

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего профессионального образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

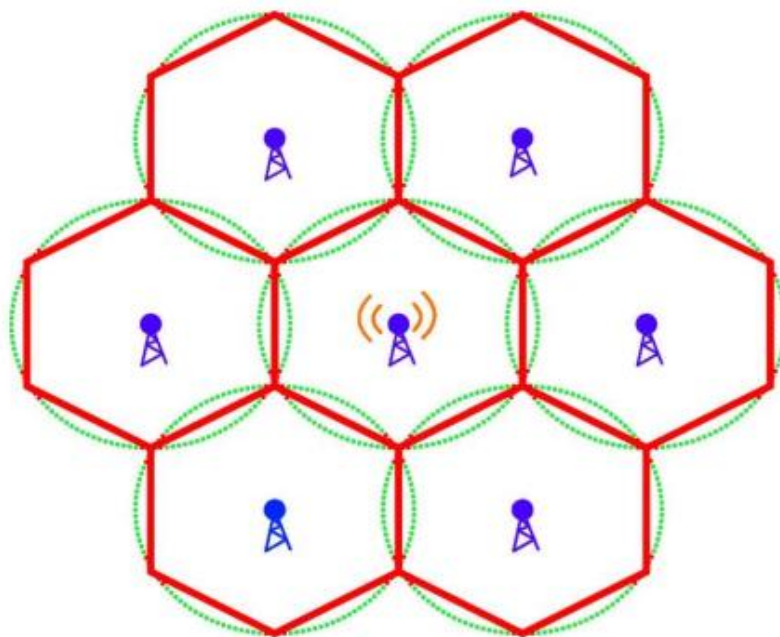
Кафедра сетей и систем связи

А.А. ЛЫСИКОВ

ПРОТОКОЛЫ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Методические указания к контрольным и практическим работам по
дисциплине «Протоколы сетей сотовой связи»

По направлению подготовки дистанционного обучения 11.03.02
«Инфокоммуникационные
технологии и системы связи»



Самара
2021

Задания для контрольной и практической работы по дисциплине «Протоколы сетей сотовой связи»

Задание:

Материалы для подготовки к контрольной работе расположены по ссылке:

<https://www.intuit.ru/studies/courses/551/407/info>

1. Работа состоит из 4 частей. 1 и 2 часть (практическое занятие 1 и 2 в таблице вариантов) относятся к контрольной практической работе, 3 и 4 часть относятся к контрольной работе. Необходимо выполнить по пунктам все части предложенной работы.
2. Номер вариант выбирается из таблицы вариантов, где номер варианта соответствует последнему номеру зачетной книжки. В ячейках таблицы на пересечении номера практического занятия и номера зачетной книжки расположены номера заданий из практического занятия.
3. Отчет предоставляется с расчетами и подробным описанием полученных результатов.

Требования к оформлению отчета:

1. Отчеты по практической работе (1 и 2 часть задания) и контрольной работе (3 и 4 часть данного задания) требуется оформить в виде двух отдельных файлов: 1 отчет – практическая работа, 2 отчет - контрольная работа. После этого отчеты загрузить в соответствующие разделы личного кабинета системы ДО.
2. Отчет выполняется в электронном виде на листах формата А4, 1,5 интервал, 14 шрифт.
2. Отчет должен содержать все необходимые компоненты: введение, основная часть, заключение, список используемых источников, список сокращений.
3. Схемы должны быть выполнены с использованием графического пакета MS Visio.

Таблица вариантов

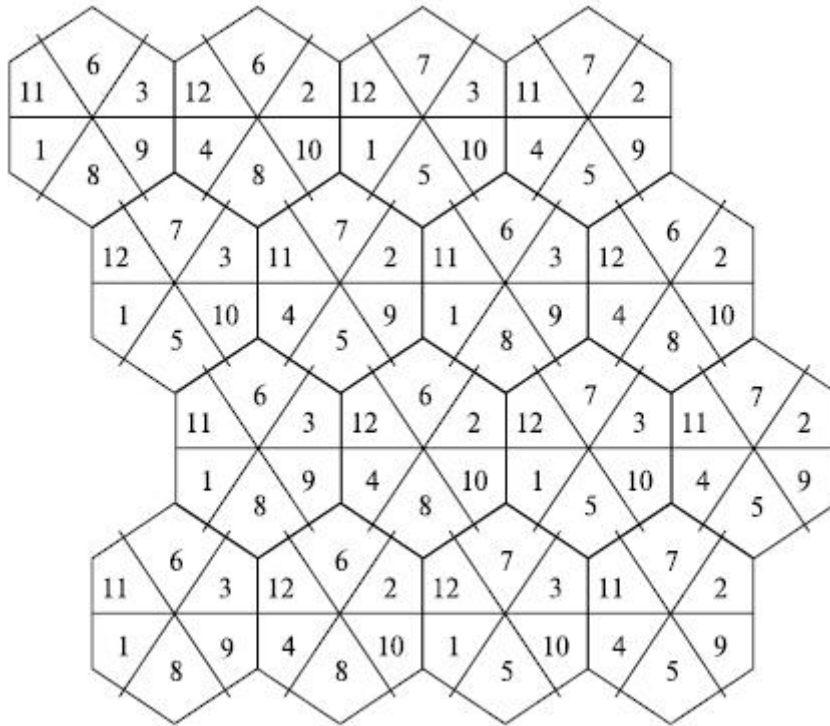
	Номер варианта									
Номер практического занятия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1(а, б) 2-3 4(а) 5(а) 6(г) 7-8 9(а,б) 10(а,д)	1(в, г) 2-3 4(б) 5(б) 6(а) 7-8 9(в,г) 10(д,е)	1(д,е) 2-3 4(в) 5(в) 6(б) 7-8 9(д,е) 10(д,е)	1(а, б) 2-3 4(а) 5(г) 6(в) 7-8 9(а,б) 10(а,д)	1(в, г) 2-3 4(а) 5(а) 6(г) 7-8 9(в,г) 10(а,д)	1(д,е) 2-3 4(б) 5(б) 6(а) 7-8 9(д,е) 10(д,е)	1(а, б) 2-3 4(в) 5(в) 6(б) 7-8 9(а,б) 10(а,д)	1(в, г) 2-3 4(а) 5(г) 6(в) 7-8 9(в,г) 10(д,е)	1(д,е) 2-3 4(б) 5(а) 6(г) 7-8 9(д,е) 10(а,д)	1(а, б) 2-3 4(в) 5(б) 6(а) 7-8 9(а,б) 10(а,д)
2	1-2 3(а) 4-5 6(а,б) 7-9	1-2 3(б) 4-5 6(а,в) 7-9	1-2 3(в) 4-5 6(а,г) 7-9	1-2 3(а) 4-5 6(в,б) 7-9	1-2 3(б) 4-5 6(г,б) 7-9	1-2 3(а) 4-5 6(а,г) 7-9	1-2 3(б) 4-5 6(а,б) 7-9	1-2 3(в) 4-5 6(б,г) 7-9	1-2 3(а) 4-5 6(а,в) 7-9	1-2 3(б) 4-5 6(а,б) 7-9
3	1-6 7(а,б)	1-6 7(б,в)	1-6 7(б,в)	1-6 7(б,в)	1-6 7(а,б)	1-6 7(б,в)	1-6 7(б,в)	1-6 7(б,в)	1-6 7(а,б)	1-6 7(б,в)
4	1(а,б) 2(а,б) 3(а,г) 4(в,г) 5(а,б) 6(а,г)	1(б,в) 2(а,г) 3(б,г) 4(а,г) 5(б,в) 6(а,в)	1(в,г) 2(а,б) 3(в,г) 4(в,г) 5(а,в) 6(б,в)	1(а,г) 2(в,г) 3(а,б) 4(в,г) 5(а,б) 6(а,г)	1(а,в) 2(б,в) 3(б,г) 4(в,г) 5(а,в) 6(б,в)	1(б,г) 2(а,б) 3(а,г) 4(а,г) 5(б,в) 6(а,в)	1(в,г) 2(а,б) 3(в,г) 4(а,г) 5(а,б) 6(б,г)	1(а,г) 2(б,в) 3(б,г) 4(в,г) 5(а,в) 6(б,в)	1(б,г) 2(в,г) 3(а,б) 4(в,г) 5(а,б) 6(а,г)	1(в,г) 2(а,г) 3(а,г) 4(а,г) 5(а,б) 6(б,г)

Практическое занятие №1 «Протоколы GSM и преобразование речи»

1. Определить число физических каналов в каждой соте сети GSM при:

- а) 3-элементном кластере;
- б) 7-элементном кластере;
- в) 3-элементном кластере и трехсекторной антенне;
- г) 7-элементном кластере и трехсекторной антенне;
- д) 3-элементном кластере и шестисекторной антенне;
- е) 7-элементном кластере и шестисекторной антенне.

2. Определить число сот в кластере сети, показанной на рисунке.



3. Определить максимальный радиус соты при распространении в свободном пространстве (без препятствий), если мощность излучения BTS PBTS = 55 Вт, пороговая чувствительность PMS = -100 дБм (т. е. 10^{-13} Вт).

Для определения следует использовать формулу отношения мощности в точке приема (PMS) и в точке передач (PBTS) (при отсутствии помех):

$$\frac{P_{MS}}{P_{BTS}} = (2,6 \times 10^{-2} / R_{max})^2 = 6,76 \times 10^{-4} / R_{max}^2,$$

$$R_{max} = 2,6 \times 10^{-2} \sqrt{\frac{P_{BTS}}{P_{MS}}}$$

4. Определить число сот в кластере при заданном отношении расстояния между **ячейками** к радиусу ячейки $q = \frac{D}{R}$

а) 4,7;

б) 5,9;

в) 5,5.

5. Задано число сот в кластере. Определить отношение $q = \frac{D}{R}$

а) 3;

б) 4;

в) 7;

г) 9.

6. Используя 1(а), определите скорость каналов управления:

а) F-FCCH;

б) B-BCCH;

в) C-CCCH;

г) PCH/AGCH.

7. Используя 1(б), определите скорость каналов управления:

а) RACH.

8. Используя 1(в) и 1(г), определите скорость каналов управления:

а) D-SDCCH;

б) A-SACCH.

9. Используя 1(д), определите скорость каналов управления:

а) F-FCCH;

б) B-BCCH;

в) C-CCCH;

г) PCH/AGCH;

д) A-SACCH;

е) B-SDCCH.

10. Используя 1(е), определите скорость каналов управления:

а) R-RACH;

д) A-SACCH;

е) B-SDCCH.

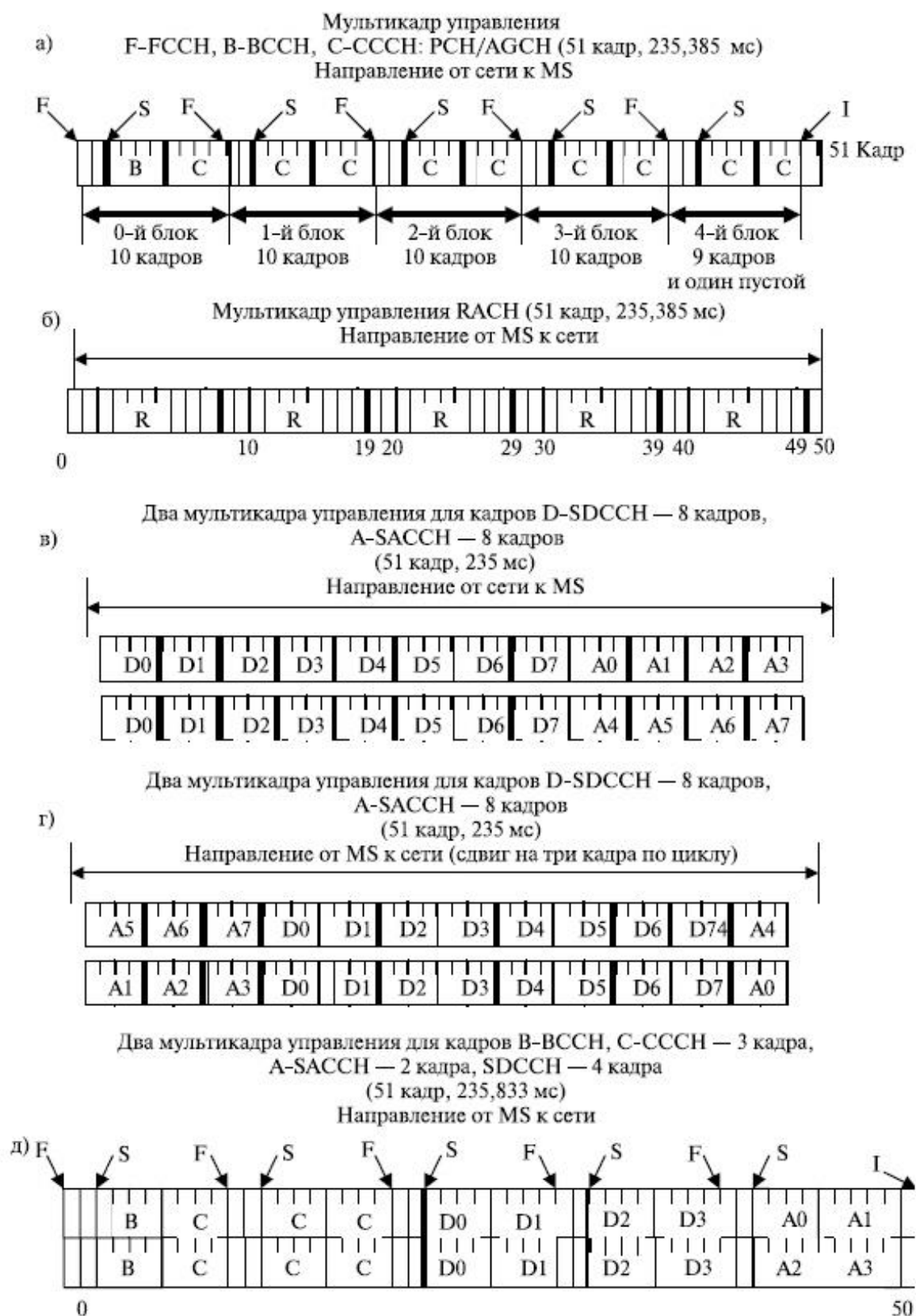


Рис. 1 Организация мультикадра управления

Практическое занятие №2

«Мягкая передача вызова и управление мощностью в CDMA»

1. Используя Таблицу 1, показать взаимную ортогональность приведенных в ней функций Уолша. (Использовать попарные сочетания.)
2. Используя матрицу Адамара, получить функции Уолша H_{16} .

На основании полинома

$$g(x)_I = x^{15} + x^{13} + x^9 + x^8 + x^7 + x^5 + 1$$

нарисовать схему генератора последовательности максимальной длины.

3. Выполнить ортогональное кодирование трех каналов с исходной информацией:

а) Канал 1: 0011;

б) Канал 2: 1011;

в) Канал 3: 1001.

Для кодирования выбрать код Уолша из Таблицы 2:

3.1 Представить диаграммы информации для каждого кодированного канала и суммарную диаграмму в канале.

3.1 Представить таблицу ортогонального кодирования.

4. По результатам диаграммы упражнения 3 показать диаграмму восстановления для каждого канала.
5. Показать невозможность восстановления функции с помощью последовательности, не входящей в объединенный сигнал.
6. Определить размер окна мобильной станции, если сигнал распространяется в среде, которая имеет следующие параметры:

а) сигнал распространяется по прямому пути длиной 1,8 км;

б) при многолучевом распространении сигнал проходит до мобильной станции 4,5 км;

в) чиповая скорость, определяемая в стандарте I-95, 1,2288 Мчип/с;

г) скорость распространения сигнала 300×10^6 м/с.

7. Пусть соты А и В расположены так, как это показано на рис. 2, но находятся на расстоянии 12 км (см. рис. 2). Мобильная станция перемещается от соты А к соте В. Решено сделать область мягкого хэндовера между точками Х и Y, которые расположены на расстоянии 4 и 8 км от соты А. Какой размер должен быть у окна поиска?

8. На основании рис. 3 нарисовать алгоритм изменения состояния пилот-сигнала при пересечении пороговых значений. Использовать операторы приема результатов измерений, включения таймеров и состояния нахождения в различных группах.
9. На основании рис. 3 нарисовать диаграмму обмена сигналами при мягком хэндовере.

Таблица 1. Функции Уолша

WAL(8,1)=	0000 0000
WAL(8,2)=	0000 1111
WAL(8,3)=	0011 1100
WAL(8,4)=	0011 0011
WAL(8,5)=	0110 0110
WAL(8,6)=	0110 1001
WAL(8,7)=	0101 1010
WAL(8,8)=	1010 1010

Таблица 2. Пример ортогонального кодирования для каналообразования

Каналы	Исходная	Последовательности расширенной информация спектра		
Канал 1	110	-1, -1, -1, -1	-1,-1,-1,-1	+1,+1,+1, +1
Канал 2	010	+1,-1,+1,-1	-1,+1,-1,+1	+1, -1, +1,-1
Канал 3	001	+1, +1,-1,-1	+1, +1,-1,-1	-1, -1, +1,+1
Суммарный сигнал		+1,-1,-1, -3	-1,+1,-3,-1	+1,-1,+3,+1



Рис 2. Определение окна SRCH_WIN_A для мягкого хэндовера

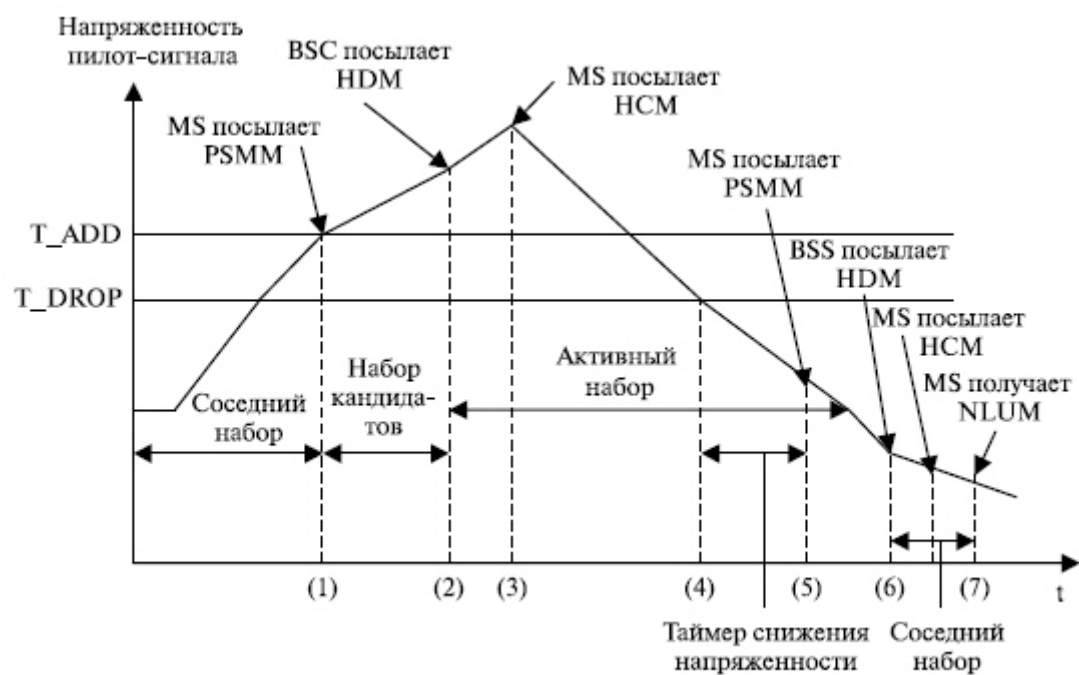


Рис. 3 Пример использования пороговых значений: изменение состояния пилот-сигнала

Практическое занятие №3

«Процедуры сигнализации UTRAN»

1. Используя табл. 3 - рис. 5, представьте конкретные процедуры на рис. 4 – рис.12.
2. Объясните, когда применяются процедуры передачи сигнала оповещения (Paging).
3. Перечислите, какие действия осуществляются по сигналу активизации обновления данных в процедуре "дополнение ветви" (рис. 6).
4. Перечислите, какие действия осуществляются по сигналу активизации обновления данных в процедуре "удаление ветви".
5. Объясните порядок действий в процедурах жесткого хэндовера. Какие ветви удаляются, какие дополняются и в каком порядке (рис. 4 – рис. 12)?
6. Объясните действия на рис. 9. Для чего передается на этапе 2 временный номер радиосети (RNTI — Radio Network Temporary Identity)? Поясните информацию, передаваемую на этапе 4 (запрос на изменение местоположения) на рис. 9.
7. Какие участки частотного спектра зарезервированы для UMTS:
 - а) для дуплексного режима разделения?
 - б) для режима разделения времени?
 - в) для спутникового канала связи?

Таблица 3. Процедуры и сообщения прикладного уровня сети доступа (RANAP)

Сообщение (англ)	Сообщение (рус)	UTRAN процедура	Направление
Initial UE Message	Первоначальное сообщение UE	Установление сигнального соединения <i>NAS</i> (Non Access <i>Stratum</i>) в системе, не разделенной на уровни	RNC $\Rightarrow$ CN
RAB Assignment	Назначение средств радиодоступа (RAB – Radio Access Bearer)	Запрос на установление Средств радиодоступа (RAB) Освобождение RAB	RNC-источник $\Rightarrow$ CN RNC-источник $\Rightarrow$ CN
RAB Assignment Complete	Назначение средств радио доступа (RAB – Radio Access Bearer)закончено	Установление RAB Освобождение RAB	RNC-источник $\Rightarrow$ CN RNC- источник $\Rightarrow$ CN
Relocation Required>	Затребовано изменение местоположения	Хэндовер между RNS HO с переключением узле основной сети (CN) Хэндовер UTRAN $\Rightarrow$ GSM/BSS Хэндовер GSM/BSS $\Rightarrow$ UTRAN Изменение местоположения SRNC	CN $\Rightarrow$ Целевой RNC CN $\Rightarrow$ Целевой RNC CN $\Rightarrow$ Целевой RNC CN $\Rightarrow$ Целевой RNC
Relocation Request	Запрос на изменение местоположения	Хэндовер между RNS HO с переключением узле основной сети (CN) Хэндовер UTRAN $\Rightarrow$ GSM/BSS Хэндовер GSM/BSS $\Rightarrow$ UTRAN Изменение местоположения SRNC	CN $\Rightarrow$ Целевой RNC CN $\Rightarrow$ Целевой RNC CN $\Rightarrow$ Целевой RNC CN $\Rightarrow$ Целевой RNC

Таблица 3. Процедуры и сообщения прикладного уровня сети доступа (RANAP)
(продолжение)

<i>Relocation Request Acknowledge</i>	Подтверждение <i>запроса изменения</i> местоположения	Жесткий хэндовер с переключением в CN Хэндовер GSM/ <i>BSS</i> $\Rightarrow$ UTRAN Изменение местоположения <i>SRNS</i>	Целевой RNC $\Rightarrow$ CN Целевой RNC $\Rightarrow$ CN Целевой RNC $\Rightarrow$ CN
<i>Relocation Command</i>	Подтверждение <i>запроса изменения</i> местоположения	Жесткий хэндовер с переключением в CN Изменение местоположения <i>SRNS</i>	CN $\Rightarrow$ RNC источник CN $\Rightarrow$ RNC источник
<i>Relocation Detect</i>	Изменение местоположения обнаружено	Жесткий хэндовер с переключением в CN Хэндовер GSM/ <i>BSS</i> $\Rightarrow$ UTRAN	Целевой RNC $\Rightarrow$ CN Целевой RNC $\Rightarrow$ CN
<i>Relocation Complete</i>	Изменение местоположения закончено	Жесткий хэндовер с переключением в CN Хэндовер GSM/ <i>BSS</i> $\Rightarrow$ UTRAN Изменение местоположения <i>SRNS</i>	Целевой RNC $\Rightarrow$ CN Целевой RNC $\Rightarrow$ CN Целевой RNC $\Rightarrow$ CN
<i>Relocation Failure</i>	Ошибка при изменении местоположения	Изменение местоположения <i>SRNS</i>	SRNC $\Rightarrow$ CN
Iu Release Complete	Команда разъединения Iu	Жесткий хэндовер с переключением в CN Изменение местоположения <i>SRNS</i> Хэндовер UTRAN $\Rightarrow$ GSM/ <i>BSS</i>	CN $\Rightarrow$ RNC-источник CN $\Rightarrow$ RNC-источник CN $\Rightarrow$ RNC-источник
Paging	Оповещение	Оповещение	CN $\Rightarrow$ RNC-источник

Таблица 4. Процедуры и сообщения прикладной подсистемы базовой станции (NBAP)

Сообщение (англ.)	Сообщение (рус.)	UTRAN-процедура	Направление
Radio Link Setup	Вызов радиосоединения	Установление RRC-соединения	RNC $\Rightarrow$ Узел В
		Жесткий хэндовер	RNC $\Rightarrow$ Узел В
		Мягкий хэндовер	RNC $\Rightarrow$ Узел В
Radio Link Setup Response	Ответ на вызов радиосоединения	Установление RRC-соединения	Узел В $\Rightarrow$ RNC
		Жесткий хэндовер	Узел В $\Rightarrow$ RNC
		Мягкий хэндовер	Узел В $\Rightarrow$ RNC
Radio Link Addition	Дополнение радиосоединения	Мягкий хэндовер	RNC $\Rightarrow$ Узел В
Radio Link Addition Response	Ответ на дополнение радиосоединения	Мягкий хэндовер	RNC $\Rightarrow$ Узел В
Radio Link Deletion	Удаление радиосоединения	Разъединение RRC-соединения	RNC $\Rightarrow$ Узел В
		Жесткий хэндовер	RNC $\Rightarrow$ Узел В
		Мягкий хэндовер	RNC $\Rightarrow$ Узел В
Radio Link Deletion Response	Ответ на удаление радиосоединения	Разъединение RRC-соединения	Узел В $\Rightarrow$ RNC
		Жесткий хэндовер	Узел В $\Rightarrow$ RNC
		Мягкий хэндовер	Узел В $\Rightarrow$ RNC
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Prepare	Подготовка реконфигурации радиосоединения	Установление соединения RAB	RNC $\Rightarrow$ Узел В
		Разъединение RAB	RNC $\Rightarrow$ Узел В
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Ready	Реконфигурация радиосоединения готова	Установление соединения RAB	Узел В $\Rightarrow$ RNC
		Разъединение RAB	Узел В $\Rightarrow$ RNC
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Commit	Реконфигурация радиосоединения завершена	Установление соединения RAB	RNC $\Rightarrow$ Узел В
		Разъединение RAB	RNC $\Rightarrow$ Узел В
Paging	Оповещение	Оповещение	RNC $\Rightarrow$ Узел В

Таблица 5. Процедуры и сообщения прикладной подсистемы радиосети (RNSAP)

Сообщение (англ.)	Сообщение (рус.)	UTRAN-процедура	Направление
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Prepare	Подготовка реконфигурации радиосоединения	Установление соединения RAB	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
		Освобождение RAB	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Ready	Реконфигурация радиосоединения готова	Установление соединения RAB	DRNC $\Rightarrow$ SRNC
		Освобождение RAB	DRNC $\Rightarrow$ SRNC
Radio Link <i>Reconfiguration</i>	Реконфигурация радиосоединения	Установление соединения RAB	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
		Освобождение RAB	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Response	Ответ на реконфигурацию радиосоединения	Установление соединения RAB	DRNC $\Rightarrow$ SRNC
		Освобождение RAB	DRNC $\Rightarrow$ SRNC
Radio Link <i>Reconfiguration</i> Commit	Реконфигурация радиосоединения завершена	Установление соединения RAB	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
		Освобождение RAB	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
Radio Link Addition	Дополнение радиосоединения	Мягкий хэндовер	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
Radio Link Addition Response	Ответ на дополнение радиосоединения	Мягкий хэндовер	DRNC $\Rightarrow$ SRNC
Radio Link Deletion	Радиосоединения удаляется	Мягкий хэндовер	SRNC $\Rightarrow$ DRNC
Radio Link Deletion Response	Ответ на удаление радиосоединения	Мягкий хэндовер	DRNC $\Rightarrow$ SRNC
<i>SRNS Relocation</i> Commit	Изменение местоположения <i>SRNS</i> завершено	Изменение местоположения <i>SRNS</i>	SRNC $\Rightarrow$ Целевой RNC

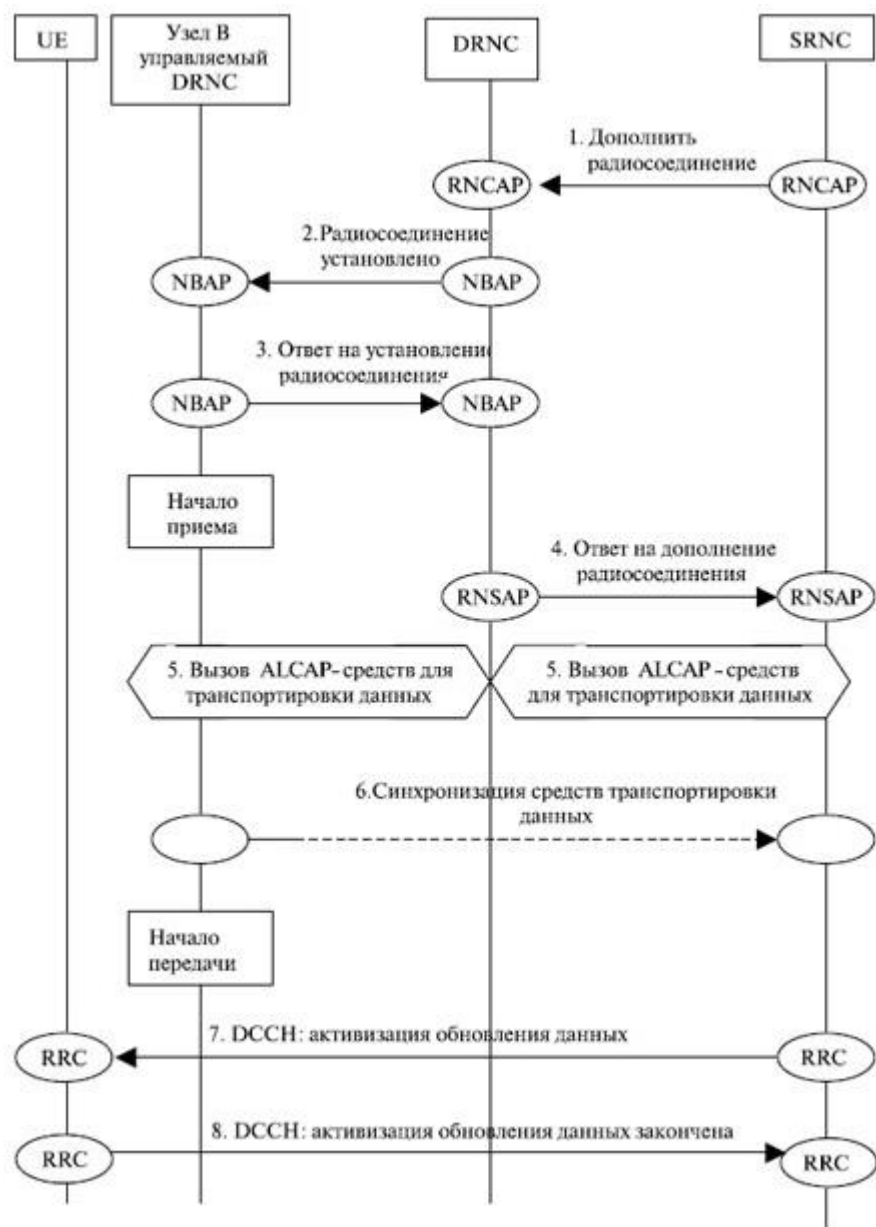


Рис. 4 Дополнение радиоканала

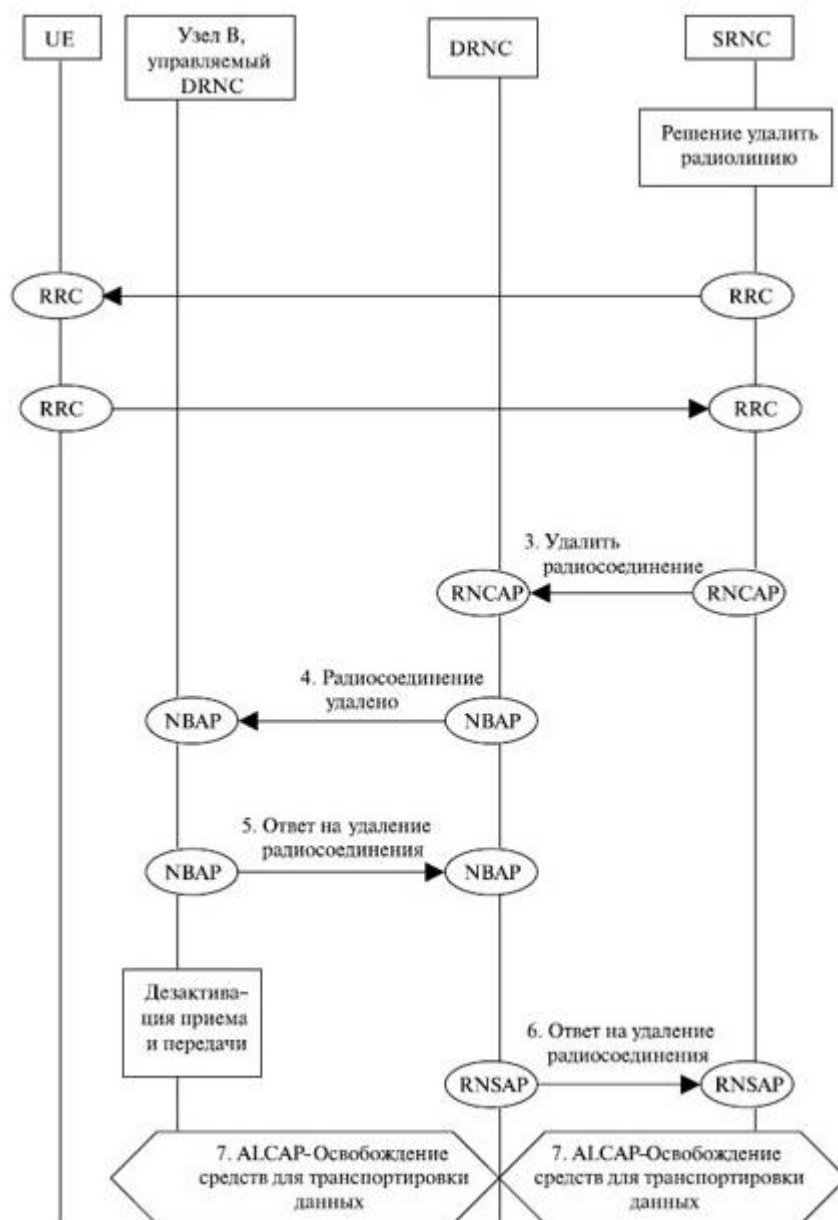


Рис. 5 Удаление радиоканала (удаление ветви)

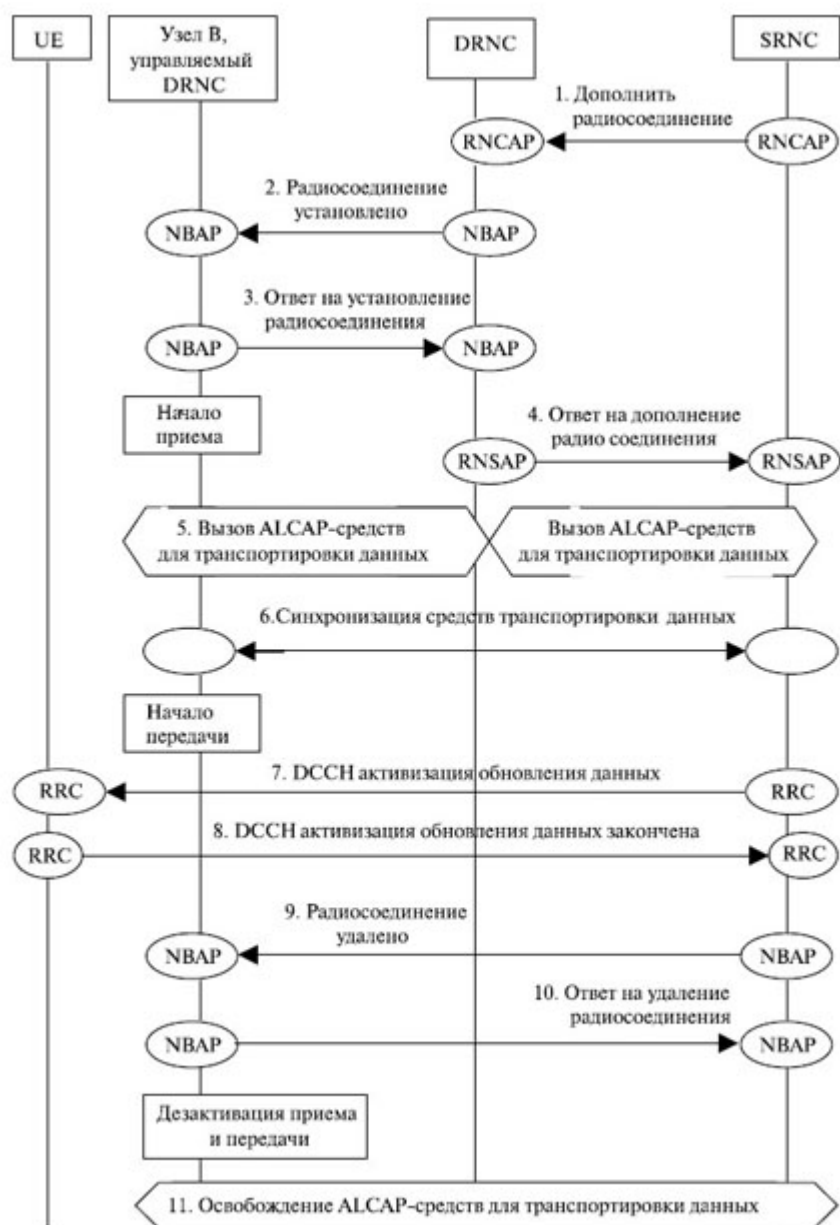


Рис. 6 Одновременное дополнение и удаление радиосоединения

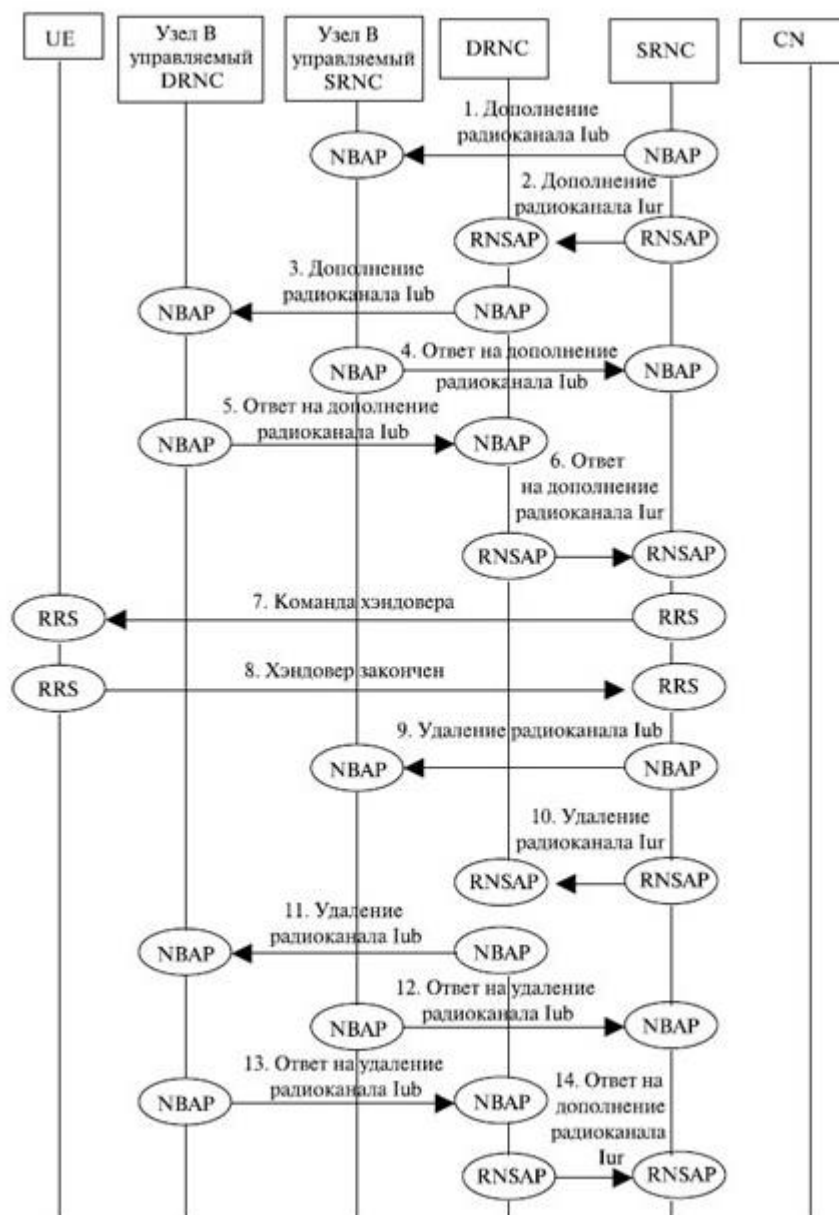


Рис. 7 Жесткий хэндовер между контроллерами одной основной сети

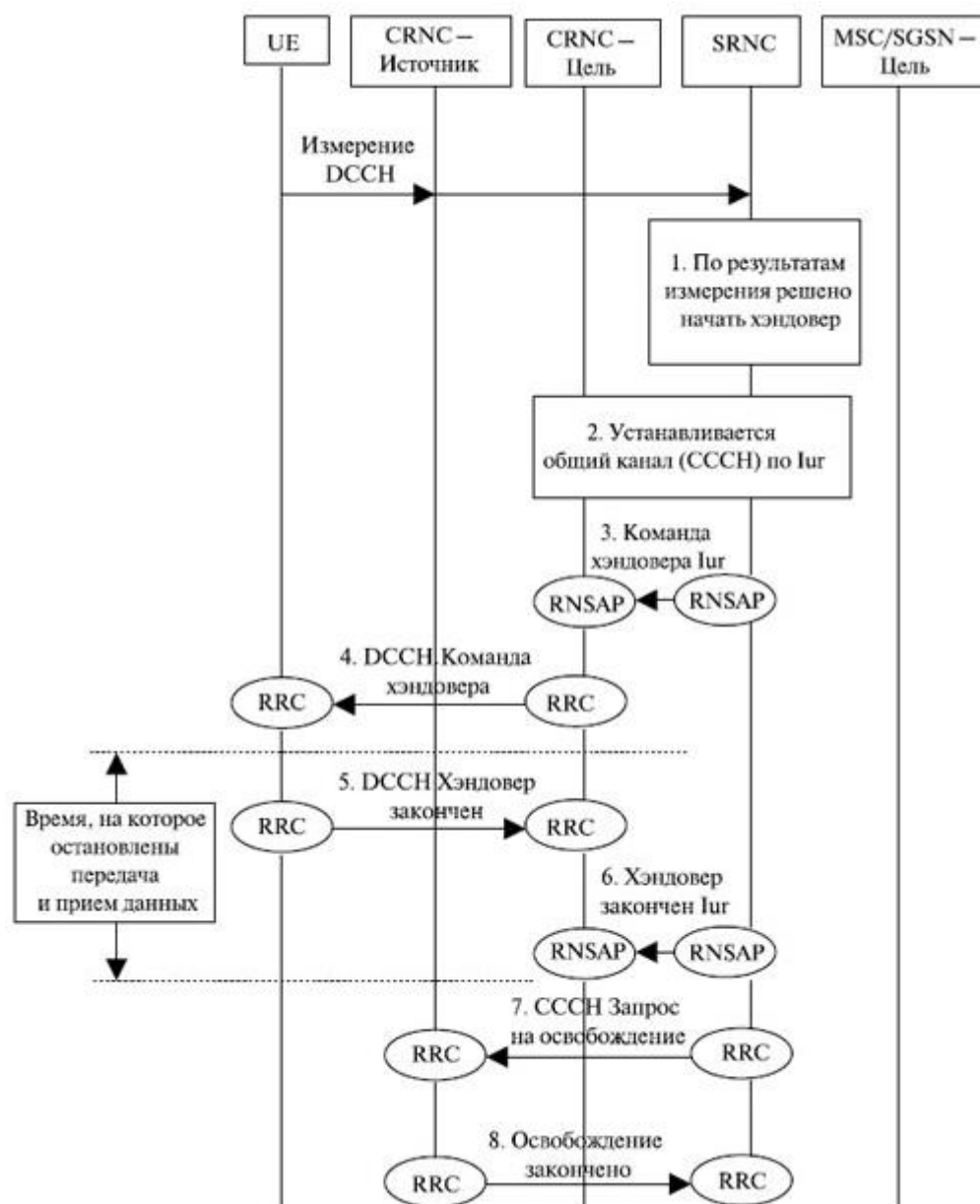


Рис. 8 Хэндовер с использованием интерфейса Iur

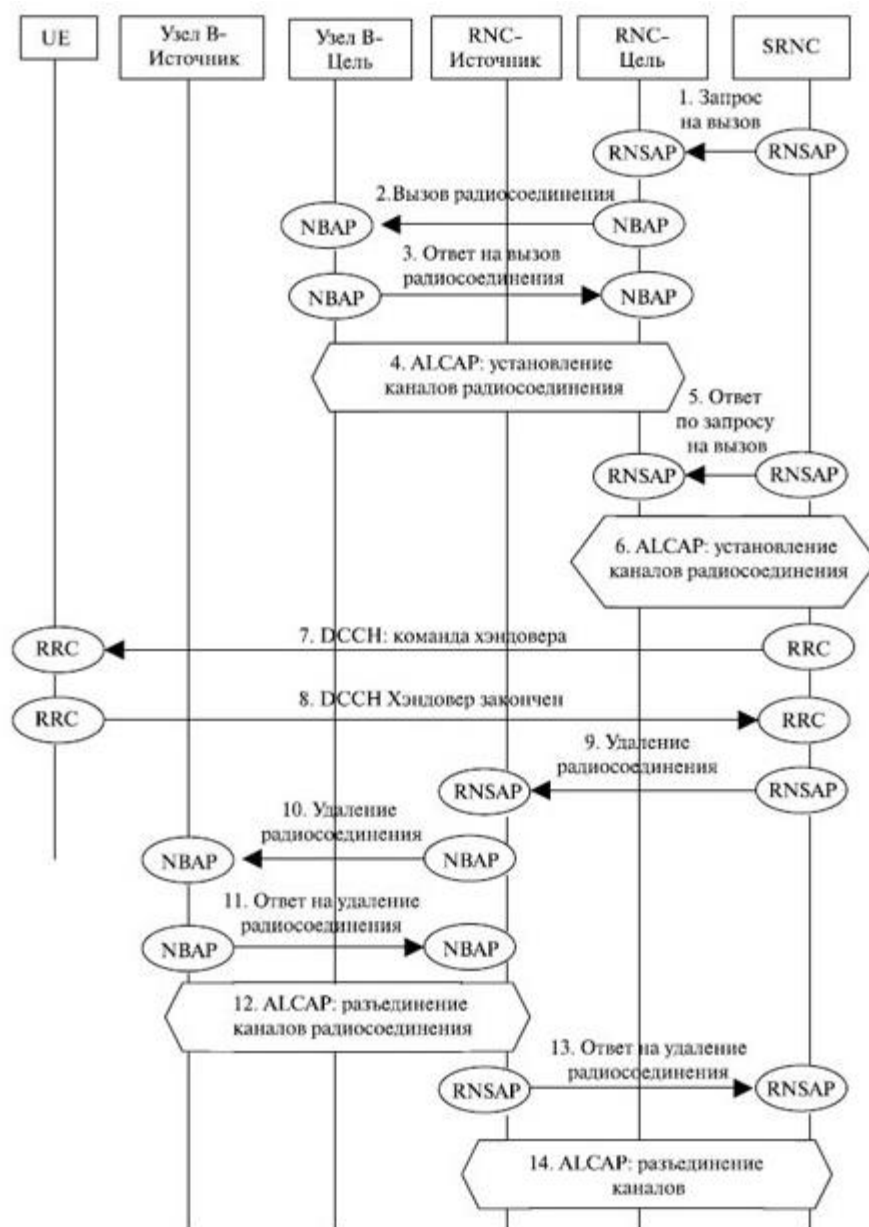


Рис. 9 Хэндовер с использованием интерфейса Iur (организация каналов DCCH)

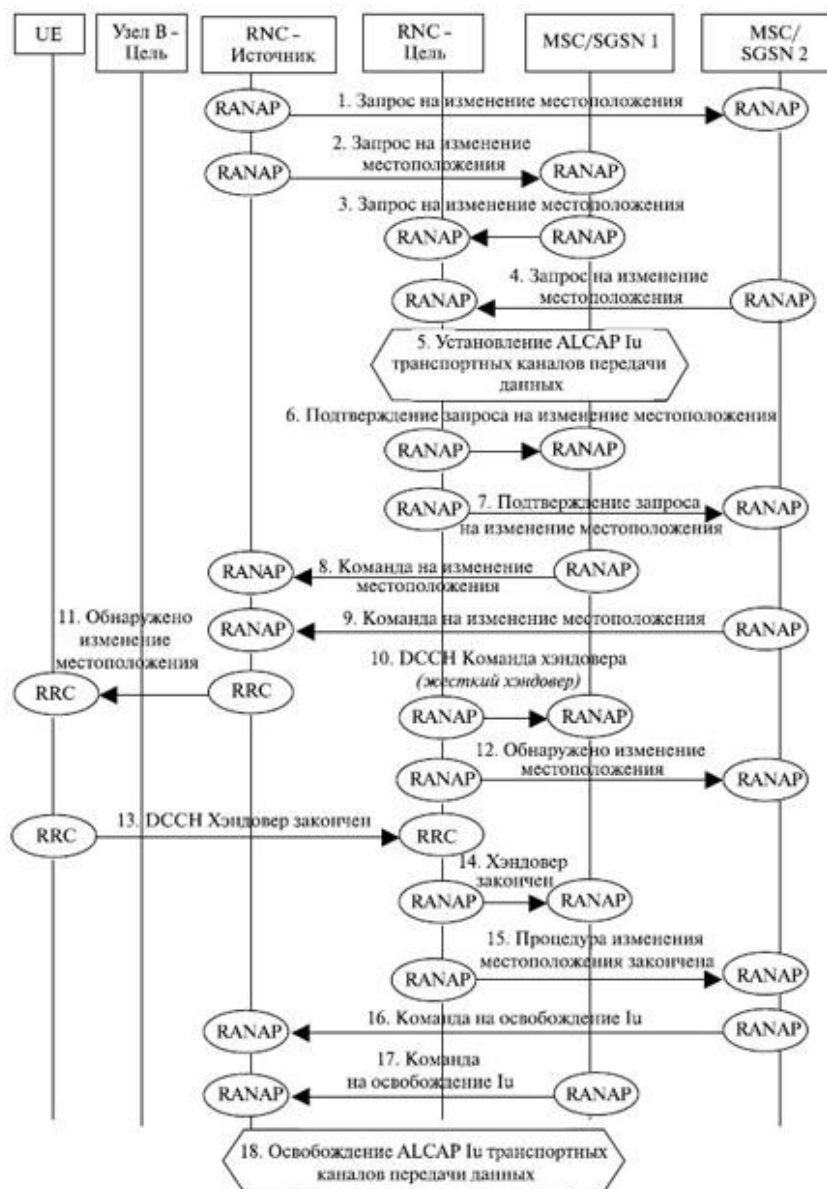


Рис. 10 Хэндовер с коммутацией на CN (UE перемещается между зонами, принадлежащими разным MSC)

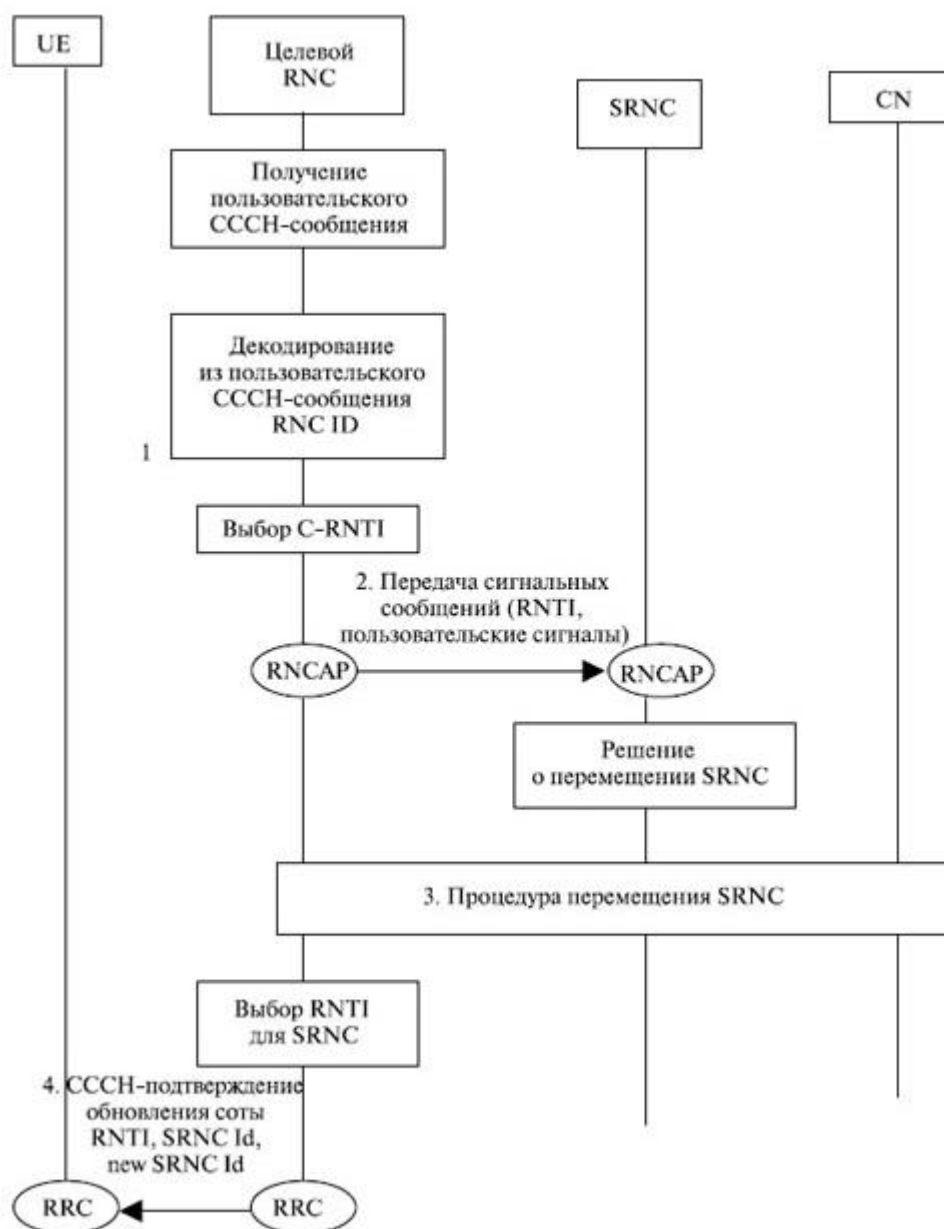


Рис. 11 Изменение местоположения соты с изменением обслуживающего RNC

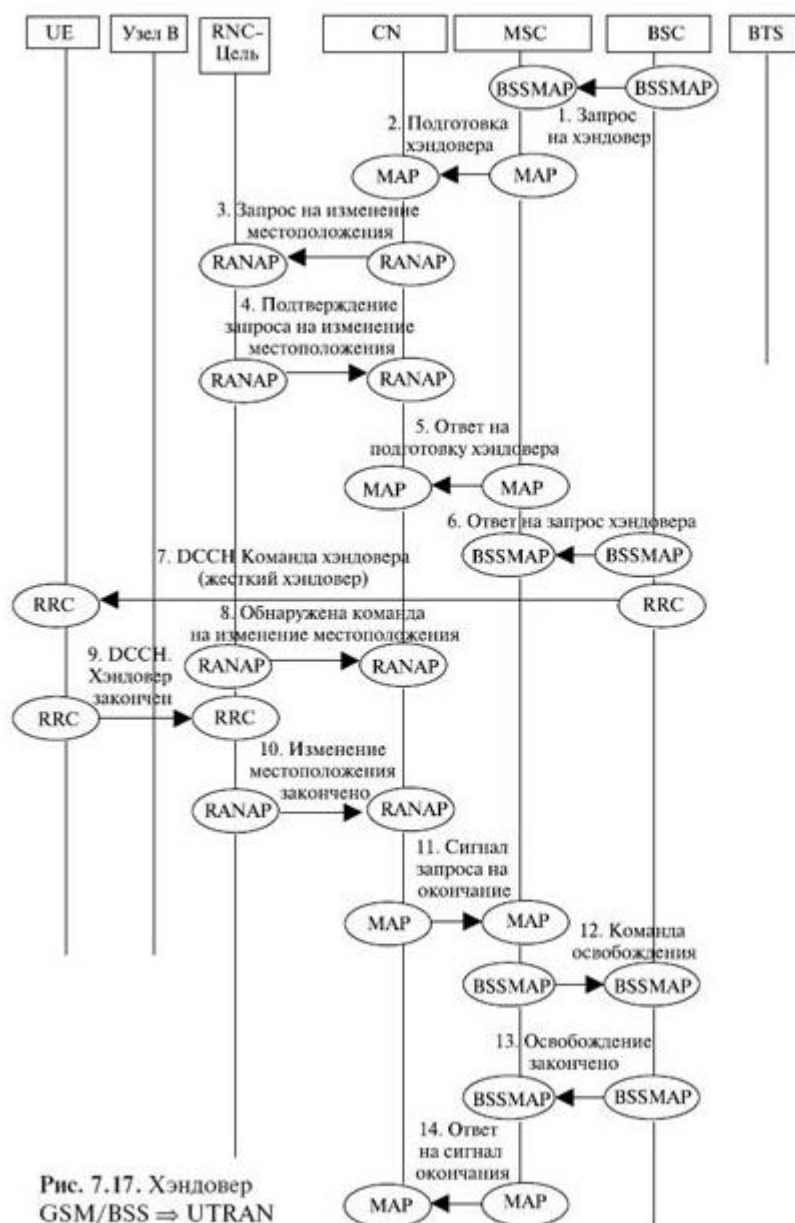


Рис. 7.17. Хэндовер GSM/BSS ⇒ UTRAN

Рис. 12 Хэндовер между базовой станцией системы GSM и сеть наземного доступа UMTS (UTRAN)

Практическое занятие №4
«Современные технологии и характеристики мобильного WiMAX»

1. Провести частичное распределение поднесущих для направления "вниз" при значении защитного интервала 10 % и следующих значениях размеров преобразования Фурье:

- а) 128;
- б) 512;
- в) 1024;
- г) 2048.

2. Провести частичное распределение поднесущих для направления "вниз" при значении защитного интервала 20 % и следующих значениях размеров преобразования Фурье:

- а) 128;
- б) 512;
- в) 1024;
- г) 2048.

3. Провести полное распределение поднесущих для направления "вниз" при значении защитного интервала 20 % и следующих значениях размеров преобразования Фурье:

- а) 128;
- б) 512;
- в) 1024;
- г) 2048.

4. Провести полное распределение поднесущих для направления "вниз" при значении защитного интервала 10 % и следующих значениях размеров преобразования Фурье:

- а) 128;
- б) 512;
- в) 1024;
- г) 2048.

5. Провести распределение поднесущих для направления "вверх" при значении защитного интервала 10 % и следующих значениях размеров преобразования Фурье:

- а) 128;

б) 512;

в) 1024;

г) 2048.

6. Провести распределение поднесущих для направления "вверх" при значении защитного интервала 20 % и следующих значениях размеров преобразования Фурье:

а) 128;

б) 512;

в) 1024;

г) 2048.