Не сфазировано»	5-150 с
T3/Q.703	Время пребывания в состоянии «Сфазировано»	1-1,5 с
T4/Q.703	Длительность периода проверки	7,5-9,5 с для нормального периода 0,4-0,6 с для аварийного периода
T5/Q.703	Интервал между соседними LSSU с индикатором SIB	0,08-0,12 с
T6/Q.703	Выдержка времени «Перегрузка на удаленном конце»	3-6 с
T7/Q.703	Выдержка времени «Чрезмерная задержка подтверждения»	0,5-2 с для основного метода коррекции 0,8-2 с для метода превентивного повторения

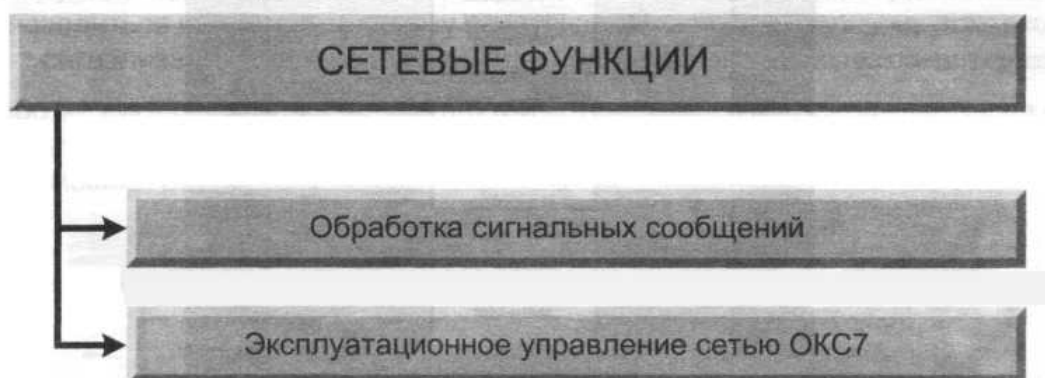
2.3 Уровень МТР3: сетевые функции

2.3.1 Назначение

Сетевые функции МТР (уровень МТР3) присутствуют в пункте сигнализации любого типа, но в отличие от функций уровня МТР2, выполняемых индивидуально для каждого звена, относятся к сети ОКС7 в целом. Главной задачей функций МТР3 является обеспечение гарантированной доставки сообщений, поступающих от подсистемы-пользователя в исходящем пункте сигнализации, к соответствующей подсистеме-пользователю в пункте назначения.

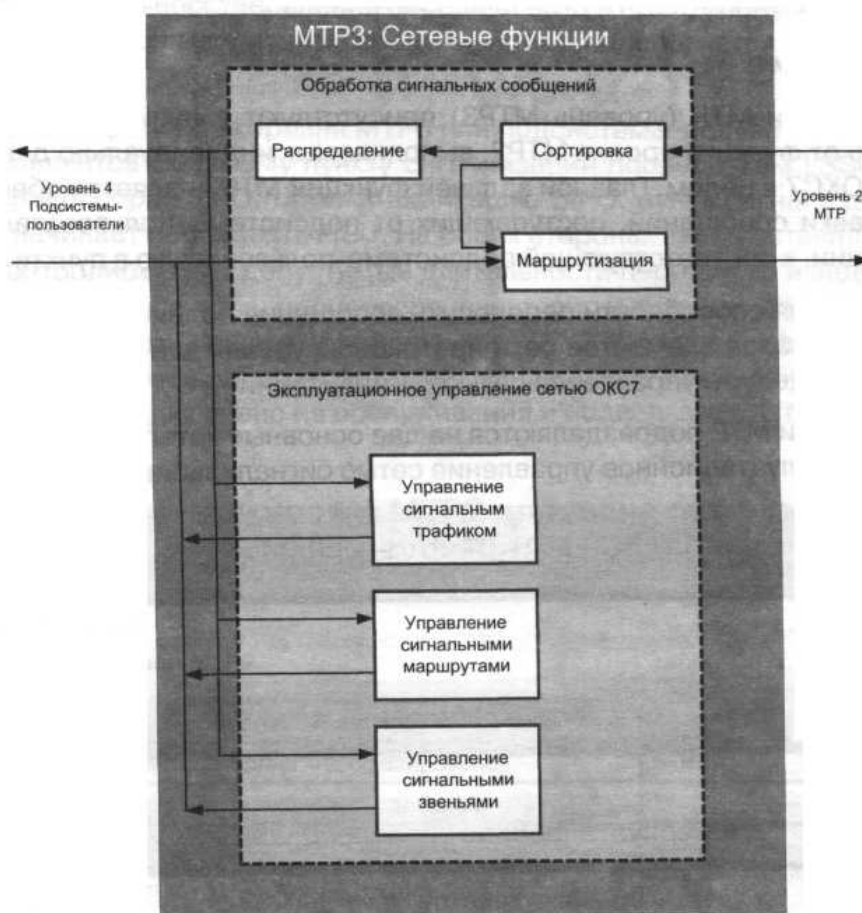
Для поддержания способности переносить сообщения подсистем-пользователей в условиях возможных отказов элементов сети протоколом уровня МТР3 определены специальные сообщения и процедуры управления сетью сигнализации.

Сетевые функции МТР подразделяются на две основные категории: обработка сигнальных сообщений и эксплуатационное управление сетью сигнализации.



Взаимодействие функций этих категорий продемонстрировано на рисунке 2-6.

Рис. 2-6 Сетевые функции МТР



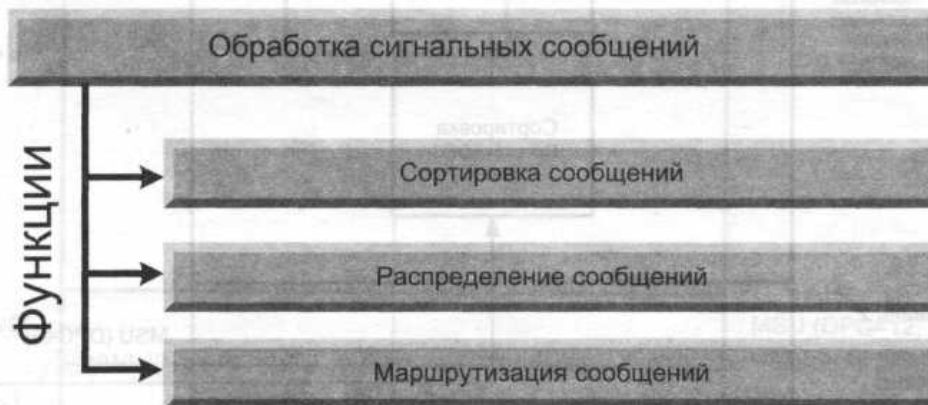
Обработка сигнальных сообщений подразумевает выполнение функций сортировки, маршрутизации и распределения сообщений внутри пункта сигнализации. Целью эксплуатационного управления сетью сигнализации является ее реконфигурация в случае возникновения отказов звеньев или пунктов сигнализации, а также управление трафиком при перегрузках или блокировках. Это позволяет обеспечить своевременную доставку сообщений в пункты назначения в нужной последовательности, без потерь, повторений или недопустимых задержек с вероятностью 99,99%. К функциям эксплуатационного управления сетью сигнализации относятся функции управления сигнальным трафиком, сигнальными маршрутами и сигнальными звеньями.

Чтобы обеспечить возможность передачи сообщений по нужному адресу сети, каждому пункту сигнализации внутри этой сети должен быть присвоен уникальный код. Значение сигнальные единицы MSU содержат код исходящего пункта сигнализации OPC и код пункта назначения DPC, которые являются частями маршрутной этикетки. Работая совместно в оконечных и транзитных пунктах сигнализации, функции уровня 3 МТР обеспечивают перенос сообщений по сети и их доставку по нужному адресу, производя в каждом из пунктов анализ маршрутной этикетки каждого сообщения, выбирая нужное сигнальное звено в направлении пункта назначения и распределяя сигнальную нагрузку между доступными в нужном направлении звеньями.

2.3.2 Функции обработки сигнальных сообщений

Функции обработки предназначены для доставки сигнальных сообщений, поступающих от подсистемы-пользователя в исходящем пункте сигнализации, к такой же подсистеме-пользователю в пункте назначения. Адрес пункта назначения в маршрутной этикетке формируется подсистемой-пользователем на исходящей стороне. Доставка сообщений может производиться как по сигнальному звену, напрямую связывающему исходящий и входящий пункт сигнализации, так и через один или более транзитных пунктов сигнализации.

Обработка сигнальных сообщений внутри подсистемы МТР основывается на использовании маршрутной этикетки и объединяет три вида функций, которые выполняются в каждом пункте сигнализации сети ОКС7.



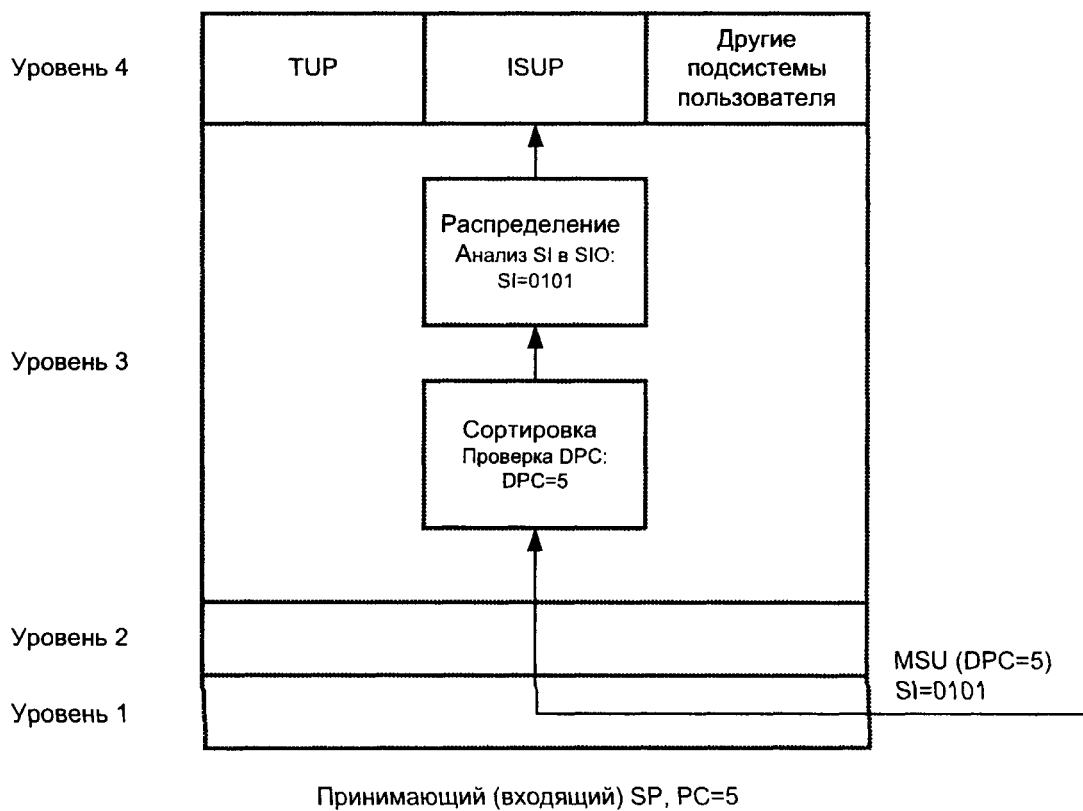
Функция сортировки сообщений (принятых от уровня МТР2) на основе анализа кода пункта назначения DPC определяет, предназначено ли принятое сообщение данному пункту. Если пункт сигнализации обладает транзитными функциями, и принятое сообщение не предназначено самому этому пункту, сообщение должно быть передано к функции маршрутизации

сообщений для передачи сообщения по сигнальному звену в направлении нужного DPC. Если пункт сигнализации не является транзитным, то сообщения с кодами DPC, не соответствующими собственному, отбрасываются.

Функция распределения сообщений используется для доставки принятых сообщений, предназначенных данному пункту, соответствующей подсистеме-пользователю или функциям эксплуатационного управления сетью сигнализации. Распределение сообщений производится на основе анализа индикатора подсистемы SI (4 бита), входящего в октет служебной информации SIO принятого сообщения. Индикатор указывает ту подсистему-пользователя, которой предназначено сообщение.

Механизмы сортировки и распределения сообщений поясняются на примере, представленном на рисунке 2-7.

Рис. 2-7 Функции сортировки и распределения сообщений



Функция маршрутизации сообщений определяет на основе анализа маршрутной этикетки тот сигнальный маршрут, по которому исходящее сообщение должно быть отправлено к пункту назначения.

Примеры маршрутизации сообщений между смежными пунктами сигнализации и в транзитном пункте представлены на рисунках 2-8 и 2-9, соответственно.

Рис. 2-8 Функция маршрутизации между смежными пунктами сигнализации SP A и SP B.

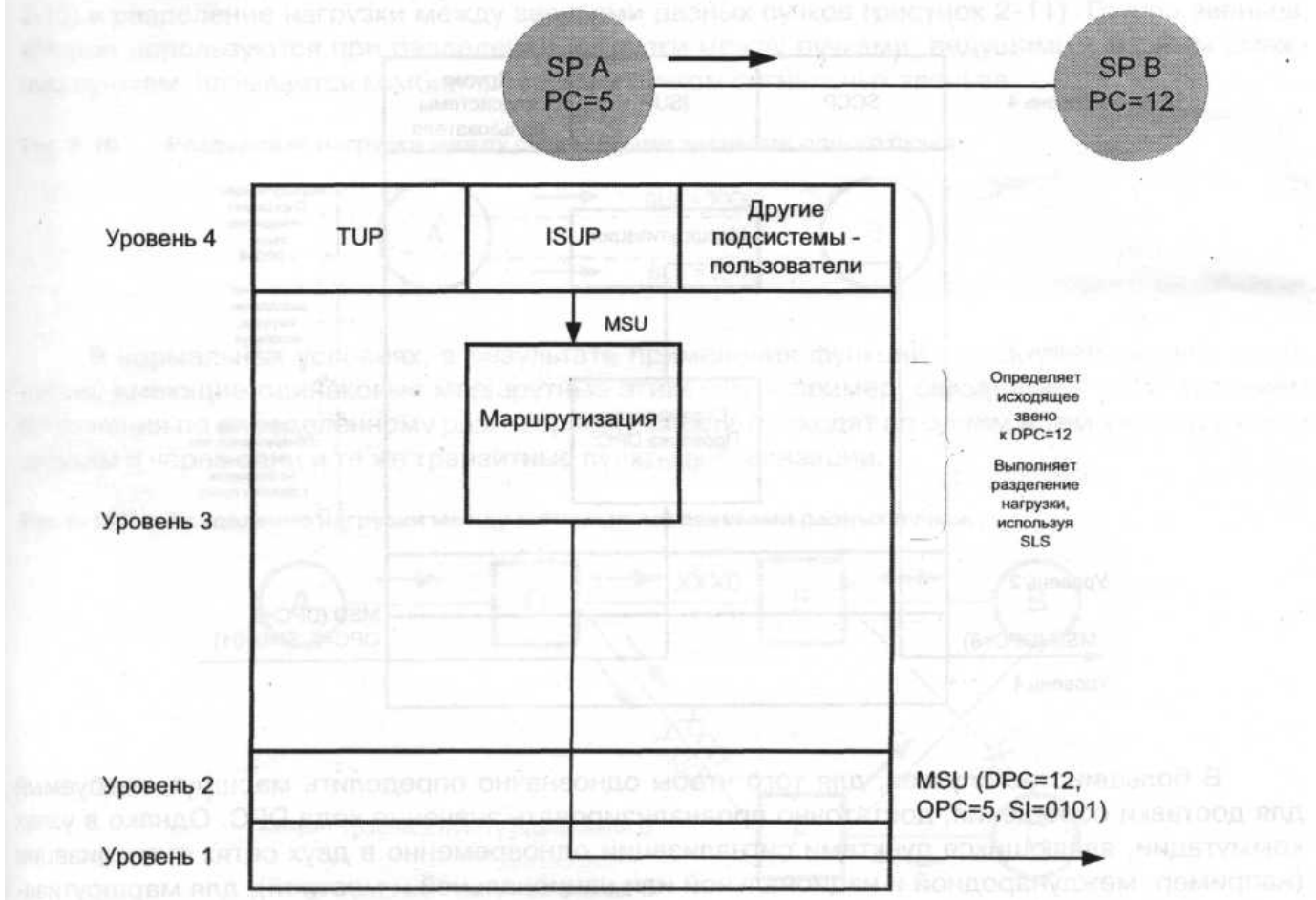
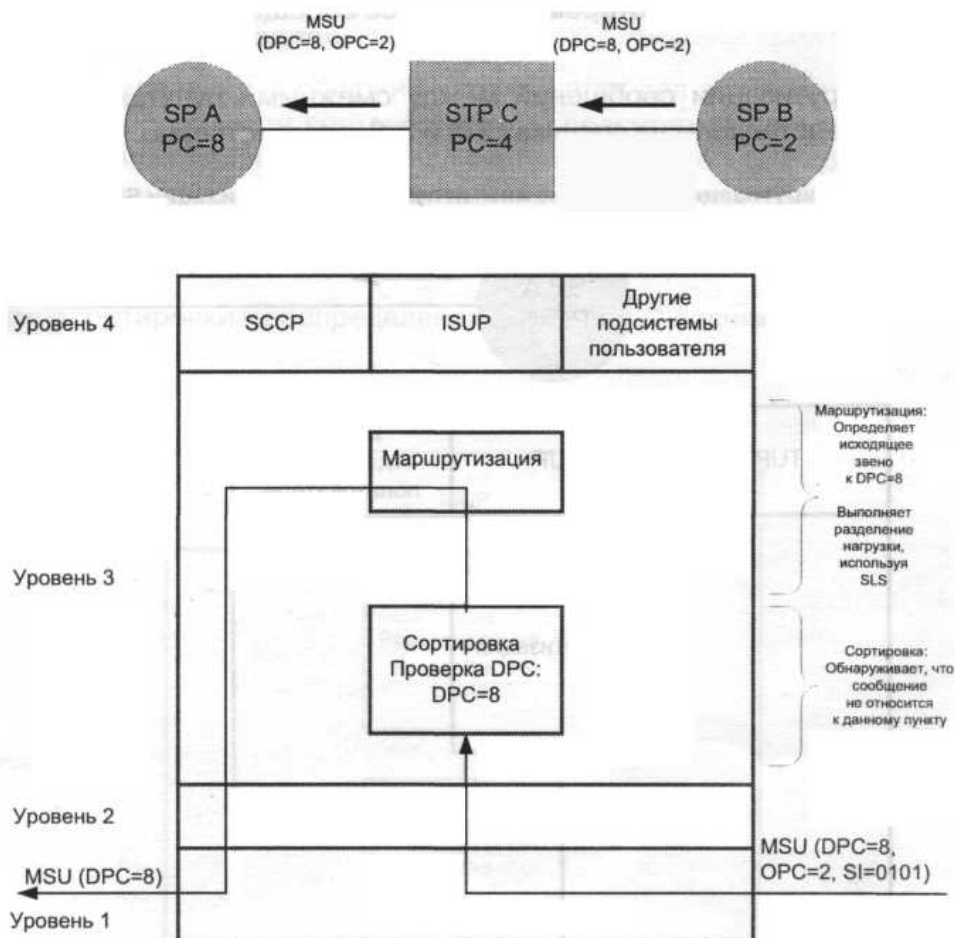


Рис. 2-9 Функция маршрутизации в транзитном пункте сигнализации STP C

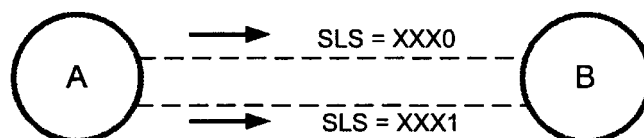


В большинстве случаев, для того чтобы однозначно определить маршрут, требуемый для доставки сообщения, достаточно проанализировать значение кода DPC. Однако в узлах коммутации, являющихся пунктами сигнализации одновременно в двух сетях сигнализации (например, международной и национальной или национальной и местной), для маршрутизации сообщений требуется организация двух независимых групп маршрутных таблиц, каждая из которых содержит коды пунктов сигнализации в соответствии с планом нумерации одной из сетей. Для выбора нужного плана нумерации в этом случае дополнительно анализируется значение поля индикатора сети NI.

После выбора маршрута на основе кода DPC и значения поля SLS определяется сигнальное звено к смежному пункту сигнализации, по которому должно быть отправлено сообщение. Обычно пункт назначения ассоциируется более чем с одним звеном, по которому к нему могут быть направлены сообщения. Вне зависимости от их количества, все звенья между смежными пунктами сигнализации объединяют в пучки. Выбор звена внутри пучка производится на основании поля SLS, благодаря чему достигается разделение нагрузки между звеньями.

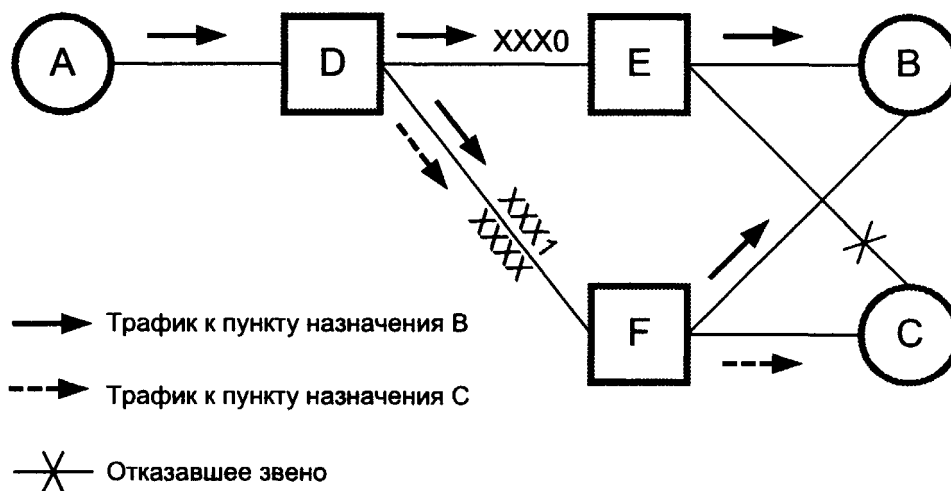
Различают разделение нагрузки между сигнальными звеньями одного пучка (рисунок 2-10) и разделение нагрузки между звеньями разных пучков (рисунок 2-11). Группа звеньев, которые используются при разделении нагрузки между пучками, ведущими к разным смежным пунктам, называется комбинированным пучком сигнальных звеньев.

Рис. 2-10 Разделение нагрузки между сигнальными звеньями одного пучка



В нормальных условиях, в результате применения функций маршрутизации все сообщения, имеющие одинаковые маршрутные этикетки, например, связанные с установлением соединения по определенному разговорному каналу, проходят по одним и тем же сигнальным звеньям и через одни и те же транзитные пункты сигнализации.

Рис. 2-11 Разделение нагрузки между сигнальными звеньями разных пучков



2.3.3.1 Сигнальное звено

Каждое сигнальное звено рассматривается уровнем МТР3 как доступное или недоступное для переноса сигнального трафика. В частности, звено становится недоступным, если оно находится:

- в состоянии отказа,
- деактивизировано,
- заблокировано или если
- доступ к нему запрещен.

Звено становится вновь доступным для переноса трафика:

- при восстановлении,
- активизации,
- разблокировании или при
- отмене запрета доступа к звену.

Находящееся в работе или заблокированное сигнальное звено считается отказавшим в следующих случаях:

- а) с уровня МТР2 получена индикация отказа, вызванная:
 - ✓ высокой интенсивностью ошибок SUERM;
 - ✓ превышением времени, отведенного для начального фазирования;
 - ✓ превышением времени, отведенного для получения подтверждений;
 - ✓ отказом сигнального терминала;
 - ✓ обнаружением двух неправильных значений BSN или BIB в трех принятых подряд сообщениях;
 - ✓ приемом LSSU, несущих индикацию статуса SIO, SIOS, SIN/SIE;
 - ✓ превышением длительности перегрузки на уровне МТР2.
- б) получен автоматический или ручной запрос от системы эксплуатационного управления.

Кроме того, доступное и не заблокированное звено рассматривается уровнем МТР3 как отказавшее при приеме сообщения с командой перевода трафика на резервное звено.

Ранее отказавшее сигнальное звено считается восстановленным после успешного завершения процедуры начального фазирования с обеих сторон.

Деактивизация (удаление из работы) работающего, отказавшего или заблокированного сигнального звена происходит при получении команды от функций управления сигнальными звеньями или от системы эксплуатационного управления. Ранее деактивизированное сигнальное звено считается активизированным после успешного завершения процедуры начального фазирования на обоих концах.

Работающее, отказавшее или неактивизированное звено рассматривается как заблокированное при получении со стороны сигнального терминала индикации выхода из строя процессора уровня МТРЗ на удаленном конце сигнального звена (получение LSSU, несущего индикацию статуса SIPO), или же при обнаружении отказа собственного процессора. Ранее заблокированное звено становится разблокированным после получения индикации прекращения перегрузки процессора на удаленном конце.

Сигнальное звено рассматривается как звено, доступ к которому запрещен (разрешен), после обмена сообщениями LIN/LIA (LUN/LUA) из группы сообщений управления сетью сигнализации.

2.3.3.2 Сигнальный маршрут

Сигнальный маршрут рассматривается уровнем МТРЗ как доступный, ограниченно доступный или недоступный.

Сигнальный маршрут становится недоступным при приеме сообщения запрета переноса TFP, говорящего о невозможности доставки сигнального трафика к пункту назначения через транзитный пункт, от которого пришло данное сообщение.

На ограниченную доступность маршрута указывает сообщение TFR со стороны транзитного пункта, испытывающего определенные трудности в доставке сообщений к пункту назначения.

Маршрут становится доступным при получении сообщения TFA, говорящего о возможности переноса сигнального трафика через транзитный пункт сигнализации, передавший это сообщение.

2.3.3.3 Пункт сигнализации

Пункт сигнализации может быть доступным или недоступным, тогда как ведущий к нему пучок маршрутов может быть в состоянии перегрузки или отсутствия перегрузки.

Различают недоступность собственно пункта сигнализации и недостижимость смежного пункта сигнализации. Пункт сигнализации становится недоступным, когда все подсоединенные к нему звенья становятся недоступными, и доступным, когда хотя бы одно такое звено становится доступным.

Смежный пункт сигнализации рассматривается как недостижимый, если все звенья, ведущие к нему напрямую недоступны, и недоступен он сам.

Смежный пункт становится достижимым, если:

- хотя бы одно звено, ведущее к нему напрямую, становится доступным, и успешно завершена процедура перезапуска МТР;
- он сам становится доступным;
- принято сообщение о разрешении переноса TFA или о разрешении ограниченного переноса TFR;
- вновь стал доступным резервный маршрут;
- получено сообщение о возможности перезапуска трафика TRA со стороны другого смежного пункта сигнализации, закончившего процедуру перезапуска МТР.

Любое изменение статуса сигнальных звеньев, сигнальных маршрутов или пунктов сигнализации влечет за собой применение функций эксплуатационного управления сетью сигнализации – управление сигнальным трафиком, управление сигнальными звеньями и управление сигнальными маршрутами.

2.3.4 Управление сигнальным трафиком

Процедуры управления сигнальным трафиком применяются в случае необходимости перевода трафика из нормального звена(ьев) или маршрута(ов) на одно или несколько резервных звеньев или маршрутов, для перезапуска пункта сигнализации или для временного ограничения интенсивности сигнального трафика в случае перегрузки в пункте сигнализации.



Сигнальный трафик в направлении пункта назначения обычно переносится по одному, а в случае распределения нагрузки между пучками звеньев – по двум пучкам сигнальных звеньев. Если нагрузка распределяется между двумя пучками, каждый из которых ведет к разным STP, то такая группа звеньев называется комбинированным пучком звеньев.

Для разрешения ситуаций, когда звенья или маршруты, определенные для использования в нормальных условиях, становятся недоступными, в пунктах сигнализации задаются данные об альтернативной маршрутизации. В этом случае для каждого пункта назначения определяется один или несколько резервных пучков звеньев, каждому из которых присваивается свой уровень приоритета. Пучок с наивысшим приоритетом называется нормальным и в случае доступности должен использоваться в первую очередь. Пучок, используемый для переноса трафика в данный момент времени, называется рабочим. Это может быть как основной, так и любой из резервных пучков.

Для каждого звена в пучке остальные звенья этого пучка являются резервными. Всем звеньям в пучке назначается индивидуальный уровень приоритета и в нормальных условиях трафик направляется по звену с наивысшим приоритетом. Каждая часть нагрузки, разделяемой между звеньями пучка, имеет свое нормальное звено. Отличные от нормальных звенья могут быть активны, но не нести синального трафика, или неактивны вовсе (деактивизированы).

Маршрутизация сообщения (выбор исходящего сигнального звена и маршрута) выполняется независимо в каждом пункте сигнализации; таким образом, сигнальный трафик между подсистемами-пользователями в прямом и обратном направлениях может проходить по разным сигнальным звеньям или маршрутам. Чтобы сообщения в одном направлении проходили по одинаковым звеньям, в них должно указываться одинаковое значение поля селектора выбора сигнального звена SLS.

Изменение пути прохождения сигнального трафика при недоступности или ограниченной доступности сигнальных звеньев или маршрутов производится посредством следующих основных процедур, входящих в группу функций управления сигнальным трафиком:

- недоступность сигнального звена (отказ, выключение, блокировка или запрет доступа): используется процедура перевода сигнального трафика на одно или несколько резервных звеньев;
- доступность сигнального звена (восстановление, включение, разблокировка или отмена запрета доступа): используется процедура возврата сигнального трафика обратно на исходное звено;
- недоступность сигнального маршрута: применяется процедура вынужденной ремаршрутизации для перевода сигнального трафика на резервный маршрут;
- доступность сигнального маршрута: применяется процедура управляемой ремаршрутизации для перевода сигнального трафика на маршрут, ставший вновь доступным;
- ограниченная доступность сигнального маршрута: используется процедура управляемой ремаршрутизации для перевода сигнального трафика на маршрут, бывший недоступным и ставший ограниченно доступным;
- доступность пункта сигнализации: используется процедура перезапуска МТР для перевода сигнального трафика в направлении пункта сигнализации, ставшего доступным.

2.3.4.1 Процедура перевода трафика на резервное сигнальное звено

Процедура перевода трафика на резервное звено обеспечивает перенос трафика, который обслуживало сигнальное звено, ставшее недоступным, на одно или несколько резервных доступных звеньев без потери, дублирования или нарушения порядка следования сообщений. Перевод трафика на резервное звено применяется в случае недоступности, вызванной запретом доступа к сигнальному звену, его отказом или блокировкой. Сигнальные звенья, на которые переводится трафик недоступного звена, могут переносить свой собственный сигнальный трафик, обслуживание которого не прерывается данной процедурой.

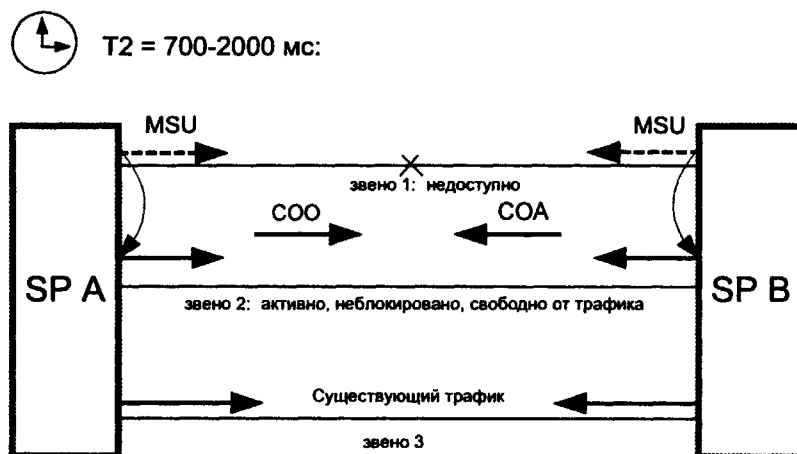
Процедура считывает сообщения из буферной памяти недоступного сигнального звена и восстанавливает их содержимое в буферной памяти резервного звена. Во время считывания в буфере повторной передачи недоступного звена идентифицируются все сообщения, которые не были подтверждены удаленной стороной на момент начала процедуры. Восстановление заключается в пересылке этих сообщений в буферы передачи одного или нескольких резервных звеньев с сохранением изначального порядка их поступления в сигнальный терминал отказавшего звена.

2.3.4.1.1 Процедура нормального перевода трафика на резервное звено

Процедура содержит следующие шаги:

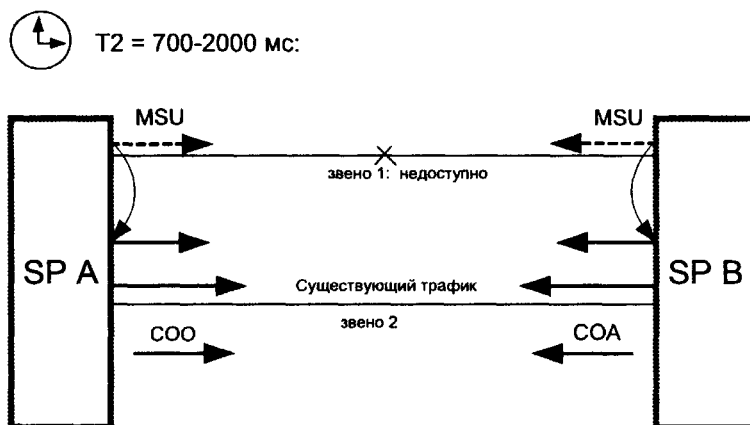
1. При обнаружении факта, что активное звено не может быть использовано, SP останавливает передачу и прием MSU по этому звену.
2. Далее SP проверяет наличие резервного(ых) активного(ых) звена(ьев). Здесь могут возникнуть три случая:
 - в том же пучке имеется активное неблокированное и свободное от трафика звено (рисунок 2-12):

Рис. 2-12 Перевод на свободное от трафика резервное сигнальное звено в том же пучке



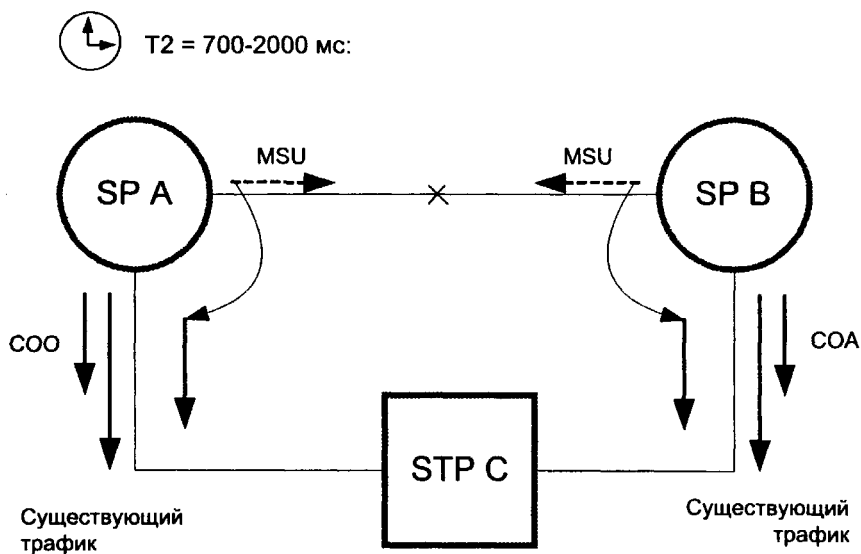
- в том же пучке имеется одно или несколько доступных для перевода трафика сигнальных звеньев, несущих свой собственный трафик (рисунок 2-13):

Рис. 2-13 Перевод на одно или несколько резервных сигнальных звеньев в том же пучке, несущих собственный трафик



- в том же пучке нет альтернативных звеньев для перевода трафика; выбирается альтернативный маршрут к нужному SP (рисунок 2-14):

Рис. 2-14 Перевод на резервное сигнальное звено, находящееся в альтернативном маршруте



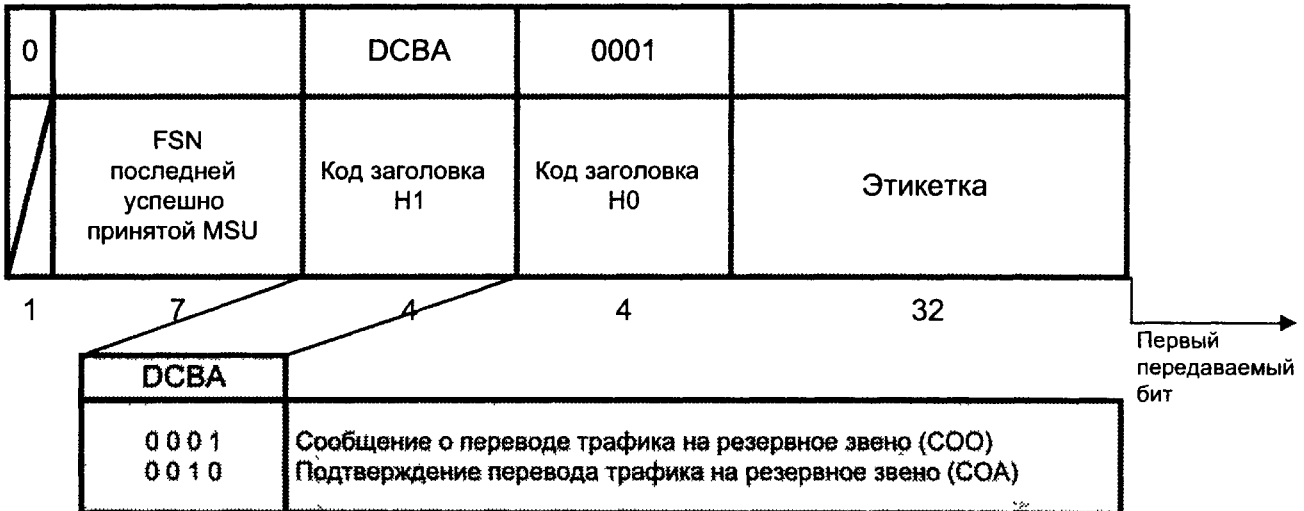
3. Иницирующий процедуру SP передает в сторону удаленного SP сообщение о переводе трафика на резервное сигнальное звено (COO, Changeover order). Удаленный SP должен в ответ передать сообщение подтверждения перевода трафика на резервное звено (COA, Changeover acknowledgement). Время ожидания ответного сообщения COA ограничено таймером $T_2=700-2000$ мс. Для спутниковых участков $T_2=1400$ мс. Сообщения COO и COA передаются без какого-либо приоритета, наравне с существующим трафиком.

Сообщения управления процедурой передаются по резервному сигнальному звену, при этом значение поля SLC в них соответствует идентификатору отказавшего звена.

Сообщения перевода и подтверждения перевода трафика на резервное звено входят в группу сообщений CHM (код заголовка H0=0001). Форматы этих сообщений представлены на рисунке 2-15.

Сообщения COO и COA передаются каждым из вовлеченных в процедуру пунктов сигнализации после выполнения всех необходимых действий, которые предусмотрены процедурой. Сообщения содержат порядковый номер последней успешно принятой сигнальной единицы.

Рис. 2-15 Форматы сообщений COO и COA



4. Чтобы предотвратить потери, дублирование или нарушение очередности передачи сообщений, процедура перевода трафика на резервное звено считывает сообщения из буферной памяти недоступного сигнального звена и восстанавливает их содержимое в буферной памяти резервного звена. Во время считывания идентифицируются те сообщения в буфере повторной передачи недоступного звена, которые не были

подтверждены удаленной стороной. Восстановление заключается в пересылке этих сообщений в буферы передачи одного или нескольких резервных звеньев с сохранением порядка их поступления в сигнальный терминал отказавшего звена.

5. Далее накопленные сообщения передаются по резервному(ым) звену(ьям).

2.3.4.1.2 Процедура аварийного перевода трафика на резервное звено

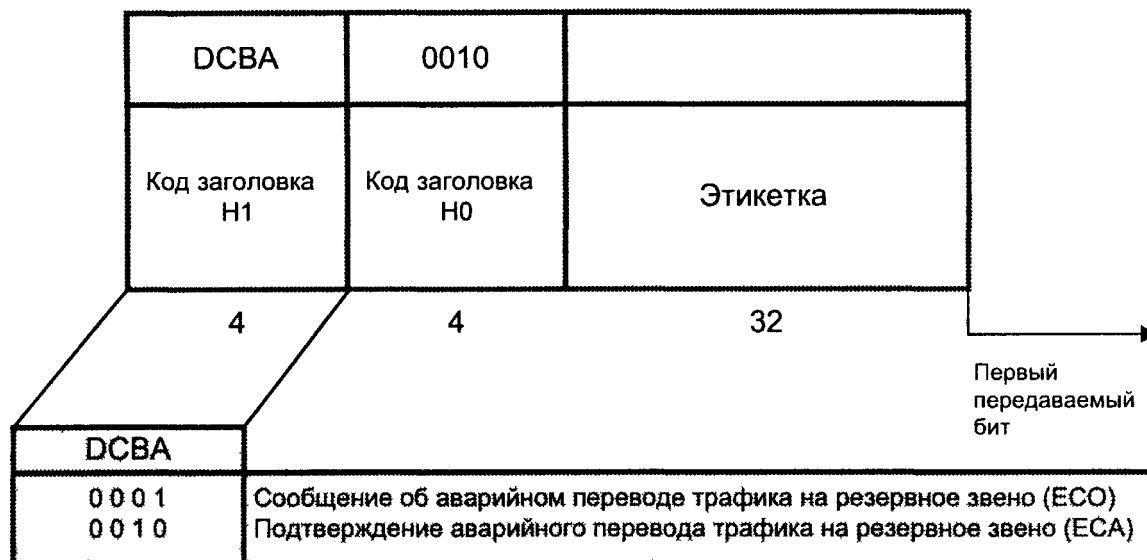
Из-за отказа сигнального терминала может возникнуть ситуация, в которой на соответствующей стороне недоступного звена невозможно будет определить порядковый номер (FSN) последней переданной сигнальной единицы (MSU), принятой по недоступному звену. В этом случае рассматриваемая сторона, по-возможности, выполняет процедуру обновления в буфере, используя при этом сообщения процедуры аварийного перевода трафика на резервное звено:

- команда аварийного перевода трафика на резервное звено (ECO, Emergency Changeover Order);
- подтверждение аварийного перевода трафика на резервное звено (ECA, Emergency Changeover Acknowledgement).

Эти аварийные сообщения не содержат порядкового номера FSN последней принятой значащей сигнальной единицы. Кроме того, сигнальное звено выводится из работы, то есть соответствующая сторона начинает, по мере возможности, передавать по недоступному звену сигнальные единицы состояния звена (LSSU) с индикацией статуса SIOS (вне обслуживания).

Сообщения ECO и ECA входят в группу сообщений ECM (код заголовка Н0=0010). Форматы этих сообщений представлены на рисунке 2-16.

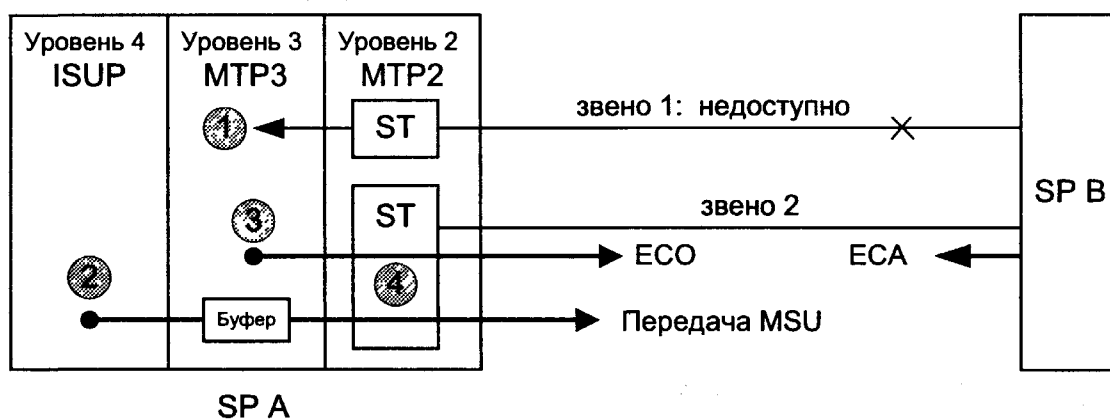
Рис. 2-16 Форматы сообщений ECO и ECA



Примечание: выбор между использованием сообщений нормального или аварийного перевода трафика на резервное звено зависит от местных условий, существующих в вовлеченных в процедуру пунктах сигнализации в момент перевода.

Пример применения процедуры Emergency Changeover проиллюстрирован на рисунке 2-17.

Рис. 2-17 Пример применения процедуры Emergency Changeover



SP A инициирует процедуру Emergency Changeover, при этом выполняются следующие шаги:

1. MTP3 в SP A обнаруживает невозможность получить от MTP2 первого сигнального звена FSN последней переданной MSU.
2. Поскольку существует проблема в MTP2 первого звена, то сообщения подсистемы ISUP, для переноса которых обычно используется это звено, накапливаются в буфере MTP3, вместо того чтобы отправляться в MTP2 для передачи по звену.
3. Для перевода трафика определяется резервное звено. Пусть для этого предполагается использовать звено 2. SP A передает сообщение ECO удаленному SP B.
4. Приняв сообщение ECA от удаленного SP B, SP A возобновляет передачу MSU, начиная с MSU, уже накопленных в буфере.

2.3.4.1.3 Процедура перевода трафика на резервное звено, контролируемая выдержкой времени

Процедура производится в случаях, когда обмен сообщениями перевода трафика на резервное звено невозможен или нежелателен, а именно:

- не существует сигнального тракта между окончаниями недоступного звена;
- по звену получена индикация отказа удаленного процессора уровня МТР3;
- звено, несущее сигнальный трафик, отмечено как звено, доступ к которому запрещен системой эксплуатационного управления.

Когда пункт сигнализации принимает решение инициировать перевод трафика на резервное звено при вышеперечисленных условиях, он начинает передачу сообщений, еще не отправленных по ставшему недоступным звену, по резервному(ым) звену(ям) по истечении выдержки времени $T_1=800-1200$ мс. Выдержка T_1 служит для снижения вероятности доставки сообщений в неправильной последовательности.

2.3.4.2 Процедура возврата трафика на исходное звено

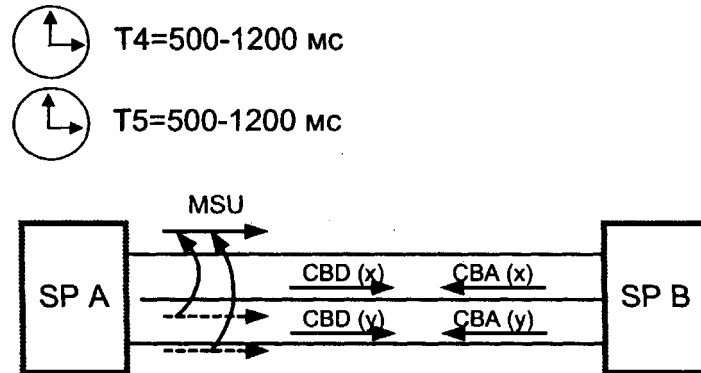
Процедура возврата трафика на исходное звено (рисунок 2-18) применяется для перевода сигнального трафика с одного или нескольких резервных звеньев на ставшее вновь доступным исходное сигнальное звено. Процедура обеспечивает отсутствие потерь, повторения или нарушения порядка следования сообщений во время возврата.

Процедура возврата иницируется, если ранее недоступное звено становится вновь доступным, т.е. при его восстановлении, разблокировании или отмене запрета доступа, и включает в себя следующие действия:

1. Определяется одно или несколько резервных звеньев, на которые ранее был переведен сигнальный трафик;
2. Перенос переведенного трафика по резервному звену останавливается, и этот трафик направляется в специальной буфер для сохранения;
3. По резервному звену на удаленный пункт сигнализации передается сообщение о возврате на исходное звено (CBD, Changeback Declaration), указывающее на то, что никаких сообщений потока трафика, подлежащего возврату по этому звену, больше передаваться не будет.
4. Пункт сигнализации возобновляет перенос трафика по ставшему вновь доступным звену после получения сообщения подтверждения возврата на исходное звено (CBA, Changeback Acknowledgement) от удаленного пункта, к которому это звено приписано. Сообщение подтверждения указывает, что все сигнальные сообщения соответствующего потока, направляемые на удаленный пункт сигнализации по резервному звену, были приняты.
5. Приняв сообщение CBA, пункт сигнализации возобновляет перенос трафика по вновь ставшему доступным звену.

6. Время ожидания ответного сообщения СВА ограничено таймером $T4=500-1200$ мс; если за время $T4$ сообщение СВА не поступает, то сообщение CBD повторяется. При второй попытке запускается таймер $T5=500-1200$ мс. Если ответного сообщения опять не поступает, то трафик возобновляется несмотря ни на что, но при этом извещается система техобслуживания.

Рис. 2-18 Процедура возврата трафика на исходное звено



Сообщения CBD и CBA представляют собой сообщения эксплуатационного управления сетью сигнализации и входят в группу сообщений CHM (код заголовка Н0=0001). Форматы сообщений представлены на рисунке 2-19.

Рис. 2-19 Форматы сообщений CBD и CBA

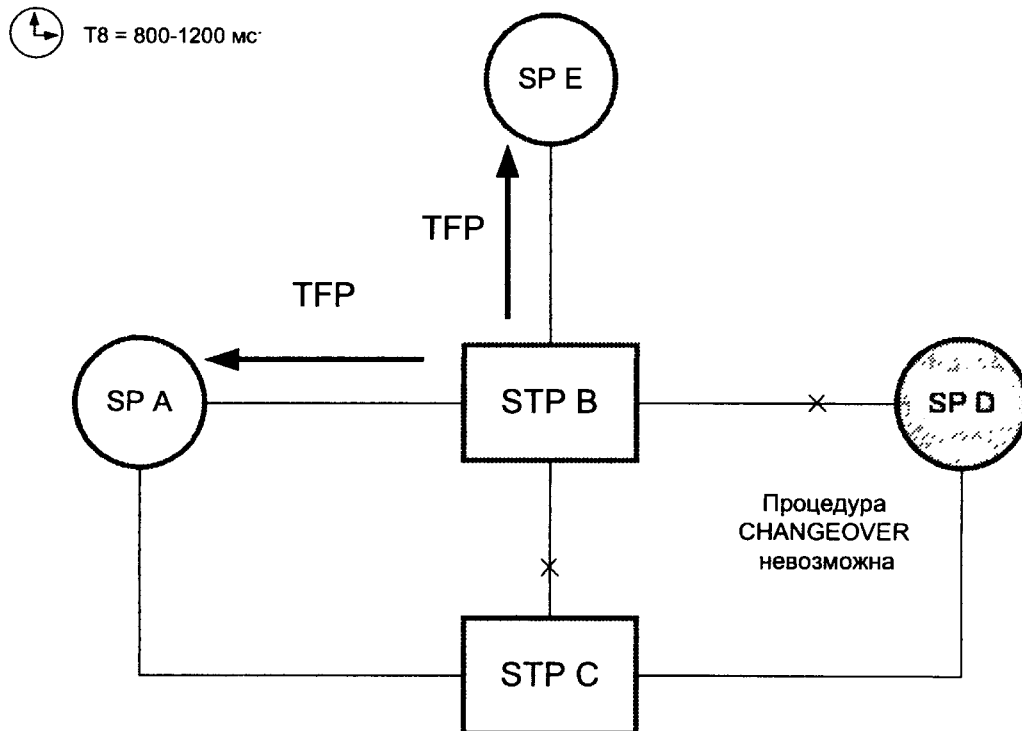


2.3.4.3 Процедура вынужденной ремаршрутизации

Целью процедуры вынужденного изменения маршрутизации (ремаршрутизации) является восстановление способности переноса сигнальных сообщений между двумя смежными пунктами в направлении к определенному пункту назначения. Данная процедура применяется для того, чтобы направить сигнальный трафик к рассматриваемому пункту назначения по резервному сигнальному маршруту в случае, когда нормальный сигнальный маршрут к этому пункту становится недоступным (например, из-за отказов удаленных элементов в сети сигнализации). При этом процедура вынужденной ремаршрутизации не прерывает процесс переноса собственного трафика сигнальными звеньями, входящими в резервный маршрут.

Процедура вынужденной ремаршрутизации (рисунок 2-20) инициируется в пункте сигнализации в момент приема сообщения о запрещении переноса (TFP, Transfer prohibited) со стороны смежного транзитного пункта сигнализации (см. раздел 2.3.6.1), посредством которого он указывает на невозможность доставки сообщения к пункту назначения, то есть на недоступность сигнального маршрута. В смежном транзитном пункте сигнализации запускается таймер $T_8=800-1200$ мс, который предотвращает повторную передачу TFP.

Рис. 2-20 Пример выполнения процедуры вынужденной ремаршрутизации



В пункте сигнализации, получившем сообщение TFR, выполняется следующая последовательность действий:

- останавливается перенос сигнального трафика по пучку звеньев, относящемуся к недоступному сигнальному маршруту (например, SP A – STP B – SP D), после чего в каждом звене пучка эта часть трафика временно сохраняется в специальном буфере вынужденной ремаршрутизации;
- определяется резервный сигнальный маршрут (например, SP A – STP C – SP D);
- перенос сигнального трафика восстанавливается по пучку звеньев, относящемуся к резервному сигнальному маршруту, начиная с содержимого буфера вынужденной ремаршрутизации;
- в случае необходимости выполняется описываемая ниже процедура запрещения переноса (см. раздел 2.3.6.1).

Если в момент отказа рабочего маршрута не существует резервного маршрута к пункту назначения, то такой пункт назначения отмечается как недостижимый.

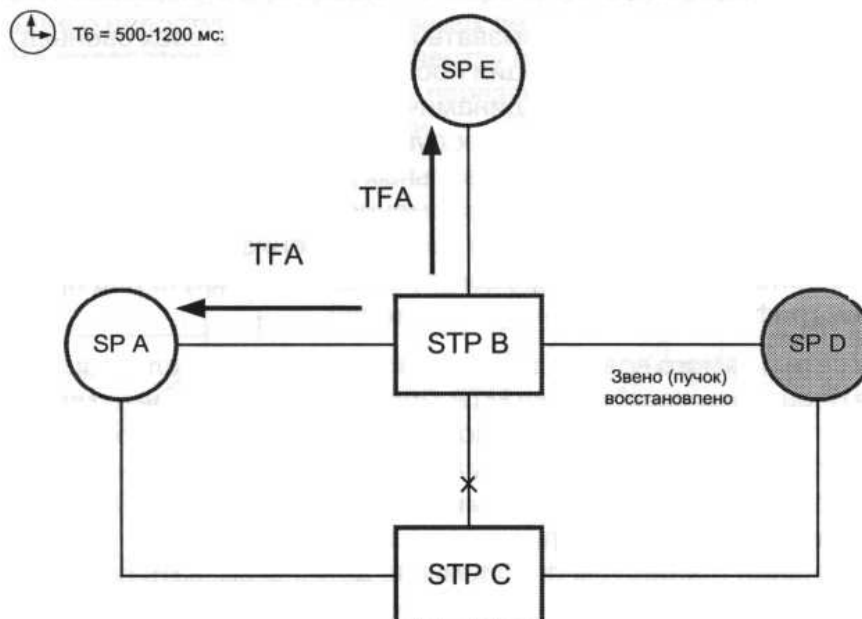
2.3.4.4 Процедура управляемой ремаршрутизации

Задачей управляемой ремаршрутизации является восстановление оптимальной маршрутизации сигнальных сообщений и минимизация случаев нарушения порядка следования сообщений во время восстановления. С этой целью управляемая ремаршрутизация использует процедуру перевода трафика, управляемую выдержкой времени.

Процедура применяется в случае, когда сигнальный маршрут в направлении определенного пункта назначения вновь оказывается доступным (например, после устранения ранее произошедших отказов в удаленных элементах сети сигнализации), и становится возможной процедура обратного перевода трафика с резервного на нормальный сигнальный маршрут.

Процедура управляемой ремаршрутизации (рисунок 2-21) инициируется в пункте сигнализации в момент приема сообщения о разрешении переноса (TFA, Transfer allowed) со стороны смежного транзитного пункта сигнализации (см. раздел 2.3.6.2), посредством которого тот указывает на восстановление возможности доставки сообщений к пункту назначения, то есть на доступность сигнального маршрута.

Рис. 2-21 Пример выполнения процедуры управляемой ремаршрутизации



В пункте сигнализации, получившем сообщение TFA, выполняется следующая последовательность действий:

- останавливается перенос сигнального трафика по пучку звеньев, относящемуся к резервному сигнальному маршруту; этот трафик накапливается в буфере управляемой ремаршрутизации; запускается таймер $T_6=500-1200$ мс;
- если инициирующий процедуру пункт сигнализации является транзитным, то выполняются описываемые ниже процедура разрешения переноса для сигнального маршрута, ставшего доступным, и процедура запрещения переноса для резервного сигнального маршрута (см. раздел 2.3.6);
- при срабатывании таймера T_6 восстанавливается перенос сигнального трафика по пучку звеньев, который относится к сигнальному маршруту, ставшему доступным, начиная с содержимого буфера управляемой ремаршрутизации; целью выдержки времени T_6 является снижение вероятности доставки сообщений в пункт назначения с нарушением очередности их передачи.

2.3.4.5 Процедура перезапуска МТР

Некоторые обстоятельства могут вызвать недоступность всех звеньев пункта сигнализации. Восстановление пункта сигнализации после временной его изоляции от сети влечет за собой необходимость обновления в нем динамических маршрутных данных, так как за время изоляции состояния и смежных, и удаленных пунктов сигнализации, а также пучков звеньев между ними могли измениться. Из-за неправильных данных маршрутизации, а также по причине отсутствия согласованности при одновременном выполнении ряда действий в пункте сигнализации, производящем активизацию и восстановление исходного состояния своих звеньев, если не применять специальных процедур, может возникнуть ряд проблем при восстановлении переноса трафика подсистем-пользователей.

Для защиты сети и самого возвращаемого в сеть пункта сигнализации от сбоев выполняется специальная процедура перезапуска МТР. Процедурой назначается выдержка времени, в течение которой должно быть активизировано достаточное количество сигнальных звеньев и в достаточной мере произведен обмен информацией о текущем состоянии сети между пунктом, производящим перезапуск МТР, и смежными пунктами с целью обновления динамических данных маршрутизации. В данном контексте «достаточно» означает, что оставшиеся неразрешенными по окончании процедуры проблемы не должны вызвать повторный отказ пункта, производящего перезапуск МТР. В случае кратковременной изоляции пункта сигнализации, длящейся менее, чем выдержка времени T_1 (500-1200 мс), процедура перезапуска не применяется.

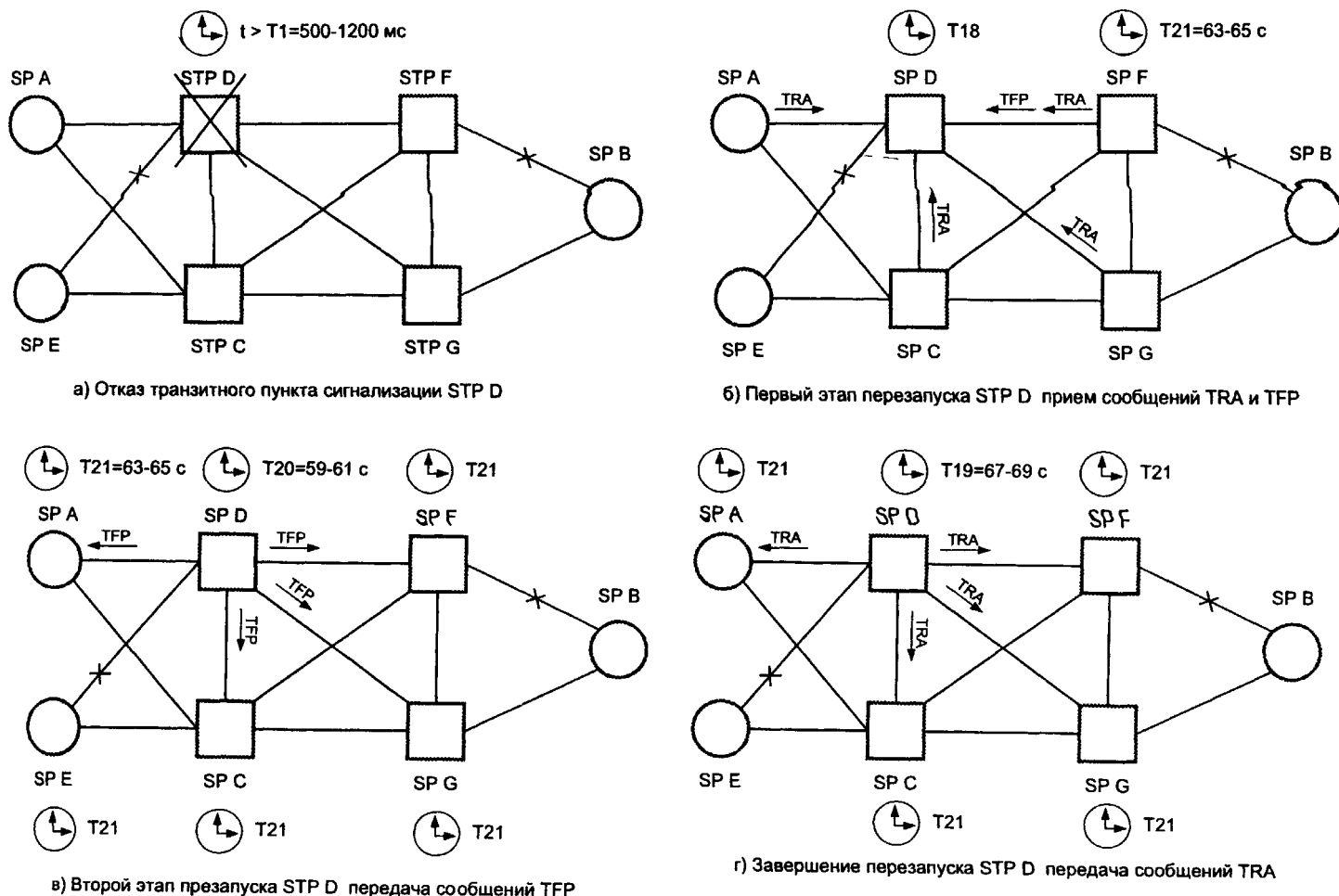
Основной частью процедуры является обмен информацией о состоянии сети. Для того чтобы эта часть процедуры имела смысл, состояние сети не должно изменяться значительно в течение информационного обмена. Поэтому определено общее время перезапуска, как для пункта, в котором производится перезапуск, так и для смежных с ним пунктов сигнализации. В течение этого промежутка времени все действия, связанные с перезапуском, должны быть завершены.

Процедура перезапуска МТР базируется на исходном предположении, что все пункты сигнализации в сети являются достигаемыми. Поэтому в начале процедуры все известные маршруты рассматриваются пунктом, производящим перезапуск, как разрешенные, а обновление информации о действительном состоянии маршрутов выполняется с помощью сообщений о запрещении переноса TFP, получаемых от смежных транзитных пунктов сигнализации.

Процедура перезапуска МТР (рисунок 2-22, а-г) использует сообщение о разрешении перезапуска трафика (TRA, Traffic restart allowed). Формат сообщения TRA приведен на рисунке 2-23. Каждый смежный пункт сигнализации после завершения передачи всех необходимых сообщений о запрещении переноса в сторону пункта сигнализации, производящего переза-

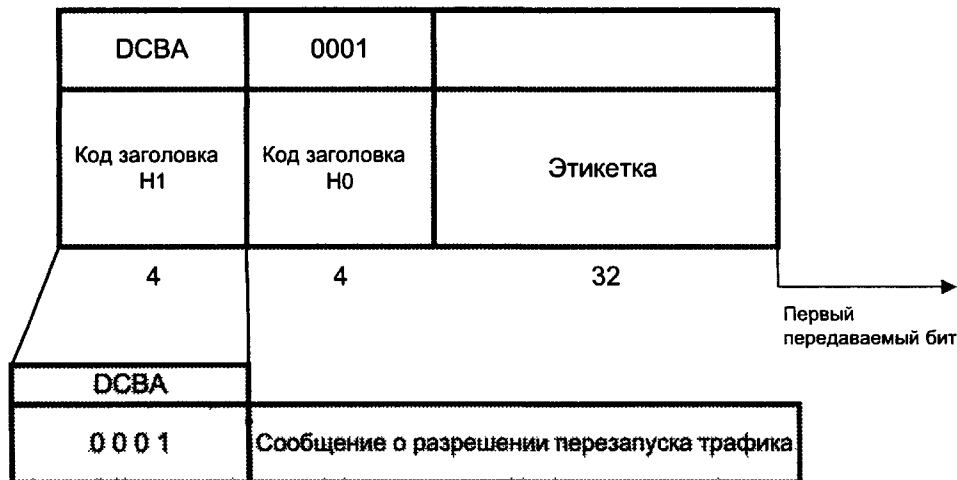
пуск МТР, передает сообщение о разрешении перезапуска трафика TRA, которое указывает, что вся информация о недоступных направлениях передана. Если все направления доступны, то сообщение TRA передается сразу. По количеству принятых сообщений TRA система управления пункта сигнализации, производящего перезапуск, оценивает степень завершенности процесса обновления данных маршрутизации.

Рис. 2-22 (а-г) Процедура перезапуска МТР



После завершения всех действий, связанных с процедурой перезапуска, или по истечении выдержки времени $T20$ (59-61 с), отведенной для процедуры, пункт сигнализации, производящий перезапуск, в свою очередь, также передает всем смежным пунктам, доступным по прямым пучкам звеньев, сообщения о разрешении перезапуска сигнального трафика TRA, которые указывают на завершение процедуры и на возможность переноса трафика подсистем-пользователей.

Рис. 2-23 Формат сообщения TRA



Смежный пункт сигнализации определяет начало процедуры перезапуска, когда ранее недоступный пункт сигнализации переводит первое звено в рабочее состояние на уровне МТР2. В пункте сигнализации, производящем перезапуск, запускается общий таймер перезапуска T20 (а если этот пункт сигнализации является транзитным, то еще и таймер T18), и продолжается активизация или разблокирование остальных звеньев.

С целью ускорить процесс перезапуска рекомендуется переводить в доступное состояние примерно одновременно все пучки звеньев, для чего в пункте, производящем перезапуск, в первую очередь активизируется по одному звену в каждом пучке сигнальных звеньев и используется аварийный период проверки при их фазировании.

В транзитном пункте сигнализации процедура перезапуска состоит из двух этапов. На первом этапе, длительность которого ограничена выдержкой времени T18, производится обновление маршрутных данных в соответствии с полученными сообщениями запрещения (TFP) и разрешения (TFA) переноса, а также сообщениями разрешения перезапуска трафика сигнализации TRA со стороны смежных пунктов. Значение T18 рекомендациями МСЭ-Т не специфицируется, однако отмечается, что за это время должно быть активизировано достаточное для обслуживания ожидаемого трафика подсистем-пользователей количество сигнальных звеньев и пучков, и получено такое число сообщений TRA со стороны смежных пунктов, которое дает необходимое представление о текущем состоянии сети.

Во время второй фазы производящий перезапуск пункт сигнализации информирует смежные пункты о тех своих пучках, которые находятся в состоянии недоступности, передачей сообщений TFP, принимая также во внимание сообщения TFP и TFA, принятые от смежных пунктов во время первой фазы. Все сообщения TRA, принятые во время второй фазы перезапуска, игнорируются. По окончании передачи всех сообщений TFP вторая фаза перезапуска заканчивается, и общий таймер перезапуска T20 останавливается.

Если производящий перезапуск пункт не является транзитным, то вторая фаза не требуется, а первая (и единственная) фаза перезапуска ограничивается общим таймером T20, который останавливается, когда достаточное число звеньев и пучков станет доступным для обслуживания ожидаемого трафика подсистем-пользователей, и будет получено достаточное число сообщений TRA от смежных пунктов сигнализации.

По окончании второй фазы пункт сигнализации, производящий перезапуск, рассылает сообщения TRA всем смежным пунктам по доступным прямым пучкам сигнальных звеньев и информирует свои подсистемы-пользователи об окончании процедуры перезапуска и досягаемости известных пунктов сигнализации. Запускается таймер T19 (67-69 с) для каждого переданного сообщения TRA, и возобновляется нормальная работа подсистемы МТР.

Смежный пункт сигнализации распознает начало перезапуска ранее недостижимого пункта в момент, когда первое звено прямого пучка в его направлении переходит в рабочее состояние на уровне 2 МТР. В смежном пункте сигнализации запускается таймер T21 (63-65 с), и начинается учет всех сообщений TFP и TFA, принятых от производящего перезапуск пункта. Если смежный пункт является транзитным, то после перехода прямого пучка в состояние доступности, в сторону производящего перезапуск пункта передаются сообщения TFP, несущие информацию обо всех недоступных направлениях, после чего передается сообщение TRA.

При приеме сообщения TRA от пункта, производящего перезапуск МТР, таймер T21 в смежном пункте сигнализации останавливается. После этого или при срабатывании таймера T21 все известные пункты сигнализации становятся доступными местным подсистемам-пользователям через пункт, в котором был произведен перезапуск МТР.

2.3.4.6 Процедура запрета доступа к сигнальному звену системой эксплуатационного управления

Процедура запрета доступа к сигнальному звену системой эксплуатационного управления (Management Inhibiting) инициируется с целью ограничения сигнального трафика от подсистем-пользователей посредством объявления сигнального звена недоступным именно для этого вида трафика. Такое ограничение может применяться для решения задач технической эксплуатации звеньев, в частности, для проведения тестирования звена, например, в таких случаях, когда за короткое время фиксируется большое количество процедур перехода на резервное сигнальное звено и обратно, наблюдается повышенный коэффициент ошибок в звене и т.п. В результате действий, вызванных данной процедурой, состояние сигнального звена на уровне МТР2 не изменяется, что позволяет передавать по нему специальные сообщения тестирования.

Запрос запрета доступа к сигнальному звену может быть произведен системой эксплуатационного управления с любой стороны звена. Запрос может быть или принят для исполнения при условии, что действия процедуры запрета не повлияют на ранее доступные направления, или отклонен в определенных состояниях, таких как перегрузка.

В нормальных условиях доступ к звену остается запрещенным до получения запроса отменить запрет. Запрос отмены запрета формируется тем же SP, который инициировал за-

прет. Принудительная отмена запрета доступа к звену может быть произведена по инициативе системы эксплуатационного управления пункта сигнализации или по инициативе системы управления сигнальными маршрутами на любой стороне звена, если пункт назначения стал недоступным для переноса сигнального трафика, в то время как связанный с ним пучок звеньев содержит звенья, доступ к которым запрещен.

Все сообщения (сигналы) из группы запрета доступа к звену системой эксплуатационного управления (группы MIM) содержат три поля: заголовок H0=0110, заголовок H1 и этикетку, содержащую в поле SLC идентификатор сигнального звена, на которое направлено действие сообщения. Формат сообщений группы MIM представлен на рисунке 2-24. Группа MIM содержит следующие сообщения (сигналы):

- запрет доступа к звену LIN (Link inhibit),
- отмена запрета доступа к звену LUN (Link uninhibit),
- подтверждение запрета LIA (Link inhibited acknowledgement),
- подтверждение отмены запрета LUA (Link uninhibited acknowledgement),
- отклонение запрета LID (Link inhibit denied),
- принудительная отмена запрета LFU (Link force uninhibit),
- проверка состояния запрета с ближнего конца LLT (Link local inhibit test),
- проверка состояния запрета с дальнего конца LRT (Link remote inhibit test).

Рис. 2-24. Формат сообщений группы MIM



При приеме запроса запретить доступ к сигнальному звену со стороны системы эксплуатационного управления система управления маршрутами в пункте сигнализации предпринимает следующие действия:

- а) проверяет, не приведет ли запрет к недостижимости направления или к недостижимости смежного пункта сигнализации; если одно из этих условий выполняется, то запрос запрета отклоняется;
- б) если запрет можно выполнить, на удаленный конец звена передается сообщение LIN, содержащее идентификатор звена, доступ к которому запрещается, и запускается таймер ожидания подтверждения T14 (2-3 с);
- в) система управления маршрутами смежного пункта сигнализации при получении сообщения LIN проверяет, не приведет ли запрет к недостижимости направления и, если это так, передает сообщение LID, по получении которого иницилирующий процедуру запрета пункт сигнализации информирует систему эксплуатационного управления о невозможности выполнить запрет;
- г) если в смежном пункте сигнализации принимается решение о возможности запретить доступ к звену, то передается сообщение LIA, и звено переводится в состояние запрета с дальнего конца. Если звено обслуживает сигнальный трафик, то сообщение LIA передается по этому звену, после чего сигнальный трафик переводится на резервное звено с помощью процедуры перевода трафика, контролируемой выдержкой времени, и запускается таймер тестирования состояния запрета с ближнего конца T23 (3-6 мин.);
- д) приняв сообщение LIA, иницилирующий процедуру пункт сигнализации переводит звено в состояние запрета доступа к нему с ближнего конца и информирует систему эксплуатационного управления о выполнении запрета; после этого обслуживавшийся этим звеном сигнальный трафик переводится на резервное звено с помощью процедуры перевода трафика, контролируемой выдержкой времени, и запускается таймер тестирования состояния запрета доступа с дальнего конца T22 (3-6 мин.);
- е) после завершения процедуры перевода трафика на резервное звено в течение времени пока действует запрет, звено недоступно для переноса трафика подсистем-пользователей, но доступно для обмена сообщениями тестирования SLTM/SLTA;
- ж) если по каким-либо причинам сообщение LIA не получено, то по истечении времени T14 процедура повторяется и сопровождается проверкой состояния смежного пункта сигнализации; в случае выявления недоступности направления или неудачной второй попытки об этом информируется система эксплуатационного управления.

При приеме запроса отмены запрета со стороны системы эксплуатационного управления система управления маршрутами пункта сигнализации предпринимает следующие действия:

- а) проверяет возможность передать сообщение LUN к пункту назначения по доступному маршруту или, в случае недоступности маршрута, по звену, относительно которого сформировано сообщение LUN; в случае недоступности всех маршрутов и звена, относительно которого получен запрос, вследствие пребывания его в состоянии отказа, или отказа процессора, система эксплуатационного управления информируется о невозможности отменить запрет;
- б) если отменить запрет можно, к пункту назначения передается сообщение LUN, содержащее идентификатор звена, запрет доступа к которому должен быть отменен;
- в) приняв сообщение LUN, пункт назначения передает подтверждение отмены запрета LUA и удаляет отметку о запрете доступа с дальнего конца; если звено не находится в состоянии запрета с ближнего конца, в состоянии отказа или отказа звена или процессора, оно переводится в доступное состояние, и применяется процедура восстановления работы по нормальному звену;
- г) приняв сообщение подтверждения LUA, пункт сигнализации, инициировавший запрет доступа к звену, отменяет запрет с ближнего конца и информирует об этом систему эксплуатационного управления; если звено не находится в состоянии запрета с дальнего конца, в состоянии отказа звена или процессора, оно переводится в доступное состояние, и проводится процедура восстановления работы по нормальному звену.
- д) если по каким-либо причинам сообщение LUA не поступает в течение времени T12 (800-1500 мс), попытка отменить запрет повторяется, причем эта попытка сопровождается проверкой доступности пункта назначения; в случае недоступности пункта назначения или повторного срабатывания таймера T12 система эксплуатационного управления информируется о невозможности отменить запрет, и запрос его отмены отклоняется;

При приеме запроса отменить запрет доступа к звену со стороны системы управления сигнальными маршрутами в пункте сигнализации, инициировавшем запрет, предпринимаются следующие действия:

- а) проверяется, не находится ли это звено в состоянии отказа или блокировки; если это так, то сообщение LUN к пункту назначения передать невозможно, и запрос отмены запрета отклоняется;

- б) если передача сообщения LUN возможна, то определяется, с какого конца был запрещен доступ к звену;
- в) если доступ был запрещен с ближнего конца, то производятся действия по пунктам б) – д) отмены запрета со стороны системы эксплуатационного управления; если попытка отменить запрет не удастся, то выполняются действия по пункту е) ниже;
- г) если доступ был запрещен с дальнего конца, то запрашивается принудительная отмена запрета передачей сообщения LFU к пункту сигнализации, который был инициатором запрета; при приеме сообщения LFU этим пунктом выполняется процедура отмены запрета в соответствии с пунктами б) – д) отмены запрета со стороны системы эксплуатационного управления; сообщение LFU передается по звену, запрет доступа к которому должен быть отменен;
- д) если по каким-либо причинам сообщение LUN не принимается в ответ на LFU в течение времени T13 (800-1500 мс), то процедура, сопровождаемая проверкой состояния звена, доступ к которому был запрещен, повторяется; если звено находится в состоянии отказа или заблокировано, или таймер T13 сработал вторично, система эксплуатационного управления информируется об отклонении запроса отменить запрет;
- е) если запрос принудительной отмены запрета был отклонен, система управления маршрутами производит попытку отменить запрет доступа к следующему звену.

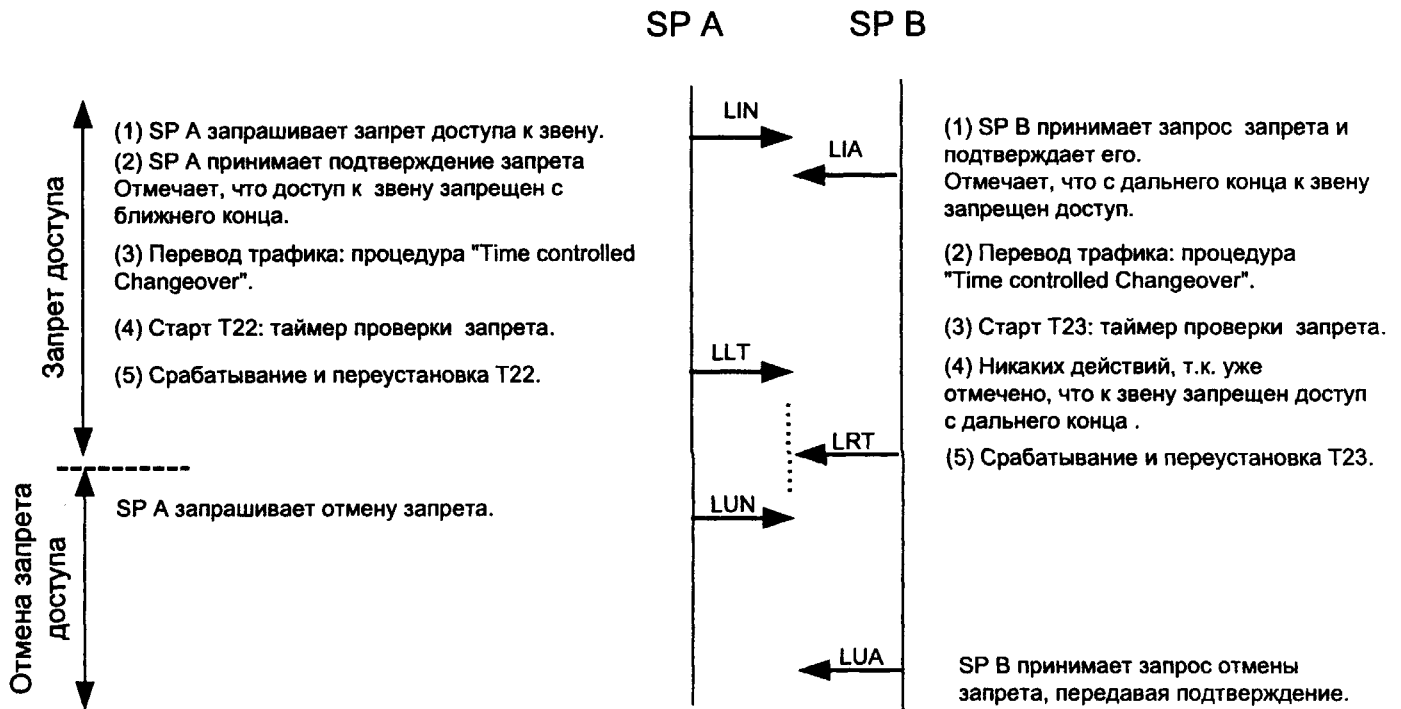
С каждой стороны звена, доступ к которому запрещен, проводится периодическое тестирование с целью контроля сохранения состояния.

Тест запрета с ближнего конца выполняется при срабатывании таймера T22 посредством сообщения LLT. После передачи сообщения LLT таймер T22 запускается заново. Прием сообщения LLT не вызывает никаких действий в пункте назначения, если отмечено, что к звену запрещен доступ на удаленном конце, и вызывает процедуру вынужденной отмены запрета в противном случае.

Тест запрета с дальнего конца выполняется при срабатывании таймера T23 посредством сообщения LRT. После передачи сообщения LRT таймер T23 запускается заново. Прием сообщения LRT не вызывает никаких действий в пункте назначения, если отмечено, что доступ к звену запрещен на ближнем конце, и вызывает процедуру отмены запрета в противном случае.

На рисунке 2-25 приведен пример сценария процедуры запрета и отмены запрета доступа к сигнальному звену.

Рис. 2-25 Пример сценария процедуры запрета и отмены запрета доступа к сигнальному звену



Таймеры T22 и T23 используются для проверки выполнения процедуры запрета, основная цель которой убедиться, что обе стороны звена имеют одинаковый статус. Сообщение LLT отправляется с периодичностью T22, а сообщение LRT – с периодичностью T23. Диапазон значений T22 и T23 – от 3 до 6 минут. Если обнаруживается, что разные стороны звена имеют разный статус, SP передает сообщение принудительной отмены запрета LFU, а состояние запрета, уже существующее на другой стороне, отменяется.

Если на запрос LIN не приходит подтверждение LIA в течение T14 (2-3 с), то делается еще одна попытка запросить запрет.

Таймеры T12 и T13 используются для отмены запрета (LUN) и принудительной отмены запрета (LFU), соответственно. Диапазон значений T12 и T13 – от 800 до 1500 мс.

2.3.4.7 Процедура управления потоком сигнального трафика

Основной целью процедуры управления потоком сигнального трафика (Signalling traffic flow control) является ограничение сигнального трафика на стороне его источника в случае,

когда сеть сигнализации не способна обслужить весь сигнальный трафик, поступающий от подсистемы-пользователя, из-за отказов элементов сети или их кратковременной перегрузки.

Операции управления потоком могут предприниматься, когда несколько раз подряд происходят некоторые события, наиболее важными из которых являются:

- отказы в сети сигнализации (в сигнальных звеньях или в пунктах сигнализации), повлекшие недоступность пучка сигнальных маршрутов. Управление потоком позволяет временно смягчить эту ситуацию до момента, когда будут предприняты более радикальные действия;
- перегрузка сигнального звена или пункта сигнализации привела к ситуации, в которой реконфигурация сети не целесообразна;
- подсистема-пользователь не способна из-за отказа обрабатывать сообщения, доставляемые подсистемой переноса сообщений.

После восстановления нормальной пропускной способности сети или ее элемента функции управления потоками восстанавливают нормальный поток трафика.

При отсутствии доступных маршрутов к одному из пунктов назначения подсистема МТР информирует соответствующую подсистему-пользователя о невозможности доставки сообщения адресату. Подсистема-пользователь останавливает генерацию сигнального трафика в направлении недостижимого пункта сигнализации.

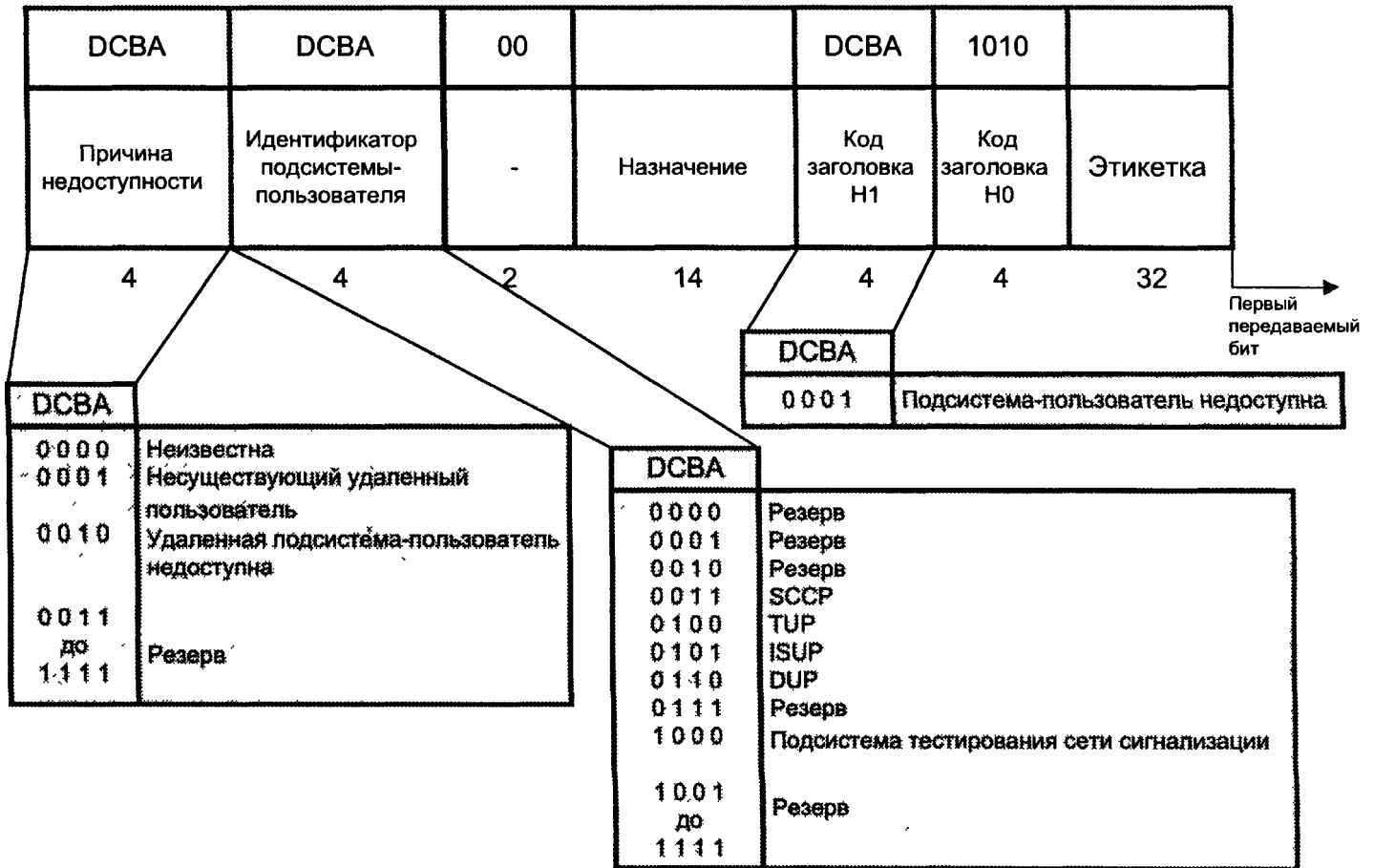
После того как маршрут к ранее недоступному пункту назначения становится доступным, подсистема МТР информирует подсистему-пользователя о возможности переноса трафика, после чего та предпринимает действия, которые необходимы для начала генерации сигнальной информации, адресованной к теперь достижимому пункту сигнализации.

Если пучок сигнальных маршрутов переходит в состояние перегрузки, то индикация перегрузки через внутренний интерфейс передается от подсистемы МТР к подсистеме-пользователю при приеме от нее каждого восьмого сообщения, отправляемого по перегруженному пучку маршрутов. Транзитный пункт сигнализации уведомляет исходящий пункт о перегрузке пучка маршрутов, передавая в его сторону сообщения управления переносом (TFC, Transfer control) при приеме каждого восьмого сообщения к пункту назначения, достижимому по перегруженному пучку маршрутов, или по входящему в него перегруженному пучку звеньев, или по отдельному звену.

Группа сообщений управления потоком сигнального трафика от подсистем-пользователей UFC (код заголовка H0=1010) содержит одно сообщение – подсистема-пользователь недоступна UPU (User part unavailable), – формат которого представлен на рисунке 2-26.

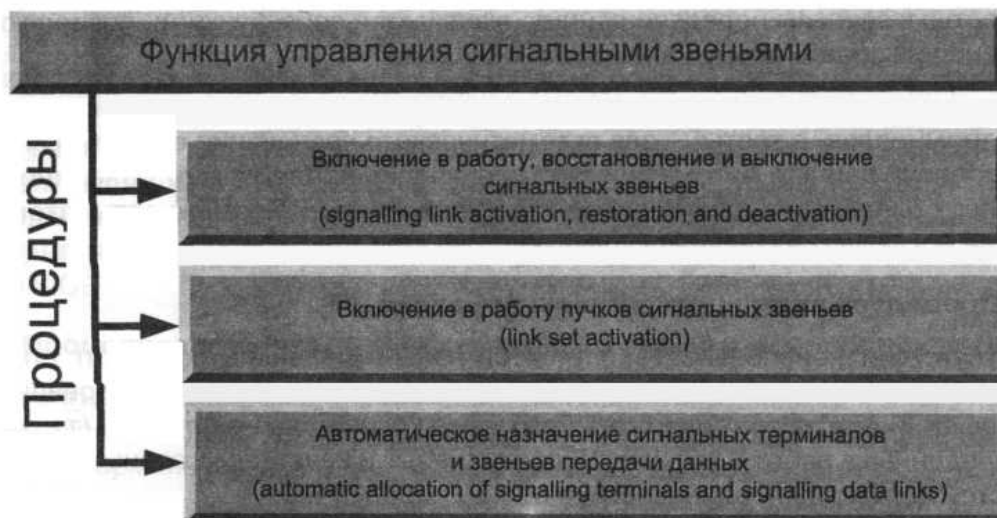
Если в пункте назначения подсистема МТР не может передать местной подсистеме-пользователю принятое сообщение из-за недоступности последней, в сторону исходящего пункта сигнализации передается сообщение UPU.

Рис. 2-26 Формат сообщения UPU



2.3.5 Управление сигнальными звеньями

Функция управления сигнальными звеньями используется для восстановления отказавших сигнальных звеньев, для включения в работу еще не сфазированных звеньев и для выведения из работы сфазированных сигнальных звеньев.



Функция управления сигнальными звеньями предоставляет средства создания и технической эксплуатации пучков сигнальных звеньев. Пучок сигнальных звеньев состоит из одного или более сигнальных звеньев, имеющих определенный уровень приоритета. Сигнальному звену перед включением в работу назначается звено передачи данных и сигнальный терминал на каждой стороне звена передачи данных. В случае неисправности функция управления сигнальными звеньями производит действия, направленные на восстановление нормальной работоспособности пучка сигнальных звеньев.

Процедура подготовки звена или пучка звеньев к переносу ими сигнального трафика называется включением или активизацией. В случае отказа сигнального звена применяется процедура восстановления, которая может предусматривать замену отказавших звеньев передачи данных или сигнальных терминалов. Процедура выведения звена или пучка звеньев из работы называется выключением или деактивизацией.

Идентификатор сигнального звена не зависит от внутренней нумерации сигнальных терминалов и звеньев передачи данных в смежных пунктах и переносится в поле SLC, которое содержится в этикетке сообщений управления сетью сигнализации.

Существует три группы процедур управления сигнальными звеньями. Каждая группа соответствует определенному уровню автоматизации процессов назначения и реконфигурации оборудования в пункте сигнализации. Базовая группа процедур не предусматривает автоматических средств назначения и реконфигурации. Две остальные группы процедур управления звеньями являются опциональными и в случае, когда сигнальные терминалы имеют комму-

тируемый доступ к звеньям передачи данных, включают в себя функции, позволяющие более эффективно использовать оборудование сигнализации.

Вторая группа процедур управления предназначена для автоматического назначения сигнальных терминалов, а третья – для автоматического назначения сигнальных терминалов и звеньев передачи данных. Автоматическое назначение предполагает объединение звеньев пучка в группы, обладающие идентичными характеристиками. Возможность автоматического назначения не исключает назначения вручную.

2.3.5.1 Процедура включения сигнального звена

При отсутствии неисправностей пучок сигнальных звеньев содержит определенное количество активных (т.е. успешно прошедших процедуру начального фазирования) звеньев. Кроме того, пучок может также содержать некоторое количество неактивных (т.е. не включенных, или не введенных в работу) звеньев. Число активных и неактивных звеньев при отсутствии неисправностей должно быть одинаковым с обеих сторон пучка.

Для активизации неактивных звеньев в пучке запускается процедура начального фазирования. Если начальное фазирование завершается успешно, то звено становится активным, и запускается процедура тестирования сигнального звена. После успешного завершения процедуры тестирования звено готово к переносу сигнального трафика.

В случае неуспешной первой попытки, по окончании выдержки времени T17 (800-1500 мс) выполняются дальнейшие попытки начального фазирования. При неуспешном тестировании приводится в действие процедура восстановления сигнального звена, длящаяся до момента перехода звена в активное состояние или до его выключения вручную эксплуатационным персоналом пункта сигнализации.

2.3.5.2 Процедура восстановления сигнального звена

Процедура восстановления сигнального звена аналогична процедуре его включения. Отличие заключается в том, что восстановление проводится после обнаружения сбоев в работающем сигнальном звене. Если начальное фазирование при восстановлении завершается успешно, запускается процедура тестирования сигнального звена. После успешного завершения процедуры тестирования звено считается восстановленным и готовым для обслуживания сигнального трафика.

В случае неуспешной первой попытки начального фазирования действия при восстановлении аналогичны действиям, проводимым при включении звена.

2.3.5.3 Процедура выключения сигнального звена

Активное сигнальное звено может быть переведено в неактивное состояние посредством процедуры выключения звена из работы. Может быть выключено только такое звено, которое не переносит сигнального трафика. Следовательно, эксплуатационный персонал пункта сигнализации должен принять превентивные меры для удаления сигнального трафика из звена, подлежащего выключению. Сигнальный терминал выключенного звена переходит в состояние «вне обслуживания» и передает на удаленный конец сигнальные единицы LSSU с индикацией SIOS.

2.3.5.4 Процедура включения пучка сигнальных звеньев

Пучок сигнальных звеньев, не имеющий ни одного находящегося в работе звена, вводится в работу посредством процедуры включения. Различают два вида процедур включения пучка в работу: нормальное включение и аварийный перезапуск.

Процедура нормального включения применяется при первоначальной активизации пучка звеньев или в случае нормального перезапуска. Нормальный перезапуск применяется в следующих, не вызвавших аварийной ситуации случаях:

- при неисправности всех звеньев пучка;
- при перезапуске процессора в пункте сигнализации;
- при других неисправностях, связанных со взаимодействием между смежными пунктами сигнализации.

Перед включением пучка все входящие в него сигнальные звенья находятся в неактивном состоянии. При старте процедуры нормального включения в работу пучка сигнальных звеньев запускаются процедуры включения отдельных звеньев, входящих в пучок. Включение звеньев выполняется до тех пор, пока все они не перейдут в активное состояние. Перенос сигнального трафика в пучке может начинаться с момента перехода в активное состояние хотя бы одного сигнального звена.

Процедура аварийного перезапуска применяется при необходимости немедленного перезапуска пучка сигнальных звеньев, т.е. в случаях, когда процедура нормального включения в работу может оказаться недостаточно быстрой. Точные критерии применения процедуры аварийного перезапуска могут варьироваться. В качестве возможных ситуаций, требующих аварийного перезапуска, могут рассматриваться, например, такие:

- сигнальный трафик по пучку, который должен быть подвергнут процедуре перезапуска, заблокирован;
- невозможна связь с удаленным пунктом сигнализации.

При старте процедуры аварийного перезапуска пучка запускаются процедуры включения в работу отдельных звеньев, входящих в пучок. В этом случае соответствующие сигнальные терминалы переводятся в состояние, приводящее к передаче сигнальных единиц LSSU с индикацией статуса аварийного фазирования SIE, и применяется процедура аварийной проверки с укороченными значениями соответствующих выдержек времени. Когда аварийная ситуация прекращается, происходит переход сигнальных терминалов в состояние, приводящее к передаче LSSU с индикацией статуса SIN. После этого в сигнальных терминалах выполняется процедура нормальной проверки с соответствующими значениями выдержек времени.

2.3.5.5 Процедуры автоматического назначения сигнальных терминалов и звеньев передачи данных

2.3.5.5.1 Автоматическое назначение сигнальных терминалов

Если используется автоматическое назначение сигнальных терминалов, то пучок сигнальных звеньев состоит из определенного количества активных звеньев и может содержать некоторое число неактивных звеньев. Каждому из неактивных звеньев назначено определенное звено передачи данных, однако сигнальные терминалы им могут быть не назначены. Количество активных и неактивных звеньев в пучке и их приоритетность должны быть одинаковыми с обеих сторон пучка. Если количество активных звеньев в пучке по некоторым причинам становится меньше заданного (из-за их отказа или после выполнения первоначального включения пучка), то в пункте сигнализации предпринимаются автоматические действия по включению в работу новых звеньев, начиная со звена с высшим уровнем приоритета.

При выполнении процедур включения и восстановления сигнальным звеньям автоматически назначаются сигнальные терминалы в соответствии со следующими принципами:

- по возможности выбирается свободный сигнальный терминал, т.е. не связанный с каким либо звеном передачи данных;
- если свободного сигнального терминала нет, то выбирается тот, который назначен звену, не прошедшему успешно процедуру восстановления или включения в работу.

Пучку сигнальных звеньев может быть назначено определенное количество сигнальных терминалов. Сигнальный терминал может быть переназначен от звена, входящего в один пучок, звену из другого пучка только в том случае, если количество сигнальных терминалов в первом пучке после переназначения останется не меньше заранее заданной величины.

Если вследствие восстановления звеньев число активных звеньев в пучке становится больше заданного, то в рамках процедуры выполняется автоматическое выключения из работы звена с наименьшим уровнем приоритета (предварительно требуется удалить из звена сигнальный трафик).

2.3.5.5.2 Автоматическое назначение звена передачи данных

Если используется автоматическое назначение звеньев передачи данных, то пучок сигнальных звеньев состоит из определенного количества активных звеньев и может содержать некоторое число неактивных звеньев. Неактивным звеньям не назначены ни звенья передачи данных, ни сигнальные терминалы. Количество активных и неактивных звеньев в пучке и их приоритетность должны быть одинаковыми с обеих сторон пучка. Если количество активных звеньев в пучке по каким-либо причинам становится меньше заданного (из-за их отказа или при первоначальном включении пучка), то в пункте сигнализации предпринимаются автоматические действия по включению в работу новых звеньев, начиная со звена с высшим уровнем приоритета.

Автоматическое назначение звеньев передачи данных может применяться при выполнении процедур включения и восстановления сигнальных звеньев. При этом для сигнального звена какой-либо группы может быть выбрано любое звено передачи данных из числа пригодных для этой группы.

Звенья передачи данных, пригодные для группы звеньев, определяются двусторонним соглашением, например, в группу могут входить все разговорные каналы между двумя станциями. Звено передачи данных может также быть организовано как полупостоянное соединение через одну или более промежуточных станций.

Идентификация звена передачи данных, которое будет использовано для конкретного сигнального звена, определяется в одном из участвующих в процедуре пунктов сигнализации, о чем сообщается удаленной стороне при помощи сообщения с командой подключить звено передачи данных (DLC, Signalling data link connection order). Контроль выбора звена передачи данных производит тот пункт сигнализации, который инициировал процедуру включения или восстановления. В том случае, когда два пункта сигнализации инициировали процедуру с обеих сторон одновременно, контролирующим является пункт сигнализации с наибольшим значением кода пункта сигнализации, включенного в поле этикетки сообщения DLC.

После того как канал первичного тракта выбран пунктом сигнализации для использования в качестве звена передачи данных, он объявляется недоступным для иного применения, например, в качестве разговорного, и в сторону удаленного пункта передается команда подключить назначенное звено передачи данных к сигнальному терминалу. В ответ на сообщение DLC встречный пункт сигнализации передает сообщение о результате попытки подключить звено передачи данных.

Сообщение DLC входит в группу сообщений подключения звена передачи данных DLM (код заголовка H0=1000). Формат сообщения DLC представлен на рисунке 2-27.

Рис. 2-27 Формат сообщения DLC



Сообщение подтверждения приема команды подключить звено передачи данных тоже входит в группу сообщений подключения звена передачи данных DLM. Это сообщение может содержать один из трех сигналов: «подключение произведено» (CSS, Connection-successful), «подключение не произведено» (CNS, Connection-not-successful), «подключение невозможно» (CNP, Connection-not-possible). Формат сообщения подтверждения приема команды подключить звено передачи данных представлен на рисунке 2-28.

Рис. 2-28 Формат сообщения подтверждения приема команды подключить звено передачи данных



2.3.6 Управление сигнальными маршрутами

Функция управления сигнальными маршрутами используется для обеспечения надежного обмена между пунктами сигнализации информацией о доступности сигнальных маршрутов. Информация о недоступности, ограниченной и полной доступности сигнальных маршрутов передается в рамках процедур запрещения, ограничения и разрешения переноса сообщений, соответственно.



Если в направлении одного пункта назначения определено нескольких маршрутов, то им назначаются разные уровни приоритетов. Обычно каждый пункт сигнализации имеет основной сигнальный маршрут в направлении пункта назначения, который является кратчайшим с точки зрения количества транзитных пунктов. В дополнение к основному определяются резервные маршруты, используемые в случае отказа кратчайшего маршрута в порядке назначенного им уровня приоритета.

Проблемы маршрутизации связаны с отказами звеньев или пучков, составляющих маршрут. Цель функции управления маршрутами состоит в том, чтобы отклонить сигнальный

трафик от проблемного маршрута. Цель достигается передачей сообщений управления переносом, идентифицирующих проблемное направление указанием кода пункта назначения.

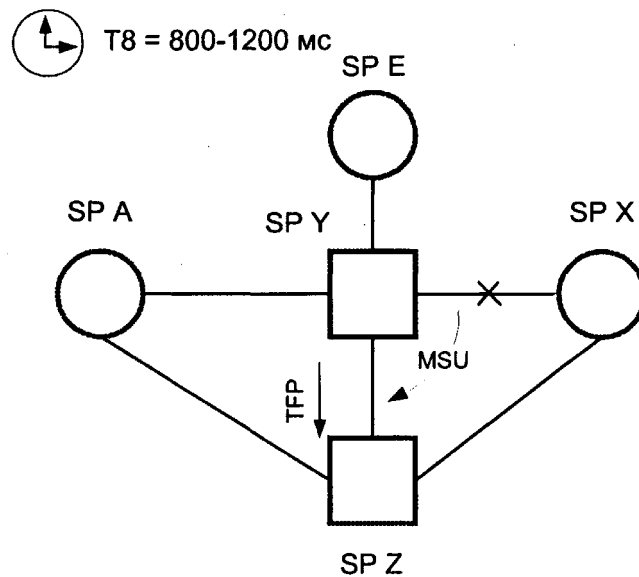
Определение текущего состояния маршрута производится процедурой проверки пучка сигнальных маршрутов, а передача информации о перегрузке пучка маршрутов – в рамках процедуры проверки состояния перегрузки пучка сигнальных маршрутов.

2.3.6.1 Процедура запрещения переноса

Процедура запрещения переноса выполняется в транзитном пункте сигнализации, который должен направлять сообщения к определенному пункту назначения, когда этот пункт должен известить один или несколько смежных пунктов сигнализации о том, что к нему соответствующие сообщения больше направляться не должны. Процедура является следствием полного отказа кратчайшего маршрута к пункту назначения и использует сообщение запрещения переноса TFP касательно пункта назначения X, которое передается транзитным пунктом сигнализации Y в следующих случаях:

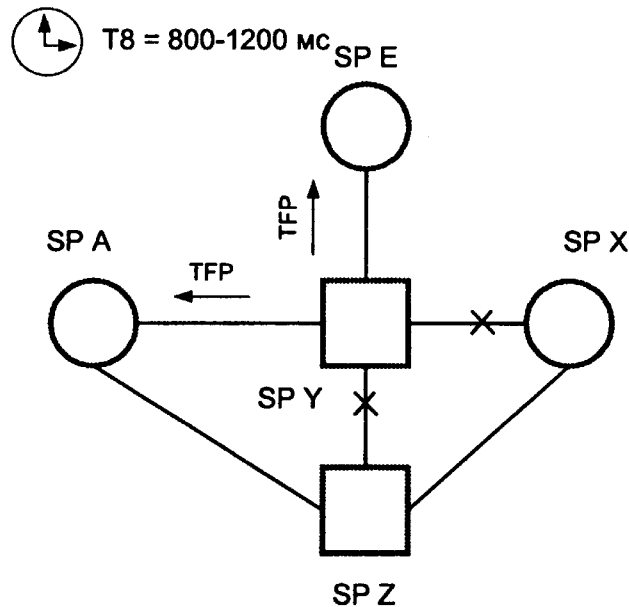
- транзитный пункт сигнализации Y, вследствие переключения на резерв, восстановления исходного состояния, управляемой или вынужденной ремаршрутизации, начинает переносить сигнальный трафик к пункту назначения X через транзитный пункт сигнализации Z, не используемый в этих целях в текущий момент; сообщение TFP относительно пункта назначения X передается к пункту Z (рисунок 2-29);

Рис. 2-29 TFP относительно пункта X передается к пункту Z



- транзитный пункт сигнализации Y определяет невозможность переноса сообщений в направлении пункта сигнализации X вследствие отсутствия резервных звеньев и маршрутов; сообщение TFP относительно пункта назначения X передается всем смежным пунктам сигнализации (рисунок 2-30);

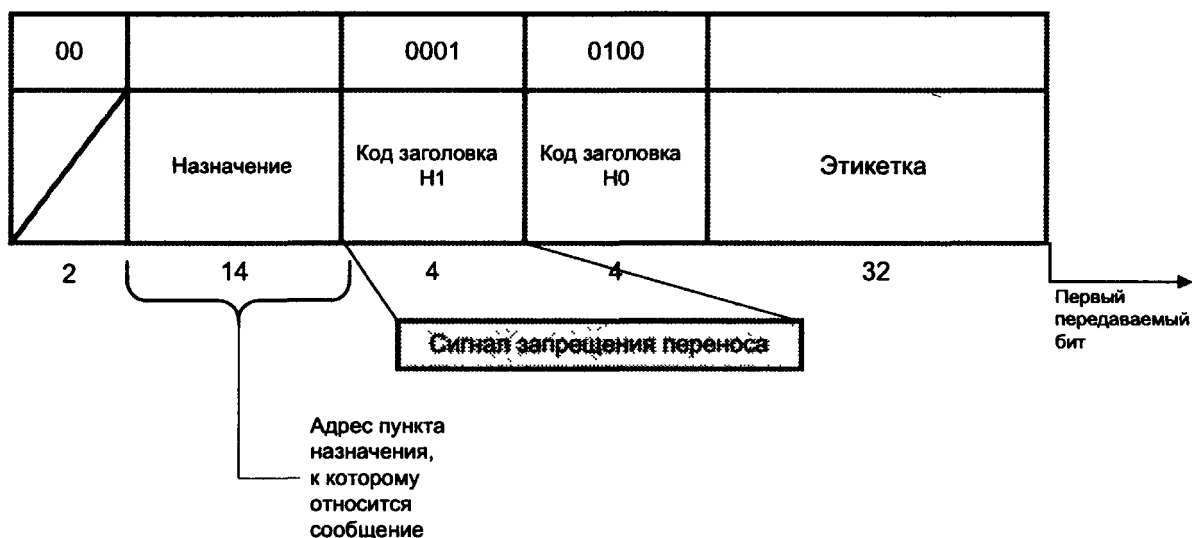
Рис. 2-30 TFP относительно пункта X передается всем смежным пунктам сигнализации



- транзитный пункт сигнализации Y не способен передать сообщение, полученное в направлении пункта сигнализации X; сообщение TFP относительно пункта назначения X передается к тому смежному пункту сигнализации, от которого получено сообщение, которое не удалось передать;
- смежный пункт сигнализации Z становится достижимым; сообщение TFP относительно пункта назначения X передается транзитным пунктом сигнализации Y к пункту Z, если X недостижим со стороны Y;
- транзитный пункт сигнализации Y начинает процедуру перезапуска; сообщение TFP относительно пункта назначения X передается всем достижимым смежным пунктам сигнализации, если X недостижим со стороны Y.

Сообщение запрещения переноса (TFP, Transfer-prohibited) входит в группу сообщений запрещения и разрешения TFM (код заголовка H0=0100) и адресуется всегда смежному пункту сигнализации. Формат сообщения TFP изображен на рисунке 2-31.

Рис. 2-31 Формат сообщения TFP



При приеме сообщения TFP, фактически означающего недоступность соответствующего сигнального маршрута, смежный пункт сигнализации начинает процедуру вынужденной ремаршрутизации и, в случае необходимости, сам формирует сообщения TFP к другим пунктам.

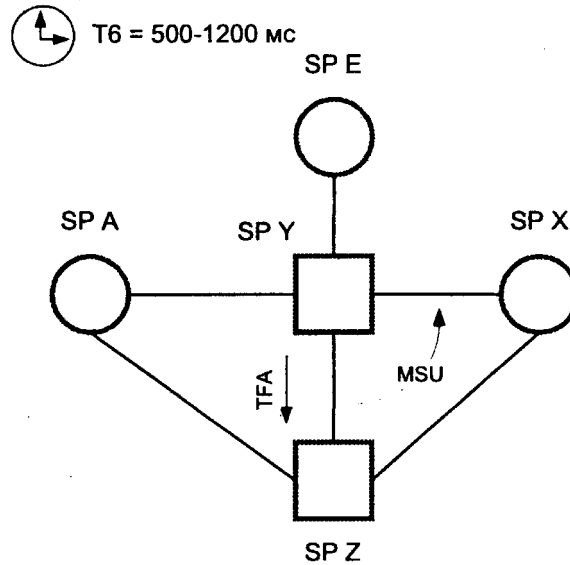
2.3.6.2 Процедура разрешения переноса

Процедура разрешения переноса выполняется в транзитном пункте сигнализации в том случае, когда он должен сообщить одному или нескольким смежным пунктам, что они могут направлять к нему, в случае необходимости, сообщения, адресованные определенным пунктам назначения.

Процедура использует сообщение разрешения переноса сигнального трафика (TFA, Transfer allowed), передаваемое транзитным пунктом сигнализации Y относительно пункта назначения X в следующих случаях:

- транзитный пункт сигнализации Y, вследствие выполнения им процедур возврата трафика на исходное звено или управляемой ремаршрутизации, перестает направлять сигнальный трафик к пункту назначения X через транзитный пункт сигнализации Z, к которому этот трафик был ранее перенаправлен вследствие выполнения процедур перехода на резервное звено или вынужденной ремаршрутизации; сообщение TFA относительно пункта назначения X передается к пункту сигнализации Z (рисунок 2-32);

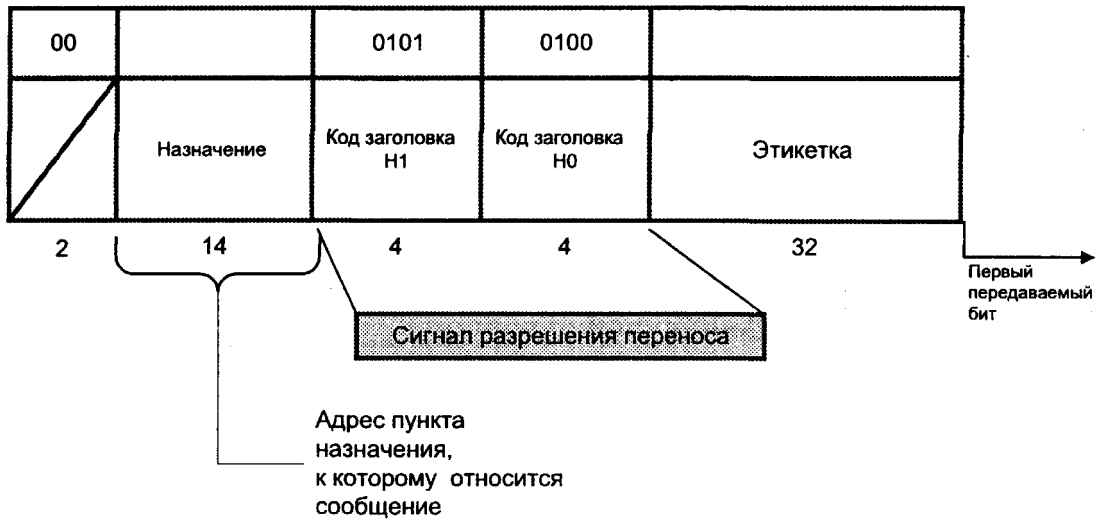
Рис. 2-32 TFA относительно пункта X передается к пункту Z



- транзитный пункт сигнализации Y, вследствие перехода звена или маршрута в доступное состояние, вновь получает возможность направлять сигнальный трафик к пункту назначения X; сообщение TFA относительно пункта назначения X передается ко всем достигаемым смежным пунктам сигнализации.

Сообщение TFA тоже входит в группу сообщений запрещения и разрешения TFM и адресуется всегда смежному пункту сигнализации. Формат сообщения TFA изображен на рисунке 2-33.

Рис. 2-33 Формат сообщения TFA



При приеме от транзитного пункта сигнализации Y сообщения TFA, фактически означающего доступность маршрута в направлении пункта сигнализации X, смежный пункт выполняет процедуру управляемой ремаршрутизации, и, в случае необходимости, сам передает сообщения TFA другим смежным пунктам сигнализации.

2.3.6.3 Процедура ограничения переноса

Процедура ограничения переноса выполняется в пункте сигнализации, который играет роль транзитного пункта для сообщений, относящихся к определенному пункту назначения, когда этот транзитный пункт должен указать одному или нескольким смежным пунктам сигнализации, что они, по мере возможности, должны прекратить маршрутизацию через него соответствующих сообщений.

Процедура использует сообщение ограничения переноса (TFR, Transfer restricted), передаваемое в следующих случаях:

- нормальный пучок звеньев, используемый транзитным пунктом Y для маршрутизации сообщений в направлении X в течение длительного времени находится в состоянии отказа вследствие неисправности оборудования; сообщение TFR относительно X передается ко всем достигаемым смежным пунктам;
- наблюдается перегрузка на резервном пучке, используемом в текущее время для переноса трафика в направлении пункта назначения X; сообщение TFR относительно X передается ко всем достигаемым смежным пунктам;
- смежный пункт сигнализации стал достигаемым; транзитный пункт сигнализации передает смежному пункту сообщения TFR относительно всех направлений, перенос трафика по которым должен быть ограничен;
- пункт сигнализации производит перезапуск МТР; производящий перезапуск пункт передает всем смежным пунктам сообщения TFR относительно направлений, перенос трафика по которым должен быть ограничен.

Сообщение TFR тоже входит в группу сообщений запрещения и разрешения TFM и передается всегда смежному пункту сигнализации по любому доступному маршруту. Формат сообщения TFR представлен на рисунке 2-34.

Рис. 2-34 Формат сообщения TFR



При приеме сообщения TFR в пункте сигнализации выполняется процедура управляемой ремаршрутизации. Резервный пучок сигнальных звеньев должен иметь тот же приоритет, и на него не должно быть наложено ограничение переноса в направлении, указанном в принятом сообщении TFR.

2.3.6.4 Процедура проверки пучка сигнальных маршрутов

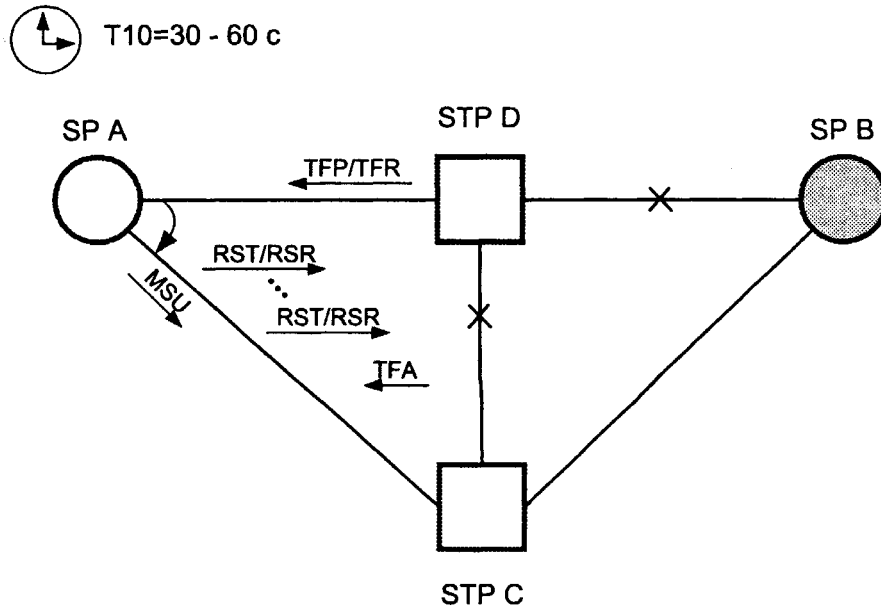
Процедура проверки пучка маршрутов позволяет SP определить, возможность переноса сигнального трафика к определенному SP через смежный STP.

Процедура использует группу сообщений тестирования пучка сигнальных маршрутов (RSM) и процедуры разрешения и запрещения переноса. Процедура применяется для восстановления информации о достигаемости направлений, которая потенциально могла быть утрачена вследствие отказов в сети сигнализации. Пример выполнения процедуры проверки пучка сигнальных маршрутов представлен на рисунке 2-35.

Сообщения тестирования пучка маршрутов для пункта назначения с ограничениями переноса к нему сообщений (RSR, Signalling-route-set-test signal for restricted destination) или пункта назначения, перенос к которому запрещен (RST, Signalling-route-set-test signal for prohibited destination) передаются исходящим SP после приема сообщений TFR или TFP, соответственно, относительно SP назначения со стороны смежного STP.

Сообщения RSR и RST передаются с периодичностью T10 (30-60 с) до приема сообщения TFA, указывающего на то, что пункт назначения вновь стал достигаем.

Рис. 2-35 Пример выполнения процедуры проверки пучка сигнальных маршрутов



Сообщения RSR входят в группу сообщений тестирования пучка сигнальных маршрутов RSM (код заголовка H0=0101). Формат сообщений RST и RSR изображен на рисунке 2-36.

Рис. 2-36 Формат сообщений RST и RSR



При приеме сообщения из группы RSM транзитный пункт сигнализации производит сравнение сведений о состоянии направления, полученных в сообщении, с текущими динамическими данными, хранящимися в его маршрутных таблицах. В случае выявления несоответствия полученной информации и текущих данных со стороны транзитного пункта сигнализации в сторону пункта-инициатора проверки маршрута передаются:

- сообщение разрешения переноса TRA относительно тестируемого пункта назначения, если он достижим со стороны транзитного пункта сигнализации по пучку звеньев нормального маршрута, не соединенному с пунктом-инициатором сообщения тестирования;
- сообщение ограничения переноса TFR относительно тестируемого пункта назначения, если он достижим со стороны транзитного пункта сигнализации по пучку звеньев резервного маршрута, не проходящего через пункт-инициатор сообщения тестирования;
- сообщение TFP во всех остальных случаях, включая недостижимость тестируемого направления.

При приеме сообщения TFP, фактически означающего недоступность испытываемого маршрута, смежный пункт сигнализации начинает процедуру вынужденной ремаршрутизации и, в случае необходимости, сам формирует сообщения TFP к другим пунктам. При приеме от транзитного пункта сигнализации сообщения TFA, фактически означающего доступность испытываемого маршрута, смежный пункт выполняет процедуру управляемой ремаршрутизации, и, в случае необходимости, сам передает сообщения TFA другим смежным пунктам сигнализации.

2.3.6.5 Процедура управляемого переноса

В международной сети процедура управляемого переноса используется с одной целью: с помощью сообщения управления переносом (TFC, Transfer control) доставить индикацию перегрузки от пункта сигнализации, где обнаружена перегрузка, к исходящему пункту сигнализации.

В национальных сетях, применяющих назначение приоритетов для управления потоком сигнального трафика в случае перегрузки, процедура управляемого переноса выполняется в STP, когда он должен известить один или несколько исходящих пунктов о необходимости прекратить маршрутизацию через него сообщений, относящихся к определенному пункту назначения, с приоритетом равным или ниже заданного.

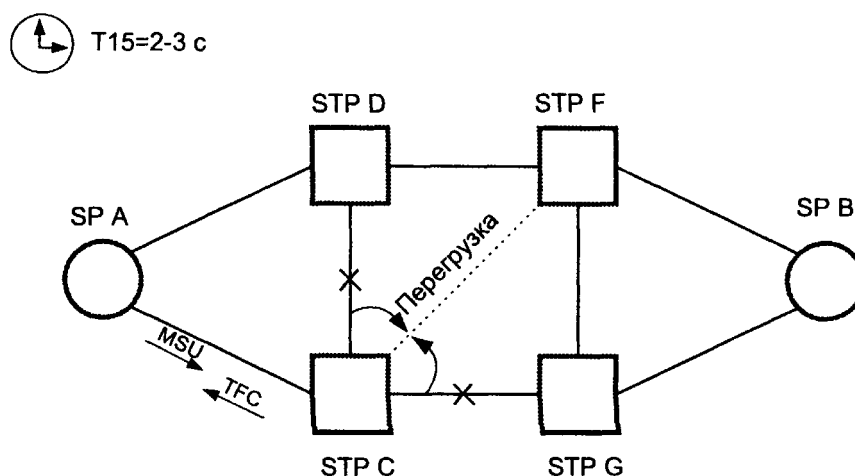
В национальной сети, где не используется назначение приоритетов, процедура управляемого переноса служит для доставки с помощью сообщения TFC индикации перегрузки от пункта сигнализации, где обнаружена перегрузка, к исходящему пункту сигнализации.

В национальных сетях, использующих несколько значений статуса перегрузки (до 4) и не применяющих назначение приоритетов, резервные биты, содержащиеся в сообщении TFC, используются для обозначения текущего уровня перегрузки звена.

Пример выполнения процедуры управляемого переноса (рисунок 2-37):

1. SP A отправляет сообщение (MSU), предназначенное SP B.
2. Возможный маршрут: SP A – (пучок AC) – STP C – (пучок CF)– STP F – (пучок FB) – SP B.
3. Пучок CF перегружен.
4. STP C передает SP A сообщение TFC (в ответ на MSU для SP B). Сообщение TFC содержит текущее значение статуса перегрузки.
5. SP A, приняв сообщение TFC относительно SP B, проверяет текущее значение статуса перегрузки маршрута.
6. Если текущее значение статуса перегрузки в направлении SP B меньше значения, принятого в сообщении TFC, производится его замена значением, принятым в сообщении.
7. Если в течение времени T15 (2-3 с) после приема последнего сообщения TFC принимается еще одно сообщение TFC для того же направления, но содержащее значение статуса перегрузки, большее текущего, производится замена текущего значения тем значением, которое принято в сообщении.

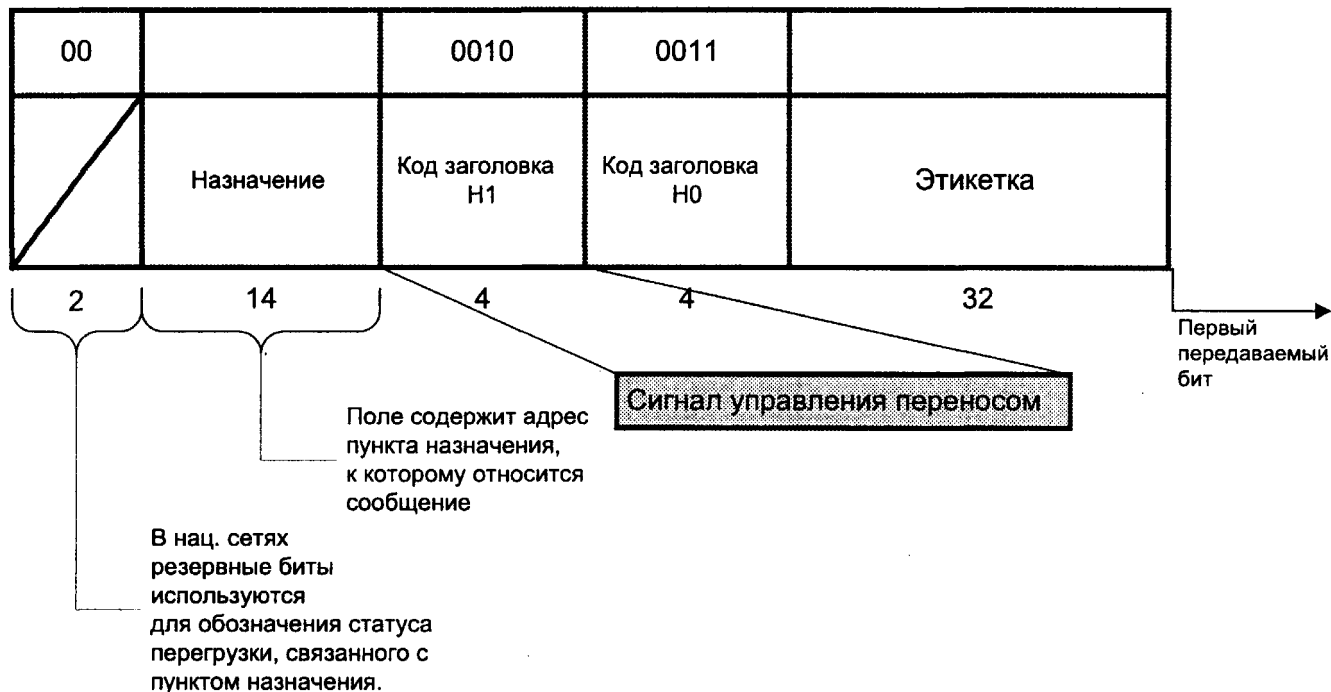
Рис. 2-37 Пример выполнения процедуры управляемого переноса



8. При срабатывании таймера T15 выполняется процедура проверки перегрузки пучка сигнальных маршрутов.

Сообщение TFC входит в группу сообщений управления потоками сигнального трафика FCM (код заголовка H0=0011). Формат сообщения TFC представлен на рисунке 2-38.

Рис. 2-38 Формат сообщения TFC



2.3.6.6 Процедура проверки перегрузки пучка сигнальных маршрутов

Процедура проверки перегрузки пучка сигнальных маршрутов используется в исходящем пункте сигнализации для коррекции уровня перегрузки, связанного с маршрутом к определенному пункту назначения, и предназначено для того, чтобы определить, возможна ли передача к этому пункту сообщения с заданным или более высоким уровнем приоритета.

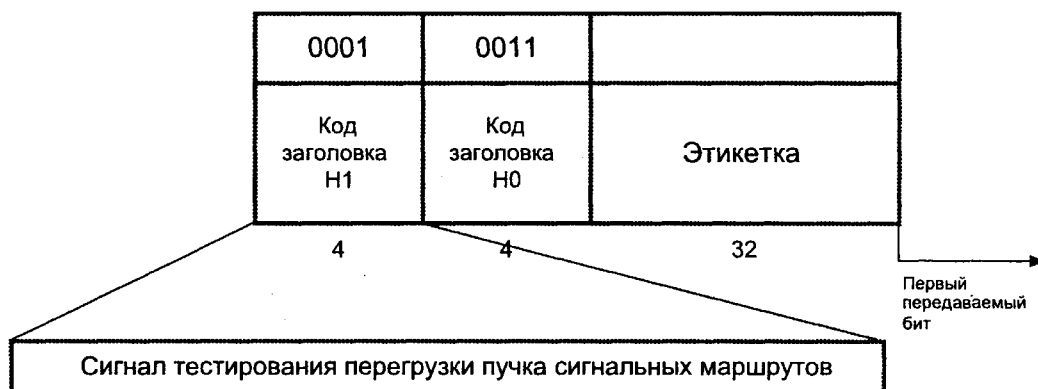
При перезапуске MTP уровень перегрузки всех пучков маршрутов сигнализации в пункте сигнализации считается нулевым. Для проверки текущего состояния пучков процедура использует сообщение тестирования уровня перегрузки пучка сигнальных маршрутов (RCT, Signalling-route-test-congestion-test signal). Механизм отклика на тестовые сообщения во время выполнения процедуры управления переносом корректирует данные о состоянии пучков маршрутов, значение уровня перегрузки которых в действительности не равно нулю.

При условии, что пучок сигнальных маршрутов в направлении пункта сигнализации X не находится в недоступном состоянии, сообщение RCT передается в следующих случаях:

- по истечении времени T15 после последнего обновления значения уровня перегрузки в направлении X вследствие приема сообщения TFC относительно этого направления;
- по истечении времени T16 (1400-2000 мс) после передачи сообщения RCT относительно направления X при отсутствии ответного сообщения TFC относительно этого направления.

Сообщение RCT входит в группу сообщений управления потоками сигнального трафика FCM (код заголовка H0=0011). Формат сообщения RCT представлен на рисунке 2-39.

Рис. 2-39 Формат сообщения RCT



Сообщениям RCT перед их передачей в проверяемом направлении назначается уровень приоритета, на единицу меньший текущего значения статуса перегрузки, связанного с этим направлением. При приеме сообщения RCT транзитный пункт сигнализации маршрутизирует его как обычное сообщение в сторону пункта назначения, достигнув которого, сообщение RCT отбрасывается.

Если в течение времени T16 после передачи сообщения RCT принимается сообщение TFC относительно тестируемого направления, пункт сигнализации производит обновление значения статуса перегрузки соответствующего пучка маршрутов на значение статуса в принятом сообщении. Если же за время T16 сообщение TFC не было принято, значение уровня перегрузки уменьшается на единицу, и если оно после этого не стало равно нулю, тест повторяется передачей сообщения RCT с уменьшенным значением уровня перегрузки.

2.3.7 Выдержки времени для уровня MTP3

Значения выдержек времени (таймеров), используемых процедурами MTP3, приведены в таблице 2-2.

Таблица 2-2: Выдержки времени МТРЗ

T1/Q.704	Задержка для предотвращения нарушения порядка следования сообщений при процедуре перевода трафика на резервное звено	0,5(0,8)-1,2 с
T2/Q.704	Ожидание сообщения СОА	0,7(1,4)-2 с
T3/Q.704	Задержка для предотвращения нарушения порядка следования сообщений при отклонении, управляемом выдержкой времени в процедуре возврата трафика на исходное звено	0,5(0,8)-1,2 с
T4/Q.704	Ожидание сообщения СВА (первая попытка)	0,5(0,8)-1,2 с
T5/Q.704	Ожидание сообщения СВА (первая попытка)	0,5(0,8)-1,2 с
T6/Q.704	Задержка для предотвращения нарушения порядка следования сообщений при процедуре управляемой ремаршрутизации	0,5(0,8)-1,2 с
T7/Q.704	Ожидание сообщения (CSS, CNS или CNP) в ответ на запрос подключить звено передачи данных DLC	1-2 с
T8/Q.704	Задержка сообщения о невозможности запрещения переноса	0,8-1,2 с
T9/Q.704	Не используется	
T10/Q.704	Ожидание повторения сообщения тестирования пучка маршрутов SRT	30-60 с
T11/Q.704	Ожидание во время выполнения процедуры ограничения переноса	30-90 с
T12/Q.704	Ожидание сообщения подтверждения отмены запрета доступа к звену	0,8-1,5 с
T13/Q.704	Ожидание вынужденной отмены запрета доступа к звену	0,8-1,5 с
T14/Q.704	Ожидание подтверждения запрета доступа к звену	2-3 с
T15/Q.704	Ожидание начала тестирования пучка маршрутов	2-3 с
T16/Q.704	Ожидание обновления данных о состоянии перегруженного пучка маршрутов	1.4-2 с
T17/Q.704	Задержка для предотвращения закливирования при неуспешном проведении процедуры начального фазирования звена и процедуры восстановления звена	0.8-1,5 с
T18/Q.704	Выдержка времени в перезапускающемся пункте сигнализации, в течение которой проводится наблюдение за активизацией звеньев и пучков звеньев и за приемом информации о состоянии маршрутов от смежных пунктов	Зависит от реализации или сети
T19/Q.704	Выдержка времени для предотвращения закливирования при обмене сообщениями запрещения переноса TFP, ограничения переноса TFR и разрешения переноса TRA при перезапуске МТР	67-69 с
T20/Q.704	Общее время перезапуска МТР в пункте, производящем перезапуск	59-61 с
T21/Q.704	Общее время перезапуска МТР в пункте, смежном с пунктом, производящим перезапуск	63-65 с
T22/Q.704	Интервал тестирования запрещения доступа к звену на ближнем конце	3-6 мин.
T23/Q.704	Интервал тестирования запрещения доступа к звену на дальнем конце	3-6 мин.
T24/Q.704	Стабилизирующий таймер после ликвидации отказа локального процессора	0.5 с

8. Б.С. Гольдштейн

2.4 Тестирование сигнального звена

После успешного выполнения процедур включения или восстановления звено переходит в состояние обслуживания сигнального трафика. Однако доступным для переноса сигнального трафика подсистем-пользователей звено становится только после успешного проведения тестирования. Процедура тестирования сигнального звена приведена в рекомендации МСЭ-Т Q.707. Тест сигнального звена проводится независимо с обеих его сторон и заключается в передаче через регулярные промежутки времени T_2 (30-90 с) специальных сообщений.

Пункт сигнализации, инициировавший процедуру тестирования, передает встречному пункту сообщение тестирования сигнального звена (SLTM, Signalling link test message). Это сообщение содержит тестовую информацию (произвольную последовательность битов), которая выбирается по усмотрению инициирующей стороны, и идентификатор звена в поле SLC. Получив сообщение SLTM, смежный пункт сигнализации передает по этому же звену сообщение подтверждения (SLTA, Signalling link test acknowledgement message), содержащее ту же тестовую информация, которая была в сообщении SLTM.

Процедура тестирования звена считается успешно проведенной, если принятое сообщение подтверждения SLTA удовлетворяет следующим критериям:

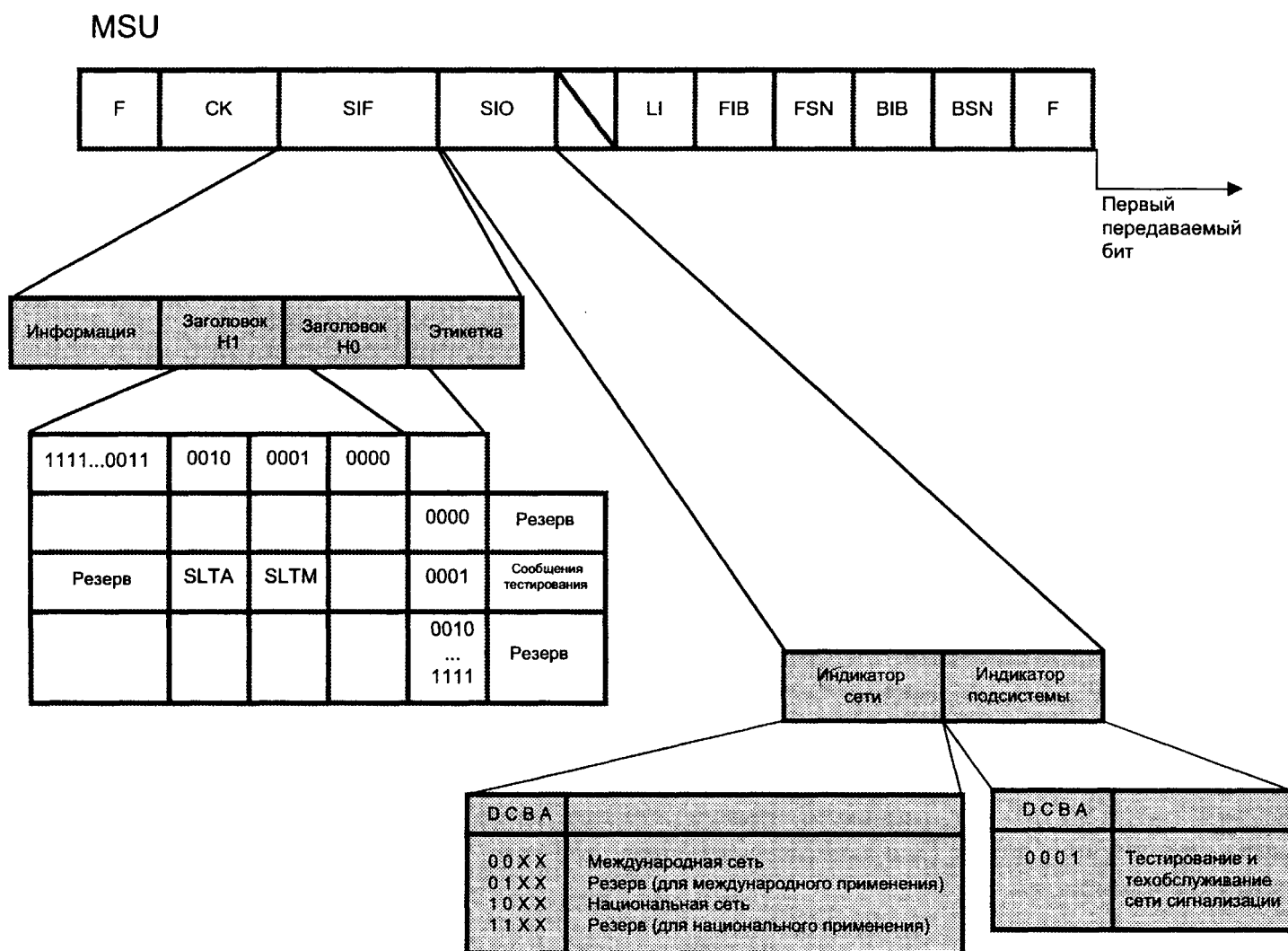
- идентификатор звена SLC соответствует сигнальному звену, по которому было принято сообщение SLTA;
- код исходящего пункта сигнализации OPC определяет пункт сигнализации на дальнем конце звена;
- тестовая информация, содержащаяся в сообщении SLTA, аналогична переданной в сообщении SLTM.

Если же сообщение SLTA не удовлетворяет вышеуказанным критериям, или если ответное сообщение вообще не было получено в течение времени T_1 (4-12 с), тест рассматривается как неуспешный и повторяется еще раз. В случае повторения отрицательного результата, звено выводится из обслуживания, и производится попытка его восстановления; при этом должна быть оповещена система эксплуатационного управления.

Сообщения группы тестирования и технического обслуживания сети сигнализации переносятся по звену, подлежащему тестированию, в значащих сигнальных единицах. Эти сообщения отличаются от других индикатором подсистемы SI=0001. Формат сигнальной единицы для переноса сообщений тестирования и техобслуживания сети сигнализации представлен на рисунке 2-40.

Этикетка сообщений тестирования и технического обслуживания сети сигнализации имеет ту же структуру, что и этикетка сообщений управления сетью сигнализации. Код заголовка данной группы сообщений Н0=0001.

Рис. 2-40 Формат сигнальной единицы для переноса сообщений тестирования и техобслуживания сети сигнализации



Сообщения тестирования SLTM и подтверждения тестирования SLTA сигнального звена входят в группу сообщений тестирования и техобслуживания сети сигнализации (код заголовка Н0=0001). Формат сообщений SLTM и SLTA представлен на рисунке 2-41.

Рис. 2-41 Формат сообщений SLTM и SLTA

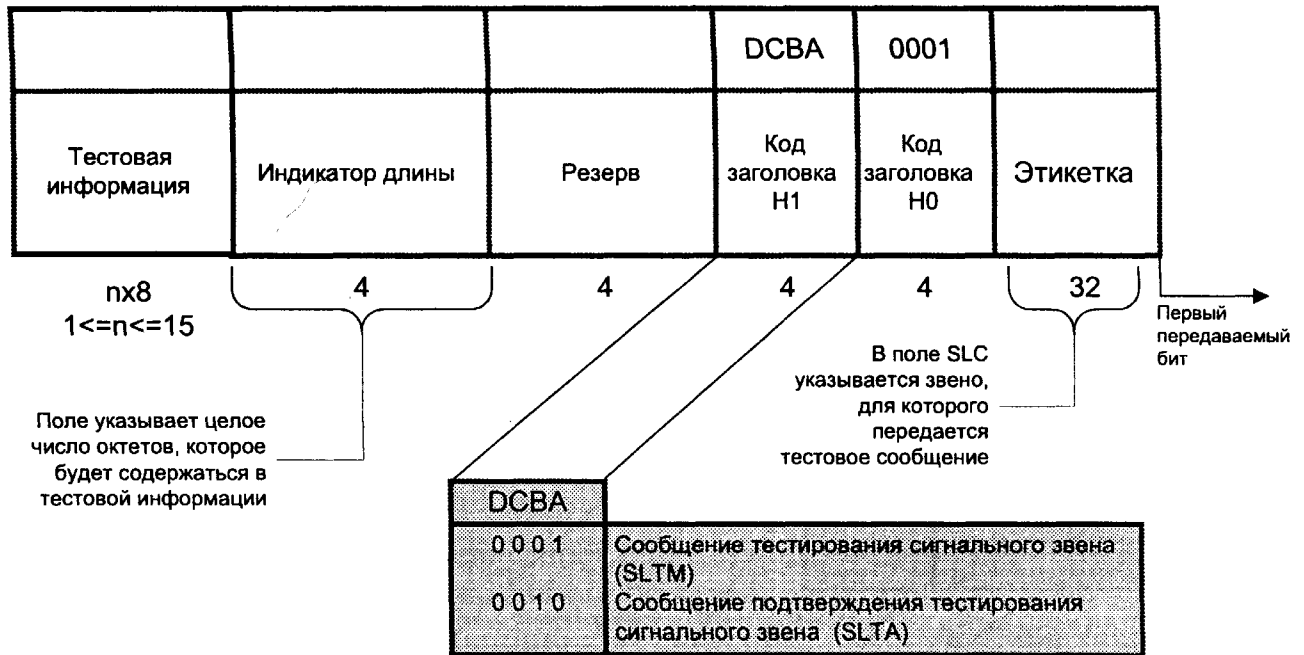


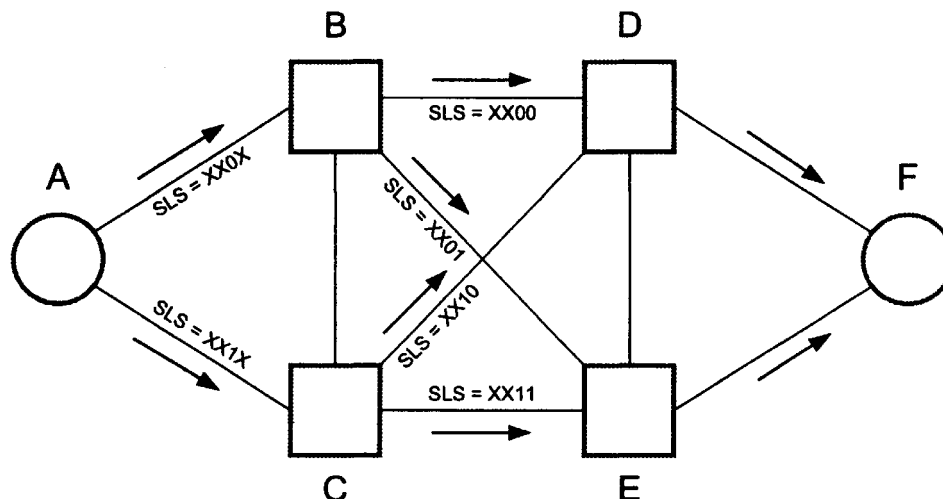
Таблица 2-3: Выдержки времени для процедуры тестирования сигнального звена

T1/Q.707	Таймер, ограничивающий ожидание сообщения SLTMA	4-12 с
T2/Q.707	Интервал между сообщениями SLTM	30-90 с

2.5 Примеры процедур управления сетью сигнализации

Для иллюстрации применения процедур управления сетью сигнализации рассмотрим структуру (см. рисунок 2-42), рекомендованную в качестве базовой при построении международной сети ОКС7 и состоящую из двух оконечных пунктов, каждый из которых для связи с другими подключен двумя пучками звеньев к полносвязной структуре из четырех транзитных пунктов сигнализации.

Рис. 2-42 Структура, рекомендованная в качестве базовой при построении международной сети ОКС7



Нормальная маршрутизация от А к F:

- A --> B --> D --> F (SLS = XX00)
- A --> C --> D --> F (SLS = XX10)
- A --> B --> E --> F (SLS = XX01)
- A --> C --> E --> F (SLS = XX11)

Удаляя из этой структуры отдельные связи, можно получить упрощенные варианты; в то же время, группируя несколько таких структур, можно строить сеть любой сложности. Очевидно, что чем больше связей будет удалено из базовой структуры, тем меньше будет общая надежность сети.

Целесообразно принять следующие допущения относительно схемы маршрутизации для базовой структуры:

- основной маршрут для переноса сообщения должен содержать минимальное число транзитных пунктов;
- если имеется несколько маршрутов, доступных для переноса сообщения, то используется разделение нагрузки между ними;
- сообщения, относящиеся к одной транзакции в направлении одного пункта назначения, проходят одному маршруту.

Распределение нагрузки в исходящих и транзитных пунктах производится на основании поля SLS по четырем маршрутам. Исходящий пункт А использует второй менее значащий бит поля SLS, а транзитные пункты В и С – первый. Выбор звена для маршрутизации в обратном направлении от F к А делается в каждом из пунктов независимо от маршрутизации в прямом направлении и, следовательно, сообщения в обратном направлении могут проходить иным путем, например, в прямом направлении – по маршруту А-С-D-F, а в обратном – по маршруту F-E-B-A. Звенья ВС и DE используются только в случае отказа других звеньев или пунктов.

В таблице 2-4 приведен список резервных пучков звеньев для всех нормальных пучков в пунктах сигнализации А и В. В базовой структуре все пучки звеньев, кроме пучков между транзитными пунктами одной пары, определены как нормальные, то есть несущие сигнальный трафик в отсутствие сбоев в работе сети. Если нормальный пучок звеньев становится недоступным, сигнальный трафик переводится с него на резервный пучок первого приоритета. Резервный пучок звеньев второго приоритета (между транзитными пунктами одной пары) используется в случае недоступности как нормального пучка, так и резервного пучка первого приоритета. Для упрощения предполагаем, что каждый пучок состоит из одного звена.

Таблица 2-4: Резервные пучки сигнальных звеньев в пунктах сигнализации А и В

Пункт сигнализации	Нормальный пучок звеньев	Резервный пучок звеньев	Приоритет
SPA	AB	AC	1
	AC	AB	1
STPB	BA	BC	
	BC	Отсутствует	
	BE	BD	1
		BC	2
	BD	BE	1
		BC	2

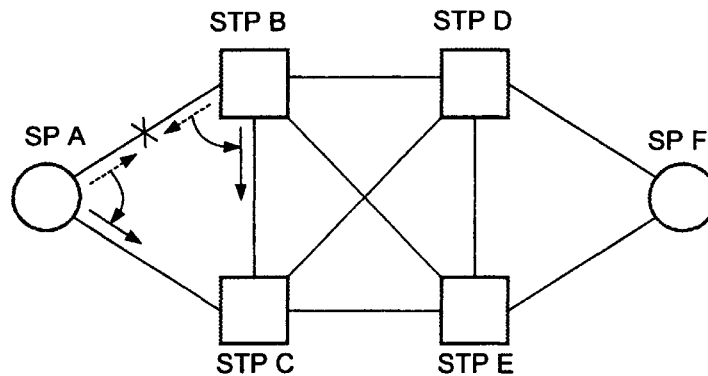
2.5.1 Пример отказа и восстановления сигнального звена между исходящим и транзитным пунктами сигнализации

2.5.1.1 Отказ сигнального звена

При отказе сигнального звена (AB) между исходящим и транзитным пунктами сигнализации предпринимаются следующие действия (рисунок 2-43):

- В соответствии с данными таблицы 2-4 пункт А переводит трафик звена АВ на звено АС, а пункт В переводит трафик звена ВА на звено ВС. Перевод трафика производится с помощью процедуры перехода на резервное сигнальное звено и предусматривает обмен сообщениями СОО и СОА через транзитный пункт С. После завершения считывания сообщений из буфера передачи звена АВ и пересылки их в буфер передачи звена АС в пункте А производится перезапуск трафика по звену АС; аналогичные действия производятся и в пункте В. Маршрут переноса сообщения удлиняется и проходит теперь через три транзитных пункта.

Рис. 2-43 Отказ сигнального звена



- Кроме того, пункт В передает к пункту С сообщение запрещения переноса TFP относительно пункта назначения А.
- После приема сообщения TFP пункт С начинает периодически передавать к пункту В сообщения тестирования пучка сигнальных маршрутов SRT относительно пункта назначения А.

2.5.1.2 Восстановление сигнального звена

При восстановлении сигнального звена (АВ) между исходящим и транзитным пунктами сигнализации предпринимаются следующие действия:

- Пункт В инициирует процедуру возврата на нормальное звено, передавая к пункту А через пункт С сообщение CBD с идентификатором звена АС. При приеме подтверждения СВА от пункта С в пункте В производится перезапуск сигнального трафика по звену АВ. Кроме того, со стороны пункта В к пункту С передается сообщение TFA относительно пункта назначения А, после приема которого пункт С останавливает передачу сообщений SRT к пункту В.

- Пункт А инициирует процедуру возврата на нормальное звено, передавая сообщение CBD к В через С. При приеме сообщения СВА пункт А перезапускает трафик по нормальному звену. При этом перезапускается только тот сигнальный трафик, для которого звено АВ определено как нормальное в соответствии с правилами распределения нагрузки (таблица 2-4).

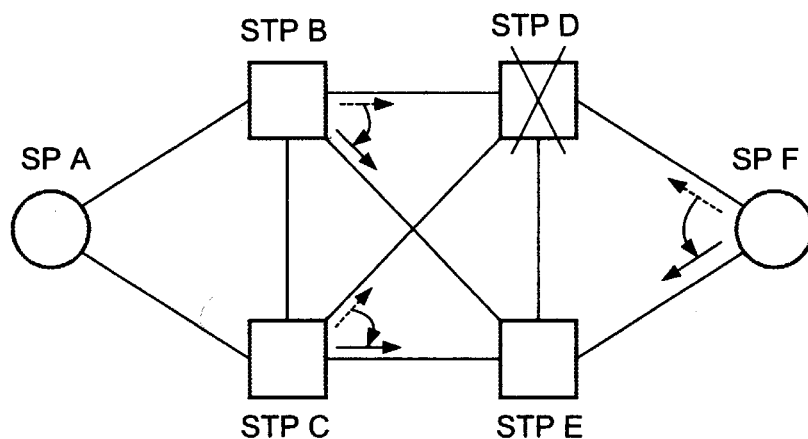
2.5.2 Пример отказа и восстановления транзитного пункта сигнализации

2.5.2.1 Отказ транзитного пункта сигнализации

При отказе транзитного пункта сигнализации D предпринимаются следующие действия (рисунок 2-44):

- В пунктах сигнализации В, С и F инициируется процедура перехода с заблокированных звеньев BD, CD и FD на резервные звенья первого приоритета BE, CE и FE соответственно. По причине отказа D вышеуказанные пункты не получат ответных сообщений COA и произведут перезапуск трафика по истечении выдержки времени T2. Кроме того, пункт E передает сообщения запрещения переноса TFP в направлении В, С и F относительно пункта назначения D. При приеме TFP пункты В, С и F начинают передавать к пункту E сообщения тестирования пучка сигнальных маршрутов к пункту D.

Рис. 2-44 Отказ транзитного пункта сигнализации D



- В пункте В после приема от пункта Е сообщения TFP относительно D производится обновление маршрутных таблиц с целью отклонения трафика, направляемого к D, вследствие чего к пункту С передается сообщение TFP относительно пункта D. Аналогичные действия производятся в пункте С, который передает сообщение TFP к В.

- Получив от С сообщение TFP, пункт В отмечает пункт назначения D как недоступный и передает сообщение TFP к пункту А. Аналогичные действия производятся в пункте С, который передает сообщение TFP к пункту А. Приняв сообщения TFP от пунктов В и С, пункт А определяет, что пункт назначения D стал недостижим, и останавливает передачу к нему сигнального трафика.
- Аналогичным образом, передачей от звена к звену сообщений TFP относительно отключившегося пункта D, пункты В, С, Е и F оповещаются о его недостижимости и начинают тестирование пучков маршрутов в его направлении через соответствующие смежные пункты.

2.5.2.2 Восстановление транзитного пункта

При восстановлении транзитного пункта D предпринимаются следующие действия:

- Определив достижимость пункта D, пункты сигнализации В, С и F передают к нему сообщения разрешения перезапуска трафика TRA.
- При срабатывании или остановке таймера T20 транзитный пункт D рассылает сообщения TRA всем смежным пунктам.
- В пунктах В, С и F выполняются контролируемые выдержкой времени процедуры возврата с резервных на исходные (нормальные) звенья. Контроль выдержкой времени используется по той причине, что пункт D все еще недостижим через Е в пунктах В, С и F в результате ранее принятых от него сообщений запрещения переноса TFP.
- Пункт Е передает к пунктам В, С и F сообщения разрешения переноса TFA относительно пункта назначения D, при приеме которых пункты В, С и F, в свою очередь, направляют сообщения TFA к смежным с ними пунктам. Передачей сообщений TFA от звена к звену производится оповещение всех пунктов о том, что пункт D стал доступным.
- При приеме сообщений TFA в каждом из пунктов прекращается передача сообщений тестирования пучка маршрутов относительно пункта D.
- При восстановлении ранее недоступных звеньев BD, CD и FD и после срабатывания или остановки таймера T21 в пунктах В, С и F производится перезапуск всего трафика, который в нормальных условиях должен маршрутизироваться через транзитный пункт D.

Глава 3. Тестирование протоколов МТР

3.1 Основные принципы тестирования

3.1.1 Категории тестов

Для проверки корректности реализации протоколов МТР требованиям соответствующих стандартов на систему сигнализации ОКС7 существуют спецификации двух типов тестов: проверки соответствия (VAT, validation) и проверки совместимости (CPT, compatibility).

Тесты соответствия (VAT) предназначены для проверки реализации одного протокола в тестируемой системе на соответствие спецификациям международных или национальных стандартов.

Тесты совместимости (CPT) предназначены для проверки правильности взаимодействия двух или более реализаций одного протокола, выполненных в соответствии со спецификациями международных или национальных стандартов.

Тесты VAT всегда предшествуют проверке совместимости CPT и выполняются в пункте сигнализации, не находящемся в обслуживании. Для выполнения тестов VAT необходимо использовать симулятор встречного пункта сигнализации. В тестовых спецификациях тестируемый пункт сигнализации обозначается как SP «А».

Целью тестов CPT является проверка корректности взаимодействия между реализациями протокола в пунктах сигнализации разных производителей или при замене версии программного обеспечения в одном из взаимодействующих пунктов одного производителя. Тестирование совместимости может проводиться не только во вновь вводимом пункте сигнализации, но также и в пункте, уже введенном в обслуживание. При проведении тестов CPT все входящие в тестовую конфигурацию пункты сигнализации представляют собой одну тестируемую систему, и любой из них может рассматриваться в тестовых спецификациях как SP «А».

3.1.2 Тестовые спецификации

При разработке тестовых спецификаций протокола МТР используются следующие критерии:

- тесты не должны оказывать влияния на тестируемую реализацию;
- требования к тестированию должны быть независимы от применяемых средств тестирования.

Перечень рекомендаций МСЭ-Т по проведению тестирования подсистемы МТР:

- Q.781: Тестовые спецификации уровня МТР2 (проверки соответствия Q.703).
- Q.782: Тестовые спецификации уровня МТР3 (проверки соответствия Q.704 – Q.707).

В тестовых спецификациях для выбранного уровня МТР подразумевается, что протоколы нижележащих уровней в тестируемой системе реализованы корректно, и поэтому указанные в спецификации тесты касаются только протокола уровня, подлежащего тестированию. Тестовые спецификации предназначены для проверки основных функций рассматриваемого протокола, включая поведение системы в нормальных и нештатных ситуациях.

3.1.2.1 Структура рекомендаций по тестированию

Каждая рекомендация по тестированию протокола одной из подсистем ОКС7 содержит следующие разделы:

- Введение, в котором дается общий обзор тестовой спецификации.
- Область применения, где перечисляются функции, подлежащие тестированию.
- Цели тестирования, где объясняются базовые принципы выбора перечня тестов или тестовых конфигураций.
- Тестовая среда, где описываются необходимые для проведения тестов внешние контрольно-измерительные устройства.
- Тестовая конфигурация, где описываются конфигурации пунктов сигнализации и сигнальных звеньев или сигнальные связи, необходимые для проведения тестов.
- ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕСТОВОЙ НАГРУЗКИ, где иллюстрируется формат сообщений для тестирования, например, тип адреса и содержимое отдельных полей данных.
- ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТОВ, где представлен список тестов, сгруппированных по определенным критериям.
- ОПИСАНИЕ ТЕСТА, где приводится подробное описание теста, включая его заголовок, цель, предварительные условия, конфигурацию, типы пунктов сигнализации, тип

теста, ссылки на соответствующие параграфы рекомендаций по данному протоколу, стрелочные диаграммы последовательности сообщений.

3.1.3 Тестовые конфигурации

Тестовые конфигурации для тестов типов VAT и CPT схожи, но не идентичны.

При проведении тестов VAT тестируемый пункт включается в тестовую среду и становится частью тестовой конфигурации. Тестовая конфигурация при этом должна удовлетворять следующим трем критериям:

- тестируемый пункт подсоединяется к тестовой среде одним или несколькими пучками звеньев;
- имеется возможность генерации и приема тестовой нагрузки;
- имеются возможности выполнения теста и средства хранения и подробного анализа сообщений.

При проведении тестов CPT все пункты сигнализации объединяются в одну большую тестируемую систему, которая должна удовлетворять следующим четырем требованиям:

- пункты тестируемой системы соединяются друг с другом одним или несколькими пучками звеньев;
- имеется возможность генерации и приема тестовой и реальной нагрузки;
- имеются возможности выполнения тестов, заданных спецификациями по тестированию, и средства хранения и подробного анализа сообщений;
- имеются возможности мониторинга процесса обслуживания вызова и наблюдения за каналами.

3.2 Принципы тестирования подсистемы МТР

3.2.1 Элементы тестовой среды

Симулятор уровня МТР3 – это необходимое для проведения тестирования уровня МТР2 средство, позволяющее передавать сообщения и индикации состояния от/к тестируемому уровню МТР2. Желательно, чтобы используемые в симуляторе функции были наиболее близки к реальным функциям уровня МТР3, а также чтобы имелись дополнительные возможности, необходимые для тестирования.

Симулятор тестов уровня МТР2 – это средство, позволяющее при тестировании уровня МТР2 передавать как правильные, так и некорректные сигнальные единицы. Дополнительно симулятор тестов должен принимать и проверять сигнальные единицы, поступающие от тестируемого уровня МТР2, а также генерировать определенные нештатные последовательности сигнальных единиц.

Симулятор верхних уровней – средство, дающее возможность при тестировании уровня МТР3 подавать на этот уровень сигнальные сообщения с целью имитировать определенные ситуации, например, ситуации потери сообщения во время перехода на резервное звено. Желательно, чтобы используемый симулятор как можно ближе соответствовал реальной подсистеме верхнего уровня.

Симулятор сети сигнализации совместно с симулятором тестов уровня МТР3 представляют собой средство, позволяющее при тестировании уровня МТР3 формировать как правильные, так и некорректные сообщения для передачи к встречному пункту сигнализации. Симулятор тестов должен принимать и проверять сообщения, поступающие от тестируемого уровня МТР3, а также предоставлять возможность генерации определенных нештатных последовательностей сообщений.

Монитор сигнального звена – это оборудование, которое используется при тестировании для подробного декодирования сигнальных единиц. Требования к степени подробности декодирования для двух типов тестов могут различаться. Так, при проведении тестов соответствия требуется подробная расшифровка всех полей сообщений, а при проведении тестов соответствия достаточно бывает расшифровки только на уровне сообщений.

3.2.1.1 Принципы тестирования МТР1

Спецификация тестирования уровня МТР1 подразумевает наличие звена передачи данных, обладающего характеристиками и значениями параметров, определенными в рекомендациях МСЭ Q.702 и G.821.

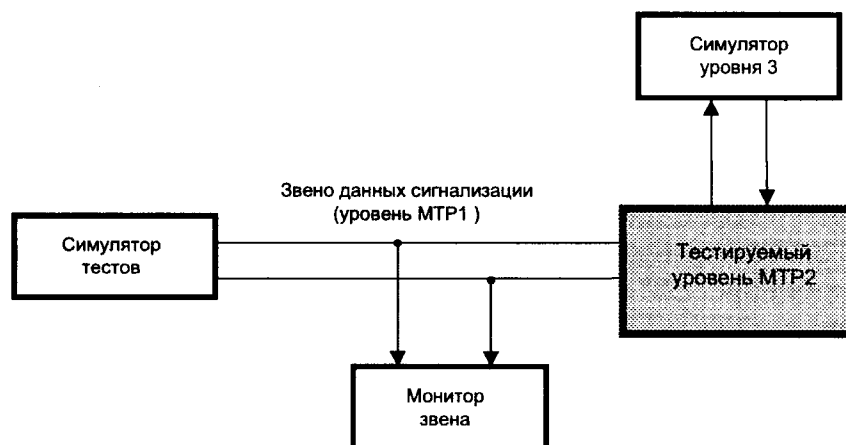
3.2.1.2 Принципы тестирования МТР2

3.2.1.2.1 Тесты соответствия уровня МТР2

Среда для проведения тестов соответствия реализации МТР2 содержит следующие элементы (рисунок 3-1):

- симулятор МТР3;
- симулятор тестов МТР2;
- монитор сигнального звена;
- звено передачи данных.

Рис. 3-1 Тестовая среда для проверки соответствия уровня МТР2

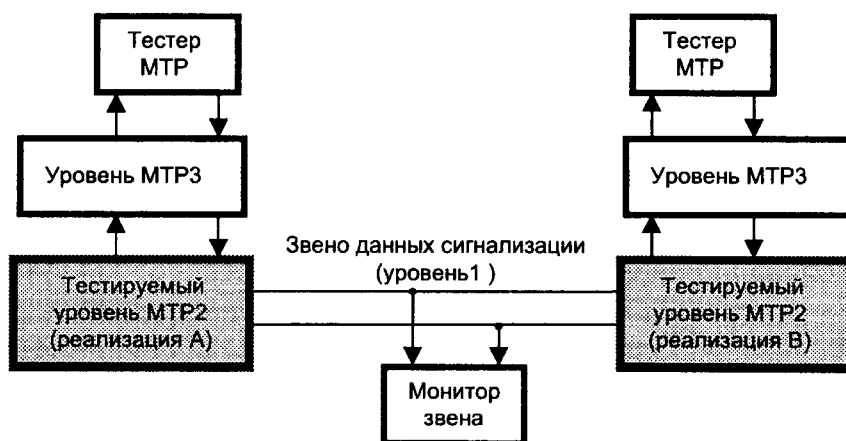


3.2.1.2.2 Тесты совместимости МТР2

При проведении тестов СРТ уровня МТР2 предполагается, что обе реализации прошли тестирование их соответствия спецификации. Тестовая среда для проведения тестов совместимости реализаций МТР2 содержит следующие элементы (рисунок 3-2):

- симуляторы МТР3;
- две разные реализации (А и В) уровня МТР2;
- монитор сигнального звена;
- звено передачи данных сигнализации.

Рис. 3-2 Тестовая среда для проверки совместимости реализаций уровня МТР2



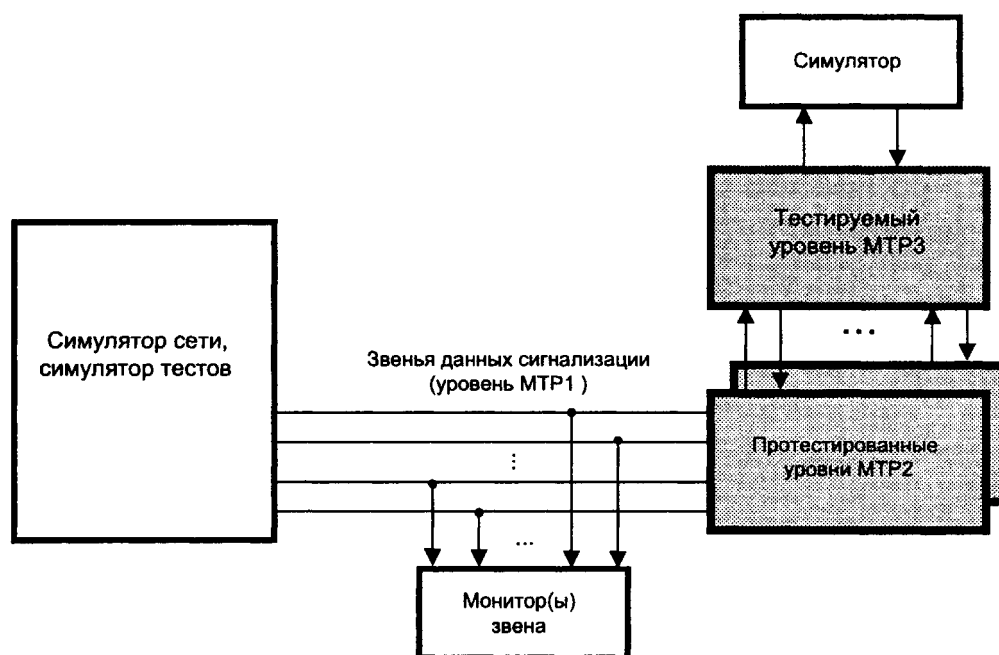
3.2.1.3 Принципы тестирования МТР3

3.2.1.3.1 Тесты соответствия МТР3

При проведении тестов соответствия уровня МТР3 предполагается, что реализация уровня МТР2 успешно прошла тестирование ее соответствия спецификации. Тестовая среда для проведения тестов соответствия уровня МТР3 содержит следующие элементы (рисунок 3-3):

- симулятор верхних уровней;
- симулятор сети, включая симулятор тестов и звенья передачи данных;
- монитор(ы) сигнального звена.

Рис. 3-3 Тестовая среда для проведения тестов соответствия МТР3

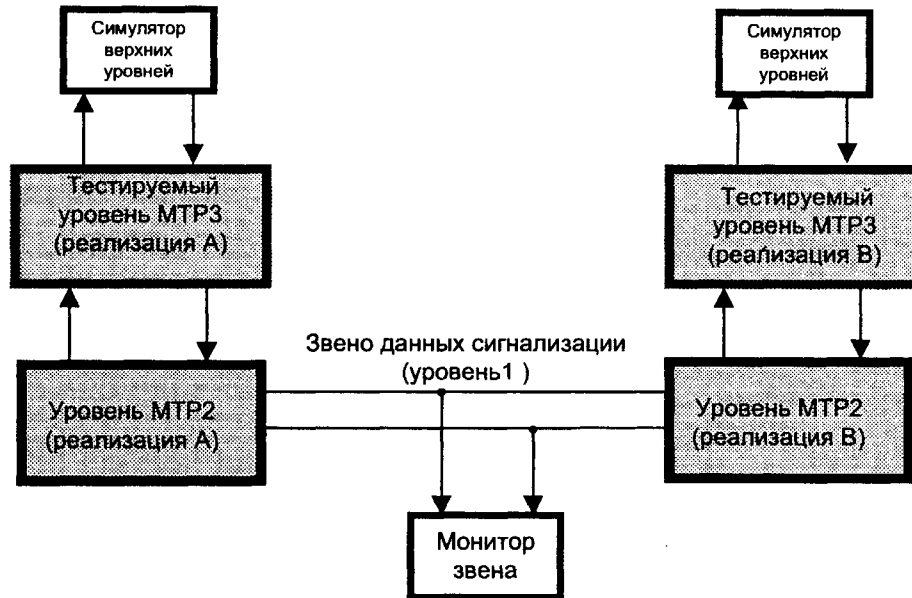


3.2.1.3.2 Тесты совместимости МТР3

При проведении тестов совместимости уровня МТР3 предполагается, что реализации уровня МТР2 и уровня МТР3 в обеих подсистемах, совместимость которых проверяется, соответствуют спецификациям. Тестовая среда для проверки совместимости уровня МТР3 содержит следующие элементы (рисунок 3-4):

- симуляторы верхних уровней;
- реализации (А и В) уровня МТР2;
- реализации (А и В) уровня МТР3;
- звенья передачи данных;
- монитор(ы) сигнального звена.

Рис. 3-4 Тестовая среда для проверки совместимости реализаций МТР3

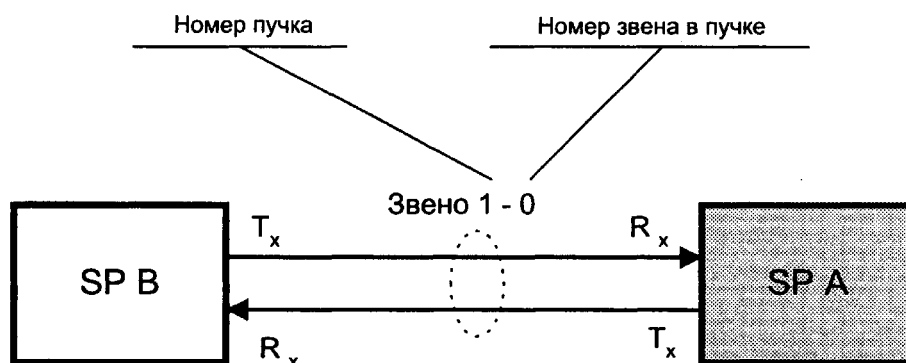


3.3 Тесты МТР2

3.3.1 Тестовая конфигурация и перечень тестов

Для проведения тестов уровня 2 используется одно сигнальное звено между пунктами сигнализации SP А и SP В. Тестируемый уровень МТР2 находится в пункте сигнализации SP А (рисунок 3-5).

Рис. 3-5 Конфигурация для тестирования МТР2



В описаниях тестов сигнальные звенья обозначаются двумя цифрами по следующему шаблону: «номер пучка сигнальных звеньев» – «номер звена в пучке» (например, 1 – 1 означает звено 1 в пучке 1). Это обозначение не зависит от идентификатора звена SLC.

Набор тестов уровня МТР2 предназначен для проверки реализации уровня 2 в тестируемой системе. Каждый тест обеспечивает проверку одной из элементарных функций протокола. Ниже приводится полный перечень тестов, в котором тесты совместимости отмечены как СРТ. Полное описание далее будет приведено только для тестов СРТ, как наиболее часто проводимых при технической эксплуатации сети ОКС7.

Использование сокращений:

SI (status indication) – индикатор статуса,

PO (processor outage) – отказ процессора,

(L)PO (local processor outage) – отказ локального процессора,

(R)PO (remote processor outage) – отказ удаленного процессора,

EM (emergency delay of acknowledgement) – аварийная задержка подтверждения,

EDA (expected delay of acknowledgement) – ожидаемая задержка подтверждения.

1 Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок		
(СРТ)	1.1	Инициализация (включение питания)
(СРТ)	1.2	Таймер Т2
	1.3	Таймер Т3
	1.4	Таймеры Т1 и Т4 (нормальные)
(СРТ)	1.5	Нормальное фазирование – корректная процедура (FISU)
	1.6	Нормальное фазирование – корректная процедура (MSU)
	1.7	SI = O, принятый в течение нормального периода ($P_n=2^{16}$; $T_{4n}=7,5 - 9,5$ с) проверки
	1.8	Нормальное фазирование с установкой значения SI = PO (FISU)
	1.9	Нормальное фазирование с установкой значения SI = PO (MSU)
	1.10	Нормальное фазирование с установкой и снятием значения SI = PO
	1.11	Установка значения SI = (R)PO в состоянии «Сфазировано/не готово»
	1.12	Прием SI = OS в состоянии «Сфазировано/не готово»
	1.13	Прием SI = O в состоянии «Сфазировано/не готово»
	1.14	Установка значения SI = (L)PO и снятие его в состоянии «Начальное фазирование»
	1.15	Установка и снятие значения SI = (L)PO в состоянии «Сфазировано/готово»
	1.16	Таймер Т1 в состоянии «Сфазировано/не готово»
	1.17	Отсутствие посылки SI = O в течение нормального периода ($P_n=2^{16}$; $T_{4n}=7,5-9,5$ с) проверки
	1.18	Установка и снятие значения SI = E (аварийное) до начала фазирования
(СРТ)	1.19	Установка значения SI = E (аварийное) в состоянии «Не сфазировано»
	1.20	Установка значения SI = E (аварийное) в состоянии «Сфазировано»
	1.21	Установка значений SI = E (аварийное) на обоих концах звена
	1.22	Установка значения SI = E (аварийное) на одном конце звена
	1.23	Установка значения SI = E (аварийное) в течение нормального периода ($P_n=2^{16}$; $T_{4n}=7,5-9,5$ с) проверки
	1.24	Отсутствие посылки SI = O во время аварийного фазирования
(СРТ)	1.25	Выведение звена из обслуживания во время начального фазирования
	1.26	Выведение звена из обслуживания в состоянии «Сфазировано»
	1.27	Выведение звена из обслуживания в состоянии «Сфазировано/готово»
	1.28	Прием SI = O в состоянии «В обслуживании»
(СРТ)	1.29	Выведение звена из обслуживания в состоянии «В обслуживании»
	1.30	Выведение звена из обслуживания при отказе локального процессора SI = (L)PO
	1.31	Выведение звена из обслуживания при отказе удаленного процессора SI = (R)PO
(СРТ)	1.32	Выведение звена из обслуживания в течение периода проверки
	1.33	Прием SI = O вместо заполняющих единиц FISU
	1.34	Прием SI = OS вместо заполняющих единиц FISU
	1.35	Прием SI = PO вместо заполняющих единиц FISU

2 Контроль состояния звена – Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок	
2.1	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Вне обслуживания»
2.2	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Не сфазировано»
2.3	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Сфазировано»
2.4	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Проверка»
2.5	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Сфазировано/готово»
2.6	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Сфазировано/не готово»
2.7	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «В обслуживании»
2.8	Не ожидаемые сигнальные единицы/порядок в состоянии «Отказ процессора»

3 Отказ направления передачи	
3.1	Звено сфазировано/готово (разрыв направления Tx)
3.2	Звено сфазировано/готово (искаженные биты индикации в прямом направлении FIB)
3.3	Звено сфазировано/не готово (разрыв направления Tx)
3.4	Звено сфазировано/не готово (искаженные биты индикации в прямом направлении FIB)
(CPT) 3.5	Звено в обслуживании (разрыв направления Tx)
3.6	Звено в обслуживании (искаженные биты индикации в прямом направлении FIB)
3.7	Звено в состоянии отказа процессора (разрыв направления Tx)
3.8	Звено в состоянии отказа процессора (искаженные биты индикации в прямом направлении FIB)

4 Контроль отказа процессора	
4.1	Установка и отмена значения SI = (L)PO в состоянии звена «в обслуживании»
4.2	Отказ удаленного процессора (R)PO во время отказа локального процессора (LPO)
4.3	Отмена значения SI = (L)PO при отказе обоих процессоров

5 Определение границ сигнальной единицы, фазирование, обнаружение и коррекция ошибок	
5.1	Наличие более семи «1» между открывающим и закрывающим флагами MSU
5.2	Длина сигнальной единицы превышает максимально возможную
5.3	Длина сигнальной единицы меньше минимально возможной
5.4	Прием одного и нескольких флагов между заполняющими единицами FISU
5.5	Прием одного и нескольких флагов между значащими единицами MSU

6 Проверка счетчика ошибок при передаче сигнальных единиц	
6.1	Коэффициент ошибок 1/256 – Звено остается в состоянии «В обслуживании»
6.2	Коэффициент ошибок 1/254 – Звено переходит в состояние «Вне обслуживания»
6.3	Следующие подряд искаженные сигнальные единицы
6.4	Временные управляемые разрывы направлений передачи или приема (время разрыва меньше 128 мс для скорости 64 Кбит/с)

7 Проверка счетчика ошибок при фазировании	
7.1	Значение коэффициента ошибок ниже нормального порогового значения
7.2	Значение коэффициента ошибок равно нормальному пороговому значению
7.3	Значение коэффициента ошибок выше нормального порогового значения
7.4	Значение коэффициента ошибок равно аварийному пороговому значению

8 Контроль передачи и приема (базовый метод)	
8.1	Передача и прием MSU
8.2	Отрицательное подтверждение MSU
8.3	Проверка заполнения буфера повторной передачи (RTB)
8.4	MSU с ошибочным значением бита индикации прямого направления FIB
8.5	Дублированный прямой порядковый номер FSN передаваемой сигнальной единицы
8.6	Ошибочная повторная передача одной значащей сигнальной единицы MSU
8.7	Ошибочная повторная передача нескольких заполняющих сигнальных единиц FISU
8.8	Одна заполняющая сигнальная единица FISU с искаженным битом FIB
8.9	Одна заполняющая сигнальная единица FISU до установки SI = (R)PO
8.10	Неправильный обратный порядковый номер BSN – одна значащая сигнальная единица MSU
8.11	Неправильный обратный порядковый номер BSN – две следующих друг за другом FISU
8.12	Чрезмерная задержка подтверждения
8.13	Команда остановки от уровня MTP 3

9 Контроль передачи и приема (метод превентивного циклического повторения)	
(CPT)	9.1 Прием и передача MSU
	9.2 Контроль приоритета
	9.3 Вынужденная повторная передача со значением N1
	9.4 Вынужденная повторная передача со значением N2
	9.5 Отмена вынужденной повторной передачи
	9.6 Повторение вынужденной повторной передачи
	9.7 Передача MSU при установке SI=(R)PO
	9.8 Неправильный порядковый номер BSN подтверждаемой сигнальной единицы одна MSU
	9.9 Неправильный порядковый номер BSN подтверждаемой сигнальной единицы две MSU
	9.10 Не ожидаемое значение прямого порядкового номера FSN
	9.11 Чрезмерная задержка подтверждения
	9.12 Заполняющая сигнальная единица FISU со значением FSN, ожидаемым для MSU
	9.13 Команда остановки от уровня 3 MTP

10 Контроль перегрузки	
	10.1 Снижение перегрузки
	10.2 Таймер T7
	10.3 Таймер T6

3.3.2 Описание тестов совместимости МТР2

НОМЕР ТЕСТА: 1.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 7		ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 12; Рис. 13	
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Инициализация (Включение питания)			
ЦЕЛЬ: Проверить, что при включении питания оборудование сигнального терминала системы ОКС-7 устанавливается в корректное состояние			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Линейное оборудование – ВКЛ.; Оборудование ОКС-7 – ВЫКЛ.			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено 1 – 0	SIOS	----->	Звено 1 – 0
		<-----	: Питание ВКЛ. SIOS
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что звено перешло в корректное состояние.		
2	При включении питания или активизации значения FIB, BIB, FSN, и BSN должны быть следующими: FIB = BIB = 1; FSN = BSN = 127 (HEX 7F).		
3	Повторить тест в обратном направлении.		

НОМЕР ТЕСТА: 1.2		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 7		ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 9; Рис. 11; Рис. 13; Рис. 14	
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Таймер T2			
ЦЕЛЬ: Проверка таймера T2 в состоянии «Не сфазировано»			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено вне обслуживания			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1-0	SIOS	1-0	SIOS
	----->		: старт
	<-----	1-0	SIO
	<-----	1-0	SIOS
	<-----	1-0	SIOS
			T2
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1.	Значение T2 должно быть в интервале от 5 до 150 секунд		

НОМЕР ТЕСТА: 1.5		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 7 ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 9			
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Нормальное фазирование – Корректная процедура (FISU)			
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру нормального фазирования			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено вне обслуживания			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СООБЩЕНИЙ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1-0	SIOS	1-0	SIOS
	<----->		: старт
1-0	SIO	1-0	SIO
	<----->	1-0	SIN
1-0	SIN	1-0	SIN
	<----->	1-0	FISU
1-0	FISU		
	<----->		
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Начать процедуру нормального фазирования.		
2	Проверить, что звено сфазировано и перешло в состояние «В обслуживании».		
3	Проверить, что состояние «В обслуживании» обрабатывается.		
4	Только для проверки VAT проверить возможность выполнения процедуры нормального фазирования в следующих случаях: – использование LSSU в пункте SP B с 8-битовым полем статуса; – использование LSSU в пункте SP B с 16-битовым полем статуса.		

НОМЕР ТЕСТА: 1.19		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 Clause 7 ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 9			
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Установка значения SI = E (аварийное) в состоянии «Не сфазировано»			
ЦЕЛЬ: Проверить, что во время нормальной процедуры начального фазирования возможно установить аварийный период проверки			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: звено вне обслуживания			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 – 0	SIOS	1 – 0	SIOS
			: старт
		1 – 0	SIO
			: установка EM
1 – 0	SIO		
		1 – 0	SIE
1 – 0	SIN		
			T4 (Pe)
		1 – 0	FISU
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что после установки EM во время нормальной процедуры начального фазирования используется аварийный период проверки Pe.		
2	Аварийный статус (EM) должен быть установлен сразу после команды «старт» и до момента приема SIO (т.е. в течение выдержки времени T2).		
3	Для скорости 64 Кбит/с значение таймера T4 должно быть в интервале от 0,4 до 0,6 с (номинальное значение 0,5 с).		
4	Для скорости 4,8 Кбит/с значение таймера T4 должно быть в интервале от 6 до 8 с (номинальное значение 7 с).		

НОМЕР ТЕСТА: 1.25		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 7 ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 9			
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Выведение звена из обслуживания во время начального фазирования			
ЦЕЛЬ: Проверить реакцию на прием команды «стоп» в процессе начального фазирования (начальное фазирование – состояние «Не сфазировано»)			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено вне обслуживания			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 – 0	SIOS	1 – 0	SIOS
	<----->		: старт
	----->		SIO
	<----->	1 – 0	: ожидание 5 с
	<----->		: стоп
	<----->	1 – 0	SIOS
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что фазирование прекращается после команды «стоп».		
2	Команда «стоп» должна быть дана перед тем, как закончится таймер T2.		
3	Значение таймера T2 должно быть в интервале от 5 до 150 с.		

НОМЕР ТЕСТА: 1.29		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 7 ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 14			
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Выведение звена из обслуживания в состоянии «В обслуживании»			
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру выключения из работы звена, находящегося в обслуживании.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено в обслуживании			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМЫЙ ПОРЯДОК СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 – 0	FISU	1 – 0	FISU
	: стоп		
1 – 0	SIOS	1 – 0	SIOS
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что звено, находящееся в обслуживании, можно вывести из обслуживания командой «стоп», принятой со стороны пункта SP B.		
2	Повторить тест, команду «стоп» дать в пункте SP A.		

НОМЕР ТЕСТА: 1.32		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 7, 10.3		ДИАГРАММА: Рис. 8; Рис. 9	
ЗАГОЛОВОК: Контроль состояния звена – Ожидаемые сигнальные единицы/порядок			
ПОДЗАГОЛОВОК: Выведение звена из обслуживания в течение периода проверки			
ЦЕЛЬ: Проверить реакцию на прием SIOS в течение периода проверки			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено вне обслуживания			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМЫЙ ПОРЯДОК СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SPA	
Звено		Звено	
1 – 0	SIOS	1 – 0	SIOS
	<----->		: старт
1 – 0	SIO	1 – 0	SIO
	<----->		
1 – 0	SIN	1 – 0	SIN
	<----->		
1 – 0	: стоп SIOS	1 – 0	SIOS
	<----->		
	<----->		
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что после приема SIOS в пункте SP A во время периода проверки, звено переходит в состояние «вне обслуживания».		
2	Повторить тест для случая приема SIOS в пункте SP B во время периода проверки.		

НОМЕР ТЕСТА: 3.5		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 4, 10.2 ДИАГРАММА: Рис. 8			
ЗАГОЛОВОК: Отказ направления передачи			
ПОДЗАГОЛОВОК: Звено в обслуживании (разрыв направления передачи Tx)			
ЦЕЛЬ: Проверить реакцию на отказ направления передачи, когда звено «В обслуживании»			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено в обслуживании			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМЫЙ ПОРЯДОК СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 – 0	FISU : разрыв Tx	1 – 0	FISU
	<----- ----->		
	<-----		SIOS
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Разорвать направление Tx в пункте SP B, проверить, что от пункт SP A возвращает SIOS.		
2	Повторить тест, разорвав направление Tx в пункте SP A.		

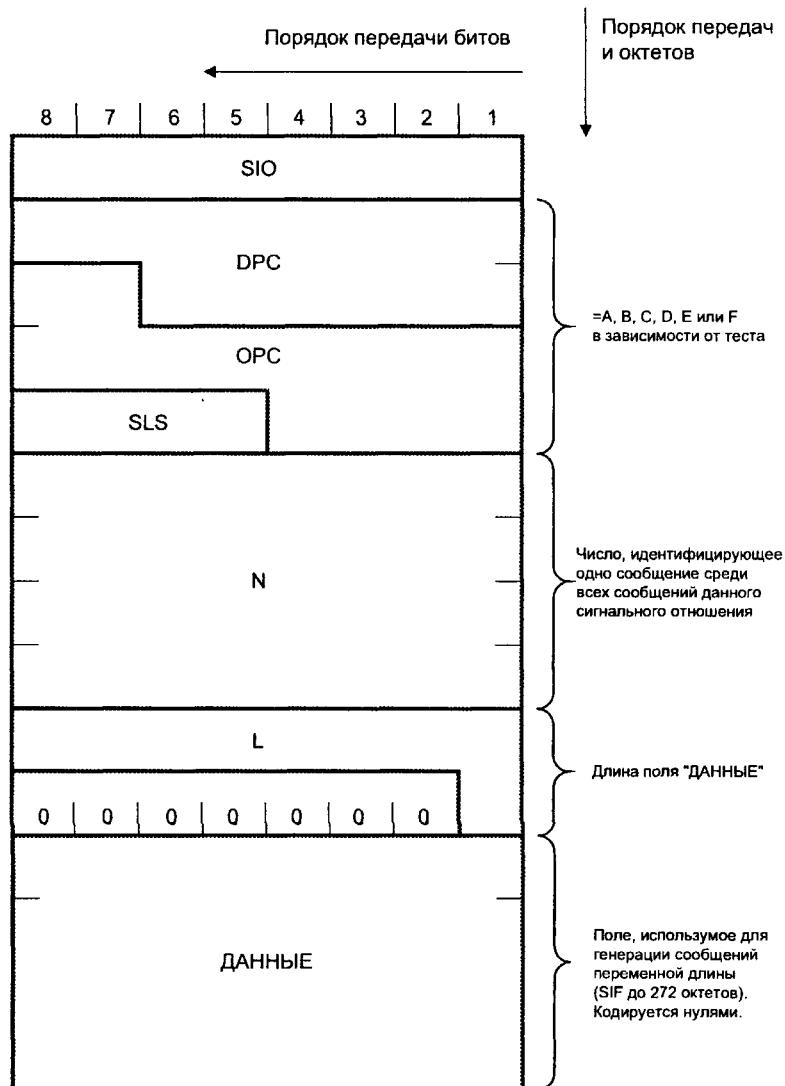
НОМЕР ТЕСТА: 9.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.703 раздел 6.2		ДИАГРАММА: Рис. 15; Рис. 16	
ЗАГОЛОВОК: Контроль передачи и приема (метод превентивного циклического повторения)			
ПОДЗАГОЛОВОК: Прием и передача MSU			
ЦЕЛЬ: Проверить передачу и прием MSU			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено в обслуживании			
КОНФИГУРАЦИЯ: 1		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ОЖИДАЕМЫЙ ПОРЯДОК СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
	<-----	1 - 0	FISU (FSN = 7F, BSN = 7F)
1 - 0	FISU (FSN = 7F, BSN = 7F)	----->	
	<-----	1 - 0	MSU (FSN = 0, BSN = 7F)
	<-----	1 - 0	MSU (FSN = 0, BSN = 7F)
			• •
1 - 0	FISU (FSN = 7F, BSN = 0)	----->	
	<-----	1 - 0	FISU (FSN = 0, BSN = 7F)
1 - 0	MSU (FSN = 0, BSN = 0)	----->	
	<-----	1 - 0	FISU (FSN = 0, BSN = 0)
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Передать MSU со стороны пункта SP A.		
2	Проверить, что пункт SP B корректно принимает MSU.		
3	Проверить, что SP A посылает FISU после приема FISU с положительным подтверждением.		
4	Передать MSU со стороны пункта SP B.		
5	Проверить, что SP A корректно принимает MSU после положительного подтверждения.		

3.4 Тесты МТРЗ

3.4.1 Тестовые конфигурации

Тесты уровня МТРЗ предназначены для проверки правильности реализации протокола в соответствии со спецификациями, описанными в рекомендациях МСЭ-Т Q.704 и Q.707. При тестировании требуется обеспечить тестовую нагрузку между тестируемым пунктом сигнализации и тестовым окружением. Для этого используются сообщения переменной длины со структурой, приведенной на рисунке 3-6.

Рис. 3-6 Структура тестового сообщения



При проведении тестов уровня МТР3 предполагается, что тестируемый пункт сигнализации помещается в тестовое окружение, называемое тестовой конфигурацией. В описании каждого теста указывается тип тестовой конфигурации, согласно которой ведется проверка. Для выполнения всех тестов требуется четыре типа тестовых конфигураций: А, В, С и D. В каждом тесте указывается тип пункта сигнализации, для которого проводится проверка. Возможны три варианта:

- тест применим для пункта сигнализации без функций транзита: SP
- тест применим для пункта сигнализации с функциями транзита: STP
- тест применим для пунктов сигнализации всех типов: BCE

В описаниях тестов сигнальные звенья обозначаются двумя цифрами по следующему шаблону: «номер пучка звеньев» – «номер звена в пучке» (например, 1 – 1 означает звено 1 в пучке 1). Это обозначение не зависит от идентификатора звена SLC.

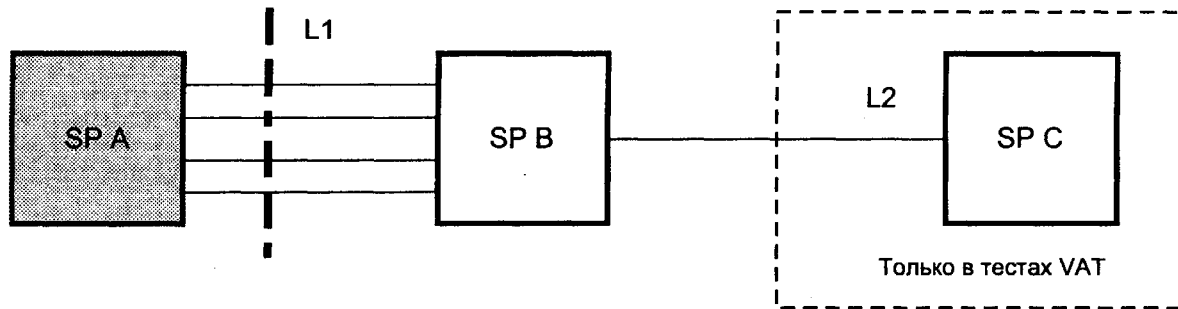
Когда номер звена указывается как X, это означает, что сообщение может использовать любое звено в пучке. Когда в поле «номер звена в пучке» указывается последовательность цифр, например «1, 2, ...», это означает что все указанные звенья используются для обслуживания сигнального трафика. Когда звенья идентифицируются как BCE, это означает, что для обслуживания трафика могут быть использованы все звенья данного пункта сигнализации.

3.4.1.1 Конфигурация А

Эта конфигурация предназначена для тестирования всех процедур, относящихся к одному или более сигнальным звеньям, входящих в один и тот же пучок. Конфигурация А (рисунок 3-7) используется в следующих группах тестов:

- включение в работу и выключение из работы сигнальных звеньев;
- процедуры перехода на резервное звено и обратно;
- запрет и отмена запрета доступа к сигнальным звеньям;
- прием неправильных сообщений.

Рис. 3-7 Конфигурация А



Правила маршрутизации для конфигурации А			
→	А	В	С
А	–	L1	L1
В	L1	–	L2
С	L2	L2	–

Пучок звеньев 1 (L1) содержит четыре сигнальных звена для проверки, например, процедур перехода на резервные звенья в пределах одного пучка.

В конфигурации А пункт сигнализации SP С используется во всех тестах соответствия и не используется в тестах совместимости.

Процедуры, проверяемые с помощью конфигурации А, воздействуют на обслуживание рассматриваемым звеном трафика в обоих направлениях, поэтому потоки тестового трафика маршрутизируются согласно маршрутной этикетке следующим образом:

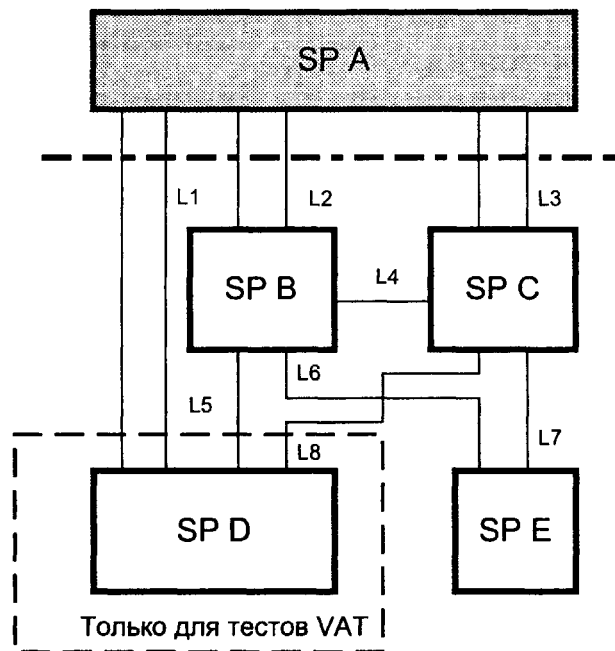
- OPC=A, DPC=B и OPC=B, DPC=A
- OPC=A, DPC=C и OPC=C, DPC=A (только для тестов VAT).

3.4.1.2 Конфигурация В

Конфигурация В используется для тестирования всех процедур, относящихся к нескольким пучкам сигнальных звеньев. Конфигурация В (рисунок 3-8) используется в следующих группах тестов:

- обработка сигнальных сообщений;
- переход на резервное звено и обратно;
- принудительная и управляемая ремаршрутизация.

Рис. 3-8 Конфигурация В



Правила маршрутизации в конфигурации В					
→	A	B	C	D	E
A	-	L2, L3	L3, L2	L1-L2-L3	L2-L3
B	L2, L4	-	L4	L5, L4	L6, L4
C	L3, L4	L4	-	L8, L4	L7, L4
D	L1, L5, L8	L5, L8	L8, L5	-	Любой
E	L7, L6	L6, L7	L7, L6	Любой	-

L_i, L_j L_i основной пучок и L_j альтернативный пучок
 L_i-L_j Разделение нагрузки между L_i и L_j

В конфигурации В тестируемый пункт SP A соединяется с внешним окружением тремя пучками сигнальных звеньев. Это минимально необходимое количество пучков для проверки функций разделения нагрузки между пучками и перехода на резервный пучок и обратно.

Данная конфигурация использует пункт SP D во всех тестах соответствия и не использует его в тестах совместимости.

Некоторые процедуры (переход на резервное звено и обратно), проверяемые с помощью этой конфигурации, воздействуют на обслуживание рассматриваемыми пучками звеньев

трафика в обоих направлениях передачи, поэтому потоки тестового трафика маршрутизируются согласно маршрутной этикетке следующим образом:

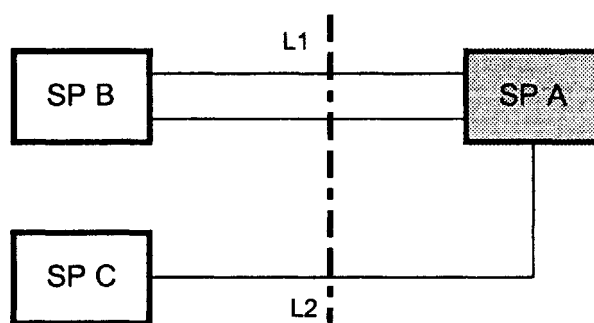
- OPC=A, DPC=E и OPC=E, DPC=A
- OPC=A, DPC=D и OPC=D, DPC=A (только для тестов VAT).

3.4.1.3 Конфигурация С

Конфигурация С (рисунок 3-9) используется для проверки некоторых функций, характерных для транзитного пункта сигнализации:

- функция транзитной передачи сообщений;
- передача сообщения TFC;
- тест нагрузки.

Рис. 3-9 Конфигурация С



Правила маршрутизации для конфигурации С			
→	A	B	C
A	-	L1	L2
B	L1	-	L1
C	L2	L2	-

В конфигурации С тестируемый пункт SP A пропускает тестовый трафик, направляемый от пункта SP B к пункту SP C и от пункта SP C к пункту SP B.

Пучок звеньев L1 содержит два звена, что является минимально необходимой конфигурацией для создания ситуации перегрузки, при которой можно организовать передачу TFC независимо от того, реализована или нет процедура управления потоком.

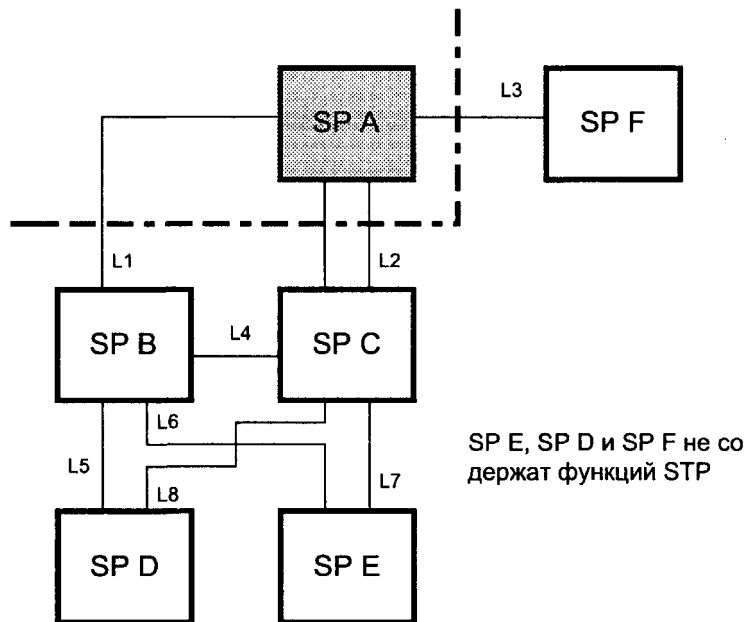
Для выполнения тестов при помощи данной конфигурации, требуется, чтобы трафик проходил через STP в обоих направлениях, поэтому потоки тестового трафика маршрутизируются согласно маршрутной этикетке:

- OPC=B, DPC=C и OPC=C, DPC=B.

3.4.1.4 Конфигурация D

Конфигурация D (рисунок 3-10) предназначена для проверки соответствия реализации всех процедур управления сигнальными маршрутами, которые относятся исключительно к транзитным пунктам сигнализации.

Рис. 3-10 Конфигурация D



Правила маршрутизации для конфигурации D						
>	A	B	C	D	E	F
A	-	L1, L2	L2, L1	L1, L2	L1, L2	L3
B	L1, L4	-	L4	L5, L4	L6, L4	L1
C	L2, L4	L4	-	L8, L4	L7, L4	L2
D	Любой			-	Любой	
E	Любой				-	Любой
F	L3	L3	L3	L3	L3	-

Конфигурация D используется только для проверки процедур запрета и разрешения переноса, входящих в функции управления сигнальными маршрутами, поэтому все пучки данной конфигурации содержат только по одному звену.

Тестируемый пункт SP A (типа STP) подсоединяется к внешнему окружению тремя пучками звеньев: один пучок – к пункту без транзитных функций, и два пучка – между пунктом STP A и двумя другими STP. Такая структура является минимально необходимой для проверки разных аспектов передачи сообщений TFP и TFA.

Рассматриваемая конфигурация включает в себя пункты SP D и SP E, что необходимо для проверки передачи сообщения TFP по альтернативному пучку: правила маршрутизации для пункта STP A таковы, что пучки L1 и L2 определены для доступа к пункту SP D с использованием основного/альтернативного маршрутов, а для доступа к пункту SP E – с использованием режима разделения нагрузки, поэтому передача сообщения TFP применяется в первом случае и не применяется во втором.

Для выполнения проверки процедур сигнальных маршрутов в данной конфигурации требуется, чтобы тестовый трафик проходил по нужным сигнальным маршрутам, поэтому необходимо использовать маршрутную этикетку следующего вида:

- OPC=F, DPC=D, OPC=D, DPC=F
- OPC=F, DPC=E, OPC=E, DPC=F
- OPC=A, DPC=D, OPC=A, DPC=E, OPC=A, DPC=F

3.4.2 Перечень тестов МТРЗ

Тесты совместимости в приводимом ниже перечне отмечены как СРТ. Полное описание будет приведено далее только для тестов СРТ, как наиболее часто проводимых при технической эксплуатации сети сигнализации.

Первая группа тестов нацелена на проверку способности тестируемого пункта сигнализации выполнять основные функции, т.е. связываться с внешним окружением и обмениваться сигнальными сообщениями.

1 Управление сигнальными звеньями		
(СРТ)	1.1	Включение в работу первого сигнального звена
(СРТ)	1.2	Выключение из работы пучка сигнальных звеньев
(СРТ)	1.3	Включение в работу пучка сигнальных звеньев

Вторая группа тестов нацелена, в основном, на проверку выполнения функции обработки сигнальных сообщений тестируемым пунктом сигнализации. Главный акцент здесь делается на проверку правильности выполнения процедур разделения нагрузки.

2 Обработка сигнальных сообщений	
	2.1 Сообщение, принятое с неправильным полем SSF (функция отбора сообщений)
	2.2 Сообщение, принятое с неправильным полем DPC (функция отбора сообщений)
	2.3 Сообщение, принятое с неправильным полем SI (функция распределения сообщений)
	2.4 Разделение нагрузки внутри пучка звеньев:
(CPT)	2.4.1 при доступности всех звеньев
	2.4.2 с одним недоступным звеном
	2.5 Разделение нагрузки между пучками звеньев:
(CPT)	2.5.1 между двумя пучками
	2.5.2 между тремя пучками
	2.5.3 между тремя пучками при условии недоступности одного сигнального маршрута
	2.5.4 между тремя пучками при условии недоступности одного пучка
	2.6 Недостигаемый пункт назначения:
	2.6.1 по причине отказа пучка звеньев
	2.6.2 по причине отказа сигнального маршрута
	2.6.3 по причине отказа пучка звеньев и сигнального маршрута
(CPT)	2.7 Функция передачи сообщений

Третья и четвертая группы тестов нацелены на проверку правильности реализации процедур перехода на резервное звено и обратно.

3 Переход на резервное сигнальное звено	
	3.1 Переход на резервное звено, инициированный с одной стороны пучка звеньев (COO <-> COA)
	3.2 Переход на резервное звено, инициированный с двух сторон одновременно (COO <-> COO)
	3.3 Переход на резервное звено при срабатывании таймера T2 (COO или ECO -> -)
	3.4 Неправильный FSN в COO/COA
	3.5 Прием подтверждения перехода на резерв без отправки запроса (- <- COA или ECA)
	3.6 Прием дополнительного запроса перехода на резерв (- <- COO или ECO)
	3.7 Аварийный переход на резервное звено с одной стороны пучка (COO <-> ECA)
	3.8 Аварийный переход на резервное звено с одной стороны пучка (COO <-> ECO)
	3.9 Аварийный переход на резервное звено с одной стороны пучка (ECO <-> COA)
	3.10 Аварийный переход на резервное звено с одной стороны пучка (ECO <-> ECA)
	3.11 Аварийный переход на резервное звено с одной стороны пучка (ECO <-> COO)
	3.12 Аварийный переход на резервное звено, инициированный с двух сторон одновременно (ECO <-> ECO)
	3.13 Повторное включение звена в работу во время процедуры перехода на резерв
	3.14 Одновременная процедура перехода на резерв по нескольким звеньям
	3.15 Процедура перехода на несколько резервных звеньев в пучке
(CPT)	3.16 Процедура перехода на резервное звено в другом пучке при достижении смежного пункта сигнализации
(CPT)	3.17 Процедура перехода на резервное звено в другом пучке при недостижении смежного пункта сигнализации
	3.18 Процедура перехода на резервные звенья, принадлежащие двум другим пучкам
	3.19 Процедура перехода на резерв по другим причинам
(CPT)	3.20 Процедура перехода на резервное звено – тест совместимости
	3.21 Прием сообщения запроса перехода на резерв по доступному звену

4 Возврат на исходное сигнальное звено	
(CPT)	4.1 Возврат на исходное звено внутри пучка
	4.2 Дополнительное сообщение подтверждения возврата на исходное звено CBA
	4.3 Дополнительное сообщение объявления возврата на исходное звено CBD
	4.4 Отсутствие подтверждения на первое сообщение CBD
	4.5 Отсутствие подтверждения на повторное сообщение CBD
	4.6 Одновременные процедуры возврата на исходное звено
	4.7 Возврат на исходное звено с резервных звеньев внутри пучка
(CPT)	4.8 Возврат на исходное звено из другого пучка
	4.9 Возврат на исходное звено из двух пучков
	4.10 Возврат на исходное звено по другим причинам
(CPT)	4.11 Процедура перевода трафика, управляемая выдержкой времени

Пятая и шестая группы тестов проверяют правильность реализации процедур ремаршрутизации.

(CPT) 5 Принудительная ремаршрутизация	
(CPT) 6 Управляемая ремаршрутизация	

Седьмая группа содержит тесты процедур запрета и отмены запрета доступа к звену.

7 Запрет со стороны системы эксплуатационного управления	
	7.1 Запрет доступа к звену:
(CPT)	7.1.1 при доступности звена
(CPT)	7.1.2 при недоступности звена
	7.2 Запрет доступа к звену не разрешен:
(CPT)	7.2.1 запрет локально отклонен на доступном звене
(CPT)	7.2.2 запрет локально отклонен на недоступном звене
	7.2.3 Передача сообщения LID
	7.2.4 Прием сообщения LID
	7.3 Срабатывание таймера T14:
	7.3.1 при доступности звена
	7.3.2 при недоступности звена
	7.4 Дополнительные сообщения запрета (LIA, LID, LIN)
	7.5 Запрет, запрошенный с обеих сторон звена
	7.6 Запрет дотупа к звену, выполненный вручную:
(CPT)	7.6.1 с процедурой возврата сигнального трафика на исходное звено
(CPT)	7.6.2 без процедуры возврата сигнального трафика на исходное звено
	7.7 Срабатывание таймера T12
(CPT)	7.8 Запрет невозможен
	7.9 Автоматический запрет дотупа к звену
	7.10 Принудительный запрет дотупа к звену:
	7.10.1 передача сообщения LFU
	7.10.2 прием сообщения LFU

	7.11	Срабатывание таймера T13
	7.12	Дополнительные сообщения запрета (LUA, LUN, LFU)
	7.13	Отмена запрета на одной стороне после теста 7.5
	7.14	Автоматическая отмена запрета после теста 7.5
	7.15	Автоматическая отмена запрета при запрещенных двух звеньях
	7.16	Прием сигнального трафика по звену, доступ к которому запрещен
	7.17	Проверка запрета со стороны системы эксплуатационного управления:
(СРТ)	7.17.1	нормальная процедура
	7.17.2	прием LLT или LRT по звену, с которого снят запрет доступа
	7.17.3	прием LLT по звену, доступ к которому запрещен с ближнего конца
	7.17.4	прием LRT по звену, доступ к которому запрещен с дальнего конца

Восьмая группа тестов относится к проверке процедур управляемой передачи и управления потоком трафика подсистем пользователей МТР в международной сети сигнализации.

8	Управление потоком сигнального трафика	
	8.1	Прием сообщения TFC
	8.2	Передача сообщений TFC
	8.3	Прием сообщения UPU
	8.4	Передача сообщения UPU

Девятая группа объединяет тесты функций управления сигнальными маршрутами в транзитном пункте сигнализации.

9	Управление сигнальными маршрутами	
	9.1	Передача сообщения TFP по альтернативному маршруту:
(СРТ)	9.1.1	при отказе основного пучка
(СРТ)	9.1.2	при приеме сообщения TFP
	9.2	Рассылка сообщений TFP:
(СРТ)	9.2.1	при отказе одного пучка
(СРТ)	9.2.2	при нескольких отказах
	9.3	Прием сообщения для недоступного пункта назначения
	9.4	Передача сообщения TFA по альтернативному маршруту:
(СРТ)	9.4.1	при восстановлении основного пучка
(СРТ)	9.4.2	при приеме сообщения TFA
	9.5	Рассылка сообщений TFA:
(СРТ)	9.5.1	при восстановлении одного пучка
(СРТ)	9.5.2	при разных ситуациях
	9.6	Периодическая передача сообщений тестирования пучка сигнальных маршрутов
	9.7	Прием сообщений тестирования пучка сигнальных маршрутов

Десятая группа тестов относится к проверке процедуры рестарта пункта сигнализации.

10 Рестарт пункта сигнализации	
	10.1 Восстановление пучка звеньев (SP A не содержит функций STP):
(CPT)	10.1.1 с использованием процедуры рестарта пункта
	10.1.2 без использования процедуры рестарта пункта
	10.2 Восстановление пучка звеньев (SP A содержит функции STP)
(CPT)	10.2.1 с использованием процедуры рестарта пункта
	10.2.2 без использования процедуры рестарта пункта
	10.3 Смежный пункт становится достигаемым через другой пункт сигнализации (SP A не содержит функций STP)
	10.4 Смежный пункт становится достигаемым через другой пункт сигнализации (SP A содержит функции STP)
(CPT)	10.5 Рестарт пункта, не содержащего функции STP
(CPT)	10.6 Рестарт пункта, содержащего функции STP
	10.7 Прием неожиданного сообщения TRA:
	10.7.1 в пункте, не содержащем функции STP
	10.7.2 в пункте, содержащем функции STP

Одиннадцатая группа нацелена на проверку прохождения сигнального трафика через транзитный пункт сигнализации.

11 Тест прохождения трафика

Двенадцатая группа содержит проверки выполнения процедуры тестирования сигнального звена.

12 Тестирование сигнального звена	
(CPT)	12.1 После включения звена в работу
	12.2 Отсутствие подтверждения на первое сообщение SLTM
	12.3 Отсутствие подтверждения на второе сообщение SLTM
	12.4 Неправильное поле в сообщении SLTA
	12.5 Прием сообщения SLTM
(CPT)	12.6 Дополнительные сообщения SLTA, SLTM

Тринадцатая группа содержит тесты соответствия, цель которых – проверить реакцию тестируемой системы на приход некорректных сообщений уровня МТР3.

13 Некорректные сообщения	
13.1	Некорректный заголовок Н0-Н1 в сообщении управления сетью сигнализации
13.2	Некорректное сообщение перехода на резервное звено
13.3	Некорректное сообщение возврата на исходное звено
13.4	Неправильный код возврата на исходное звено
13.5	Некорректное сообщение запрета доступа к звену
13.6	Некорректные сообщения управляемой передачи
13.7	Некорректные сообщения управления сигнальными маршрутами
13.8	Некорректные сообщения управления пучками сигнальных маршрутов
13.9	Некорректные сообщения разрешения возобновления сигнального трафика
13.10	Некорректный заголовок Н0-Н1 в сообщениях тестирования и управления сетью сигнализации
13.11	Некорректные сообщения тестирования сигнального звена
13.12	Некорректные сообщения о недоступности подсистемы-пользователя

3.4.3 Описание тестов совместимости МТРЗ

НОМЕР ТЕСТА: 1.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 3		ДИАГРАММА: Рис. 7, Рис. 36, Рис. 37, Рис.38	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными звеньями			
ПОДЗАГОЛОВОК: Включение в работу первого сигнального звена			
ЦЕЛЬ: Включить в работу пучок с одним сигнальным звеном			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Сигнальные звенья выключены из работы.			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: BCE
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 - 0	: Включить в работу	1 - 1	: Включить в работу
1 - 1	SLTA	1 - 1	SLTM
1 - 1	SLTM	1 - 1	SLTA
: Запустить трафик		1 - 1	SLTA
1 - 1	ТРАФИК	1 - 1	ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что сигнальное звено становится доступным.		
2	Проверить прием и посылку сообщений переменной длины по включенному в работу пучку от/к SP B.		
3	Проверить, что после процедуры выравнивания уровень МТР2 не посылает сообщений, принятых до или во время выключения пучка из работы.		
4	Проверить, что все сообщения корректно принимаются (нет потерь, дублирования или нарушения последовательности сообщений).		
5	Остановить трафик.		
6	Повторить тест с различными значениями SLC.		

НОМЕР ТЕСТА: 1.2		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 3		ДИАГРАММА: Рис. 7, Рис. 36, Рис. 37, Рис.38	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными звеньями			
ПОДЗАГОЛОВОК: Выключение из работы пучка сигнальных звеньев			
ЦЕЛЬ: Вывести из обслуживания пучок, содержащий одно сигнальное звено			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Сигнальное звено (1 – 1) включено в работу			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 – 1		: Выключить из работы	
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что пучок звеньев стал недоступным.		

НОМЕР ТЕСТА: 1.3		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 разделы 3, 12.2.4.1		ДИАГРАММА: Рис. 7, Рис. 36, Рис. 37, Рис.38	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными звеньями			
ПОДЗАГОЛОВОК: Включение в работу пучка сигнальных звеньев			
ЦЕЛЬ: Ввести в обслуживание пучок, содержащий четыре сигнальных звена			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Сигнальные звенья выключены из работы			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
1 – 1	: Включить в работу	1 – 1	: Включить в работу
1 – 2	: Включить в работу	1 – 2	: Включить в работу
1 – 3	: Включить в работу	1 – 3	: Включить в работу
1 – 4	: Включить в работу	1 – 4	: Включить в работу
: Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 1	ТРАФИК
1 – 2	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 2	ТРАФИК
1 – 3	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 3	ТРАФИК
1 – 4	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 4	ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить доступность сигнальных звеньев и запустить трафик между пунктами SP A и SP B.		
2	Проверить прием и посылку сообщений переменной длины по работающему пучку от/к SP B.		
3	Проверить, что после процедуры выравнивания уровень MTP2 не передает сообщений, принятых перед или во время выключения пучка из работы.		
4	Проверить, что все сообщения корректно приняты (нет потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений).		
5	Остановить трафик.		

НОМЕР ТЕСТА: 2.4.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 2.3, Рис. 26; Q.705 раздел 4.4			
ЗАГОЛОВОК: Обработка сигнальных сообщений			
ПОДЗАГОЛОВОК: Разделение нагрузки внутри пучка – все звенья пучка доступны			
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру разделения нагрузки внутри пучка при доступности всех звеньев пучка			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Сигнальный пучок включен в работу			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	
Звено		Звено	
:Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 1	ТРАФИК
1 – 2	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 2	ТРАФИК
1 – 3	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 3	ТРАФИК
1 – 4	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 4	ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP B, используя все SLS.		
2	Остановить трафик, проверить что сообщения были переданы по нужному звену в соответствии со значением поля SLS.		
3	Проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.		

НОМЕР ТЕСТА: 2.5.1		СТРАНИЦА: 1 из 1		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 2.3, Рис. 26; Q.705 раздел 4.4				
ЗАГОЛОВОК: Обработка сигнальных сообщений				
ПОДЗАГОЛОВОК: Разделение нагрузки между двумя пучками				
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру разделения нагрузки между двумя пучками при нормальных условиях				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Все пучки и маршруты доступны				
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT		
ТИП SP: ВСЕ				
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
Звено	SP A	SP B Звено	SP C Звено	SP E Звено
: Запустить трафик				
3 – 1	ТРАФИК	----->	7 – 1	----->
		<-----	3 – 1	<-----
3 – 2	ТРАФИК	----->	7 – 1	----->
		<-----	3 – 2	<-----
2 – 1	ТРАФИК	----->	6 – 1	----->
2 – 2	ТРАФИК	----->	6 – 1	----->
: Ожидание				
: Остановить трафик				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Запустить трафик к пункту SP E, используя все значения SLS.			
2	Остановить трафик и проверить, что сообщения были переданы по нужному пучку в соответствии со значениями SLS и DPC.			
3	Проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.			

НОМЕР ТЕСТА: 2.7		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 2		ДИАГРАММА: Рис. 26	
ЗАГОЛОВОК: Обработка сигнальных сообщений			
ПОДЗАГОЛОВОК: Функция транзита сообщений			
ЦЕЛЬ: Проверить функцию транзита в STP			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Все звенья доступны			
КОНФИГУРАЦИЯ: С		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP B		SP A	SP C
Звено		Звено	Звено
: Запустить трафик			
1 – 1, 2 ТРАФИК		2 – 1	ТРАФИК
----->		----->	
<-----		<-----	
		1 – 1, 2	
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик между пунктами SP B и SP C в обоих направлениях через пункт SP A.		
2	Проверить, что функция транзита выполняется корректно.		
3	Остановить трафик и проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений. Проверить, что информационные поля сообщений не были искажены.		

НОМЕР ТЕСТА: 3.16		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 5		ДИАГРАММА: Рис. 28, Рис. 29, Рис. 30	
ЗАГОЛОВОК: Процедура перехода на резервное звено			
ПОДЗАГОЛОВОК: Переход на резерв в другом пучке при условии доступности смежного SP			
ЦЕЛЬ: Проверить, что система выполняет процедуру перехода на резерв с использованием резервного маршрута, когда последнее звено в пучке становится недоступным.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок 1 и звено 3 – 1 – недоступны			
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: BCE
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP D
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
3 – 2	ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->
			8 – 1 <-----
		<-----	3 – 2 <-----
			7 – 1 SPE
2 – 1, 2	ТРАФИК	----->	6 – 1 ----->
	ТРАФИК	----->	5 – 1 ----->
		<-----	2 – 1, 2 <-----
			5 – 1 SPD
3 – 2	: Выключить из работы (команда MML или отказ)		
2 – X	COO, SLC	----->	4 – 1 ----->
	3 – 2	<-----	2 – X <-----
			4 – 1 COA, SLC
2 – 1, 2	ТРАФИК	----->	6 – 1 ----->
	(от 3 – 2)		5 – 1 ----->
		<-----	2 – 1, 2 <-----
		<-----	2 – 1, 2 <-----
			5 – 1 SPD
			6 – 1 SPE
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP E (и к SP D для теста типа VAT).		
2	Выключить звено 3 – 2 из работы и проверить, что сообщение COO (для звена 3 – 2) посылается от пункта SP A к пункту SP C через пункт SP B и, что сообщение COA (от звена 3 – 2) посылается от пункта SP C к пункту SP A через пункт SP B в промежутке времени T2.		
3	Остановить трафик и проверить, что нагрузка разделилась по резервным звеньям 2 – 1 и 2 – 2 в соответствии с правилами разделения нагрузки, определенными для пучка 2.		
4	Проверить для каждого значения SLS, что не наблюдается потерь, дублирования или нарушения последовательности сообщений.		
5	Повторить тест, заменив сообщение COO на ECO.		

НОМЕР ТЕСТА: 3.17		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 5		ДИАГРАММА: Рис. 28, Рис. 29, Рис. 30	
ЗАГОЛОВОК: Процедура перехода на резервное звено			
ПОДЗАГОЛОВОК: Переход на резерв в другом пучке при условии недостижимости смежного SP			
ЦЕЛЬ: Проверить, что система корректно отвечает в случае отсутствия пути между двумя сторонами недоступного звена.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок 4 – недоступен			
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP E
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
2 – 1 ТРАФИК	-----> 6 – 1	----->	
2 – 2 ТРАФИК	-----> 6 – 1	----->	
3 – 1 ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->	
	<-----	3 – 1 <-----	7 – 1 ТРАФИК
3 – 2 ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->	
	<-----	3 – 2 <-----	7 – 1 ТРАФИК
2 – 1	: Выключить из работы (команда MML или перевод в состояние отказа)		
2 – 2	: Выключить из работы (команда MML или перевод в состояние отказа)		
T1			
3 – 1 ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->	
(от 2 – 1, 2)	<-----	3 – 1 <-----	7 – 1 ТРАФИК
3 – 2 ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->	
(от 2 – 1, 2)	<-----	3 – 2 <-----	7 – 1 ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP E по пучкам L2 и L3.		
2	Выключить пучок L2 из работы.		
3	Проверить, что трафик продолжает обслуживаться пучком L3 по истечении таймера T1.		
4	Остановить трафик и проверить, что нагрузка разделилась по звеньям 3 – 1 и 3 – 2 в соответствии с правилами разделения нагрузки, определенными для пучка L3.		
5	Проверить, что трафик принимается корректно. Некоторые сообщения при этом могут быть потеряны, но не должно быть дублирования или нарушения последовательности сообщений.		
6	Проверить, что значение T1 находится в разрешенных пределах.		

НОМЕР ТЕСТА: 3.20		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 5		ДИАГРАММА: Рис. 28, Рис. 29, Рис. 30	
ЗАГОЛОВОК: Процедура перехода на резервное звено			
ПОДЗАГОЛОВОК: Процедура перехода на резервное звено – тест совместимости			
ЦЕЛЬ: Провести тест совместимости процедуры перехода на резервное звено			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок, содержащий два доступных звена			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: СРТ	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК		
1 – 2	ТРАФИК	1 – 1	ТРАФИК
1 – 1	: Выключить из работы (команда MML или перевод в состояние отказа)	1 – 2	ТРАФИК
	ПЕРЕХОД НА РЕЗЕРВНОЕ ЗВЕНО (CHANGEOVER)		
: Запустить трафик			
1 – 2	ТРАФИК (от 1 – 1)	1 – 2	ТРАФИК (от 1 – 1)
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.: В тесте совместимости невозможно точно описать обмен сообщениями при переходе на резерв, т.к. описание зависит от способа выключения звена из работы и от времени, необходимого для обнаружения факта выключения.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP B по звеньям 1 – 1 и 1 – 2.		
2	Выключить из работы звено 1 – 1 и проверить, что процедура перехода на резерв выполняется.		
3	Проверить, что последовательность сообщений при переходе на резерв удовлетворяет одному из описаний тестов 3.1 – 3.12. Остановить трафик.		

НОМЕР ТЕСТА: 4.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 6		ДИАГРАММА: Рис. 28, Рис. 29, Рис. 31	
ЗАГОЛОВОК: Процедура возврата на исходное звено			
ПОДЗАГОЛОВОК: Возврат на исходное звено внутри пучка			
ЦЕЛЬ: Проверить, что процедура возврата на исходное звено выполняется корректно при восстановлении звена, входящего в пучок.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок, содержащий одно доступное звено (окончание теста 3.1)			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP А		SP В	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 2	ТРАФИК	----->	1 – 2 ТРАФИК
		<-----	
1 – 2	ТРАФИК	----->	
1 – 1	Включить в работу		
1 – 1	CBD, SLC 1 – 1	----->	1 – X СВА, SLC 1 – 1
		<-----	
1 – 1	ТРАФИК (от 1 – 2)	----->	
		<-----	
1 – X	СВА, SLC 1 – 1	----->	1 – 2 CBD, SLC 1 – 1
		<-----	
		<-----	1 – 1 ТРАФИК (от 1 – 2)
1 – 2	ТРАФИК	----->	
		<-----	1 – 2 ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP В (и к SP С для теста типа VAT) по звену 1 – 2.		
2	Включить в работу звено 1 – 1 и проверить, что оно корректно встает в работу.		
3	Проверить, что сообщение CBD для звена с SLC 1 – 1 принято и после посылки сообщения СВА трафик возвращен на звено 1 – 1.		
4	Остановить трафик и проверить, что он был принят корректно без потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.		
5	Продолжить тест, включив в работу сначала звено 1 – 3, а затем 1 – 4.		
6	Для полного выполнения теста совместимости повторить тест с разными причинами, указанными в описании теста 4.10.		

НОМЕР ТЕСТА: 4.8		СТРАНИЦА: 1 из 1		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 6		ДИАГРАММА: Рис. 28, Рис. 29, Рис. 31		
ЗАГОЛОВОК: Процедура возврата на исходное звено				
ПОДЗАГОЛОВОК: Возврат на исходное звено из другого пучка				
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру возврата на исходное звено из другого пучка.				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки 1 и 3 недоступны (окончание теста 3.16)				
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT		
		ТИП SP: ВСЕ		
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
	SP A	SP B	SP C	SP D
Звено		Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик				
2 – 1, 2	ТРАФИК	----->	5 – 1	----->
			6 – 1	----->
		<-----	2 – 1, 2	<-----
		<-----	2 – 1, 2	<-----
3 – 2	: Включить в работу			
2 – 1	CBD, SLC 3 – 2	----->	4 – 1	----->
2 – 2	CBD, SLC 3 – 2	----->		----->
		<-----	3 – 2	CBA, SLC 3 – 2
		<-----	3 – 2	CBA, SLC 3 – 2
ВОЗВРАТ НА ИСХОДНОЕ ЗВЕНО (CHANGEBACK)				
2 – 1, 2	ТРАФИК	----->	5 – 1	----->
			6 – 1	----->
		<-----	2 – 1, 2	<-----
3 – 2	ТРАФИК (от 2 – X)	----->	8 – 1	----->
			7 – 1	----->
: Ожидание				
: Остановить трафик				
ПРИМ. 1: Возможно, что пункты SP A и/или SP B предпочтут выполнить управляемую выдержкой времени процедуру перевода трафика.				
ПРИМ. 2: После включения звена 3 – 2 в работу, сообщения CBD отправляются от пункта SP C к пункту SP A через пункт SP B и подтверждаются пунктом SP A. Эти сообщения не показаны с целью упрощения описания теста.				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1.	Запустить трафик к пункту SP E (и к SP D для теста типа VAT).			
2.	Включить в работу звено 3 – 2 и проверить, что сообщения CBD приняты, и сообщения CBA отправляются до истечения таймера T4 в пункте SP A.			
3.	Проверить, что трафик возвращен в пучок 3 в соответствии с правилами разделения нагрузки, определенными в пункте SP A.			
4.	Остановить трафик и проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.			

НОМЕР ТЕСТА: 4.11		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 6		ДИАГРАММА: Рис. 28, Рис. 29, Рис. 31	
ЗАГОЛОВОК: Процедура возврата на исходное звено			
ПОДЗАГОЛОВОК: Процедура перевода трафика, управляемая выдержкой времени.			
ЦЕЛЬ: Проверить корректность выполнения процедуры перевода трафика, управляемая выдержкой времени.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки 1, 2 и 4 недоступны			
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B		SP C
Звено	Звено		Звено
: Запустить трафик			
3 – 1	ТРАФИК (к D и E) ----->		
	<-----		3 – 1
3 – 2	ТРАФИК (к D и E) ----->		ТРАФИК (от D и E)
	<-----		3 – 2
2 – 1	: Включить в работу		ТРАФИК (от D и E)
	T21		
	TRA ----->		2 – 1
	<-----		«TRA»
3 – 1,2	ТРАФИК ОСТАНОВЛЕН		
	T3		
2 – 1	ТРАФИК (от 3 – 1,2) ----->		
	<-----		2 – 1
2 – 1,2	ТРАФИК ----->		ТРАФИК (от D, Прим.)
	<-----		3 – 1,2
			ТРАФИК (от E)
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.: В пункте SP B выполняется процедура перезапуска, а пункт SP D, приняв сообщения TRA для пункта SP A, осуществляет ремаршрутизацию своего трафика к пункту SP A. Эти процедуры не показаны с целью упрощения описания теста.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP E (и к SP D для теста типа VAT) по пучку L3.		
2	Включить в работу звено 2 – 1.		
3	Проверить, что таймер T21 запускается в пункте SP A и останавливается при приеме сообщения TRA от пункта SP B (см. Прим.)		
4	Проверить, что перенос трафика прекращается по пучку 3 в пункте SP A, и что после истечения таймера T3 трафик переводится на звено 2 – 1 в соответствии с правилами разделения нагрузки, определенными в пункте SP A.		
5	Остановить трафик и проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.		
6	Проверить, что величина выдержки времени T3 находится в указанных пределах.		
7	Повторить тест (только для тестов типа VAT) без отправки сообщения TRA от SP B к SP A и проверить, что проверяемая процедура выполняется при истечении таймера T21.		

НОМЕР ТЕСТА: 5		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 7		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 32	
ЗАГОЛОВОК: Принудительная ремаршрутизация			
ПОДЗАГОЛОВОК:			
ЦЕЛЬ: Проверить, что система может выполнять принудительную ремаршрутизацию.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки 1 и 4 недоступны			
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	Звено
: Запустить трафик			
2 – 1, 2 ТРАФИК	----->	к D и E	
	<-----	2 – 1, 2 ТРАФИК от D	
3 – 1, 2 ТРАФИК	----->	к D и E	
	<-----	3 – 1, 2 ТРАФИК (от E)	
		6 – 1 : Выключить из работы	
	<-----	2 – X TFP, PC = E	
3 – 1, 2 ТРАФИК	----->		
(к D и от 2 – 1, 2 к E)			
	<-----	3 – 1, 2 ТРАФИК (от E)	
2 – 1, 2 ТРАФИК	----->	к D	
	<-----	2 – 1, 2 ТРАФИК от D	
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.:			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик по пучкам L2 и L3 к пункту SP E (и к SP D для тестов типа VAT).		
2	Выключить из работы пучок L6 и проверить посылку сообщения TFP, относящееся к пункту SP E, от SP B к SP A.		
3	Остановить трафик и проверить, что принудительная ремаршрутизация была выполнена корректно. Могут наблюдаться потери сообщений, но не должно быть дублирования и нарушения последовательности сообщений.		
4	Проверить, что трафик, предназначенный пункту SP D переносится корректно по пучкам L2 и L3 без потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.		
5	Проверить, что система выдает необходимую индикацию.		

НОМЕР ТЕСТА: 6		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 8		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 33	
ЗАГОЛОВОК: Управляемая ремаршрутизация			
ПОДЗАГОЛОВОК:			
ЦЕЛЬ: Проверить, что система может выполнять управляемую ремаршрутизацию.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки L1, L4 и L6 недоступны (окончание теста 5)			
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	SP C
Звено		Звено	Звено
: Запустить трафик			
3 – 1, 2 ТРАФИК		----->	к D и E
		<-----	3 – 1, 2 ТРАФИК (от E)
2 – 1, 2 ТРАФИК		----->	к D
		<-----	2 – 1, 2 ТРАФИК от D
			6 – 1 : Включить в работу
		<-----	2 – X TFA, PC = E
T6			
2 – 1, 2 ТРАФИК		----->	
(к D и от 3 – 1, 2 к E)		<-----	3 – 1, 2 ТРАФИК от D
3 – 1, 2 ТРАФИК		----->	
		<-----	3 – 1, 2 ТРАФИК (от E)
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.:			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP E (и к SPD для тестов типа VAT).		
2	Включить в работу пучок L6 и проверить посылку сообщения TFA, относящееся к пункту SP E, от SP B к SP A.		
3	Остановить трафик и проверить, что управляемая ремаршрутизация была выполнена корректно. Для всех потоков трафика не должно быть потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.		
4	Проверить, что значение выдержки времени T6 находится в установленных пределах.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.1.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Запрет доступа к звену – звено доступно			
ЦЕЛЬ: Проверить корректность реакции, когда запрет запрашивается для доступного звена			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок с двумя доступными звеньями			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК	----->	
		<-----	1 – 1 ТРАФИК
1 – 2	ТРАФИК	----->	
		<-----	1 – 2 ТРАФИК
1 – 1	: Запрос на запрет звена		
1 – X	LIN, SLC 1 – 1	----->	
		<-----	1 – X LIA, SLC 1 – 1
ВОЗВРАТ НА ИСХОДНОЕ ЗВЕНУ, управляемый выдержкой времени (Прим.)			
1 – 2	ТРАФИК (от 1 – 1)	----->	
		<-----	1 – 2 ТРАФИК (от 1 – 1)
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.: Возврат на исходное звено выполняется после запрета звена 1 – 1, но в данном тесте это не проверяется.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP B (и к SP C для тестов типа VAT) по звеньям 1 – 1 и 1 – 2.		
2	Инициировать запрет звена 1 – 1 и проверить, что из пункта SP A отправляется сообщение LIN и в течение T14 принимается ответное сообщение LIA.		
3	Проверить, что трафик обычно переносимый по звеном 1 – 1 переведен на звено 1 – 2.		
4	Проверить, что звено 1 – 1 переходит в состояние запрещения с ближнего конца.		
5	Повторить тест в обратном направлении.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.1.2		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Запрет доступа к звену – звено недоступно			
ЦЕЛЬ: Проверить корректность реакции, когда запрет запрашивается на для недоступного звена.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок с одним доступным звеном			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP А		SP В	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 1	ТРАФИК
1 – 2	: Запрос на запрет звена		
1 – 1	LIN, SLC 1 – 2		
	----->		
	<-----	1 – 1	LIA, SLC 1 – 2
1 – 2	: Включить звено в работу		
1 – 1	ТРАФИК		
	----->		
	<-----	1 – 1	ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP В (и к SP С для тестов типа VAT) по звену 1 – 1.		
2	Инициировать запрет звена 1 – 2, проверить прием сообщения LIN в пункте SP В и посылку ответного сообщения LIA в течение T14.		
3	Проверить, что запрет звена выполнен.		
4	Включить звено 1 – 2 в работу и проверить, что оно находится в запрещенном состоянии.		
5	Остановить трафик и проверить, что его обслуживание не было нарушено.		
6	Повторить тест в обратном направлении.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.2.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Запрет доступа к звену не разрешен – отказ выполнить запрет к доступному звену с ближнего конца			
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру запрета в случае отказа запрета доступного звену.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок с одним доступным звеном			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, СРТ	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК	----->	
		<-----	1 – 1 ТРАФИК
1 – 1	: Запрос на запрет звена		
1 – 1	ТРАФИК	----->	
		<-----	1 – 1 ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP B (и к SP C для тестов типа VAT) по звену 1 – 1.		
2	Инициировать запрет доступа к звену 1 – 1 и проверить, что этот запрос не разрешен.		
3	Остановить трафик и проверить, что он не был нарушен.		
4	Повторить тест, изменив условия проведения следующим образом: звено 1 – 1 доступно, а звено 1 – 2 запрещено со стороны пункта SP B.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.2.2		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Запрет доступа к звену не разрешен – отказ выполнить запрет доступа к доступному звену с ближнего конца			
ЦЕЛЬ: Проверить процедуру запрета в случае отказа запрета недоступного звена с ближнего конца			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Все звенья недоступны			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
1 – 1	: Запрос на запрет звена		
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Инициировать запрет доступа к звену 1 – 1 и проверить, что этот запрос отклонен.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.6.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Ручная процедура отмены запрета доступа к звену – с возвратом на исходное звено			
ЦЕЛЬ: Проверить корректность процедуры восстановления, в случае когда отмена запрета доступа к звену была запрошена оператором.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Окончание теста 7.1.1			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: BCE	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 2	ТРАФИК	----->	
		<-----	
1 – 1	: Запрос на снятие запрета звена	1 – 2	ТРАФИК
1 – 2	LUN, SLC 1 – 1	----->	
		<-----	
		1 – 2	LUA, SLC 1 – 1
ВОЗВРАТ НА ИСХОДНОЕ ЗВЕНУ (Прим.)		ВОЗВРАТ НА ИСХОДНОЕ ЗВЕНУ (Прим.)	
1 – 1	ТРАФИК	----->	
	(от 1 – 2)	<-----	
		1 – 1	ТРАФИК
		(от 1 – 2)	
1 – 2	ТРАФИК	----->	
		<-----	
		1 – 2	ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.: Процедура возврата выполняется после снятия запрета звена 1 – 1, но в описании данного теста не приводится.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пунктам SP B и SP C по звену 1 – 2.		
2	Инициировать отмену запрета доступа к звену 1 – 1 проверить прием сообщения LUN и передачу ответного сообщения LUA в течение выдержки времени T12.		
3	Проверить выполнение процедуры отмены запрета и остановить трафик.		
4	Проверить, что трафик разделился по звеньям 1 – 1 и 1 – 2 в соответствии с правилами разделения нагрузки.		
5	Проверить, что система выдает индикацию об отмене запрета доступа к звену.		
6	Повторить тест в обратном направлении для случая, когда пункт SP B инициировал процедуру запрета (см. п.5, тест 7.1.1). Проверить, что отмены запрета невозможна, при запросе от оператора в пункте SP A.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.6.2		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Ручная процедура отмены запрета доступа к звену – без возврата на исходное звено.			
ЦЕЛЬ: Проверить ручную процедуру отмены запрета, в случае когда звено, с которого снят запрет остается недоступным.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Окончание теста 7.1.2 без включения звена 1 – 2 в работу (звено 1 – 2 выключено из работы и запрещено).			
КОНФИГУРАЦИЯ: А	ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 1 ТРАФИК	----->		
	<-----	1 – 1 ТРАФИК	
1 – 2 : Запрос на снятие запрета звена			
1 – 1 LUN, SLC 1 – 2	----->		
	<-----	1 – 2 LUA, SLC 1 – 2	
1 – 1 ТРАФИК	----->		
	<-----	1 – 1 ТРАФИК	
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1.	Запустить трафик к пункту SP B (и SP C в случае тестов VAT) по звену 1 – 1.		
2.	Инициировать отмену запрета доступа к звену 1 – 2 и проверить, что принято сообщение LUN и послано ответное сообщение LUA в течение выдержки времени T12.		
3.	Проверить корректность выполнения процедуры и тот факт, что звено 1 – 2 остается недоступным.		
4.	Остановить трафик и проверить, что его обслуживание не было нарушено.		
5.	Повторить тест в обратном направлении для случая, когда пункт SP B инициировал процедуру запрета (см. п. 6, тест 7.1.2). Проверить, что отмена запрета невозможна при запросе от оператора в пункте SP A.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.8		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Отмена запрета доступа к звену невозможна.			
ЦЕЛЬ: Проверить функционирование системы при невозможности отмены запрета.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено 1 – 2 недоступно и запрещено, а звено 1 – 1 доступно.			
КОНФИГУРАЦИЯ: А	ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP А		SP В	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 1	:Выключить из работы		
1 – X	:Запрос на снятие запрета звена		
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Выключить звено 1 – 1 из работы.		
2	Проверить, что отмена запрета не выполнялась.		

НОМЕР ТЕСТА: 7.17.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 10		ДИАГРАММА: Рис. 28	
ЗАГОЛОВОК: Запрет со стороны системы эксплуатационного управления			
ПОДЗАГОЛОВОК: Тест использования запрета – нормальная процедура.			
ЦЕЛЬ: Проверить, что система корректно выполняет тест запрета со стороны системы управления.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено 1 – 1 запрещено со стороны пункта А, другие звенья доступны.			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, СРТ	
		ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP А		SP В	
Звено		Звено	
1 – X	LLT, SLC 1 – 1 ----->		
	T22 <-----	1 – X	LRT, SLC 1 – 1
			T23
1 – X	LLT, SLC 1 – ----->	1 – X	LRT, SLC 1 – 1
	T22 ... <-----		T23 ...
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Проверить, что сообщение LLT периодически передается из пункта SP А, и (для тестов группы VAT) что значение таймера T22 находится в разрешенных пределах.		
2	Проверить, что при приеме сообщения LRT никаких действий не предпринимается в пункте SP А.		
3	Для теста СРТ проверить, что сообщение LRT периодически передается из пункта SP В в пункт SP А.		

НОМЕР ТЕСТА: 9.1.1		СТРАНИЦА: 1 из 1			
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 44			
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами					
ПОДЗАГОЛОВОК: Передача сообщения TFP по резервному маршруту – отказ основного пучка.					
ЦЕЛЬ: Проверить передачу сообщения TFP по резервному маршруту, когда основной пучок становится недоступным.					
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Все пучки доступны.					
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP		
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:					
SP A		SP B	SP C		SP .
Звено		Звено	Звено		Звено
: Запустить трафик					
1 – 1	ТРАФИК (от A и F)	5 – 1	----->	----->	SP D
		6 – 1	----->	----->	SP E
2 – 1	ТРАФИК (от A и F)		----->	7 – 1	-----> SP E
1 – 1	:Выключить из работы				
2 – 1	TFP, PC=B		----->		
2 – 1	TFP, PC=D		----->		
2 – 1	ТРАФИК (от 1 – 1)		----->	7 – 1	-----> SP E
				8 – 1	-----> SP D
			7 – 1	----->	SP E
: Ожидание					
: Остановить трафик					
ПРИМ.: После выключения из работы звена 1 – 1 выполняется процедура перехода на резервное звено, которая в описании теста не приводится.					
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:					
1	Запустить трафик к пункту SP D и SP E по пучкам L1 и L2.				
2	Выключить из работы звено 1 – 1 и проверить, что сообщения TFP, относящиеся к пунктам SP B и SP D, передаются из пункта SP A в SP C (резервный маршрут для доступа к пунктам SP B и SP D). Проверить, что ни одно из сообщений TFP, относящихся к пункту SP E не передаются от пункта SP A к SP C (разделение нагрузки по пучкам L1 и L2 в пункте SP A для доступа к пункту SP E).				
3	Проверить, что таймер T8 переустанавливается для каждого отправленного сообщения TFP.				
4	Проверить, что трафик к пунктам SP D и SP E переводится к SP C.				
5	Остановить трафик и проверить, что его обслуживание не было нарушено.				

НОМЕР ТЕСТА: 9.1.2		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 44	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами			
ПОДЗАГОЛОВОК: Передача сообщения TFP по резервному маршруту – при приеме TFP.			
ЦЕЛЬ: Проверить передачу сообщения TFP по резервному маршруту, когда основной пучок становится недоступным при приеме TFP.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок 4 недоступен.			
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: STP	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
1 – 1	ТРАФИК (от А и F)	5 – 1 ----->	-----> SP D
		6 – 1 ----->	-----> SP E
2 – 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	7 – 1 -----> SP E
(Прим.)		5 – 1 :Выключить из работы	
	<-----	1 – 1 TFP, PC=D	
2 – 1	TFP, PC=D	----->	
1 – 1	ТРАФИК (от А и F)	6 – 1 ----->	-----> SP E
2 – 1	ТРАФИК (от А и F, и от 1 – 1 к D)	----->	8 – 1 -----> SP D
		7 – 1 ----->	-----> SP E
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.: После приема сообщения TFP пунктом SP A для пункта SP D выполняется процедура принудительной ремаршрутизации, которая не входит в описание теста.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пунктам SP D и SP E.		
2	Выключить из работы звено 5 – 1 и проверить, что сообщение TFP, относящиеся к пункту SP D, передается в пункт SP A.		
3	Проверить, что сообщение TFP, относящиеся к пункту SP D, принимается от SP A, и что трафик, относящийся к пункту SP D, переводится для передачи через пункт SP C.		
4	Проверить, что переустанавливается таймер T8.		
5	Остановить трафик и проверить, что трафик к SP E не был нарушен. Некоторые сообщения к пункту SP D могут быть потеряны.		

НОМЕР ТЕСТА: 9.2.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 44	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами			
ПОДЗАГОЛОВОК: Рассылка сообщений TFP – при одном отказе.			
ЦЕЛЬ: Проверить рассылку сообщений, когда один пункт недоступен.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Все пучки доступны.			
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP F
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
3 – 1	ТРАФИК	----->	
	(от A, D и E)		
3 – 1	: Выключить из работы		
1 – 1	TFP, PC=F	----->	
2 – 1	TFP, PC=F	----->	
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.: Распространение сообщений TFP не показано для облегчения описания теста.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP E.		
2	Выключить из работы звено 1 – 1 и проверить, что рассылаются сообщения TFP, относящиеся к пункту SP F.		
3	Проверить, что переустанавливается таймер T8.		
4	Остановить трафик.		

НОМЕР ТЕСТА: 9.2.2		СТРАНИЦА: 1 из 2	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 44	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами			
ПОДЗАГОЛОВОК: Рассылка сообщений TFP – при нескольких отказах.			
ЦЕЛЬ: Проверить рассылку сообщений TFP, когда несколько пунктов недоступны (по различным причинам).			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок 1 недоступен.			
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP F
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
2 – 1	ТРАФИК (от А, и F)	----->	7 – 1 8 – 1
			-----> ----->
2 – 1	:Выключить из работы		
3 – 1	TFP, PC=B	----->	SP E
3 – 1	TFP, PC=C	----->	SP D
3 – 1	TFP, PC=D	----->	
3 – 1	TFP, PC=E	----->	SP F
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пунктам SP D и SP E.		
2	Выключить из работы пучок L2 и проверить, что сообщения TFP, относящиеся к пунктам SP B, SP C и SP E, передается к пункту SP F.		
3	Проверить, что для каждого отправленного сообщения TFP переустанавливается таймер T8.		
4	Повторить тест, используя в качестве условия проведения теста недоступный пучок L2, а затем выключив из работы пучок L1.		

НОМЕР ТЕСТА: 9.2.2 (окончание)		СТРАНИЦА: 2 из 2		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 44		
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами				
ПОДЗАГОЛОВОК: Рассылка сообщений TFP – при нескольких отказах.				
ЦЕЛЬ: См. 9.2.2.страница 1.				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки 1 и 4 недоступны.				
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
SP A		SP C	SP D	SP E
Звено		Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик				
2 – 1 ТРАФИК		8 – 1 ----->		
(от A и F)		7 – 1 ----->		SP E
		8 – 1	Выключить из работы	
<-----		2 – 1	TFP, PC=D	
3 – 1 TFP, PC=D			----->	SP F
2 – 1 ТРАФИК		7 – 1	----->	SP E
(от A и F)				
: Ожидание				
: Остановить трафик				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Запустить трафик к пунктам SP D и SP E.			
2	Выключить из работы пучок L8 и проверить, что передается сообщение TFP (PC=D). Проверить, что сообщения рассылаются к пункту SP F.			
3	Проверить, что переустанавливается таймер T8.			
4	Остановить трафик и проверить, что обслуживание трафика, относящегося к SP E, не нарушено.			
5	Повторить тест, используя в качестве условия проведения теста недоступные пучки L2 и L4, а затем выключив из работы пучок L5. Повторить тест, используя в качестве условия проведения теста недоступные пучки L4 и L8, а затем выключив из работы пучок L1.			
6	Повторить тест, используя в качестве условия проведения теста недоступные пучки L4 и L5, а затем выключив из работы пучок L2.			

НОМЕР ТЕСТА: 9.4.1		СТРАНИЦА: 1 из 1		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 45		
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами				
ПОДЗАГОЛОВОК: Передача сообщения TFA по резервному маршруту – восстановление основного пучка.				
ЦЕЛЬ: Проверить передачу сообщения TFA по резервному маршруту, когда основной пучок становится доступным.				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок L1 недоступен (окончание теста 9.1.1).				
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
	SP A	SP B	SP C	SP .
Звено		Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик				
2 – 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	8 – 1 7 – 1	-----> ----->
1 – 1	: Включить в работу			
2 – 1	TFA, PC=B	----->		
2 – 1	TFA, PC=D	----->		
1 – 1	TFR, PC=D	----->		
1 – 1	TFR, PC=E	----->		
1 – 1	ТРАФИК (от А и F и от 2 – 1)	----->	5 – 1 6 – 1	-----> ----->
2 – 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	7 – 1	----->
: Ожидание				
: Остановить трафик				
ПРИМ.: После включения в работу звена 1 – 1 выполняется процедура возврата на исходное звено, которая в описании данного теста не приводится.				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Запустить трафик к пунктам SP D и SP E.			
2	Включить в работу пучок L1 и проверить, что трафик, предназначенный пунктам SP D и SP E, переводится в пучок L1, и что сообщение TFA, относящееся к пункту SP D, передается из пункта SP A к пункту SP C. Проверить, что к пункту SP E не передается сообщений TFA (разделение нагрузки между пучками 1 и 2 в пункте SP A).			
3	Остановить трафик и проверить, что трафик был ремаршрутизирован корректно: без потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.			

НОМЕР ТЕСТА: 9.4.2		СТРАНИЦА: 1 из 1		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 45		
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами				
ПОДЗАГОЛОВОК: Передача сообщения TFA по резервному маршруту – по приему сообщения TFA				
ЦЕЛЬ: Проверить передачу сообщения TFA по резервному маршруту, когда основной пучок становится доступным по приему сообщения TFA				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки L4 и L5 недоступны (окончание теста 9.1.2)				
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT		ТИП SP: STP
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
Звено	SP A	SP B	SP C	SP .
		Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик				
1 – 1	ТРАФИК (от A и F)	----->	6 – 1	----->
2 – 1	ТРАФИК (от A и F)	----->	7 – 1	----->
			8 – 1	----->
	(Прим.)	<-----	5 – 1	: Включить в работу TFA, PC=D
			1 – 1	
1 – 1	TFP, PC=D	----->		
2 – 1	TFA, PC=D	----->		
1 – 1	ТРАФИК (от A и F, от 2 – 1 к D)	----->	5 – 1	----->
			6 – 1	----->
				-->
2 – 1	ТРАФИК (от A и F)	----->	7 – 1	----->
: Ожидание				
: Остановить трафик				
ПРИМ.: После включения в работу пучка L5 выполняется процедура управляемой ремаршрутизации, которая в описании данного теста не приводится.				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Запустить трафик к пунктам SP D и SP E.			
2	Включить в работу звено 5 – 1 и проверить, что сообщение TFA, относящееся к пункту SP D, передается в пункт SP A.			
3	Проверить, что трафик, предназначенный пункту SP D, проходит через пункт SP B, и что сообщение TFA, относящееся к пункту SP D, передается из пункта SP A к пункту SP C.			
4	Остановить трафик и проверить, что его обслуживание не было нарушено.			

НОМЕР ТЕСТА: 9.5.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 45	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами			
ПОДЗАГОЛОВОК: Рассылка сообщений TFA – при восстановлении одного пучка.			
ЦЕЛЬ: Проверить рассылку сообщений TFA, когда пункт назначения становится доступным			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучок L3 недоступен (окончание теста 9.2.1).			
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
ТИП SP: STP			
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP F
Звено	Звено	Звено	Звено
3 – 1	:Включить в работу (Прим. 1)		
1 – 1	TFA, PC=F	----->	(Прим. 2)
	TFA, PC=F	----->	(Прим. 2)
: Запустить трафик			
3 – 1	ТРАФИК	----->	SP F
	(от A и F)		
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ. 1: После включения в работу пучка L3, в пунктах SP A и SP F выполняется процедура перезапуска МТР, которая полностью не приводится в описании данного теста.			
ПРИМ. 2: Распространение сообщений TFA не представлено для упрощения описания теста.			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Включить в работу пучок L3.		
2	Проверить, что рассылаются сообщения TFA, относящиеся к пункту SP E.		
3	Запустить трафик к пункту SP F и проверить правильность маршрутизации; остановить трафик.		

НОМЕР ТЕСТА: 9.5.2		СТРАНИЦА: 1 из 2		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 45		
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами				
ПОДЗАГОЛОВОК: Рассылка сообщений TFA – при разных ситуациях.				
ЦЕЛЬ: Проверить рассылку сообщений TFA, когда несколько пунктов назначения становятся достигаемыми при различных ситуациях в сети.				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки L1 и L2 недоступны (окончание теста 9.2.2 на стр. 1 из 2).				
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT		
ТИП SP: STP				
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
Звено	SP A	SP B	SP C	SP D
		Звено	Звено	Звено
2 – 1	:Включить в работу			
3 – 1	TFA, PC=B	----->		SP F
3 – 1	TFA, PC=C	----->		SP F
3 – 1	TFA, PC=D	----->		SP F
3 – 1	TFA, PC=E	----->		SP F
2 – 1	TFR, PC=B	----->		
2 – 1	TFR, PC=D	----->		
2 – 1	TFR, PC=E	----->		
	: Запустить трафик			
2 – 1	ТРАФИК (от A и F)	----->	7 – 1 -----> 8 – 1 ----->	SP E SP D
	: Ожидание			
	: Остановить трафик			
ПРИМ.: После включения в работу пучка L2, в пунктах SP A и SP C выполняется процедура перезапуска MTP, которая не приводится в описании данного теста.				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Включить в работу пучок L2.			
2	Проверить, что рассылаются сообщения TFA, относящиеся к пунктам SP B, SP C, SP D и SP E.			
3	Запустить трафик к пункту F и проверить, что трафик маршрутизируется правильно; остановить трафик.			
4	Повторить тест, включив работу пучок L1 вместо пучка L2.			

НОМЕР ТЕСТА: 9.5.2 (окончание)		СТРАНИЦА: 2 из 2	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 13		ДИАГРАММА: Рис. 29, Рис. 45	
ЗАГОЛОВОК: Управление сигнальными маршрутами			
ПОДЗАГОЛОВОК: Рассылка сообщений TFA – при разных ситуациях.			
ЦЕЛЬ: См. стр. 1.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки L1, L4 и L8 недоступны (окончание теста 9.2.2 на стр. 2 из 2).			
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP D
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
2 – 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	7 – 1
			8 – 1 : Включить в работу
		<-----	2 – 1 TFA, PC=D
2 – 1	TFR, PC=D	----->	
3 – 1	TFA, PC=D	----->	SP F
2 – 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	7 – 1 ----->
			8 – 1 ----->
			SP E
			SP D
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP E.		
2	Включить в работу пучок L8 и проверить, что сообщение TFA, относящееся к пункту SP D, передается из пункта SP C к пункту SP A. Проверить, что пункт SP A рассылает сообщения TFA, относящиеся к SP D.		
3	Проверить, что трафик, предназначенный пункту SP D, перезапустился.		
4	Повторить тест, используя в качестве условий проведения теста недоступные пучки L2, L4 и L5, и затем включив в работу пучок L5. Повторить тест, используя в качестве условий проведения теста недоступные пучки L1, L4 и L8, и затем включив в работу пучок L1. Повторить тест, используя в качестве условий проведения теста недоступные пучки L2, L4 и L5, и затем включив в работу пучок L2.		

НОМЕР ТЕСТА: 10.1.1		СТРАНИЦА: 1 из 1		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:		
ЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР				
ПОДЗАГОЛОВОК: Восстановление сигнального пучка (SP A не содержит функций STP) – с использованием процедуры рестарта				
ЦЕЛЬ: Проверить, что корректно выполняется процедура рестарта пункта, когда восстановление пучка приводит к восстановлению связи между двумя смежными пунктами сигнализации				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки 1, 2 4 и 6 недоступны.				
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: SP	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
SP A		SP B	SP C	SP D
Звено		Звено	Звено	Звено
3 – 1, 2	ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->	SP E
			8 – 1 ----->	SP D
		<-----	3 – 1, 2 <-----	SP E
			<----- 8 – 1	SP D
2 – 1	:Включить в работу			
2 – 1	Активизация звена (звено в обслуживании на уровне 2)			
2 – 1	T21 TRA ----->	T21		
	<-----	2 – 1 TFP, PC=C		
	<-----	2 – 1 TFP, PC=E		
	<-----	2 – 1 TFA		
		5 – 1 TFA, PC=A ----->		SP D
	ПЕРЕВОД ТРАФИКА, УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ			
2 – 1	ТРАФИК ----->	5 – 1 ----->		SP D
	(от 3 – 1, 2)			
		2 – 1 ----->		5 – 1 SP D
3 – 1, 2	ТРАФИК ----->		7 – 1 ----->	SP E
			8 – 1 ----->	SP D
		3 – 1, 2 <-----		7 – 1 SP E
:Ожидание				
:Остановить трафик				
ПРИМ.: В пункте А применяется процедура перевода трафика, управляемая выдержкой времени, а в пункте D - процедура управляемой ремаршрутизации. Эти процедуры не приводятся в описании данного теста.				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Запустить трафик к пункту E (и D для VAT теста)			
2	Включить в работу звено 2 – 1 и проверить, что запускается таймер T21. Проверить, что сообщения TFP, отправленные из пункта B, принимаются в пункте A. Проверить, что таймер T21 останавливается при приеме от пункта B сообщения TRA			
3	Проверить, что по истечении времени T21 выполняется процедура перевода трафика, управляемая выдержкой времени. Проверить, что трафик, предназначенный пункту D, переводится на звено 2 – 1 в соответствии с правилами разделения нагрузки, определенными для пункта A. Проверить, что трафик, предназначенный пункту E, не переводится			
4	Остановить трафик и проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения очередности следования сообщений			
5	Повторить тест (VAT) без передачи сообщения TFA и проверить, что значение T21 находится в разрешенных пределах			

НОМЕР ТЕСТА: 10.2.1		СТРАНИЦА: 1 из 2			
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:			
ЗАГОЛОВОК: Рестарт пункта сигнализации					
ПОДЗАГОЛОВОК: Восстановление сигнального пучка (SP A содержит функции STP) – с использованием процедуры рестарта.					
ЦЕЛЬ: Проверить, что корректно выполняется процедура рестарта пункта, когда восстановление пучка приводит к восстановлению связи между двумя смежными пунктами сигнализации.					
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки 1, 3, 4 и 6 недоступны.					
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP		
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:					
SP A		SP B	SP C		SP D
Звено		Звено	Звено	Звено	
:Запустить трафик					
2 – 1	ТРАФИК	----->	7 – 1	----->	SP E
			8 – 1	----->	SP D
		<-----	2 – 1	<-----	SP E
				<-----	SP D
1 – 1	:Включить в работу				
1 – 1	Активизация звена (звено в обслуживании на уровне 2)				
1 – 1	T21		T21		
1 – 1	TRP, PC=F	----->			
1 – 1	TRA	----->			
		<-----	1 – 1	TFP, PC=C	
		<-----	1 – 1	TFP, PC=E	SP D
		<-----	1 – 1	TRA	
			5 – 1	TFA, PC=A	----->
2 – 1	TFA, PC=B	----->			
1 – 1	TFP, PC=D	----->			
ПЕРЕВОД ТРАФИКА, УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ					
2 – 1	ТРАФИК	----->	5 – 1	----->	SP D
		<-----	1 – 1	<-----	SP D
		<-----	2 – 1	<-----	SP D
2 – 1	ТРАФИК	----->	7 – 1	----->	SP E
		<-----	2 – 1	<-----	SP E
:Ожидание					
:Остановить трафик					
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:					
1	Запустить трафик к пункту D и E.				
2	Включить в работу звено 1 – 1 и проверить, что запускается таймер T21 в пункте A (и B для теста CPT). Проверить, что сообщения TFP, отправляются из пункта B к A для пунктов E и C, и что сообщение TFP отправляются из пункта A к B для пункта F.				
3	Проверить, что выдержки времени T21 в пункте A и в пункте B заканчиваются практически одновременно. Проверить, что сообщение TFA передается от пункта A к C для пункта B.				
4	Проверить, что в пункте A выполняется процедура перевода трафика, управляемая выдержкой времени. Проверить, что трафик, предназначенный пункту D, переводится на звено 1 – 1.				
5	Остановить трафик и проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.				
6	Повторить тест (VAT) без передачи сообщения TFA от пункта B к A и проверить, что значение T21 находится в разрешенных пределах.				

НОМЕР ТЕСТА: 10.2.1 (окончание)		СТРАНИЦА: 2 из 2	
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:	
ЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР			
ПОДЗАГОЛОВОК: Восстановление сигнального пучка (SP A содержит функции STP) – с использованием процедуры перезапуска.			
ЦЕЛЬ: См. стр. 1 из 2.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пучки L3, L4 и L6 недоступны (в конце стр. 1).			
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A	SP B	SP C	SP D
Звено	Звено	Звено	Звено
: Запустить трафик			
1 – 1 ТРАФИК	-----> 5 – 1	----->	SP D
	<----- 1 – 1	<-----	
	<-----	2 – 1 <-----	8 – 1 SP D
2 – 1 ТРАФИК	----->	7 – 1 ----->	SP E
	<-----	2 – 1 <-----	7 – 1 SP E
3 – 1 : Включить в работу Активизация звена (звено в обслуживании на уровне 2)			
3 – 1 T21	<-----		3 – 1 T21 SP F
TRA			TRA SP F
2 – 1 TFA, PC=F	----->		
1 – 1 TFA, PC=F	----->		
1 – 1 ТРАФИК (от A и F)	-----> 5 – 1	----->	SP D
	<----- 1 – 1	<-----	5 – 1 SP D
2 – 1 ТРАФИК (от A и F)	----->	7 – 1 ----->	SP E
	<-----	2 – 1 <-----	7 – 1 SP E
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ПРИМ.:			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик.		
2	Включить в работу звено 3 – 1 и проверить, что запускается таймер T21 в пункте SP A (и SP F для теста типа CPT).		
3	Проверить, что выдержки времени T21 в пункте SP A и в пункте SP F заканчиваются практически одновременно. Проверить, что сообщение TFA передается от пункта SP A к SP C для пункта SP F и от пункта SP A к SP B для пункта SP F.		
4	Остановить трафик и проверить, что не было потерь, дублирования и нарушения последовательности сообщений.		

НОМЕР ТЕСТА: 10.5		СТРАНИЦА: 1 из 2																																																																																																																					
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:																																																																																																																					
ЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР																																																																																																																							
ПОДЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР в пункте сигнализации, не содержащем функции STP.																																																																																																																							
ЦЕЛЬ: Проверить выполнение процедуры перезапуска МТР в пункте сигнализации, не содержащего функции STP.																																																																																																																							
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пункт А недоступен.																																																																																																																							
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: SP																																																																																																																				
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:																																																																																																																							
<table border="0"> <thead> <tr> <th>SP A</th> <th>SP B</th> <th>SP C</th> <th>SP D</th> </tr> <tr> <th>Звено</th> <th>Звено</th> <th>Звено</th> <th>Звено</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">: Включить в работу</td> </tr> <tr> <td>X - X</td> <td colspan="3">Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)</td> </tr> <tr> <td>T20</td> <td>T21</td> <td>T21</td> <td>T21</td> </tr> <tr> <td><-----</td> <td>2 - 1</td> <td>TRA</td> <td></td> </tr> <tr> <td><-----</td> <td></td> <td>3 - 1</td> <td>TRA</td> </tr> <tr> <td><-----</td> <td></td> <td></td> <td>1 - 1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>TRA</td> </tr> <tr> <td colspan="4">когда все звенья (или их достаточное количество) доступны</td> </tr> <tr> <td>2 - 1</td> <td>TRA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SP A рассылает сообщения TFA</td> </tr> <tr> <td>3 - 1</td> <td>TRA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SP A рассылает сообщения TFA</td> </tr> <tr> <td>1 - 1</td> <td>TRA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 - 1, 2</td> <td>ТРАФИК</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1 - 1, 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>SP D</td> </tr> <tr> <td>2 - 1, 2</td> <td>ТРАФИК</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>5 - 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>6 - 1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1 - 1, 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>SP D</td> </tr> <tr> <td>3 - 1, 2</td> <td>ТРАФИК</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>8 - 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>7 - 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3 - 1, 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7 - 1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>SP E</td> </tr> </tbody> </table>				SP A	SP B	SP C	SP D	Звено	Звено	Звено	Звено	: Включить в работу				X - X	Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)			T20	T21	T21	T21	<-----	2 - 1	TRA		<-----		3 - 1	TRA	<-----			1 - 1				TRA	когда все звенья (или их достаточное количество) доступны				2 - 1	TRA			SP A рассылает сообщения TFA				3 - 1	TRA			SP A рассылает сообщения TFA				1 - 1	TRA			1 - 1, 2	ТРАФИК						1 - 1, 2				SP D	2 - 1, 2	ТРАФИК				5 - 1				6 - 1						1 - 1, 2				SP D	3 - 1, 2	ТРАФИК					8 - 1				7 - 1					3 - 1, 2				7 - 1				SP E
SP A	SP B	SP C	SP D																																																																																																																				
Звено	Звено	Звено	Звено																																																																																																																				
: Включить в работу																																																																																																																							
X - X	Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)																																																																																																																						
T20	T21	T21	T21																																																																																																																				
<-----	2 - 1	TRA																																																																																																																					
<-----		3 - 1	TRA																																																																																																																				
<-----			1 - 1																																																																																																																				
			TRA																																																																																																																				
когда все звенья (или их достаточное количество) доступны																																																																																																																							
2 - 1	TRA																																																																																																																						
SP A рассылает сообщения TFA																																																																																																																							
3 - 1	TRA																																																																																																																						
SP A рассылает сообщения TFA																																																																																																																							
1 - 1	TRA																																																																																																																						
1 - 1, 2	ТРАФИК																																																																																																																						
			1 - 1, 2																																																																																																																				
			SP D																																																																																																																				
2 - 1, 2	ТРАФИК																																																																																																																						
	5 - 1																																																																																																																						
	6 - 1																																																																																																																						
			1 - 1, 2																																																																																																																				
			SP D																																																																																																																				
3 - 1, 2	ТРАФИК																																																																																																																						
		8 - 1																																																																																																																					
		7 - 1																																																																																																																					
			3 - 1, 2																																																																																																																				
			7 - 1																																																																																																																				
			SP E																																																																																																																				
: Ожидание																																																																																																																							
: Остановить трафик																																																																																																																							
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:																																																																																																																							
1	Включить в работу пункт SP A.																																																																																																																						
2	Проверить, что таймер T20 запускается, когда первое звено встает в обслуживание на уровне 2.																																																																																																																						
3	Проверить, что таймер T20 останавливается, когда все звенья (или их достаточное количество) находятся в работе, и все сообщения TRA приняты от пунктов SP B, SP C и SP D.																																																																																																																						
4	Проверить, что пункт SP A рассылает сообщения TRA пунктам SP B, SP C и SP D.																																																																																																																						
5	Проверить, что трафик переносится так, как представлено выше.																																																																																																																						
6	Остановить трафик.																																																																																																																						
7	Для теста типа VAT повторить тест без передачи сообщения TRA от пункта SP B к SP A и проверить, что значение выдержки времени T20 находится в разрешенных пределах.																																																																																																																						
8	Для теста типа VAT повторить тест без включения в работу звена 1 - 1 и проверить, что значение выдержки времени T20 находится в разрешенных пределах.																																																																																																																						

НОМЕР ТЕСТА: 10.5 (окончание)		СТРАНИЦА: 2 из 2																																																																																																																									
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:																																																																																																																									
ЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР																																																																																																																											
ПОДЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР в пункте сигнализации, не содержащем функции STP.																																																																																																																											
ЦЕЛЬ: Проверить выполнение процедуры перезапуска МТР в пункте сигнализации, не содержащем функции STP.																																																																																																																											
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пункт А и пучки L6, L7 – недоступны.																																																																																																																											
КОНФИГУРАЦИЯ: В		ТИП ТЕСТА: VAT, СРТ	ТИП SP: SP																																																																																																																								
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:																																																																																																																											
<table border="0"> <thead> <tr> <th>Звено</th> <th>SP A</th> <th>SP B</th> <th>SP C</th> <th>SP D</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Звено</td> <td>Звено</td> <td>Звено</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>:Включить в работу</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>X – X</td> <td>Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>T20</td> <td>T21</td> <td>T21</td> <td>T21</td> </tr> <tr> <td></td> <td><-----</td> <td>2 – 1 TFP, PC=E</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><-----</td> <td>2 – 1 TRA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><-----</td> <td></td> <td>3 – 1 TFP, PC=E</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><-----</td> <td></td> <td>3 – 1 TRA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td><-----</td> <td></td> <td></td> <td>1 – 1 TRA</td> </tr> <tr> <td colspan="4">когда все звенья (или их достаточное количество) доступны</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 – 1</td> <td>TRA</td> <td>-----></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SP A рассылает сообщения TFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 – 1</td> <td>TRA</td> <td>-----></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SP A рассылает сообщения TFA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 – 1</td> <td>TRA</td> <td>-----></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 – 1,2</td> <td>ТРАФИК</td> <td>-----></td> <td></td> <td>SP D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><-----</td> <td></td> <td>SP D</td> </tr> <tr> <td>2 – 1,2</td> <td>ТРАФИК</td> <td>-----></td> <td>5 – 1</td> <td>SP D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6 – 1</td> <td>SP E</td> </tr> <tr> <td>3 – 1,2</td> <td>ТРАФИК</td> <td>-----></td> <td>8 – 1</td> <td>SP D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7 – 1</td> <td>SP E</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><-----</td> <td>3 – 1,2</td> <td>SP E</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7 – 1</td> </tr> </tbody> </table>				Звено	SP A	SP B	SP C	SP D			Звено	Звено	Звено		:Включить в работу				X – X	Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)					T20	T21	T21	T21		<-----	2 – 1 TFP, PC=E				<-----	2 – 1 TRA				<-----		3 – 1 TFP, PC=E			<-----		3 – 1 TRA			<-----			1 – 1 TRA	когда все звенья (или их достаточное количество) доступны					2 – 1	TRA	----->					SP A рассылает сообщения TFA			3 – 1	TRA	----->					SP A рассылает сообщения TFA			1 – 1	TRA	----->			1 – 1,2	ТРАФИК	----->		SP D			<-----		SP D	2 – 1,2	ТРАФИК	----->	5 – 1	SP D				6 – 1	SP E	3 – 1,2	ТРАФИК	----->	8 – 1	SP D				7 – 1	SP E			<-----	3 – 1,2	SP E					7 – 1
Звено	SP A	SP B	SP C	SP D																																																																																																																							
		Звено	Звено	Звено																																																																																																																							
	:Включить в работу																																																																																																																										
X – X	Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)																																																																																																																										
	T20	T21	T21	T21																																																																																																																							
	<-----	2 – 1 TFP, PC=E																																																																																																																									
	<-----	2 – 1 TRA																																																																																																																									
	<-----		3 – 1 TFP, PC=E																																																																																																																								
	<-----		3 – 1 TRA																																																																																																																								
	<-----			1 – 1 TRA																																																																																																																							
когда все звенья (или их достаточное количество) доступны																																																																																																																											
2 – 1	TRA	----->																																																																																																																									
		SP A рассылает сообщения TFA																																																																																																																									
3 – 1	TRA	----->																																																																																																																									
		SP A рассылает сообщения TFA																																																																																																																									
1 – 1	TRA	----->																																																																																																																									
1 – 1,2	ТРАФИК	----->		SP D																																																																																																																							
		<-----		SP D																																																																																																																							
2 – 1,2	ТРАФИК	----->	5 – 1	SP D																																																																																																																							
			6 – 1	SP E																																																																																																																							
3 – 1,2	ТРАФИК	----->	8 – 1	SP D																																																																																																																							
			7 – 1	SP E																																																																																																																							
		<-----	3 – 1,2	SP E																																																																																																																							
				7 – 1																																																																																																																							
: Ожидание																																																																																																																											
: Остановить трафик																																																																																																																											
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:																																																																																																																											
1	Включить в работу пункт SP A.																																																																																																																										
2	Проверить, что таймер T20 запускается, когда первое звено встает в обслуживание на уровне 2.																																																																																																																										
3	Проверить, что таймер T20 останавливается, когда все звенья (или их достаточное количество) находятся в работе, и все сообщения TRA приняты от пунктов SP B, SP C и SP D.																																																																																																																										
4	Проверить, что пункт А рассылает сообщения TRA пунктам SP B, SP C и SP D.																																																																																																																										
5	Проверить, что трафик переносится так, как представлено выше.																																																																																																																										
6	Остановить трафик.																																																																																																																										
7	Повторить тест без передачи сообщения TRA от пункта SP B к SP A и проверить, что значение выдержки времени T20 находится в разрешенных пределах.																																																																																																																										
8	Повторить тест без включения в работу звена 1 – 1 и проверить, что значение выдержки времени T20 находится в разрешенных пределах.																																																																																																																										

НОМЕР ТЕСТА: 10.6		СТРАНИЦА: 1 из 2		
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:		
ЗАГОЛОВОК: Перезапуск MTP				
ПОДЗАГОЛОВОК: Перезапуск MTP в пункте сигнализации, содержащем функции STP.				
ЦЕЛЬ: Проверить выполнение процедуры перезапуска MTP в пункте сигнализации, содержащем функции STP.				
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пункт А недоступен.				
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:				
Звено	SP A	Звено SP B	Звено SP C	Звено SP D
X - X	:Включить в работу Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)			
T18	T20	T21	T21	T21 SP F
	<-----	1 - 1 TFP, PC=F		
	<-----	1 - 1 TRA		
	<-----		2 - 1 TFP, PC=F	
	<-----		2 - 1 TRA	
	<-----			3 - 1 TRA
Когда все звенья (или их достаточное количество) доступны, или когда все сообщения TRA (или достаточное количество) были приняты				
1 - 1	TFP, PC=D	----->		
1 - 1	TFP, PC=E	----->		
2 - 1	TFP, PC=D	----->		
2 - 1	TFP, PC=E	----->		
1 - 1	TRA	----->		
	<-----	1 - 1 TFP, PC=F		
2 - 1	SP A рассылает сообщения TFA TRA	----->	2 - 1 TFP, PC=F	
	<-----			
3 - 1	SP A рассылает сообщения TFA TRA	----->		
1 - 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	5 - 1	SP D
		Через В или С к А и F	<-----	5 - 1 или 8 - 1 SP D
		6 - 1	----->	SP E
2 - 1	ТРАФИК (от А и F)	----->	7 - 1	SP E
		Через В или С к А и F	<-----	6 - 1 или 7 - 1 SP E
: Ожидание				
: Остановить трафик				
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:				
1	Включить в работу пункт SP A.			
2	Проверить, что таймер T20 запускается, когда первое звено встает в обслуживание на уровне 2.			
3	Проверить, что таймер T18 останавливается, когда все звенья (или достаточное количество) включены в работу, и когда все сообщения TRA приняты от пунктов SP B, SP C и SP D.			
4	Проверить, что пункт А рассылает сообщения TRA пунктам SP B, SP C и SP F.			
5	Проверить, что трафик переносится так, как указано в тесте.			
6	Остановить трафик.			
7	Повторить тест (для тестов типа VAT), изменив направление трафика: от пункта SP F к SP D и SP E через SP A, сразу после выравнивания звена 3 - 1, и проверить что этот трафик игнорируется до момента окончания T20.			

НОМЕР ТЕСТА: 10.6 (окончание)		СТРАНИЦА: 2 из 2					
ССЫЛКА: Q.704 раздел 9		ДИАГРАММА:					
ЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР							
ПОДЗАГОЛОВОК: Перезапуск МТР в пункте сигнализации, содержащем функции STP.							
ЦЕЛЬ: Проверить выполнение процедуры перезапуска МТР в пункте сигнализации, содержащем функции STP.							
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Пункт А недоступен, пучки 2 и 4 недоступны.							
КОНФИГУРАЦИЯ: D		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: STP				
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:							
Звено	SP A	Звено	SP B	Звено	SP C	Звено	SP D
	: Включить в работу						
X – X	Активизация (первое звено в обслуживании на уровне 2)						
T18	T20	T21				T21	SP F
	<-----	1 – 1	TFP, PC=F				
	<-----	1 – 1	TFP, PC=C				
	<-----	1 – 1	TRA				
	<-----					3 – 1	TRA
в конце выдержки времени T18							
1 – 1	TFP, PC=C	----->					
1 – 1	TFP, PC=D	----->					
1 – 1	TFP, PC=E	----->					
1 – 1	TRA	----->					
	<-----	1 – 1	TFP, PC=F				
	SP A рассылает сообщения TFA						
3 – 1	TRP, PC=C	----->					
3 – 1	TRA	----->					
1 – 1	ТРАФИК	----->	5 – 1	----->			SP D
	(от А и F)		6 – 1	----->			SP E
			к А и F	<-----		5 – 1	SP D
			к А и F	<-----		6 – 1	SP D
: Ожидание							
: Остановить трафик							
ПРИМ.: По истечении таймера T20 могут посылаться превентивные сообщения TFP. Для маршрутов с высшими приоритетами превентивные сообщения TFP могут не посылаться.							
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:							
1	Включить в работу пункт А посредством включения звена 3 – 1; включить в работу звено 1 – 1.						
2	Остановить трафик.						

НОМЕР ТЕСТА: 12.1		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.707		ДИАГРАММА:	
ЗАГОЛОВОК: Тестирование сигнального звена			
ПОДЗАГОЛОВОК: После включения звена в работу.			
ЦЕЛЬ: Проверить функционирование процедуры тестирования сигнального звена после включения его в работу.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено 1 – 2 доступно.			
КОНФИГУРАЦИЯ: А		ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	
		ТИП SP: STP	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 2	ТРАФИК		
1 – 1	: Включить в работу	1 – 2	ТРАФИК
1 – 1	SLTM		
1 – 1	SLTA	1 – 1	SLTA
		1 – 1	SLTM
ВОЗВРАТ НА ИСХОДНОЕ ЗВЕНО			
1 – 1, 2	ТРАФИК	1 – 1, 2	ТРАФИК
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP B (и к SP C для теста типа VAT).		
2	Включить в работу звено 1 – 1 и проверить, что от пункта SP A принято сообщение SLTM.		
3	Передать к пункту SP A сообщение SLTM и проверить прием ответного сообщения SLTA.		
4	Проверить, что звено 1 – 1 становится доступным, и что процедура возврата на исходное звено выполняется правильно.		
5	Остановить трафик.		
6	Для теста VAT повторить тест при условии недоступности и запрета звена 1 – 1 (в этом случае процедура возврата на исходное звено не производится). Проверить, что звено 1 – 1 становится доступным и остается запрещенным.		

НОМЕР ТЕСТА: 12.6		СТРАНИЦА: 1 из 1	
ССЫЛКА: Q.707		ДИАГРАММА:	
ЗАГОЛОВОК: Тестирование сигнального звена			
ПОДЗАГОЛОВОК: Дополнительные сообщения SLTA и SLTM.			
ЦЕЛЬ: Проверить функционирование системы при приеме дополнительных сообщений SLTA и SLTM.			
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА: Звено 1 – 2 доступно.			
КОНФИГУРАЦИЯ: А	ТИП ТЕСТА: VAT, CPT	ТИП SP: ВСЕ	
ОЖИДАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СИГНАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ:			
SP A		SP B	
Звено		Звено	
: Запустить трафик			
1 – 2	ТРАФИК	>----->	
		<-----<	1 – 2 ТРАФИК
		<-----<	1 – 2 SLTA
		<-----<	1 – 2 SLTM
1 – 2	SLTA	----->	
: Ожидание			
: Остановить трафик			
ОПИСАНИЕ ТЕСТА:			
1	Запустить трафик к пункту SP B (и к SP C для теста типа VAT).		
2	Проверить, что прием SLTA игнорируется.		
3	Передать к пункту SP A сообщение SLTM и проверить прием ответного сообщения SLTA.		
4	Остановить трафик и проверить, что он не был искажен.		

Глава 4. Тестовое оборудование

4.1 Принципы и архитектура аттестационного тестирования

В условиях современного рынка средств связи, на котором присутствуют много различных поставщиков, решающим фактором качественной совместной работы коммутационного оборудования разных производителей, является совместимость коммуникационных протоколов. В связи с этим особо актуальной становится наличие специализированных инструментальных средств для тестирования разных реализаций протоколов МТР с целью определить, отвечает ли та или иная реализация требованиям национальных и/или международных спецификаций.

Сложность этой задачи обусловлена и сложностью самих задаваемых стандартами протоколов, и допускаемой стандартами многовариантностью реализаций протоколов, и рядом ограничений, которые накладывают на возможности и способы тестирования особенности тестируемых реализаций. Корректность взаимодействия коммутационных систем одного и того же производителя означает всего лишь то, что протоколы, реализованные в оборудовании этого производителя, работоспособны. Но для корректного взаимодействия систем разных производителей нужно, чтобы реализация протоколов в каждой из них соответствовала эталонным спецификациям, определенным международными и национальными стандартами.

Протоколы МТР системы сигнализации ОКС7 структурированы по уровням. Распределение функций по уровням системы, в основном, соответствует семиуровневой модели взаимодействия открытых систем. Для проверки пригодности разных реализаций протоколов ОКС7 к совместной работе в одной сети сигнализации требуется их аттестационное тестирование (conformance testing). Общие принципы аттестационного тестирования протоколов OSI сформулированы в рекомендации МСЭ X.290. Рекомендация делит все требования к соответствию реализации протокола OSI его спецификации на две группы – требования к статическому соответствию и требования к динамическому соответствию.

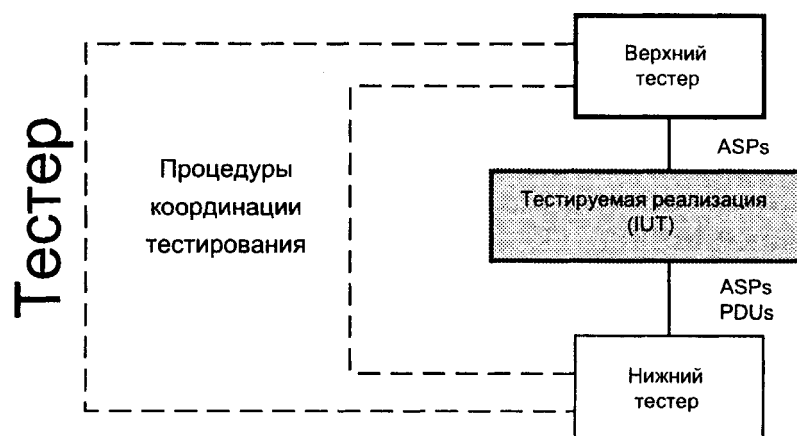
В качестве документа, содержащего информацию производителя о том, каким именно требованиям к статическому соответствию удовлетворяет представляемая этим производителем реализация протокола, используется *ведомость соответствия протоколу* (PICS, Protocol

implementation conformance statement). Требования к динамическому соответствию, составляющие основную часть рекомендаций по протоколам OSI, задают набор вариантов допустимого поведения реализации протокола. Аттестационное тестирование предусматривает проверку того, что тестируемая реализация отвечает требованиям как к статическому, так и к динамическому соответствию. При положительном результате проверки система считается аттестованной.

Тесты поведения предусматривают проверку того, как реагирует тестируемая реализация на разрешенные (предусмотренные протоколом) и на не разрешенные (синтаксически неправильные или не предусмотренные протоколом) воздействия со стороны тестирующей системы. Тесты поведения определяются в форме *абстрактных тестовых комплектов*, представляющих собой некоторые наборы *тестовых сценариев*. Каждый тестовый сценарий предназначен для проверки отдельного четко сформулированного свойства, конкретной способности или определенного характера поведения тестируемой реализации в строго оговоренных условиях.

Модель OSI для применений МСЭ-Т предполагает, что стандартизации подлежит только внешнее поведение реальных открытых систем. Поэтому спецификации протоколов OSI описывают поведение любого логического объекта протокола в терминах абстрактных сервисных примитивов (ASP, Abstract service primitive) на границах с уровнями, расположенными выше и ниже этого объекта. Сказанное определяет и концептуальную архитектуру тестирования, основанную на представлении тестируемой реализации в виде «черного ящика», а тестирования – в виде процесса активных воздействий тестера на этот «ящик» с проверкой его реакции на каждое воздействие. Воздействия и проверка реакции осуществляются в точках контроля и наблюдения (PCO, Point of control and observation) на границах с уровнями, расположенными под тестируемой реализацией и над ней. Концептуальная архитектура тестирования протоколов OSI, применимая и к стеку протоколов ОКС7, приведена на рисунке 4-1.

Рис.4-1 Концептуальная архитектура тестирования



Тестовая архитектура, состоящая из тестера, тестируемой реализации (IUT, Implementation under test), тестового контекста, точек контроля и наблюдения PCO и точек доступа к реализации, представляет собой описание среды, в которой проводится проверка реализации протокола. Тестер выполняет эксперименты над системой и наблюдает за результатами.

В тестере выделяются две части, именуемые нижним и верхним тестером. *Нижний тестер* (LT, Lower tester) абстрактно определяется как средство, которое в процессе тестирования воздействует на тестируемую реализацию и наблюдает за ней в PCO, находящейся на нижней границе этой реализации. Определяемый подобным образом *верхний тестер* (UT, Upper tester) взаимодействует с тестируемой реализацией в PCO на верхней границе этой реализации. При необходимости верхний и нижний тестеры взаимодействуют между собой с помощью процедур координации тестирования (TCP, Test coordination procedures).

Нижний тестер сложнее верхнего, поскольку он выполняет функции контроля и наблюдения за протокольными блоками данных (PDU, Protocol data units). Эти блоки являются частями абстрактных примитивов ASP, которые нижний тестер передает и принимает во время выполнения теста. Для тестирования конкретной системы специфицируются последовательности тестовых событий, воздействующих на эту систему и ожидаемых в качестве ее реакции на воздействия. Последовательность таких событий, исчерпывающая определенную задачу тестирования, представляет собой отдельный *тест* (test case). Полный набор тестов для тестирования определенного протокола называется *комплексом тестов* (test suite).

Воздействие на тестируемую реализацию протокола и наблюдение за ее реакцией могут производиться либо локально, когда PCO, доступные тестеру, находятся внутри тестируемой системы на верхней и нижней границах (в смысле модели OSI) тестируемой реализации, либо извне, например, через звено ОКС7. Для тестирования реализаций открытых систем определены следующие четыре категории методов:

- a) методы локального (local) тестирования;
- b) методы внешнего распределенного (external distributed) тестирования;
- c) методы внешнего координированного (coordinated) тестирования;
- d) методы внешнего дистанционного (remote) тестирования.

Методы локального тестирования характеризуются, как уже было сказано, тем, что PCO, к которым подключаются верхний и нижний тестеры, располагаются внутри системы на границах тестируемой реализации. Все методы внешнего тестирования ориентированы на то, что связь между нижним тестером и тестируемой системой поддерживается услугами нижних уровней, предоставляемыми другой системой, причем подразумевается, что названные ус-

луги достаточно надежны. Методы различаются возможностями доступа к верхней границе тестируемой реализации, требованиями к верхнему тестеру и требованиями к процедурам координации действий верхнего и нижнего тестеров. Методы b) и c) требуют, чтобы функции верхнего тестера были вполне определенными, методы d) этого не требуют. Методы c) требуют координации действий верхнего и нижнего тестеров с использованием протокола административного управления тестированием, методы b) и d) не предусматривают процедур координации. Методы b) предполагают наличие доступа к верхней границе тестируемой реализации, методы c) и d) такого доступа не требуют.

Нетрудно видеть, что любая версия реального средства тестирования протокола сигнализации будет реализацией некоторого нового протокола, представляющего собой расширение протокола, для тестирования которого это средство предназначено. Указанное расширение протокола, реализуемого средством тестирования, следует понимать так, что это средство, кроме нормальных протокольных процедур (режим эмулятора), должно еще распознавать и идентифицировать определенные нештатные для тестируемого протокола ситуации (режим монитора), а также иметь возможность создавать их (режим симулятора). Такого рода расширение, фактически являющееся спецификацией протокол-тестера, к настоящему моменту никакими международными стандартами не определено.

Данное обстоятельство порождает следующую проблему: одна и та же реализация протокола, тестируемая с помощью одного и того же тестового комплекта, но разными тестовыми средствами, может получить разные оценки соответствия. Это неизбежно ставит вопрос о необходимости стандартизации инструментальных средств тестирования, что проще всего обеспечить, если создание таких средств идет одновременно с разработкой соответствующих спецификаций протокола.

4.2 Подход к тестированию

Тестирование качества работы и совместимости компонентов современной телекоммуникационной сети приобретает важное значение в последние годы. При этом особое внимание уделяется наблюдению за состоянием элементов сети и проверке корректности реализации протоколов сигнализации.

Новые технологии предоставления услуг предполагают установку сетевых элементов, взаимодействующих между собой по новым протоколам, а с существующими сетями по достаточно давно применяемым протоколам, что влечет необходимость проверки как правильности реализации новых протоколов, так и корректности их взаимодействия с уже применяемыми. Добавление новых услуг и возможностей в существующее оборудование также влечет за собой новые группы протоколов и необходимость тестирования не только их самих, но и тестирование взаимодействия с существующими, уже однажды проверенными протоколами.

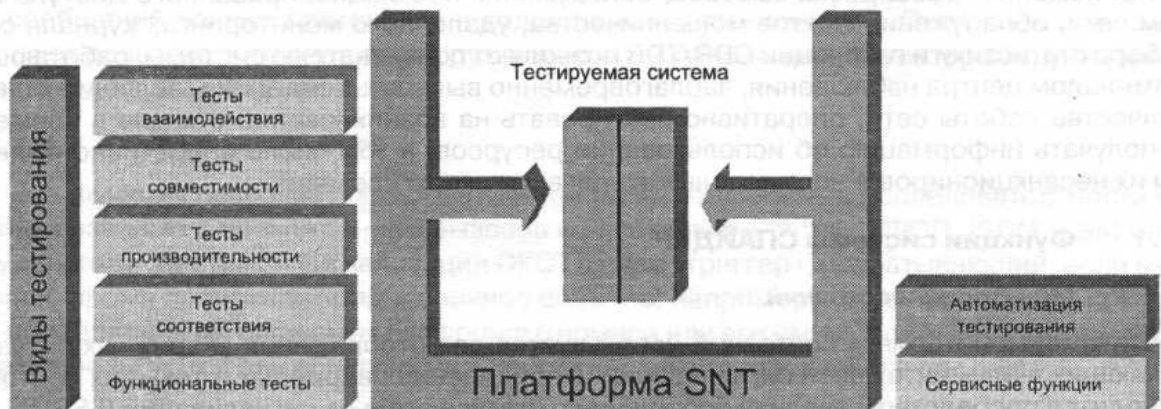
На каждом из этапов, через которые проходит любой компонент сети связи, начиная от разработки и заканчивая эксплуатацией в условиях реальной нагрузки, используются специальные методы тестирования и анализа качества функционирования, которые реализуются специализированными программно-аппаратными средствами, представляющими собой автономные приборы (протокол-тестеры или анализаторы) и целые системы распределенного наблюдения.

4.3 Платформа тестового оборудования SNT

Платформа тестового оборудования систем и сетей сигнализации SNT разработана для создания приборов и систем, необходимых при проведении всех видов тестирования сетевых элементов, использующих для взаимодействия между собой протоколы и системы сигнализации разных типов. Платформа SNT предоставляет унификацию средств для проведения функционального тестирования, тестирования соответствия, производительности, совместимости и взаимодействия (рисунок 4-2).

Интуитивно-понятный и удобный пользовательский русскоязычный интерфейс позволяет задавать значения параметров процесса тестирования и конфигурировать систему. Большое число сервисных функций дает возможность максимально автоматизировать процесс тестирования, вместе с тем оставляя пользователю возможность изменять все необходимые параметры системы с целью полной имитации реального окружения тестируемого оборудования. Наличие различных библиотек кодирования/декодирования сообщений позволяет проводить тестирование реализации как национальных российских, так и международных версий протоколов.

Рис. 4-2 Платформа тестового оборудования систем и сетей сигнализации SNT



Платформа реализована в соответствии с принципами тестирования протоколов и моделью OSI, что предполагает отдельную проверку функционирования каждого уровня.

Платформа SNT может быть использована для решения оперативных и среднесрочных задач эксплуатационного управления, а также для проведения пуско-наладочных работ.

Платформа тестирования SNT является базой для создания полной линейки тестового оборудования, в которую кроме системы распределенного мониторинга и аудита сети ОКС7 СПАЙДЕР входят профессиональный многопортовый анализатор/симулятор SNT-7531 и компактный анализатор SNTlite.

4.3.1 Система СПАЙДЕР

Система распределенного мониторинга и аудита сети ОКС7 СПАЙДЕР предназначена для постоянного наблюдения за состоянием элементов сети, контроля качества связи, сбора информации о возникающих в сети событиях, архивирования и статистической обработки информации по различным критериям, трассировки вызовов в пределах сети, генерации CDR/TDR, а также удаленного мониторинга и анализа протоколов ОКС7, применяемых в сетях ТФОП/ISDN/IN и/или GSM/GPRS.

Архитектура СПАЙДЕР позволяет гибко наращивать мощность системы, начиная от одного центра мониторинга и анализа до сложной иерархической системы с несколькими региональными и национальным центрами наблюдения и контроля. Система состоит из нескольких удаленных модулей (пробников) и одного или нескольких (по числу операторов) центральных серверов, образующих центры наблюдения и контроля. Компоненты системы мониторинга соединяются между собой по выделенной технологической сети передачи данных. Архитектурная концепция системы позволяет осуществлять как горизонтальное расширение на региональных уровнях с использованием дополнительных серверов, так и вертикальное расширение на национальном уровне.

Приложения трассировки вызовов, обнаружения несанкционированного доступа к ресурсам сети, обнаружения фактов мошенничества, удаленного мониторинга, журнала событий, сбора статистики и генерации CDR/TDR позволяют пользователю системы, работающему за терминалом центра наблюдения, заблаговременно выявлять тенденции, ведущие к снижению качества работы сети, оперативно реагировать на возникновение отказов в элементах сети, получать информацию об использовании ресурсов, в том числе оперативно выявлять факты их несанкционированного использования в реальном времени.

4.3.1.1 Функции системы СПАЙДЕР

4.3.1.1.1 Мониторинг состояний

Функция мониторинга состояний используется для отображения аварийных ситуаций, возникающих в элементах сети сигнализации. Определение аварийных и текущих состояний производится посредством анализа сообщений о статусе звеньев сигнализации (LSSU).

Пользовательский интерфейс выполнен в виде графических карт, отображающих как всю сеть сигнализации в целом, так и отдельные ее фрагменты.

Информация об изменении состояний звеньев и пучков звеньев выводится в журнал событий и выделяется цветом в соответствии с уровнем важности. Собранная информация архивируется и сохраняется в течение длительного времени.

При мониторинге интенсивности нагрузки или качества функционирования сигнальных звеньев пользователь имеет возможность задавать граничные значения (пороги аварийной ситуации).

4.3.1.1.2 Статистика функционирования сети ОКС7

Эта функция позволяет получить статистические данные о состоянии пучков звеньев, о количестве отказов и восстановлений звеньев, об общей загрузке звеньев и загрузке их отдельными подсистемами, а также проследить зависимости изменения загрузки от времени и получить данные о количестве сообщений каждого типа.

Перечень измерений для сбора данных соответствует рекомендации МСЭ-Т Q.751. Интервал измерений – 5 минут.

4.3.1.1.3 Статистика функционирования разговорных каналов

Эта функция обеспечивает сбор данных по отдельным направлениям, за заданный период времени (например, нагрузка разных пучков каналов, количество/процент успешных вызовов, количество/ процент вызовов, встретивших занятость, количество/процент вызовов без ответа). Кроме того, имеется возможность получить распределение неуспешных вызовов по разным классам причин. Перечень измерений соответствует рекомендации МСЭ-Т E.422.

Производится статистическая обработка сообщений по их типу, анализ относительной доли сообщений разных протоколов и кодов причин разъединений. Статистические данные позволяют пользователю оценить загрузку канала сигнализации и качество обслуживания вызовов по отдельным направлениям.

4.3.1.1.4 Трассировка вызовов

Эта функция позволяет пользователю системы отслеживать последовательности сообщений, связанные с прохождением вызовов по нескольким сетям (ТФОП, ISDN, GSM или IN), обслуживаемых системой сигнализации ОКС7, задав «триггер», срабатывающий, если в определенное время происходит определенное событие, например, такое как появление сообщения с определенными цифрами телефонного номера или его части. Возможности трассировки вызова используются для обнаружения фактов несанкционированного доступа.

4.3.1.1.5 Генерация CDR/TDR

Функция генерации CDR/TDR (Call/Transaction detailed record) позволяет формировать статистические данные об интенсивности потока вызовов и о длительности их обслуживания. Функция основана на записи информации о вызовах в базу данных, которая хранится на специальном сервере CDR. Запись CDR создается системой для каждого вызова, и содержит такие данные, как продолжительность обслуживания вызова, номера вызывающего и вызываемого абонентов, тип услуги, дата/время начала и окончания обслуживания вызова и другие параметры.

Анализ и фильтрация записей позволяют получить данные о наиболее долго обслуживавшихся вызовах, об активных (находящихся в обслуживании) вызовах, о суммарной продолжительности разговора по отдельным направлениям связи, о положении ЧНН, о труднодоступных направлениях и т.п.

4.3.1.1.6 Декодирование и анализ сообщений

Эта функция позволяет анализировать обмен сообщениями по каждому сигнальному звену и отображать результаты анализа в расшифрованном виде с управляемой степенью детализации и с предоставлением встроенной функции интерактивной помощи в отношении сообщений и параметров выбранного протокола. Предусмотрена возможность настройки фильтров и загрузки нужных значений их параметров из центрального модуля в один или несколько удаленных модулей.

Периодический или постоянный мониторинг интерфейса между сетевыми элементами обеспечивает:

- выявление ошибок при взаимодействии разных протоколов и сетевых элементов и не обнаруженных на других этапах тестирования;
- обнаружение несанкционированного доступа к ресурсам со стороны отдельных абонентов,
- обнаружение заикливания сообщений,
- контроль источников и маршрутов прохождения трафика.

При декодировании и анализе проверяется соответствие принимаемых сигналов и сообщений заданной спецификации. Сигналы и сообщения (или их отдельные параметры), не соответствующие спецификации, выделяются красным цветом. Анализаторы производят побитовое декодирование каждого сообщения с разбивкой по уровням протокола.

Так, если в сообщении протокола, заявленного как ISUP-R, будет обнаружен параметр или значение параметра, не предусмотренные спецификацией ISUP-R, анализатор автоматически выделит это сообщение из общей массы сообщений. Наличие даже одного не пре-

дусмотренного параметра может непредсказуемо повлиять на встречную АТС и значительно ухудшить качество обслуживания вызовов.

Развитая система фильтрации по разным критериям позволяет выделить из нескольких десятков тысяч сообщений, накопленных, например, за сутки наблюдения, только сообщения, содержащие информацию, которую пользователь хочет проанализировать. Фильтры позволяют пользователю провести детальное исследование обнаруженной анализатором проблемы, сокращая до минимума нужное для этого время.

Возможность одновременного анализа сообщений разных протоколов позволяет визуально оценить правильность взаимодействия систем сигнализации разных типов (например, ISUP и DSS1), что имеет первостепенную важность при соединении разнородного оборудования.

4.3.1.1.7 Обнаружение фактов несанкционированного использования ресурсов сети

Эта функция обеспечивает как сбор и обработку информации о вызовах в реальном времени, так и пост-обработку полученных в результате наблюдения данных, сравнивая их с заранее установленными параметрами фильтрации, сведениями об абонентских профилях и определенными пользователем пороговыми значениями временных интервалов.

Система имеет возможность обработки практически неограниченного числа параметров, полученных из записей CDR и/или из сигнальных звеньев ОКС7 и из разговорных каналов.

Пользователь системы имеет возможность создавать свои критерии фильтрации данных, комбинируя разные параметры, и устанавливать пороговые значения. В случаях совпадения критериев или превышения пороговых значений система автоматически генерирует соответствующее оповещение.

4.3.2 Многопортовый анализатор протоколов SNT-7531

SNT-7531 предназначен для профессионального тестирования телекоммуникационного оборудования ТФОП/ISDN, сетей GSM, региональных сетей передачи данных WAN, локальных сетей LAN, выделенных и частных сетей. Прибор выполняет мультипротокольный полнодуплексный мониторинг и анализ протоколов сигнализации в 8 трактах ИКМ для их проверки на предмет соответствия российским спецификациям, рекомендациям МСЭ-Т и стандартам ETSI. Внешний вид прибора представлен на рисунке 4-3.

Анализатор/симулятор SNT-7531 включает поддержку стеков протоколов ОКС7, ISDN PRI/BRI, GSM/GPRS, IN, CAMEL, V5.1 и V5.2, QSIG, TCP/IP, FR, X.25, H323 VoIP, а также сигнализации по 2ВСК. Прибор используется для задач, требующих одновременного мониторинга нескольких направлений и/или протоколов и анализа их взаимодействия.

На этапе системного проектирования прибора были определены наиболее характерные для средств тестирования функциональные возможности:

- наличие, в виде сменных модулей, аппаратных средств поддержки стандартных интерфейсов;
- возможность одновременного мониторинга нескольких протоколов в разных интерфейсах;
- наличие пакетов стандартизированного тестового программного обеспечения;
- наличие средств ввода и редактирования тестовых сценариев через графический интерфейс пользователя и средств трансляции сценариев в исполняемые тесты;
- удобный пользовательский интерфейс и возможность сохранения результатов тестирования на дисках и вывода их на принтер;
- возможность дистанционного управления тестером, обеспечивающая объединение нескольких тестеров в одном тестовом стенде.

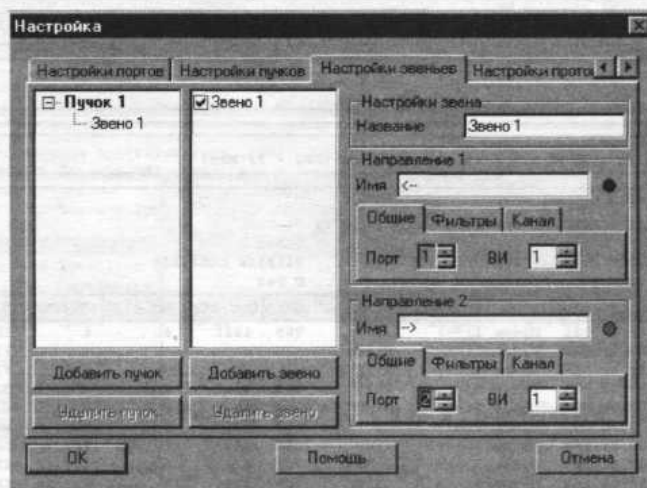
Именно этим требованиям соответствует анализатор протоколов сигнализации SNT-7531. В приборе предусмотрена возможность подключения параллельно первичному тракту ИКМ для работы в режиме мониторинга, а также возможность подключения его в режиме эмуляции и симуляции. Прибор обеспечивает одновременное наблюдение за корректностью взаимодействия нескольких систем сигнализации в произвольном их сочетании.

Рис. 4-3 Внешний вид SNT-7531



В режиме анализатора SNT-7531 производит мониторинг и запись протокольных блоков данных, передаваемых через межстанционный интерфейс, и отображает их на экране в расшифрованном виде, предоставляя пользователю возможность гибкого конфигурирования режимов тестирования разных подсистем. Пользователь может с помощью меню включать необходимые фильтры и выбирать характеристики вывода информации для каждого протокола – в шестнадцатеричном коде, в сокращенной или в подробной форме представления. Пример использования окна настроек пучков сигнальных звеньев, отдельных звеньев в пучке и соответствующих протоколов сигнализации изображен на рисунке 4-4.

Рис. 4-4 Пример использования окна настроек



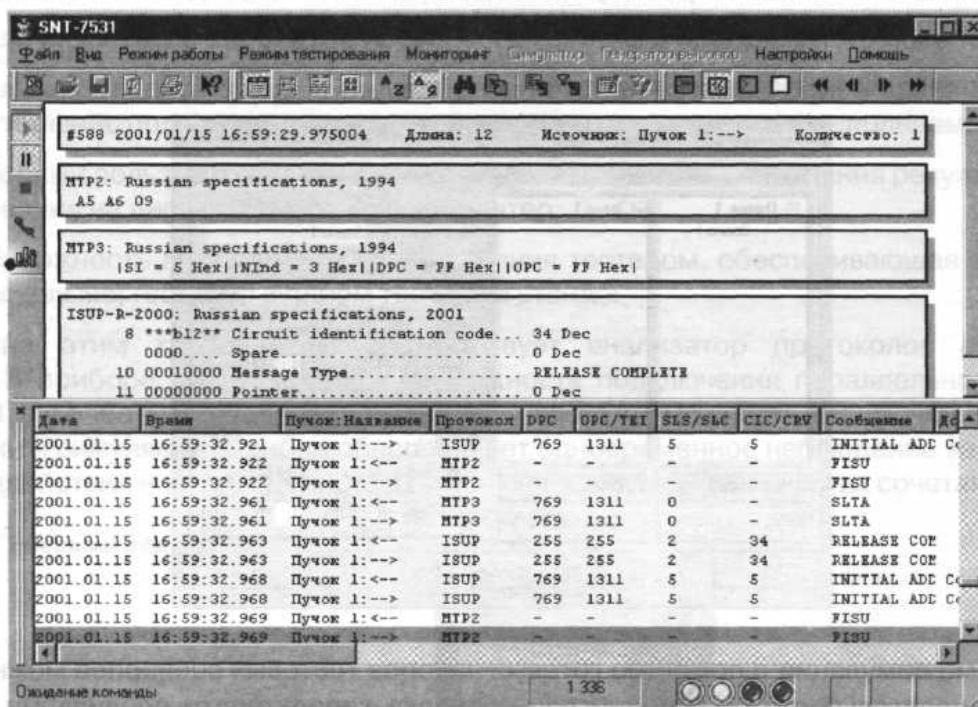
В режиме симуляции с помощью готовых наборов тестовых сценариев можно моделировать последовательности сообщений для проверки корректности реализации протокола в тестируемой системе. При обнаружении некорректной реакции тестируемой системы на экран прибора выводятся соответствующие сообщения. Пользователю предоставляется возможность создавать собственные тестовые сценарии. Результаты тестирования могут сохраняться в текстовых файлах или выводиться на принтер.

Пользователь может контролировать процесс тестирования, производить необходимые настройки (выбор сигнального канала, редактирование тестовых сценариев и т.д.), получать контекстную помощь как в отношении специфики тестируемых протоколов, так и в отношении самой системы тестирования, сохранять и распечатывать результаты тестов.

Графический интерфейс пользователя (рисунки 4-5) содержит два основных конфигурируемых экранных элемента:

- основное окно мониторинга
- вспомогательное окно мониторинга

Рис. 4-5 Графический интерфейс пользователя SNT-7531 в режиме мониторинга

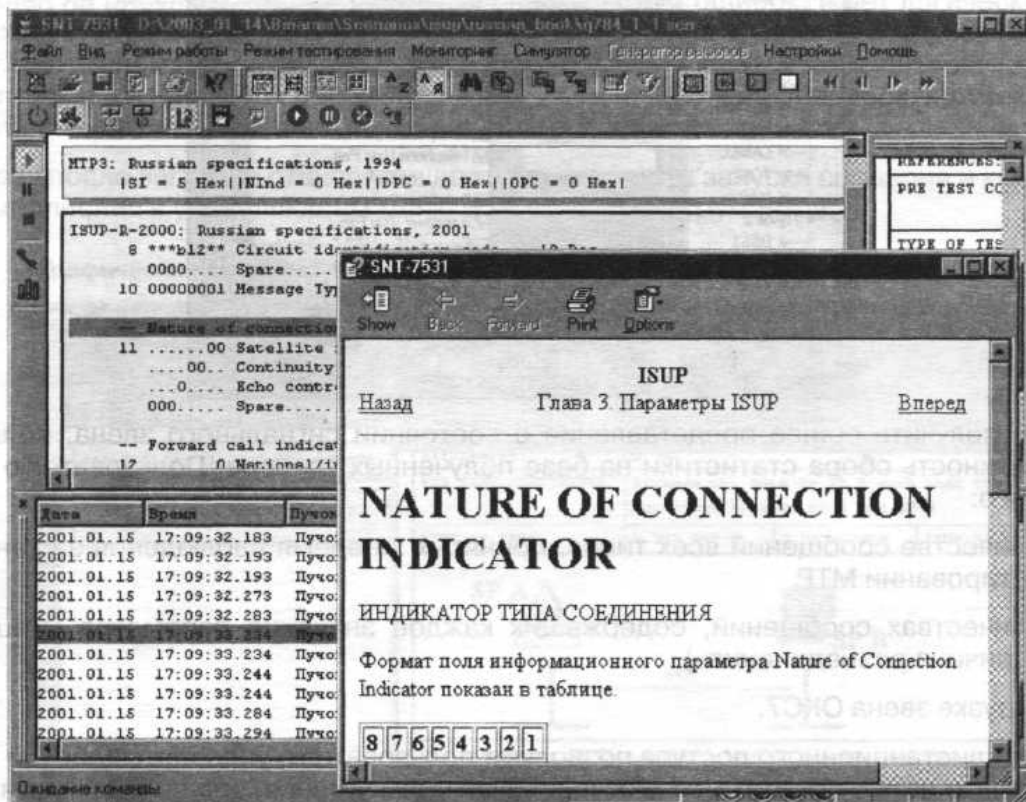


Основное окно мониторинга используется для вывода декодированных сообщений в полном виде – каждое поле представлено в форме «номер байта-битовая маска-имя поля-значение поля». Степень детализации просматриваемой информации можно изменять посредством подменю «Детализация», с помощью левой клавиши манипулятора «мышь» или кнопками управления детализацией.

Вспомогательное окно мониторинга предназначено для отслеживания последовательности приходящих сообщений и быстрого просмотра основных полей. Каждое сообщение представляется одной строкой вида «время, направление, протокол, OPC/TEI, DPC, CIC/CR, название сообщения, дополнительные параметры».

Встроенное в прибор программное обеспечение интерактивного обучения и помощи позволяет получать в процессе эксплуатации исчерпывающую контекстную помощь на русском или английском языке в отношении любого выбранного элемента (сообщения или параметра), отображаемого на экране. Эта функция помогает в ходе работы изучить особенности используемых протоколов связи. Пример использования окна интерактивного обучения представлен на рисунке 4-6.

Рис. 4-6 Пример использования окна интерактивного обучения

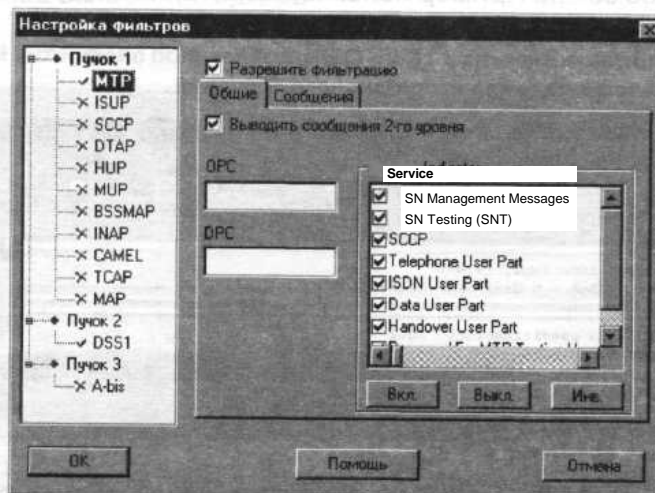


SNT-7531 позволяет производить побитовое декодирование сообщений всех поддерживаемых протоколов сигнализации. Пользователю предоставляется возможность контролировать степень детализации отображаемой информации, при этом никакая часть полученной информации не будет потеряна или искажена.

Полученный трейс можно сохранить в двоичном или текстовом виде с возможностью дальнейшего просмотра в других приложениях (Microsoft Word, Norton, FAR и т.д.) и вывода на печать.

Пользователю предоставляется также возможность отслеживать необходимую информацию в ходе тестирования или при просмотре сохраненного трейса, используя функции фильтрации. Интерфейс для настройки фильтров представлен на рисунке 4-7.

Рис. 4-7 Интерфейс для настройки фильтров



Чтобы получить общее представление о состоянии сигнального звена, пользователь имеет возможность сбора статистики на базе полученных трейсов. Пользователю выдается информация о:

- количестве сообщений всех типов, принятых за время наблюдения за каналом при тестировании MTP,
- количествах сообщений, содержащих каждое значение параметра «Cause Value» («Причина разъединения»),
- загрузке звена OKC7.

Функции дистанционного доступа позволяют пользователю управлять работой SNT-7531 через локальную сеть с другого компьютера, на котором установлена программная оболочка SNT-7531.

Режим эмулятора MTP/симулятора ISUP предназначен для выполнения следующих функций:

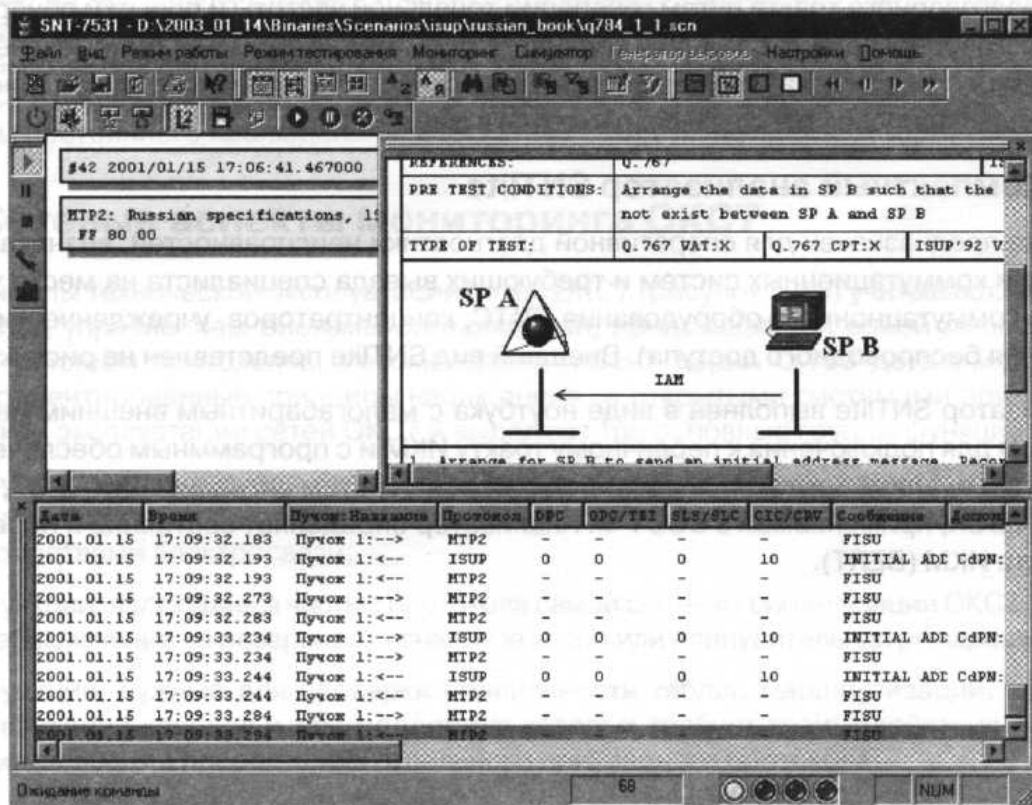
- проверка на соответствие национальным российским спецификациям OKC7
- эмуляция функций сигнального звена МСЭ-Т Q.703, Белая книга
- проверка на соответствие рекомендациям МСЭ-Т Q.761-Q.764, Q.767 Белая книга
- создание и редактирование сценариев

- комплект тестовых сценариев МСЭ-Т Q.784, Белая книга
- комплект сценариев для тестирования национальных российских особенностей протоколов МТР и ISUP
- мониторинг и декодирование в реальном времени
- проверка разговорного тракта.

Графический интерфейс пользователя в режиме эмулятора МТР/симулятора ISUP представлен на рисунке 4-8. Если сценарий не содержит ошибок, и нет логических ошибок в параметрах установок, то после загрузки в окне симулятора отобразится обмен сообщениями согласно выбранному сценарию. Кроме сообщений появляются комментарии, поясняющие цель теста (ссылки на пункты рекомендации Q.764), и перечень проверок, которые необходимо сделать во время выполнения сценария.

Сразу после загрузки становятся доступны команды запуска сценария и команда пошагового выполнения в управляющем меню и на панели инструментов.

Рис. 4-8 Графический интерфейс пользователя в режиме эмулятор МТР/симулятор ISUP



При тестировании последовательно выполняются все действия, описанные в сценарии. Исполнение сценария в любой момент можно прервать командой «остановка» или приостановить командой «пауза». В режиме паузы сценарий может выполняться по шагам для более детального анализа тестируемого оборудования. Все сообщения, поступающие в симулятор в режиме паузы, помещаются во временную очередь и хранятся там до очередного запуска.

Имеется возможность в любой момент узнать результаты выполненных сценариев. Нажатие кнопки отображения отчета вызовет к загрузке html-файл с таблицей результатов прохождения тестовых сценариев.

Генератор вызовов SNT-7531 предназначен для создания сигнальной нагрузки на телефонную станцию и проверки правильности проключения разговорных каналов. Функционально генератор вызовов представляет собой устройство, эмулирующее работу цифровой АТС. Имеется возможность задавать ряд параметров, таких как интенсивность потока вызовов и длительность их обслуживания, OPC, DPC, SLS, CIC, телефонные номера вызывающих и вызываемых абонентов. После успешного исходящего или входящего соединения проверяется целостность разговорного тракта путем генерации тональной частоты и попытки обнаружить эту частоту в разговорном тракте в течении заданного промежутка времени. Данные о результатах проключения разговорных каналов и проверки целостности разговорного тракта динамически отображаются в процессе работы и сохраняются в файле отчета.

4.3.3 Компактный анализатор SNTlite

SNTlite предназначен для оперативной диагностики неисправностей, возникающих при эксплуатации коммутационных систем и требующих выезда специалиста на место установки оконечного коммутационного оборудования (ПАТС, концентраторов, учрежденческих АТС или оборудования беспроводного доступа). Внешний вид SNTlite представлен на рисунке 4-9.

Анализатор SNTlite выполнен в виде ноутбука с малогабаритным внешним интерфейсным модулем для подключения к первичному тракту ИКМ и с программным обеспечением для мониторинга и анализа протоколов российских версий систем сигнализации ОКС7, ISDN PRI, V5.1/V5.2 и 2BСК, применяемых в ВСС РФ. Анализатор определяет состояние и проверяет качество тракта ИКМ (BERT).

Рис. 4-9 Внешний вид компактного анализатора SNTlite



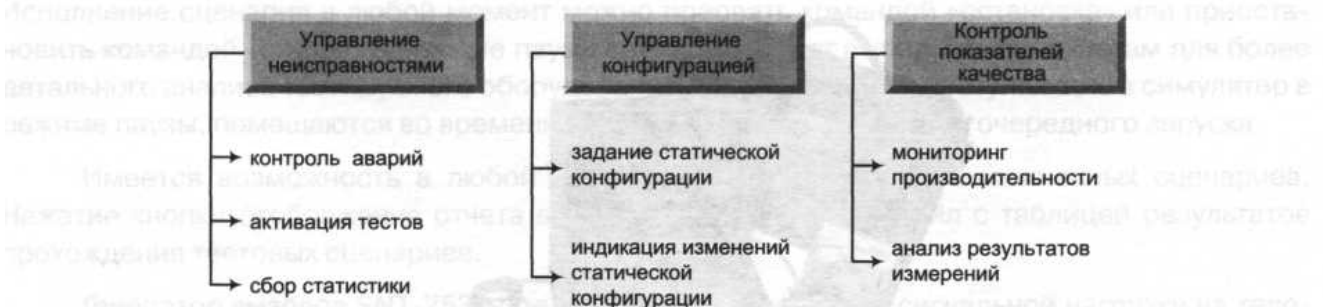
Поскольку сигнальный трафик и сложность сетей сигнализации постоянно возрастают, для поддержания должного уровня качества предоставления современных услуг операторы сетей стремятся получить полный контроль сетей ОКС7. В этих условиях система сигнализации ОКС7 становится все более важным объектом технической эксплуатации сетей связи, требующим постоянного наблюдения и адекватных средств анализа и отображения.

4.4 Сетевые аспекты мониторинга ОКС7

Принципы технической эксплуатации сетей ОКС7 (рисунок 4-10) учитывают, что эти сети работают под управлением системы сигнализации, представляющей собой многоуровневую систему с обилием протоколов. Рекомендации МСЭ-Т серии Q.750 детализируют общие объектно-ориентированные принципы наблюдения за открытыми системами применительно к технической эксплуатации сетей ОКС7 и выделяют три основные группы функций:

- а) функции, относящиеся к сети TMN (Telecommunication Management Network), которая специфицирует многоуровневую архитектуру для эксплуатационного управления средствами электросвязи;
- б) функции, являющиеся частью протокола самой системы сигнализации ОКС7 (например, переключение на резервное сигнальное звено или принудительная ремаршрутизация);
- в) функции, нужные для проверки правильности таблиц маршрутизации, кодов идентификации каналов и т.п., поддержка которых требует взаимодействия внутри сети сигнализации посредством отдельного прикладного протокола.

Рис. 4-10 Категории и функции управления ОКС7



Функции группы б) выполняются подсистемой МТР системы ОКС7. Для реализации функций управления групп а) и в) рекомендациями МСЭ-Т Q.750-Q.754 определена специальная прикладная подсистема эксплуатационного управления (ОМАР – Operation, Maintenance and Administration Part) и связанные с ней категории управления.

Категория УПРАВЛЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЯМИ (Fault Management) обеспечивает обнаружение, изоляцию и исправление ситуаций нештатного функционирования сети ОКС и включает в себя:

- обработку аварийных ситуаций, например, таких как отказ пучка сигнальных звеньев, ведущий к недоступности пункта сигнализации;
- активизацию тестов или необходимых измерений;
- сбор статистики в масштабах сети ОКС7 для планирования и проведения превентивных мероприятий;
- сбор статистики о состоянии элементов сети с целью обнаружить те из них, которые, возможно, работают в критическом режиме.

Неисправности отдельных элементов могут привести к неспособности всей сети ОКС выполнять свои функции с необходимым качеством. Явно «видимые» неисправности ведут к неспособности обслужить весь сигнальный (и, как следствие, разговорный) трафик, а «скрытые» неисправности снижают надежность сети сигнализации.

Категория УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЕЙ (Configuration Management) обеспечивает управление ресурсами, сбор данных о сети ОКС и ее компонентах и включает в себя:

- формирование статической конфигурации сети ОКС, включая активизацию ее элементов, и изменение конфигурации сети во время работы;
- индикацию изменений статической конфигурации во время работы.

Среди основных функций этой категории можно выделить формирование маршрутных таблиц в соответствии с заданным оператором сети планом маршрутизации; формирование и ввод в действие пучков сигнальных звеньев и отдельных звеньев внутри пучков и проверка соответствия имен на обеих сторонах сетевых ресурсов (например SLC и CIC).

Категория КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА (Performance Management) предполагает сбор статистических данных с целью оценить динамику изменения состояния сетевых элементов и эффективности работы сети в нормальных условиях и в условиях перегрузки и включает в себя, главным образом:

- активизацию измерений и сбор результатов за короткие (5 мин.) и большие (30 мин.) периоды (например, наблюдение за авариями, за использованием пучков звеньев и сигнальных маршрутов);
- управление сигнальным трафиком в реальном времени (например, модификация маршрутных таблиц и активизацию дополнительных сигнальных звеньев и пучков звеньев).

Для решения задач контроля за сетями ОКС на основе концепции TMN в начале 90-х годов МСЭ предложил оснастить пункты сигнализации ОКС7 прикладной подсистемой OMAP. Однако допускаемая рекомендациями по TMN многовариантность реализации и сложность протокола SMIP, лежащего в основе OMAP и предлагаемого МСЭ-Т для поддержки взаимодействия между сетевыми элементами и системами технической эксплуатации, привели к тому, что производители коммутационного оборудования предпочитают использовать свои более простые, но не совместимые между собой протоколы для наблюдения и дистанционного управления элементами сети ОКС7.

Более подробно системы сетевого мониторинга ОКС7 рассматриваются в отдельной книге этой серии.

Список сокращений

АТС – автоматическая телефонная станция

ГТС – городская телефонная сеть

МСЭ – Международный союз элетросвязи

ОКС7 – общеканальная система сигнализации №7

СПАЙДЕР – программно-аппаратный комплекс мониторинга и аудита сети ОКС7

ТФОП – телефонная сеть общего пользования

УАК – узел автоматической коммутации

А

ASP, Abstract service primitive – абстрактный сервисный примитив

В

B, Busy – статус «занятость»

BIB, Backward indicator bit – бит индикации обратного направления

B-ISUP, B-ISDN user part – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию широкополосной ISDN (B-ISDN)

BSN, Backward sequence number – порядковый номер подтверждаемой сигнальной единицы

С

CIC, Circuit identification code – код идентификации канала

СК, Check bits – проверочные биты

- CBA**, Changeback-acknowledgement signal – подтверждение приема команды перевести трафик на исходное сигнальное звено
- CBD**, Changeback-declaration signal – команда перевести трафик на исходное сигнальное звено
- CDR**, Call detailed record – подробная запись о вызове
- CHM**, Changeover and changeback messages – группа сообщений перевода трафика на резервное и возврата трафика на исходное сигнальное звено
- CNP**, Connection-not-possible signal – сигнал «подключение невозможно»
- CNS**, Connection-not-successful signal – сигнал «неуспешное подключение»
- COA**, Changeover-acknowledgement signal – подтверждение приема команды перевести трафик на резервное сигнальное звено
- COO**, Changeover-order signal – команда перевода трафика на резервное сигнальное звено
- CPT**, Compatibility tests – тесты совместимости
- CSS**, Connection-successful signal – сигнал «успешное подключение»

D

- DLC**, Signalling-data-link-connection-order signal – команда подключить звено передачи данных
- DLM**, Signalling-data-link-connection-order messages – группа сообщений подключения звена передачи данных
- DPC**, Destination point code – код пункта назначения сигнализации
- DUP**, Data user part – подсистема, поддерживающая сигнализацию сети передачи данных;

E

- E**, Emergency – статус «аварийное фазирование»
- ECA**, Emergency Changeover Acknowledgement – подтверждение приема сообщения аварийного перевода трафика на резервное сигнальное звено
- ECO**, Emergency Changeover Order – команда аварийного перевода трафика на резервное сигнальное звено

ECM, Emergency-changeover messages – группа сообщений аварийного перевода трафика на резервное сигнальное звено

F

F, Flag – флаг

FCM, Signalling-traffic-flow-control messages – группа сообщений управления потоком сигнального трафика

FIB, forward indicator bit – бит индикации прямого направления

FISU, fill-in signal unit – заполняющие сигнальные единицы

FSN, forward sequence number – порядковый номер передаваемой сигнальной единицы

G

GT, Global title – глобальный адрес

I

ISDN, Integrated Services Digital Network – цифровая сеть интегрального обслуживания

ISUP, ISDN user part – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию телефонной сети, сети передачи данных и цифровой сети интегрального обслуживания (ISDN)

IN, Intelligent network – интеллектуальная сеть

INAP, Intelligent network application part – прикладная подсистема Интеллектуальной сети

IUT, Implementation under test – тестируемая реализация

L

LAN, Local area network – локальная сеть передачи данных

LFU, Link forced uninhibit signal – сигнал принудительной отмены запрета доступа к сигнальному звену

LI, length indicator – индикатор длины

- LIA**, Link inhibit acknowledgement signal – сигнал подтверждения запрета доступа к сигнальному звену
- LID**, Link inhibit denied signal – сигнал отклонения запрета доступа к сигнальному звену
- LIN**, Link inhibit signal – сигнал запрета доступа к сигнальному звену
- LLT**, Link local inhibit test signal – сигнал проверки состояния запрета доступа к сигнальному звену с ближнего конца
- LRT**, Link remote inhibit test signal – проверки состояния запрета доступа к сигнальному звену с дальнего конца
- LSSU**, link state signal unit – сигнальные единицы состояния звена
- LT**, Lower tester – нижний тестер
- LUA**, Link uninhibited acknowledgement signal – сигнал подтверждения отмены запрета доступа к сигнальному звену
- LUN**, Link uninhibit signal – сигнал отмены запрета доступа к сигнальному звену

M

- MAP**, Mobile application part – прикладная подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию сетей подвижной связи стандарта GSM
- MIM**, Management inhibit messages – группа сообщений запрета доступа к звену системой эксплуатационного управления
- MSU**, message signal unit – значащие сигнальные единицы
- MTP**, Message transfer part – подсистема переноса сообщений

N

- N**, normal – статус «нормальное фазирование»
- NSP**, Network service part – сетевая подсистема

O

- O**, out of alignment – статус «не сфазировано»

OA&MC, operation, administration and maintenance centre – центр технического обслуживания и эксплуатации

OMAP, Operation, maintenance and administration part – прикладная подсистема эксплуатационного управления

OPC, originating point code – код исходящего пункта сигнализации

OS, out of service – статус «вне обслуживания»

OSI, Open systems interconnection – взаимодействие открытых систем

P

PCO, Point of control and observation – точка контроля и наблюдения

PDU, Protocol data units – протокольные блоки данных

PICS, Protocol implementation conformance statement – ведомость соответствия протоколу

PO, processor outage – статус «отказ процессора»

R

RCT, Signalling-route-set-congestion-test signal – сигнал тестирования перегрузки пучка сигнальных маршрутов

RSM, Signalling-route-set-test messages – группа сообщений тестирования пучка сигнальных маршрутов

RSR, Signalling-route-set-test signal for restricted destination – сигнал тестирования пучка сигнальных маршрутов к пункту назначения с ограниченным доступом

RST, Signalling-route-set-test signal for prohibited destination – сигнал тестирования пучка сигнальных маршрутов к пункту назначения с запрещенным доступом

S

SCP, Service control point – узел управления услугами интеллектуальной сети

SDL, signalling data link – звено передачи данных

SF, status field – поле статуса

- SI**, service indicator – индикатор вида службы
- SIE**, service indicator «emergency» – индикатор статуса «аварийное фазирование»
- SIF**, Signalling information field – поле сигнальной информации
- SIN**, service indicator «normal» – индикатор статуса «нормальное фазирование»
- SIO**, service information octet – байт служебной информации
- SIO**, service indicator «out of alignment» – индикатор статуса «не сфазировано»
- SIOS**, service indicator «out of service» – индикатор статуса «вне обслуживания»
- SIPO**, service indicator «processor outage» – индикатор статуса «отказ процессора»
- SL**, signalling link – сигнальное звено
- SLG**, signalling link group – группа сигнальных звеньев
- SLS**, signalling link set – пучок сигнальных звеньев
- SLS**, signalling link selection – поле выбора сигнального звена
- SLTA**, Signalling link test acknowledgement message – сообщение подтверждения тестирования сигнального звена
- SLTM**, Signalling link test message – сообщение тестирования сигнального звена
- SP**, signalling point – пункт сигнализации
- SNT**, Signaling Network Testing – платформа тестового оборудования систем и сетей сигнализации
- SNTlite** – компактный анализатор протоколов ВСС РФ
- SNT-7531** – профессиональный многопортовый мультипротокольный анализатор/симулятор
- SPC**, signalling point code – код пункта сигнализации
- SSF**, subservice field – поле подвида службы
- SSP**, Service switching point – узел коммутации услуг интеллектуальной сети
- ST**, signalling terminal – сигнальный терминал
- STEP**, signalling and transfer end point – пунктсигнализации/транзитный пункт сигнализации
- STP**, signalling transfer point – транзитный пункт сигнализации

N

TCAP, Transaction capabilities application part – прикладная подсистема поддержки транзакций

TCP, Test coordination procedures – процедуры координации тестирования

TDR, Transaction detailed record – подробная запись о транзакции

TFA, Transfer-allowed – сообщение разрешения переноса сигнального трафика

TFC, Transfer control – сообщение управления переносом сигнального трафика

TFM, Transfer-prohibited-transfer-allowed-transfer-restricted messages – группа сообщений запрещения, ограничения и разрешения переноса сигнального трафика

TFP, Transfer-prohibited – сообщение запрещения переноса сигнального трафика

TFR, Transfer restricted – сообщение ограничения переноса сигнального трафика

TRA, Traffic restart allowed – сообщение о разрешении перезапуска трафика

TRM, Traffic-restart-allowed – сообщение разрешения перезапуска сигнального трафика

TUP, Telephone user part – подсистема-пользователь, поддерживающая сигнализацию телефонной сети

U

UFC, User part flow control messages – группа сообщений управления потоком сигнального трафика от подсистем-пользователей

UPU, User part unavailable – сообщение подсистема-пользователь недоступна

UT, Upper tester – верхний тестер

V

VAT, validation tests – тесты соответствия

Литература

1. ITU-T Recommendation Q.700: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. INTRODUCTION TO CCITT SIGNALLING SYSTEM No. 7.
2. ITU-T Recommendation Q.701: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Functional description of the message transfer part (MTP) of signaling system No. 7.
3. ITU-T Recommendation Q.702: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Signalling data link.
4. ITU-T Recommendation Q.703: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7 Message transfer part. Signalling link.
5. ITU-T Recommendation Q.704: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Message transfer part. Signalling network functions and messages.
6. ITU-T Recommendation Q.705: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Signalling network structure.
7. ITU-T Recommendation Q.706: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Message transfer part signalling performance.
8. ITU-T Recommendation Q.707: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Testing and maintenance.
9. ITU-T Recommendation Q.708: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Numbering of international signalling point codes.
10. ITU-T Recommendation Q.709: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Hypothetical signalling reference connection.
11. ITU-T Recommendation Q.750: Overview of Signalling System No. 7 management.
12. ITU-T Recommendation Q.751-1: Network element management information model for the message transfer part (MTP).
13. ITU-T Recommendation Q.751-3: Network element information model for MTP accounting.
14. ITU-T Recommendation Q.752: Monitoring and measurements for Signalling System No. 7 networks.
15. ITU-T Recommendation Q.755: Signalling system no. 7 protocol tests.
16. ITU-T Recommendation Q.755-1: MTP Protocol Tester.
17. ITU-T Recommendation Q.780: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Signalling system No. 7 test specification – general description.
18. ITU-T Recommendation Q.781: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Signalling system No. 7 test specification – MTP level 2 test specification.
19. ITU-T Recommendation Q.782: SPECIFICATIONS OF SIGNALLING SYSTEM No. 7. Signalling system No. 7 test specification – MTP level 3 test specification.

«Этим полукреслом мастер Гамбс начинает новую партию мебели...». Если бы авторы настоящего справочника не прочитали в детстве эту знаменитую фразу, они все равно начали бы примерно так эту книгу. Еще и потому, что она открывает серию из 12 справочников, посвященных телекоммуникационным протоколам сигнализации.

Лидирующие позиции среди всех протоколов занимает общеканальная система сигнализации №7, соединяющая телефонные сети всего мира в единое целое. Сегодня без ОКС7 невозможно представить ни сети ISDN, ни интеллектуальные сети, ни сети GSM с их роумингом ни многое - многое другое.

Справочник, являясь первым в серии о системе ОКС7, посвящен подсистеме передачи сообщений МТР. Именно подсистема МТР обеспечивает для разных сетей, использующих ОКС7, уникальные в своем роде по степени надежности средства доставки сообщений в условиях отказов элементов сети.

Протокол-тестеры:



SNTLite

Компактный анализатор протоколов сигнализации
Взаимоувязанной сети связи России



SNT-7531 и SNT-4268

Протокол-тестеры телекоммуникационных протоколов, включая подсистемы и прикладные протоколы ОКС7, интерфейсы V5.1 и V5.2, системы сигнализации IP-телефонии и сигнализацию DSS1, протоколы QSIG, R1, R2, 1BCK и др.



СПАЙДЕР

Распределённая система мониторинга
и анализа сети ОКС7

ISBN 5-256-01691-1



9 785256 016913