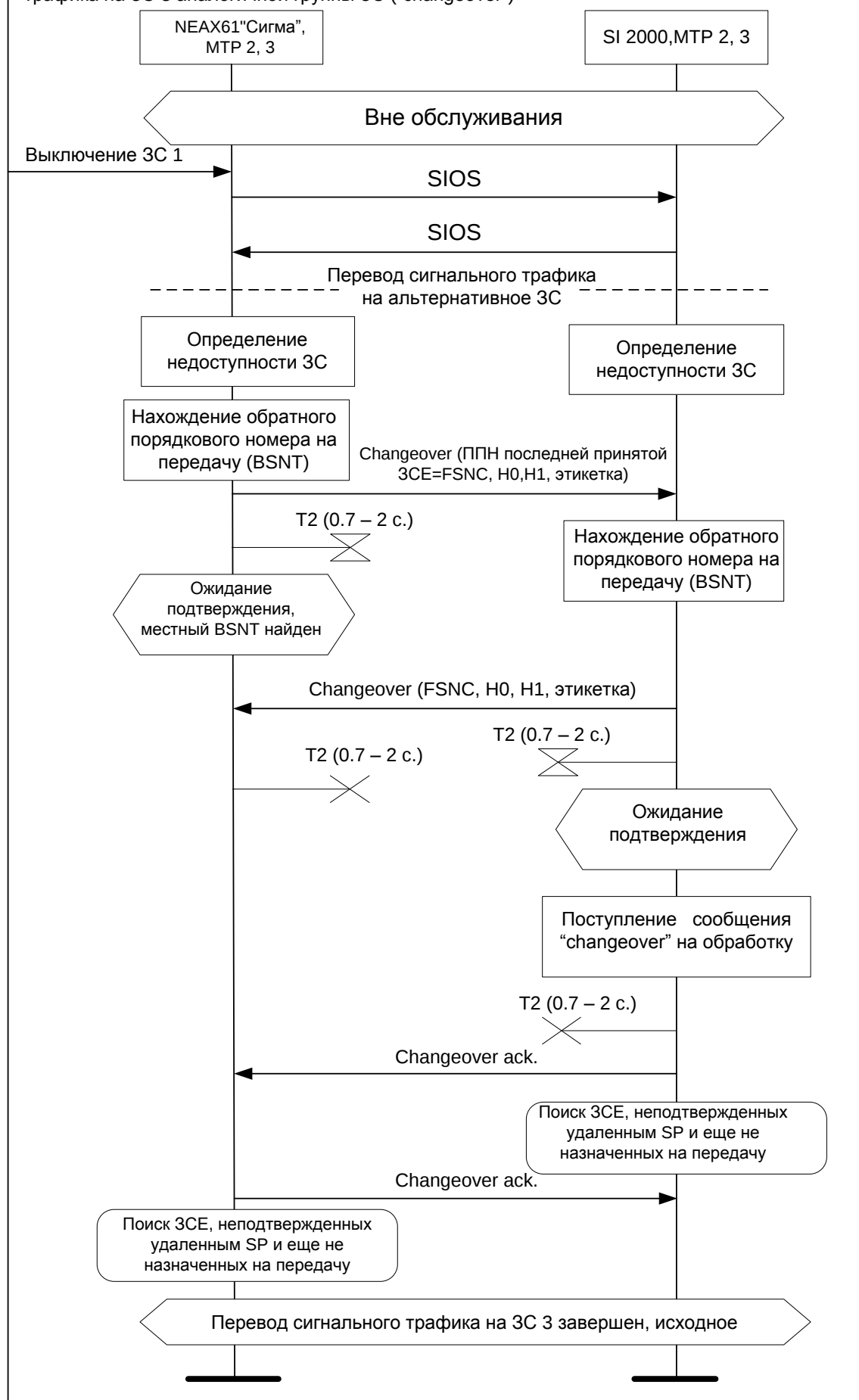
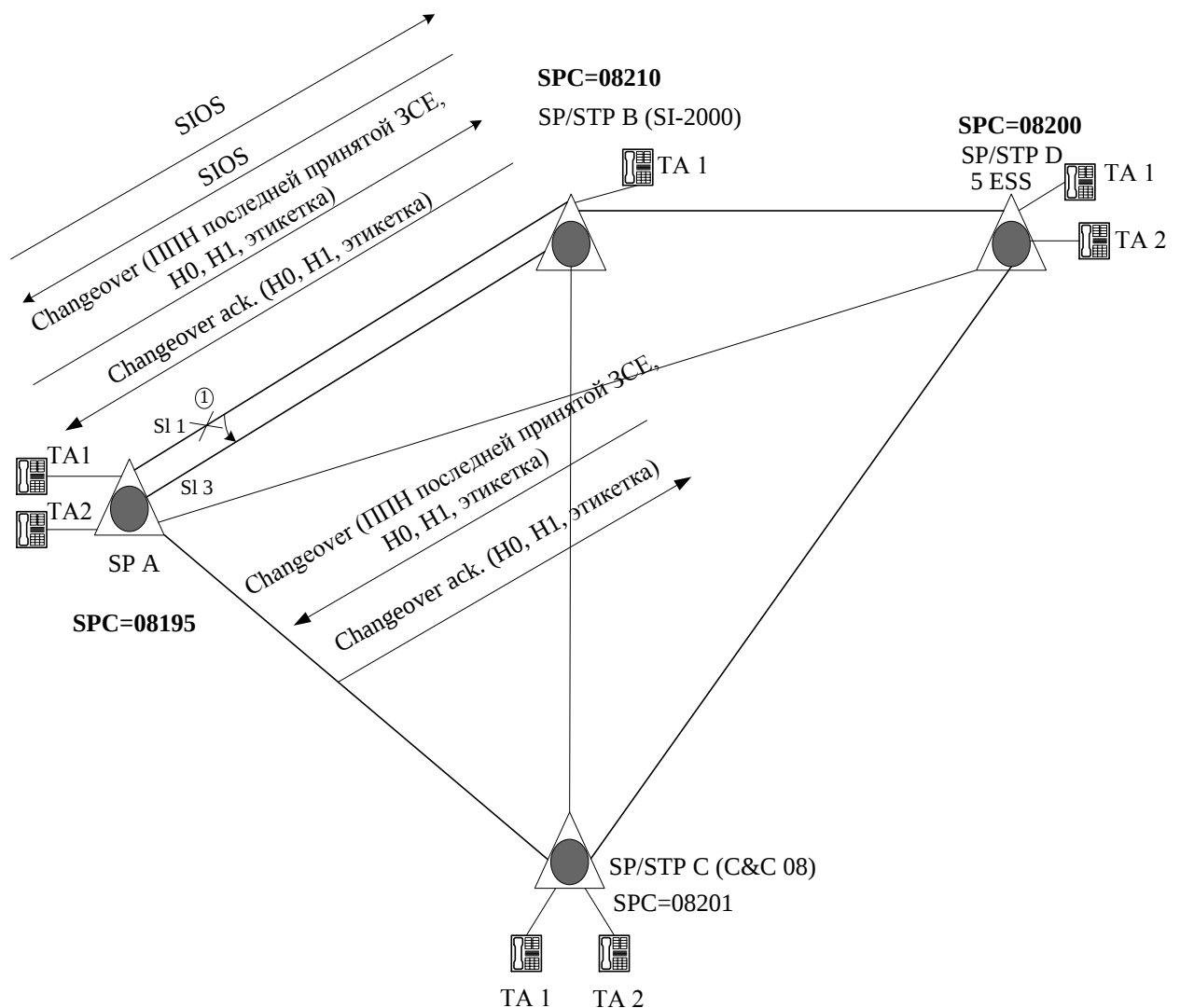


MSC Отказ ЗС 1 первой основной группы соответствующего маршрута, перевод сигнального трафика на ЗС 3 аналогичной группы ЗС ("changeover")



На нижеследующем рисунке представлены сообщения передаваемые сетью при отказе одного из звеньев сигнализации основного маршрута ОКС 7.



Отказ ЗС 1, перевод сигнального трафика на альтернативное ЗС на участке сети SP A - SP/STP B (процедура «changeover»)

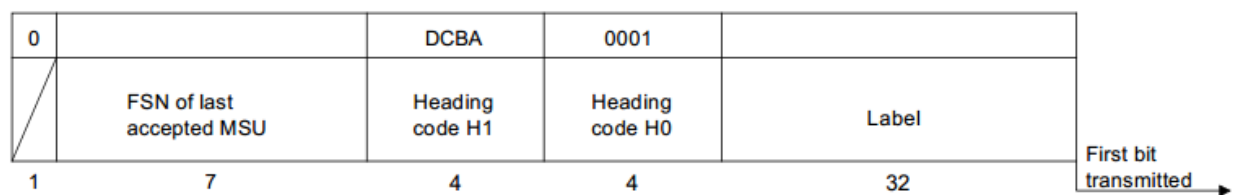
Задача перевода сигнального трафика на свободное альтернативное ЗС заключается в гарантии перевода сигнального трафика на альтернативное звено (звенья) сигнализации за минимальное время, обеспечивающее отсутствие потери сообщений, их дублирования и нарушения последовательности. С этой целью, нормальная реализация процедуры «changeover» включают в себя операции обновления буфера и поиска, выполняемых перед началом передачи *перенаправленного сигнального трафика* по альтернативному (альтернативным) звеньям сигнализации.

Операция обновления буфера состоит в идентификации всех сообщений буфера повторной передачи недоступного звена сигнализации, которые не были приняты на удаленном окончании. Данная операция реализуется посредством процедуры двухстороннего подтверждения сообщений «changeover», передаваемых с местного и удаленного окончания недоступного ЗС. Операция поиска заключается в передаче сообщений недоступных ЗС в буфер (буферы) передачи альтернативного (альтернативных) ЗС.

Перевод сигнального трафика на альтернативное звено ЗС включает в себя процедуры, использованные в случае недоступности (ошибки, блокировки или запрета) звена сигнализации.

Альтернативные ЗС могут переносить свой собственный сигнальный трафик, который не нарушается (не прерывается) из-за перенаправления на них сигнальных сообщений отказавшего звена (звеньев) сигнализации.

Формат сообщения «changeover» является следующим:



Формат сообщения «changeover»

«FSN of last accepted MSU» - прямой порядковый номер последней принятой MSU;

«Heading code H1» - заголовочный код H1;

«Heading code H0» - заголовочный код H0;

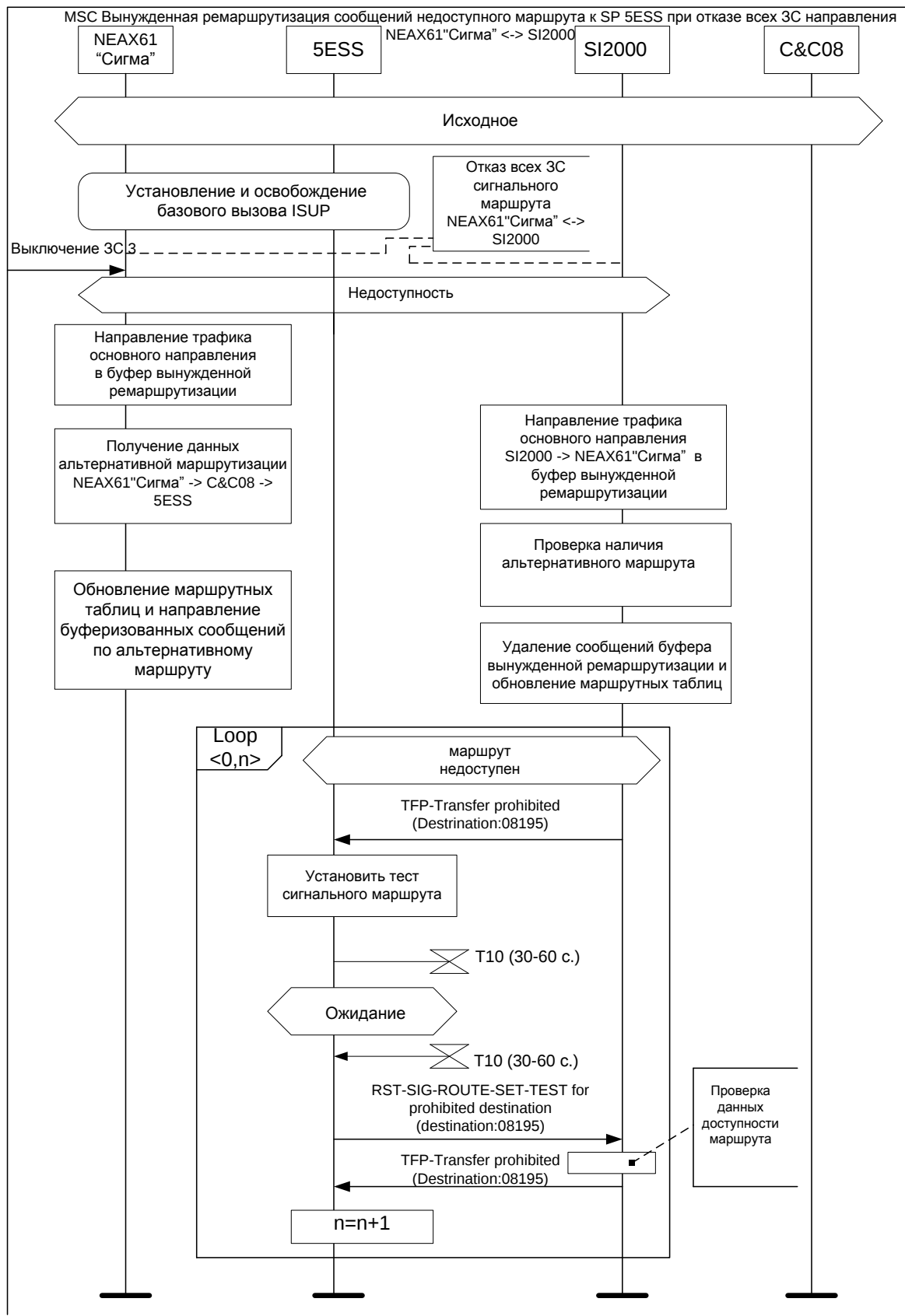
«Label» - этикетка.

На удаленном окончании, сигнальный терминал сопоставляет FSNC (прямой порядковый номер последней подтвержденной MSU с BSNT текущей MSU подтверждения). $BSNT - FSNC = [\text{Количество MSU требующих положительного подтверждения с удаленного окончания}]$. Все будущие MSU, передаваемые в качестве подтверждения, чей $BSNT = FSNC + 1$, будут переданы в буфер (а) передачи альтернативного звена сигнализации.

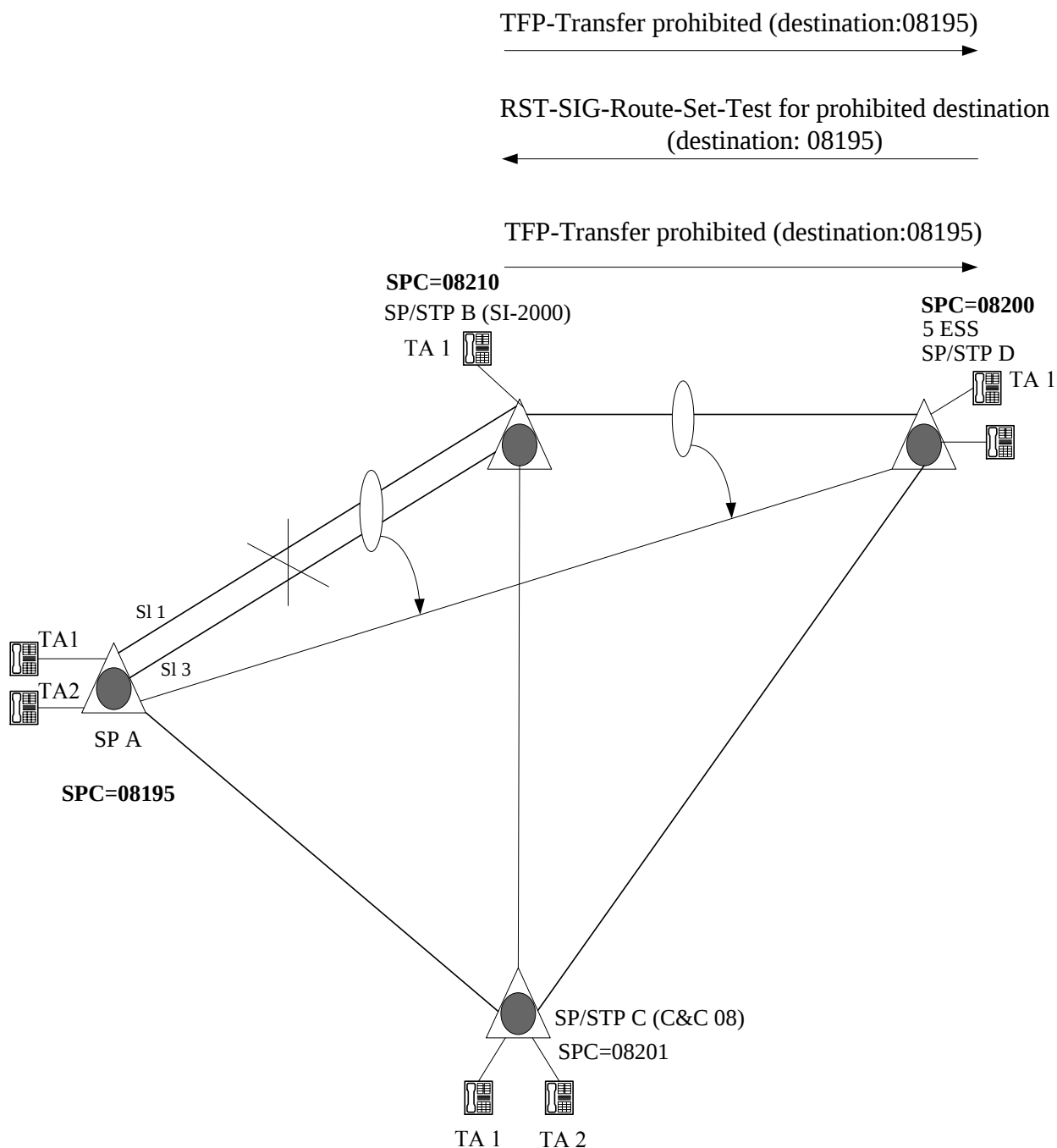
В свою очередь, на местном окончании ЗС, все MSU, имеющие прямой порядковый номер $FSNT = FSNC + 1$, также передаются в буфер передачи альтернативного (альтернативных) ЗС.

«*Changeover*» является симметричной процедурой, т.е. с удаленного окончания также передается сообщение «changeover», на которое выдается подтверждающее сообщение «*Changeoveracknowledgement*».

Данные сообщения приведены на MSC диаграмме «Отказ ЗС 1 первой основной группы соответствующего маршрута, перевод сигнального трафика на ЗС 3 аналогичной группы ЗС («changeover»).»



На нижеследующем рисунке представлены сигнальные сообщения передаваемые сетью при отказе основного сигнального маршрута, включающего в себя ЗС 1 и ЗС 3.



Отказ всех ЗС сигнального маршрута SP A - SP/STP B, направление трафика основного направления в буфер вынужденной ремаршрутизации - обновление маршрутных таблиц и направление буферизованных сообщений по альтернативному маршруту

Перейдем к рассмотрению *второй MSC диаграммы «Вынужденная ремаршрутизация сообщений недоступного маршрута к SP 5ESS при отказе всех ЗС направления «NEAX61 «Сигма» » ->SI-2000».*

Моделируется ситуация отказа ЗС 3, в результате чего все ЗС направления и само направление NEAX61 «Сигма» ->SI-2000 делается недоступным.

Рассмотрим действия МТР 3 в SPA (NEAX61 «Сигма»), которые являются следующими:

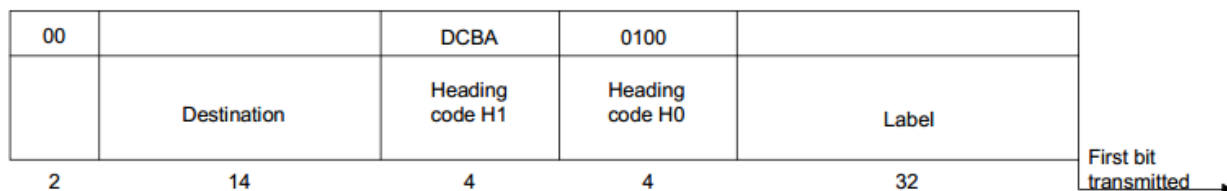
1. Направление трафика основного направления в буфер вынужденной ремаршрутизации.
2. Получение данных альтернативной маршрутизации NEAX61 «Сигма» ->C&C08 -> 5ESS.
3. Обновление маршрутных таблиц и направление буферизованных сообщений по альтернативному маршруту.

Действия МТР3 в SP/STPB (SI-2000) являются следующими:

1. Направление трафика основного направления SI2000 ->NEAX61 «Сигма» в буфер вынужденной ремаршрутизации.
2. Проверка наличия альтернативного маршрута;
3. Удаление сообщений буфера вынужденной ремаршрутизации и обновление маршрутных таблиц.

Далее, при условии недоступности маршрута на участке «SI-2000» (SP/STPB) <-> 5ESS (SP/STPD)»,

SP/STPB передает SP/STPD сообщение «TFP-*Transfer prohibited*». Формат данного сообщения является следующим:



Формат сообщения «TFP-*Transfer prohibited*»

При этом,

«*Destination*» - пункт назначения;

«*HeadingcodeH1*» - заголовочный код H1;

«*HeadingcodeH0*» - заголовочный код H0;

«*Label*» - этикетка.

Процедура «*Передача запрещена*» выполняется в пункте сигнализации, действующем в качестве транзитного пункта сигнализации для сообщений относящихся к данному пункту назначения, когда необходимо известить один или более смежных пунктов сигнализации о недопустимости маршрутизации сообщений через указанный STP. Так, в рассматриваемом случае, в качестве пункта назначения указывается SPA («*Destination*» = «SPC = 08195») при недопустимости маршрутизации сообщений через SP/STPB (SI-2000).

Информация о восстановлении сигнального маршрута может быть получена посредством процедуры «*Signallingroutesettest*», которая специально предназначена для проверки данных доступности маршрута. Данная процедура запускается периодически (на MSCдиаграмме указан таймаут T10) и при отрицательном результате проверки состояния сигнального маршрута, повторно передается сообщение «*TFP-Transferprohibited*».

MSC Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации (a)

```

sequenceDiagram
    participant NEAX61 as NEAX61 "Сигма"
    participant 5ESS
    participant SI2000
    participant C&C08

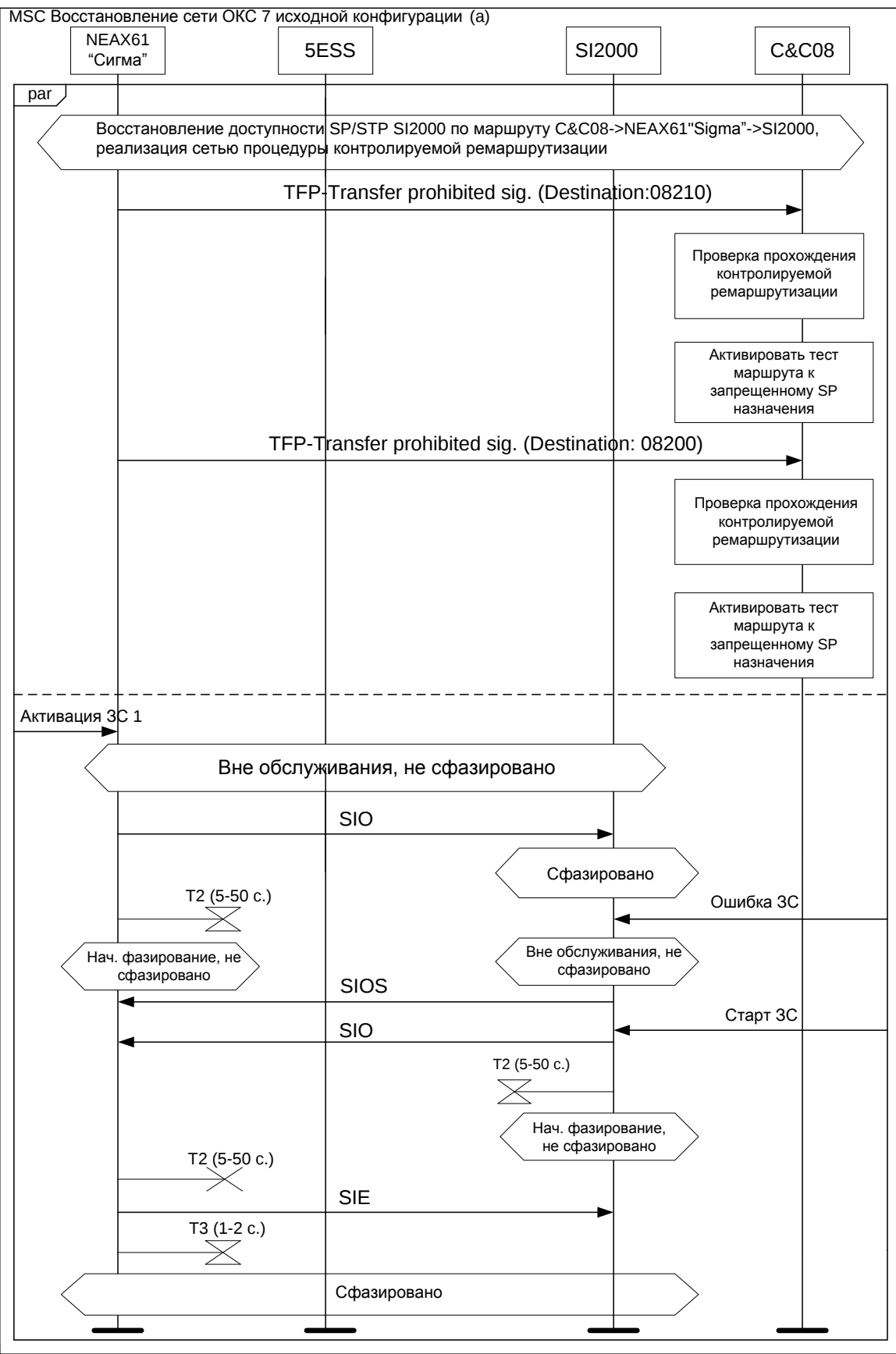
    par
        NEAX61->>5ESS: Восстановление доступности
        5ESS->>SI2000: SP/STP SI2000 по маршруту C&C08->NEAX61"Sigma"->SI2000, реализация сетью процедуры контролируемой ремаршрутизации
    end

    5ESS->>C&C08: TFP-Transfer prohibited sig. (Destination:08210)
    C&C08->>C&C08: Проверка прохождения контролируемой ремаршрутизации
    C&C08->>C&C08: Активировать тест маршрута к запрещенному SP назначения

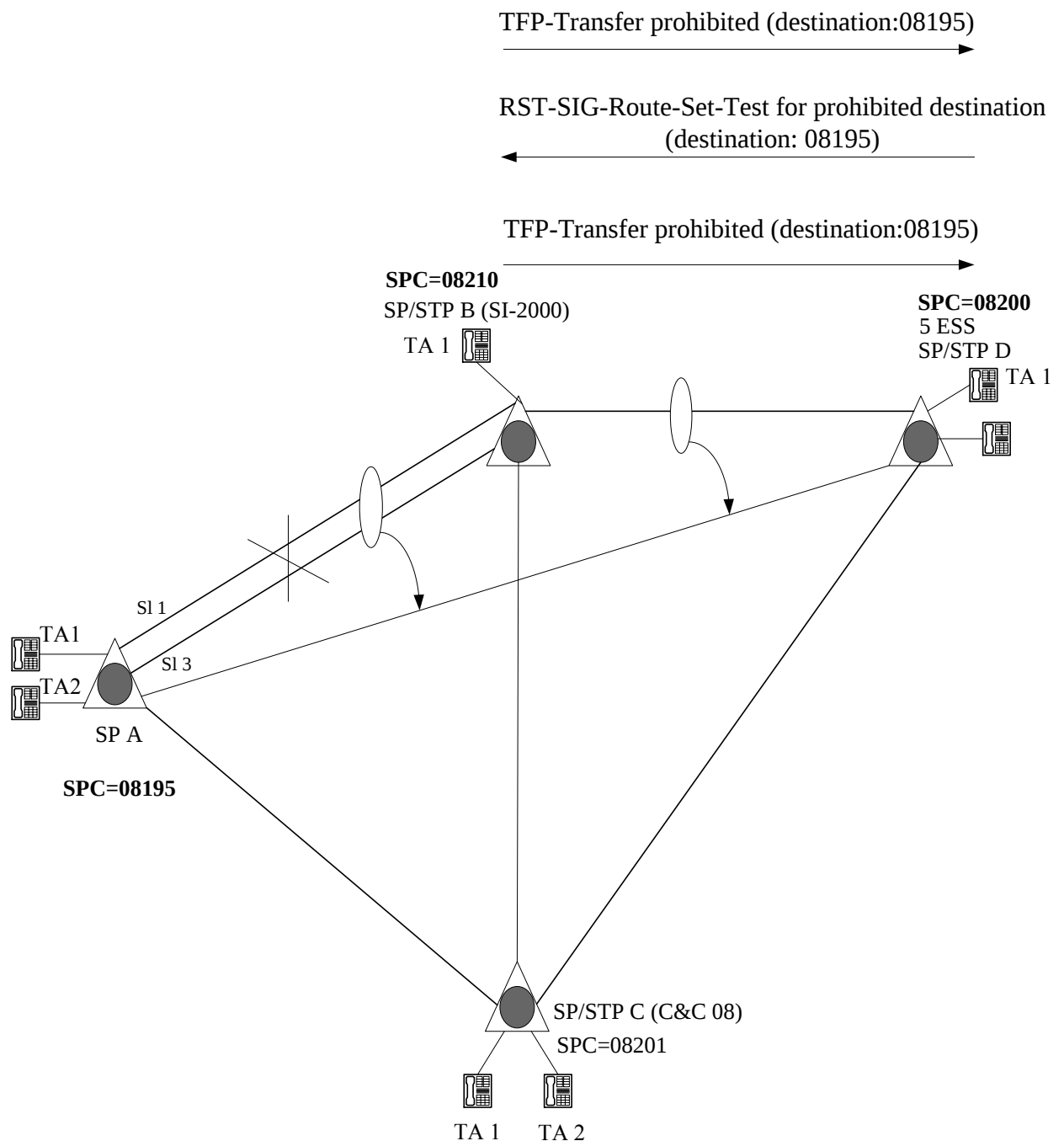
    5ESS->>C&C08: TFP-Transfer prohibited sig. (Destination: 08200)
    C&C08->>C&C08: Проверка прохождения контролируемой ремаршрутизации
    C&C08->>C&C08: Активировать тест маршрута к запрещенному SP назначения

    dashed line

    NEAX61->>5ESS: Активация ЗС 1
    5ESS->>SI2000: Вне обслуживания, не сфазировано
    5ESS->>SI2000: SIO
    SI2000->>SI2000: Сфазировано
    SI2000->>SI2000: Ошибка ЗС
    SI2000->>SI2000: Вне обслуживания, не сфазировано
    SI2000->>SI2000: SIOS
    SI2000->>SI2000: SIO
    SI2000->>SI2000: Сфазировано
    SI2000->>SI2000: Нач. фазирование, не сфазировано
    SI2000->>SI2000: T2 (5-50 c.)
    SI2000->>SI2000: SIE
    SI2000->>SI2000: Нач. фазирование, не сфазировано
    SI2000->>SI2000: T2 (5-50 c.)
    SI2000->>SI2000: T3 (1-2 c.)
    SI2000->>SI2000: Сфазировано
  
```



На нижеследующем рисунке представлены действия сети по передаче сигнальных сообщений при восстановлении основного маршрута сети.



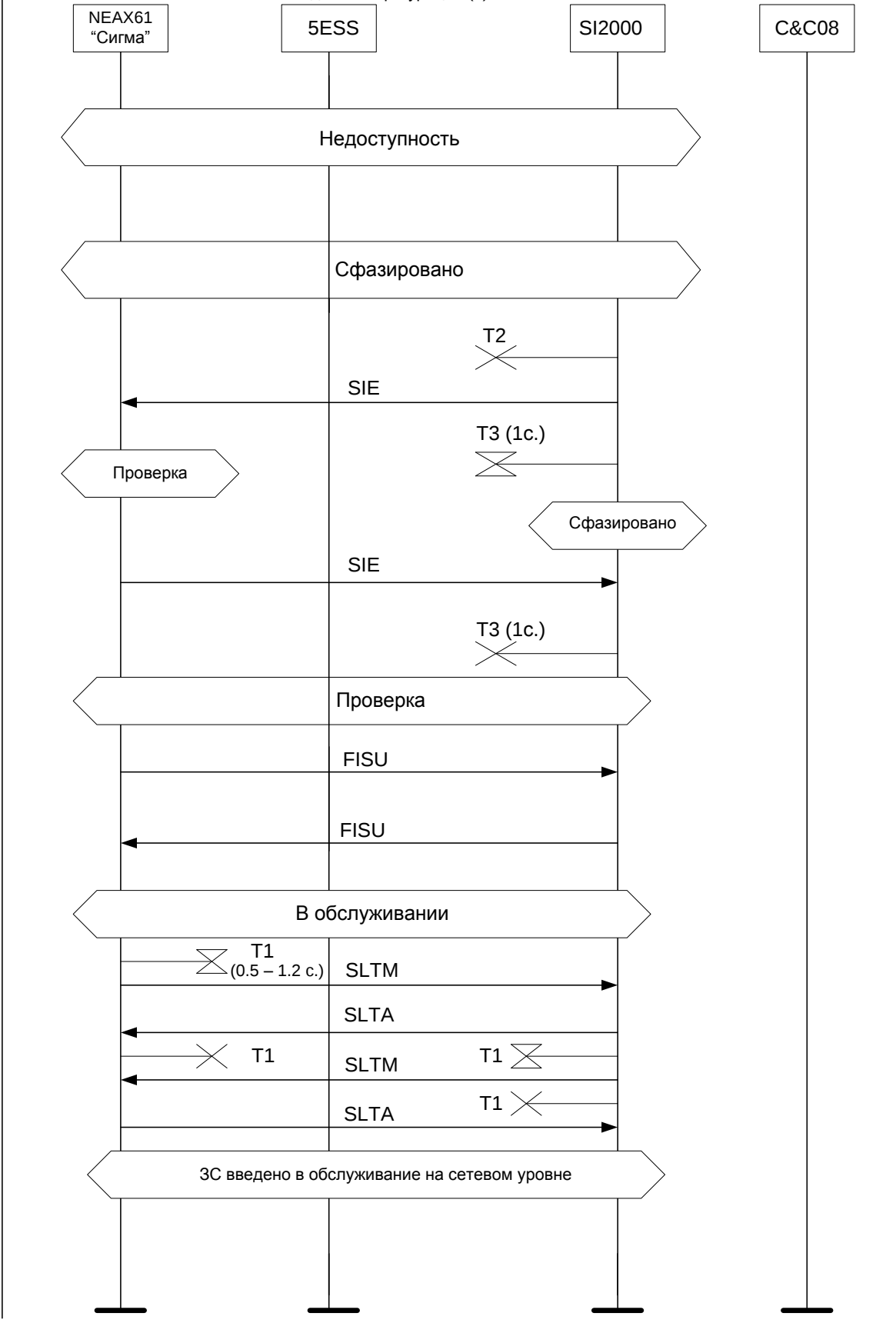
Отказ всех ЗС сигнального маршрута SP A - SP/STP B, направление трафика основного направления в буфер вынужденной ремаршрутизации - обновление маршрутных таблиц и направление буферизованных сообщений по альтернативному маршруту

Далее перейдем к рассмотрению MSC диаграммы «Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации» (а). На данной диаграмме показаны следующие события:

- SPA (NEAX61 «Сигма») передает к SP/STPC (C&C 08) сообщения «TFP-Transfer prohibited sig. (Destination: 08210)» и «TFP-Transfer prohibited sig. (Destination: 08200)» информируя таким образом SP/STPC о невозможности маршрутизации сообщений к указанным пунктам назначения.
- Вводится в обслуживание звено сигнализации 1. На MSC диаграмме показан обмен LSSUSIO («Out of alignment») между SPA и SP/STPB.

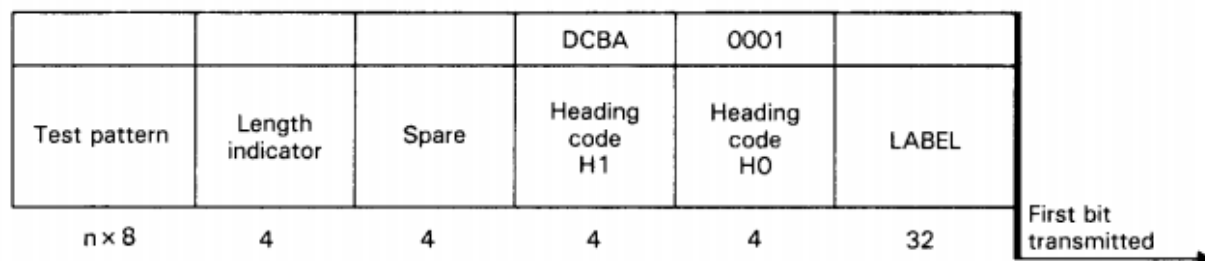
SPA запущена процедура аварийного вхождения в связи и выдается соответствующая LSSU (SIE), после чего SPA переходит в состояние «Сфазировано».

MSC Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации (b)



На следующей MSC диаграмме «Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации» (b) представлено завершение фазирования ЗС 1, его проверка и ввод в обслуживание. При этом, при условии нахождения ЗС 1 «В обслуживании», вводу в обслуживание ЗС на сетевом уровне предшествует обмен тестовыми сообщениями SLTM и SLTA.

Формат сообщения тестирования ЗС представлен ниже.



Формат сообщений SLTM и SLTA

Тестовое сообщение включает в себя следующие поля:

- Тестовая комбинация («testpattern») включает в себя целое число октетов ($n \times 8$ бит, $1 \leq n \leq 15$);
- Индикатор длины («Length Indicator»);
- Резерв («Spare»);
- Заголовочный код H1;
- Заголовочный код H0;
- Этикетка (Label);

Код звена сигнализации (SLC) этикетки идентифицирует физическое звено сигнализации, по которому передается тестовое сообщение.

Заголовочный код Н1 включает в себя следующие коды сигналов:

Таблица 1

Значения заголовка Н1

биты	D	C	B	A	Значение
	0	0	0	1	Сообщение тестирования ЗС (SLTM)
	0	0	1	0	Сообщение подтверждения тестирования ЗС (SLTA)

Тест звена сигнализации рассматривается успешным только если принятое сообщение подтверждения тестирования ЗС (SLTA) удовлетворяет следующим критериям:

- а) SLC идентифицирует физическое ЗС, по которому было принято сообщение SLTA;
- б) OPC идентифицирует пункт сигнализации на другом окончании звена сигнализации;
- с) Проверочная комбинация является корректной;

В случае, когда данный выше критерий не удовлетворяется или сообщение подтверждения тестирования ЗС не принимается в течении таймаута Т1, установленного после передачи сообщения STLM, тест рассматривается не прошедшим и повторяется снова. В случае, если тест снова не проходит, предпринимаются следующие действия.

- Звено выводится из процесса обслуживания, делается попытка его восстановления, информируется система управления;
- Периодически делается попытка тестирования ЗС.

Более подробная информация содержится в рекомендациях ITU-TQ.707 «TestingandMaintenance».

MSC Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации (с)

NEAX61
"Сигма"

5ESS

SI2000

C&C08

Восстановление
исходных маршрутных
данных ОКС 7

Восстановление
исходных маршрутных
данных ОКС 7

Восстановление доступности SP/STP SI2000 по маршруту C&C08->NEAX61"Sigma"->SI2000->5ESS,
реализация сетью процедуры контролируемой ремаршрутизации

Доступность

TFA-TRANSFER ALLOWED (destination: 08210)

TFA-TRANSFER ALLOWED (destination: 08200)

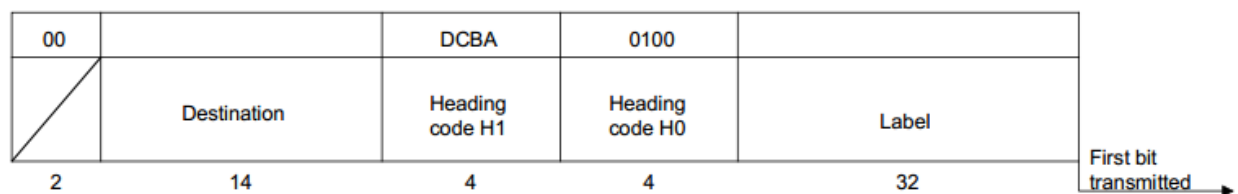
TFP-Transfer prohibited

Данное сообщение содержит
ссылку на SPC=08200.
Сообщение генерируется с
целью запрета
маршрутизации сообщений
направления SI2000-
>NEAX61"Сигма"->C&C08 к
5ESS. Запрет вызван
восстановлением основного
маршрута NEAX61"Сигма"-
>SI2000->5ESS

Следующая MSC диаграмма именуется «Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации» (с). Основной маршрут NEAX61 "Сигма" ->SI-2000 -> 5ESSпереходит в состояние доступности, в результате чего SPA (NEAX61 "Сигма") передает смежному SP/STPC (C&C 08)сообщение TFA-TRANSFERALLOWED, снабженное ссылками на пункты назначения SPC=08210 (SP/STPB) и SPC=08200 (SP/STPD).

Вместе с этим, SPA передает SP/STPB сообщениеTFP-Transfer prohibited, содержащую ссылку на SP/STPD(SPC = 08200). Сообщение генерируется с целью запрета маршрутизации сообщений направления SI2000 ->NEAX61 «Сигма» ->C&C08 к 5ESS. Запрет вызван восстановлением основного маршрутаNEAX61 «Сигма» ->SI2000 -> 5ESS.

Сообщение TFA-TRANSFERALLOWEDимеет следующий формат:



Формат сообщения «Transfer allowed»

Сообщение «*Transfer allowed*»включает в себя следующие поля:

- Этикетка (32 бита);
- Код заголовка H1 (4 бита);

- Пункт назначения (14 бит);
- Резерв (2 бита), которые кодируются «00».

Код заголовка Н1 включает в себя один кодируемый сигнал, представленный нижеследующей таблицей 2.

Таблица 2

Биты	D	C	B	A	Значение
	0	1	0	1	Transfer allowed signal

Следующая MSC диаграмма именуется «Восстановление доступности SP/STPB (SI2000) по маршруту C&C 08 -> NEAX61 «Сигма» -> SI-2000 -> 5ESS», в рамках которой иницируется *процедура контролируемой ремаршрутизации.*

Общее описание контролируемой ремаршрутизации согласно рекомендациям ITU-TQ.704.

Процедура контролируемой ремаршрутизации иницируется в пункте сигнализации, когда принимается сообщение «Передача разрешена» («transfer-allowed») указывая на переход сигнального маршрута в состояние доступности. Аналогичные действия также имеют место

при приеме сообщения «Передача ограничена» («transfer-restricted»). Далее, сетью выполняются следующие действия:

- а) Остановка передачи сигнального трафика в направлении соответствующего пункта назначения по группе ЗС, относящейся к *альтернативному маршруту*, или к маршруту, по которому было принято сообщение «transfer-restricted». Соответствующий сигнальный трафик сохраняется в «буфере контролируемой ремаршрутизации» и стартует таймер Т6 (см. MSC диаграмму, действия в SP A).
- б) Если пункт сигнализации (SP) служит в качестве транзитного пункта сигнализации (STP), то для маршрута ставшего доступным, выполняется процедура «передача запрещена» («transfer-prohibited») (или *альтернативного маршрута* в случае приема сообщения «transfer-restricted»), если *альтернативный маршрут* не был ранее использован процедура «transfer-allowed» относительно *альтернативного маршрута* (или по ограниченному маршруту, в случае приема сообщения «transfer-restricted»).
- в) По истечению таймера Т6, соответствующий сигнальный трафик рестартует по исходящей группе ЗС, относящейся к сигнальному маршруту, ставшему доступным, или по *альтернативному маршруту* в случае приема сообщения «transfer-restricted», начиная с *содержимого буфера контролируемой ремаршрутизации*. Целью этой временной задержки

является минимизация вероятности доставки сообщений в пункте (пунктах) назначения с нарушением последовательности.

Процедура перевода сигнального трафика на ранее занимаемое ЗС ОКС 7 («changeback»)

Задачей процедуры «changeback» является гарантировать перевод сигнального трафика на ранее занимаемое ЗС за минимальное время. При этом необходимо избежать потери сообщения, дублирование или нарушение последовательности сообщений. С этой целью (в нормальном случае), процедура «changeback» включает в себя процедуру контроля последовательности сообщений.

Процедура «changeback» включает в себя базовые процедуры, которые должны использоваться для выполнения действия процедуры перевода сигнального трафика с альтернативных ЗС (звенья) на звенья сигнализации ставших доступными (т.е. с них был снят запрет, были восстановлены или деблокированы).

При этом, альтернативные ЗС могут переносить их собственный сигнальный трафик, он не прерывается процедурами возвращения сигнального трафика на ранее занимаемые ЗС («changeback»).

Процедура контроля последовательности сообщений

Согласно рекомендациям Q.704, процедура контроля последовательности сообщений инициируется в пункте сигнализации, где средствами МТР 3 принимается решение перенаправить поток сигнального трафика (в направлении одного или более пунктов назначения) от альтернативного ЗС к звену сигнализации, *ставшему доступным*. При этом выполняются следующие действия:

- передача сигнального трафика по альтернативному звену сигнализации останавливается и обеспечивается его сохранение в буфере перенаправления трафика на ранее занимаемое ЗС ОКС 7 (так называемый «*changeback buffer*»);
- Объявление о процедуре «*changeback*» передается к удаленному SP звена сигнализации, перешедшему в состояние доступности по альтернативному ЗС. Это сообщение указывает на то, что *значимые сигнальные единицы* трафика перенаправляемого на основное ЗС перешедшее в состояние доступности, более не будет передаваться по альтернативному ЗС.

Соответствующий пункт сигнализации рестартует перенаправленный трафик по звену сигнализации, *ставшему доступным*, когда он (SP) принимает от SPЗС *ставшего доступным*, сообщение подтверждения возвращения сигнального трафика на ранее занимаемое ЗС (сообщение «*changeback acknowledge*»). Это сообщение указывает на то, что были приняты все сигнальные сообщения, относящиеся к соответствующему потоку трафика и маршрутируемые к удаленному пункту

сигнализации по альтернативному звену сигнализации. Удаленный пункт сигнализации передаст сообщение «changebackacknowledgement» к пункту сигнализации, инициировавшему процедуру «changeback» в отклик на объявление процедуры «changeback». При этом, любой доступный сигнальный маршрут между двумя пунктами сигнализации может быть использован для переноса сообщений «changebackacknowledgement».

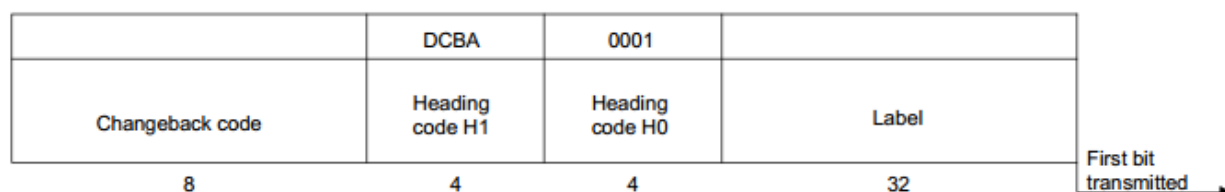
Сообщения «changebackdeclaration» и «changebackacknowledgement» принадлежат к управлению сетью сигнализации и включают в себя следующие атрибуты:

- Этикетка, указывающая на исходящий и конечный пункты сигнализации и идентификацию звена сигнализации, к которому будет перенаправлен сигнальный трафик;
- Сигнальные сообщения «changeback-declaration» и «changeback-acknowledgement»;
- Код сообщения «changeback».

Определенная конфигурация кода сообщения «changeback» автономно назначается сообщению «changebackdeclaration» пунктом сигнализации, инициирующем передачу сообщения «changeback». Аналогичная конфигурация включается в сообщение подтверждения «changeback», подтверждающим пунктом сигнализации. Это делает возможным различать различные сообщения «changebackdeclaration» и «changebackacknowledgements», когда параллельно

инициируется более одной процедуры управления последовательностью.

В этом случае, пункт сигнализации намеревается параллельно инициировать процедуру «*changeback*» для более одного *альтернативного звена сигнализации*. При этом, процедура управления последовательностью завершается для каждого относящегося к процедуре звена сигнализации, по каждому из которых передается сообщение «*changebackdeclaration*», при распознавании сообщений по конфигурации кода. Формат сообщения «*changeback*» представлен ниже.



Сообщение «*changeback*» состоит из следующих полей:

- Этикетка (32 бита);
- Заголовочный код H0 (4 бита);
- Заголовочный код H1 (4 бита);
- Код процедуры «*changeback*» (8 бит);

Код заголовка H1 включает в себя следующие коды сигналов:

Таблица 3

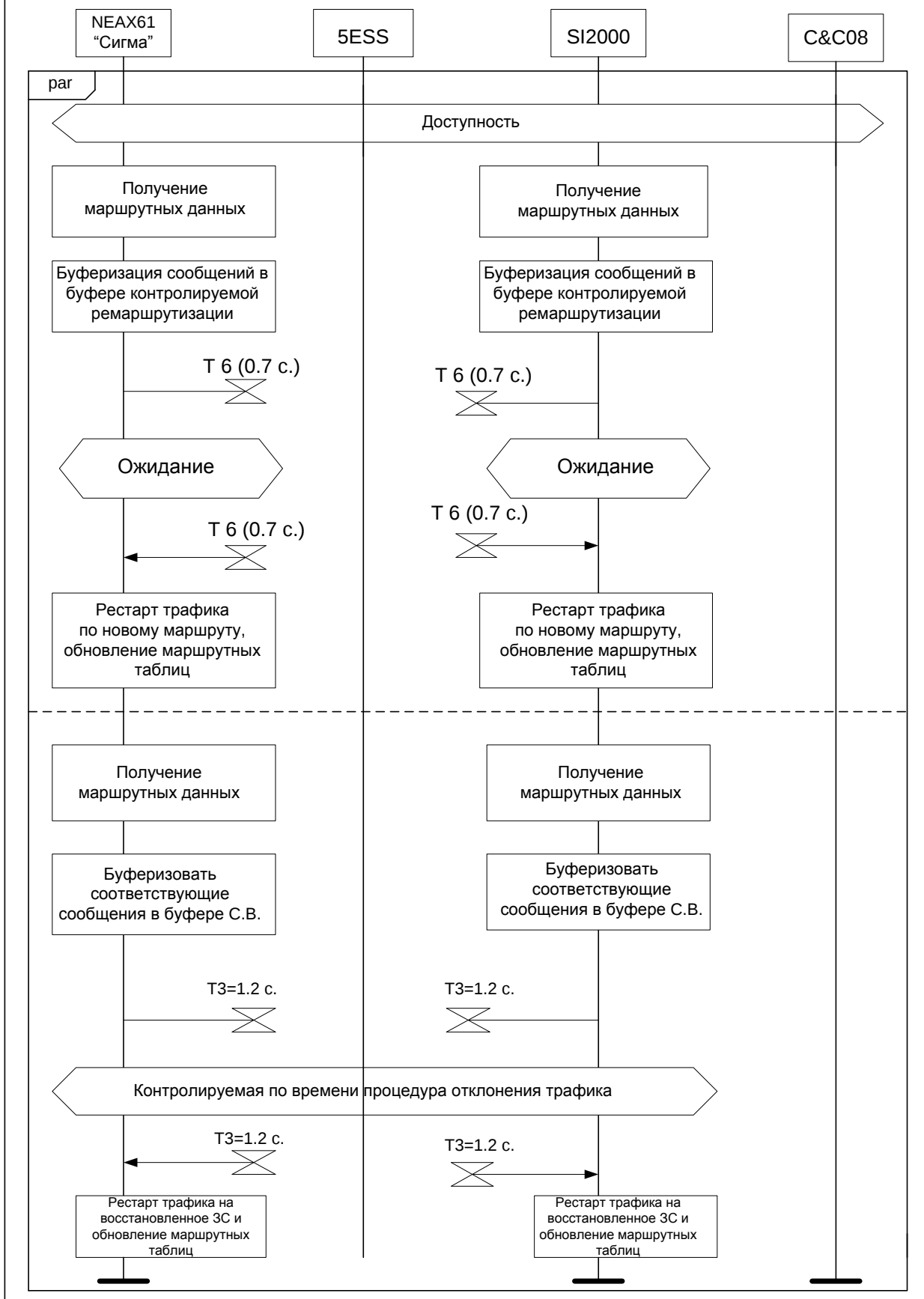
Биты	D	C	B	A	Значение
	0	1	0	1	Сигнал объявления «changeback»
	0	1	1	0	Сигнал подтверждения «changeback»

Код «changeback» является 8-и битовым кодом, назначенным пунктом сигнализации, передающим сообщение, согласно критерию описанному в разделе 6 рекомендаций ITU-TQ.704.

Остановленный трафик сохраняется в одном или более буферах «changeback» (в последнем случае, буфер «changeback» предусматривается для каждого *альтернативного ЗС*). Когда принимается сообщение подтверждения «changeback», относящееся к *альтернативному ЗС*, трафик перенаправленный с *альтернативного ЗС* может быть рестартован на *ЗС ставшее доступным*.

Начало последовательности передаваемых сигнальных сообщений с *содержимого буфера «changeback»*, распознавание различных сообщений «changebackacknowledgement» со стороны удаленного SP реализуется при анализе кода «changeback» сообщения «changeback acknowledgement». Значение кода принятого сообщения «changeback acknowledgement» аналогично коду переданного сообщения «changeback».

MSC Восстановление доступности SP/STP SI2000 по маршруту C&C08->NEAX61"Sigma"->SI2000->5ESS, реализация сетью процедуры контролируемой ремаршрутизации



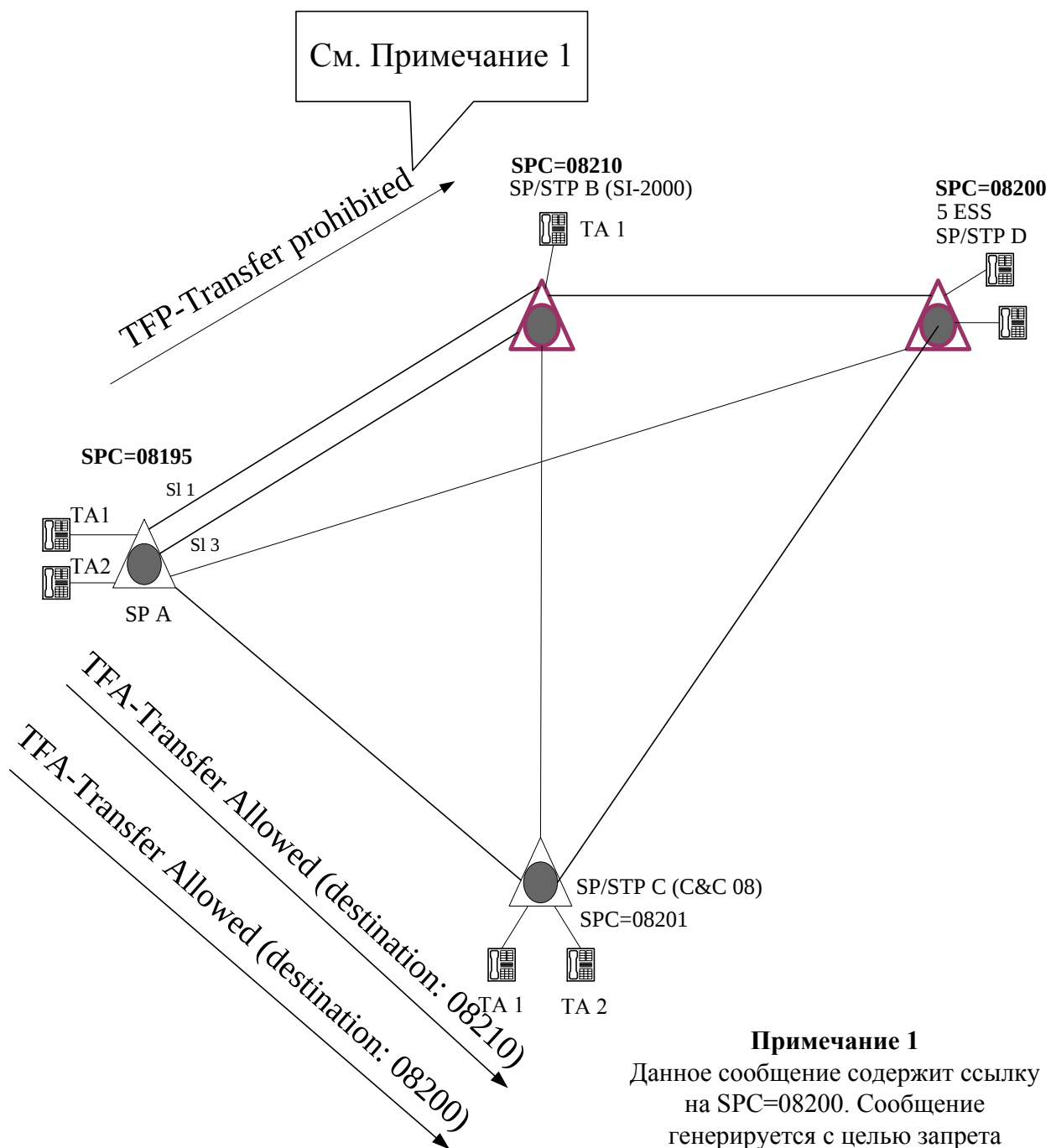
Примечание:

Значения таймаутов являются следующими:

T3 – задержка контролируемого по времени отклонения трафика во избежание нарушения последовательности сообщений при переводе сигнального трафика на занимаемое ранее ЗС ($T3 = 500(800) \div 1200$ мс.);

T6- задержка, во избежание нарушения последовательности сообщений при контролируемой ремаршрутизации.

На нижеследующем рисунке показана передача сигнальных сообщений при восстановлении основного сигнального маршрута сети и завершении перенаправления на него сигнальных сообщений *буфера перенаправления сообщений*, а также последующих сообщений перенаправляемых к буферу передачи звена сигнализации основного сигнального маршрута SPA (NEAX61 «Сигма» ->SP/STPB (SI-2000) ->SP/STP D (5ESS).



Примечание 1

Данное сообщение содержит ссылку на SPC=08200. Сообщение генерируется с целью запрета маршрутизации сообщений направления SI-2000 -> NEAX61 "Сигма" -> C&C 08 к 5ESS.

Восстановление сети ОКС 7 исходной конфигурации SP A - SP/STP B -> SP/STP D

