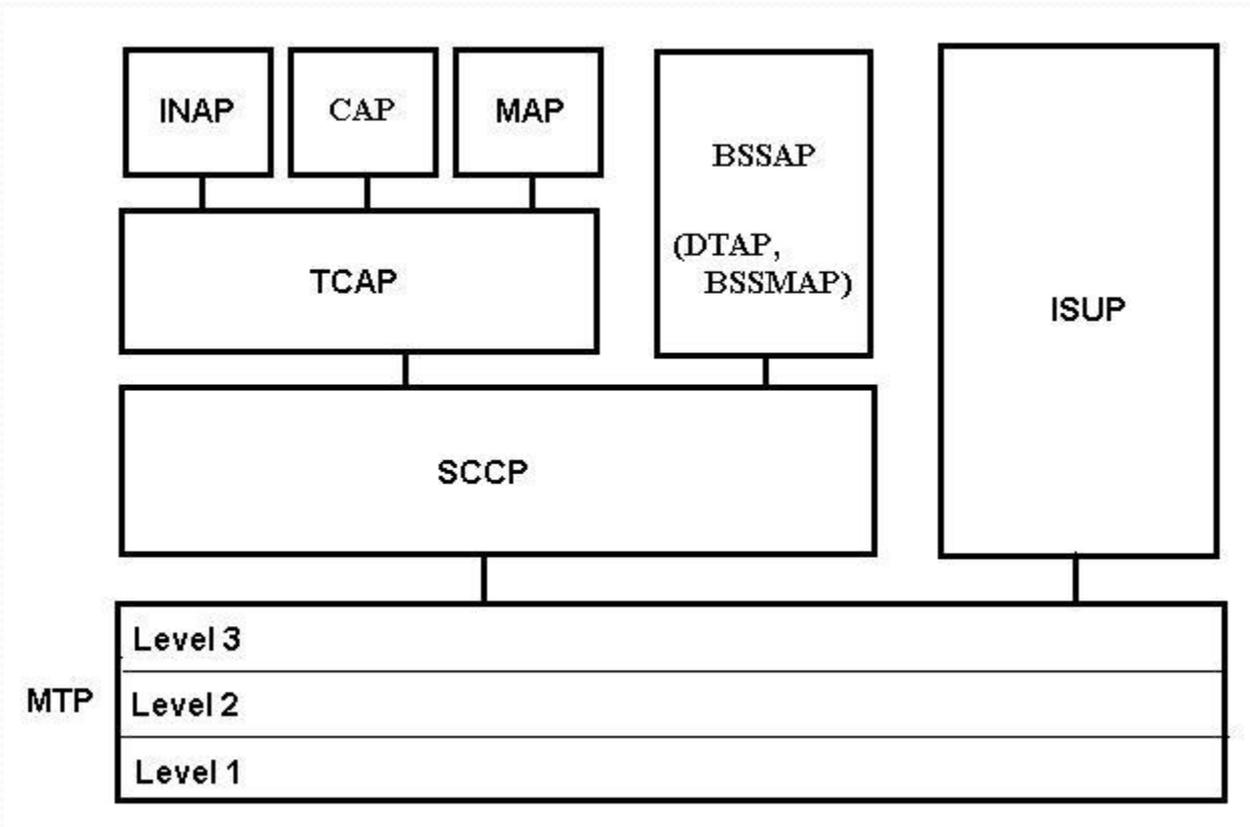


Общеканальная система сигнализации N7 (ОКС-7)

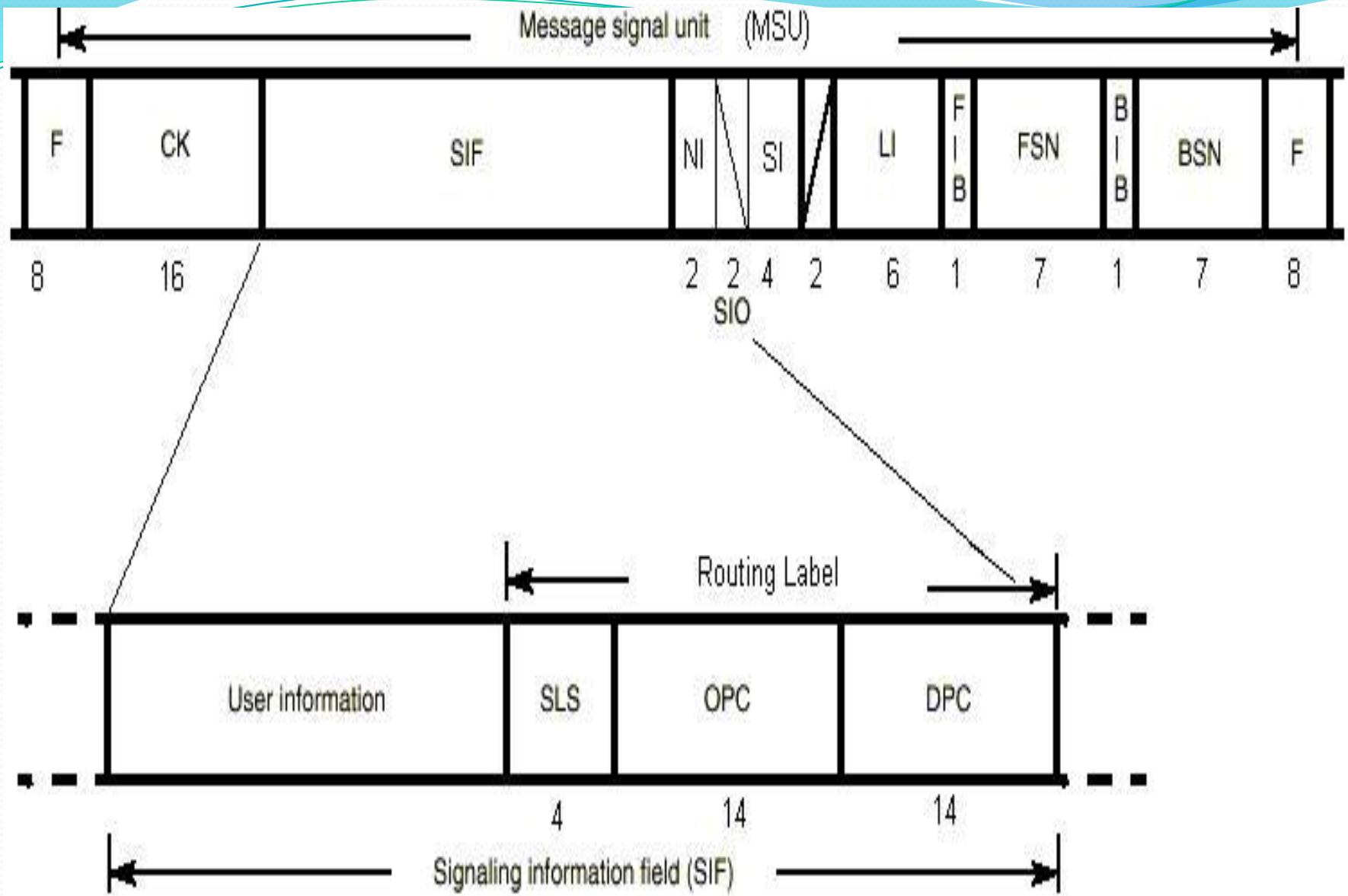
- Для обмена информацией между функциональными элементами на интерфейсах А, В, С, D, Е, F, G принята система общеканальной сигнализации №7 (ОКС-7 или SS7).
- ОКС-7 является специализированной сетью передачи данных с коммутацией пакетов переменной длины (до 274 байтов). Пакеты называются сигнальными единицами.
- Узлы сети ОКС-7 принято называть сигнальными пунктами (SP – Signaling Point). Атрибутами сигнального пункта являются:
 - **SPC** – Signaling Point Code – код сигнального пункта (14 бит)
 - **NI** – Network Indicator – идентификатор сети (2 бита)
 - NI=10 – национальная сеть
 - NI=11 – ведомственная или региональная сеть
 - NI=00 – международная сеть
 - Код SPC позволяет адресовать сигнальные сообщения между узлами в пределах одной сети ОКС-7, например в пределах одной национальной сети. Его недостаточно для адресации сообщений между сигнальными пунктами различных сетей ОКС-7.

- Три нижних уровня протоколов ОКС-7 образуют часть передачи сообщений (**MTP**). Выше расположены пользователи MTP:
- **ISUP** и **SCCP**. Они подготавливают и передают в MTP сообщения (User Information). MTP дополняет эти сообщения соответствующей служебной информацией. В результате формируется сигнальная единица сообщения (**MSU** – Message Signaling Unit).
- В функции **3-го уровня MTP** входит маршрутизация сигнальных единиц. С этой целью к пользовательскому сообщению добавляют метку маршрутизации (**Routing Label**) и информационный октет (**SIO**). Тем самым указывают коды сигнальных пунктов отправителя (**OPC**) и получателя (**DPC**) сообщения, пользователя MTP и идентификатор сети (**NI**).
- **Уровень 2 MTP** обеспечивает достоверной обмен информацией между двумя сигнальными пунктами. С этой целью в сигнальную единицу включают проверочные биты (**СК**). Номера сигнальных единиц, передаваемых в прямом и обратном направлениях (**FSN** и **BSN**) и соответствующие биты-индикаторы (**FIB** и **BIB**) обеспечивают повторную передачу сигнальных единиц при выявлении ошибок на приемной стороне.
- **Уровень 1** определяет физические, электрические и функциональные характеристики тракта передачи сигнализации и устройств доступа. Для передачи сигнализации используют цифровой канал со скоростью передачи 64 кбит/с. Часто для ОКС-7 выделяют 16-й канал 32-х канального тракта E1, однако это не является обязательным.

Структура протоколов ОКС-7



- **MTP** – Message Transfer Part – часть передачи сообщений
- **ISUP** – Integrated Services Digital Network (ISDN) User Part – пользовательская часть сети ISDN
- **SCCP** – Signaling Connection Control Part – часть управления сигнальными соединениями
- **TCAP** – Transaction Capabilities Application Part – прикладная часть возможностей транзакций
- **BSSAP** – Base Station System Application Part – прикладная часть подсистемы базовых станций GSM. Состоит из:
 - **DTAP** (Direct Transfer Part) - прикладной части обмена сигнализацией между MS и MSC,
 - **BSSMAP** (BSS Management Application Part) – прикладной части взаимодействия BSC и MSC
- **RANAP** – Radio Access Network Application Part – прикладная часть подсистемы радиодоступа в сетях UMTS
- **MAP**– Mobile Application Part – прикладная часть поддержки мобильности сетей GSM
- **INAP**– Intelligent Network Application Part – прикладная часть интеллектуальных сетей (фиксированная связь)
- **CAP** – CAMEL Application Part – прикладная часть интеллектуальных сетей (подвижная связь)



- F – Flag (ошибка) – флаг начала и конца сигнальной единицы
- BSN – Backward Sequence Number – обратный порядковый номер
- BIB – Backward Indicator Bit – обратный бит-индикатор
- FSN – Forward Sequence Number – прямой порядковый номер
- FIB – Forward Indicator Bit – прямой бит-индикатор
- LI – Length indicator – указывает число байт, следующих за LI; идентифицирует тип сигнальной единицы:
- 0 – Fill-In Signal Unit (FISU) –заполняющая сигнальная единица
- 1 или 2 – Link Status Signal Unit (LSSU) – сигнальная единица сигнального звена
- более 2 – Message Signal Unit (MSU) – сигнальная единица сообщения

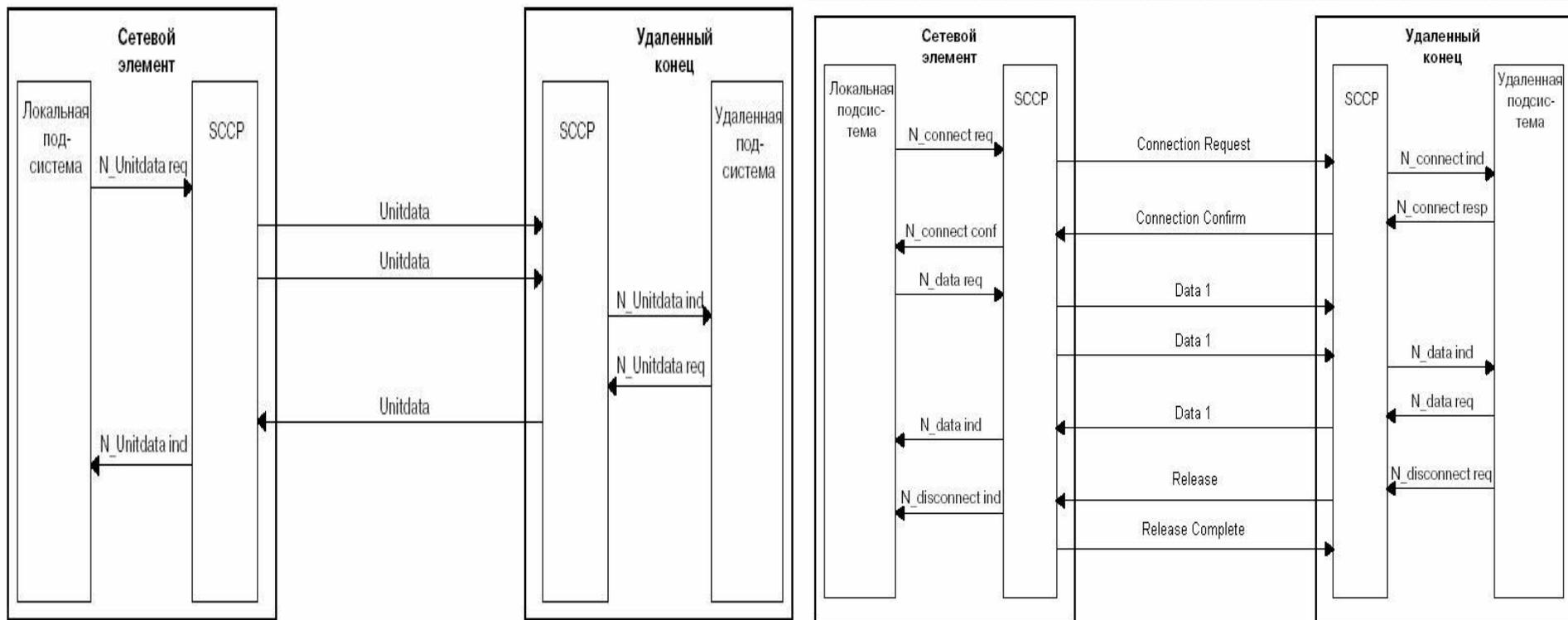
- SIO – Service information octet – октет информации о сервисе
- SI – Service Indicator: ISUP SCCP Link Status
- NI – Network Indicator (идентификатор сети): 00; 10; 11.
- SIF – Signaling information field – информационное поле (до 272 октетов)
- DPC – destination point code – код пункта назначения
- OPC – originating point code – код пункта отправления
- SLS – signaling link selection field – поле выбора тракта сигнализации
- CK – Check bits – проверочные биты

- ISUP реализует функции управления вызовами с возможностью предоставления абонентам услуг ISDN.
- Подсистема ISUP использует стандартные сообщения, формат которых определен спецификациями Q.767.
- Сообщения, используемые при установлении и окончании вызова:
- IAM – Initial Address Message – начальное адресное сообщение
- SAM – Subsequent Address Message – последующее адресное сообщение
- ACM – Address Complete Message – адрес полный
- ANM – Answer Message – ответ
- REL – Release Message – освобождение
- RCM – Release Complete Message – освобождение выполнено
- Сообщения ISUP передают по принципу «от звена к звену».
- Помимо метки маршрутизации, в поле SIF включаются идентификатор канала (CIC – Circuit Identification Code), однозначно связывающий данное сигнальное сообщение с определенным каналом трафика.

SCCP обеспечивает передачу сообщений двух типов:

1) Без установления логического соединения (Connection less).
Используют MAP, INAP, CAP и др.
через TCAP, BSSAP (часть BSSMAP)

2) С установлением логического соединения (Connection oriented).
Использует BSSAP (DTAP и часть BSSMAP), RANAP



SCCP обеспечивает дополнительные возможности адресации сообщений.

Получателя и отправителя сообщений можно адресовать, используя:

номер подсистемы (SSN – Subsystem Number);

глобальный заголовок (GT – Global Title).

Номер подсистемы позволяет адресовать сообщения различным сетевым элементам, имеющим одинаковый SPC.

Можно дифференцировать сообщения, адресованные MSC, VLR, HLR, EIR, находящимся в одном узле.

Номера некоторых подсистем:

Подсистема	MAP_HLR	MAP_VLR	MAP_MSC	MAP_EIR	MAP_SGSN	MAP_GGSN	BSSAP	CAP	RANAP
Номер подсистемы	6	7	8	9	149	150	254	146	142

- **Глобальный заголовок (GT)** используют для адресации SCCP сообщений, направляемых в другие сети ОКС-7.
- Например, HLR сети X (NI=10) посылает SCCP сообщение VLR сети Y (NI=10), через транзитную сеть Z (NI=00). Непосредственно адресовать сообщение с использованием только SPC нельзя, так как код сигнального пункта не является уникальным. Однако можно использовать ISDN номер VLR, который и образует GT.
- Сигнальную единицу на исходящем узле посредством SPC адресуют не непосредственно в узел-получатель, а в пограничный шлюзовый узел. При этом указывают, что в сообщении содержится информация о GT, например в виде ISDN номера VLR. Шлюзовый узел, принадлежащий двум сетям (NI=10 и NI=00), распаковывает SCCP сообщение, извлекает из него GT, анализирует его и определяет SPC следующего пограничного узла (в своей сети).
- В сообщение, отправляемое из одного шлюза в другой, опять вкладывают GT.
- Второй шлюз также распаковывает сообщение, извлекает из него GT, и на основании его анализа формирует SCCP сообщение в узел-получатель, используя SPC этого узла. GT в это сообщение уже не вкладывают.

DTAP (Direct Transfer Part)

Часть BSSAP, используемая для обмена сигнальной информацией между MS и MSC. Требует установления логического соединения. BSC информация проходит прозрачно.

Некоторые сообщения DTAP:

Сообщения процедур управления мобильностью (MM - Mobility Management)

Authentication request ↓
Authentication response ↑
TMSI reallocation command ↓
TMSI reallocation complete ↑
Location updating accept или Location updating reject ↓
Identity request ↓
Identity response ↑
CM service accept или CM service reject ↓

Сообщения процедур управления вызовом (CC - Call Control)

Setup ↓, Setup ↑
Call proceeding ↑
Call confirmed ↓
Alerting ↓, Alerting ↑
Connect ↓, Connect ↑
Connect acknowledge ↓, Connect acknowledge ↑
Release ↓, Release ↑
Release complete ↓, Release complete ↑

BSSMAP (BSS Management Application Part)

Часть BSSAP, обеспечивающая передачу и обработку информации между MSC и BSS относительно вызова и выделения ресурсов.

A. Выделенные процедуры, используют режим с установлением логического соединения

Initial MS message

Получив от MS первое сообщение 3-го уровня, например **LOCATION UPDATING REQUEST, CM SERVICE REQUEST, PAGING RESPONSE, IMSI DETACH**) BSS устанавливает логическое SCCP соединение с MSC, отправляя первое BSSAP сообщение, которое кроме сообщения MS добавляется идентификатор соты

COMPLETE LAYER 3 INFORMATION ↑

Cipher mode control

MSC дает указание BSS включить режим шифрации на соответствующих BTS и MS, указывая K_c и версию алгоритма шифрации (A5/1...A5/7).

CIPHER MODE COMMAND ↓
CIPHER MODE COMPLETE ↑
CIPHER MODE REJECT ↑

Assignment

MSC запрашивает у BSS выделения ресурса (например канала трафика) для MS, указывая характер информации (речь, данные, сигнализация) и требуемые параметры.

ASSIGNMENT REQUEST ↓
ASSIGNMENT COMPLETE ↑
ASSIGNMENT FAILURE ↑

Queuing indication

Если сразу ресурс не выделить, BSS может поставить запрос в очередь, проинформировав об этом MSC.

QUEUEING INDICATION ↑

Release

Получив информацию о завершении вызова через DTAP, MSC отправляет BSS команду освободить ресурсы. BSS их освобождает и возвращает MSC подтверждение.

Если проблемы возникают в BSS, то он посылает запрос в MSC, а тот дает BSS команду на освобождения ресурсов.

MSC может отправить старой BSS команду освободить ресурсы после удачного хэндовера в другую BSS.

CLEAR COMMAND ↓
CLEAR COMPLETE ↑
CLEAR REQUEST ↑

Classmark update

Если MS самостоятельно или по запросу BSS сообщила о своих возможностях, то BSS передает об этом MSC.

MSC может послать данные о возможностях MS в новую BSS после выполнения хэндовера.

CLASSMARK UPDATE ↑ ↓

MSC при необходимости может указать BSS запросить MS о ее возможностях

CLASSMARK REQUEST ↓

Handover required indication

Старая BSS приняла решение о необходимости хэндовера в новую BSS. Она обращается к MSC, указывая причину хэндовера, список предпочтительных сот, схему кодирования речи, тип канала, информацию для новой BSS.

HANDOVER REQUIRED ↑
HANDOVER REQUIRED REJECT ↓

Handover resource allocation

MSC обращается к новой BSS с указанием выделить ресурсы для предстоящего хэндовера. **Для этого устанавливается новое логическое соединение.**

HANDOVER REQUEST ↓

Новая BSS ресурс выделяет, присваивает хэндоверу Reference Number, подготавливает сообщение Handover Command, которое через MSC, старую BSS будет отправлено MS с указанием нового радиоресурса.

HANDOVER REQUEST ACKNOWLEDGE ↑

При неудаче новая BSS возвращает MSC

HANDOVER FAILURE ↑

Handover execution

MSC пересылает в старую BSS инструкцию для MS о выделенном новой BSS радиоресурсе.

HANDOVER COMMAND ↓

MS в новом ресурсе посылает короткую пачку доступа RR_Handover_Access.

Новая BSS видит MS и информирует MSC

HANDOVER DETECT ↑

Новая BSS посылает MS сообщение PHYSICAL INFORMATION с параметрами временной синхронизации.

MS посылает нормальную пачку, содержащую сообщение RR_Handover_Complete. Приняв его новая BSS сообщает об этом MSC

HANDOVER COMPLETE ↑

MSC о совершившемся хэндовере ставит в известность старую BSS.

CLEAR COMMAND ↓

Б. Глобальные процедуры, используют режим без установления логического соединения

Paging

MSC посылает команду BSS послать пейджинговые сообщения MS через все соты LA.

PAGING ↓

Blocking

Блокирование наземного канала (CIC), например из-за отсутствия радиоресурса, а также группы каналов

BLOCK ↑ ↓

BLOCKING ACKNOWLEDGE ↑ ↓

UNBLOCK ↑↓

UNBLOCKING ACKNOWLEDGE ↑↓

CIRCUIT GROUP BLOCK ↑↓

CIRCUIT GROUP BLOCKING ACKNOWLEDGE ↑↓

CIRCUIT GROUP UNBLOCK ↑↓

CIRCUIT GROUP UNBLOCKING ACKNOWLEDGE ↑↓

Resource indication

MSC запрашивает BSS о доступных радиоресурсах, например для управления хэндовером. Возвращается число полно- и полускоростных каналов в соте в 5 диапазонах уровня помех.

RESOURCE REQUEST ↓

RESOURCE INDICATION ↑

Reset

Сообщает противоположной стороне об аварии. Авария может быть глобальной или касающейся только части вызовов.

RESET ↑↓

RESET ACKNOWLEDGE ↑↓

RESET CIRCUIT ↑↓

RESET CIRCUIT ACKNOWLEDGE ↑↓

Flow control

BSS сообщает MSC либо о перегрузке процессора, либо о перегрузке CCCH в конкретной соте. MSC сообщает о перегрузке, с тем чтобы BSS уменьшил трафик RACH

OVERLOAD ↑↓

MAP – Mobile Application Part

- Служит для обновления данных о местоположении в VLR, HLR, SIM. Иницируется MS в 3-х случаях:
 - при смене локальной зоны,
 - при включении,
 - при истечении таймера периодической локализации.
- 1. MS инициирует процедуру локализации, посылая сообщение **Location_Update_Request** (TMSI, LAISIM).
- BSS передает в MSC сообщение: **BSSAP: LOCATION_UPDATING_Request** (TMSI, LAISIM, LAIBCSCH).
- *В новом MSC нет данных, позволяющих преобразовать LAISIM – Адрес старого VLR:*
- 2. MSC запрашивает у MS IMSI: **BSSAP: IDENTITY_Request**.
- 3. MS возвращает IMSI в открытом виде: **BSSAP: IDENTITY_Response** (IMSI).
- 4. VLR преобразует первые цифры IMSI (MCC+MNC+HLRID) в адрес HLR в сети ОКС-7.
- 5. VLR запрашивает у HLR аутентификационные триплеты: **MAP: SEND_AUTHENTICATION_INFO_Request** (IMSI).
- 6. HLR пересылает запрос в AC, AC генерирует триплеты, возвращает их в HLR, а тот пересылает их в VLR:

MAP: SEND_AUTHENTICATION_INFO_Response (5 триплетов).

- В новой MSC есть данные, позволяющие преобразовать LAISIM – Адрес старого VLRN:
- 7. Новый VLR определяет адрес старого VLR в сети OKC.
- 8. Новый VLR делает запрос в старый VLR: **MAP: SEND_IDENTIFICATION_Request** (TMSI).
- 9. Старый VLR возвращает IMSI и аутентификационные триплеты: **MAP: SEND_IDENTIFICATION_Response** (IMSI, триплеты).
- 10. Проводится аутентификация абонента.
- 11. VLR информирует HLR о регистрации MS: **MAP: UPDATE_LOCATION_Request** (IMSI, MSC-ISDN, VLR-ISDN).
- 12. HLR дает команду старому VLR об удалении абонента из базы данных: **MAP: CANCEL_LOCATION_Request** (IMSI).
- 13. Старый VLR удаляет абонента и подтверждает удаление: **MAP: CANCEL_LOCATION_Response**.
- 14. HLR принимает решение об обслуживании абонента в новом коммутаторе. При положительном решении информирует новый VLR об услугах, доступных абоненту: **MAP: INSERT_SUBSCRIBER_DATA_Request** (MSISDN, данные об основных и дополнительных услугах абонента, о контролируемых VLR запретах, о подписке CAMEL и т.д.).
- 15. VLR подтверждает полученную абонентскую информацию: **MAP: INSERT_SUBSCRIBER_DATA_Response**
- 16. HLR подтверждает регистрацию абонента: **MAP: UPDATE_LOCATION_Response** (HLR-ISDN).
- 17. VLR возвращает MS подтверждение регистрации: **BSSAP: LOCATION_UPDATING_ACCEPT** (TMSI, LAI).
- В результате проведенного обмена сигнальной информацией:
 - В SIM-карте MS записано новое значение LAI и новый TMSI.
 - В новом VLR создана запись об абоненте, включая данные о LA, в которой абонент находится.
 - В старом VLR запись об абоненте ликвидирована.
 - В HLR обновлены данные о местоположении MS – сохранены адреса MSC и VLR.

MSRN – Mobile Station Roaming Number

- 1. В GMSC поступает начальное адресное сообщение: **ISUP: IAM** (MSISDN-B).
- 2. GMSC преобразует первые цифры MSISDN-B в адрес HLR-B в сети ОКС-7.
- 3. GMSC направляет в HLR-B запрос о маршрутизации вызова: **MAP: SEND_ROUTING_INFO_Request** (MSISDN-B).
- 4. HLR проверяет: - нахождение абонента в разрешенной сети;
 - - подписку на услугу;
 - - отсутствие запретов;
 - - необходимость переадресации.
- 5. HLR преобразует VLR-ISDN в адрес VLR в сети ОКС-7.
- 6. HLR направляет в VLR запрос о предоставлении роумингового номера: **MAP: PROVIDE_ROAMING_NUMBER_Request** (IMSI).
- 7. VLR проверяет, подключен ли абонент в данный момент (IMSI Attached/Detached). При положительном результате – ассоциирует IMSI с одним из MSRN из диапазона номеров (например, присваивает абоненту MSRN 7-495-хуз-3333).
- 8. VLR возвращает в HLR выделенный роуминговый номер: **MAP: PROVIDE_ROAMING_NUMBER_Response** (MSRN).
- 9. HLR пересылает MSRN в GMSC: **MAP: SEND_ROUTING_INFO_Response** (MSRN).
- 10. GMSC анализирует первые цифры MSRN и определяет маршрут, формирует и отправляет IAM, в которое включает MSRN. IAM поступает в MSC: **ISUP: IAM** (MSRN).
- 11. MSC ассоциирует поступивший вызов с определенным абонентом (с IMSI) и освобождает MSRN. MSC запрашивает у VLR значения LAI и TMSI. Преобразует LAI в адрес того BSC, который обслуживает соты данной LA.
- 12. MSC дает команду BSC послать пейджинговые сообщения по всем сотам локальной области: **BSSAP: Paging** (TMSI, LAI, IMSI).
- BSC организует передачу пейджинга на радиointерфейсе Paging Request (TMSI).
- Установление входящего вызова (обслуживающий MSC – MS):