Литература по первой части курса ССПО

1. **Маковеева М.М., Шинаков Ю.С.** Системы связи с подвижными объектами. М.: Радио и связь, 2002г.
2. **Скляр Б.** Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Вильямс, 2003г.
3. Системы мобильной связи. Учебное пособие под ред. **Ипатова В.П.** и др. М.: Горячая линия – Телеком, 2003г.
4. **Веселовский К.** Системы подвижной радиосвязи. М.: Горячая линия – Телеком, 2006г.
5. **Вишневский В.М., Ляхов А.И.** и др. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. М.: Техносфера, 2005г.
6. **Шахнович И.** Современные технологии беспроводной связи. М.: Техносфера, 2006г.
7. **Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В.** Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. М.: Техносфера, 2009г.
8. **Ипатов В.**П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. М.: Техносфера, 2007г.
9. **…**

WEB-ресурсы

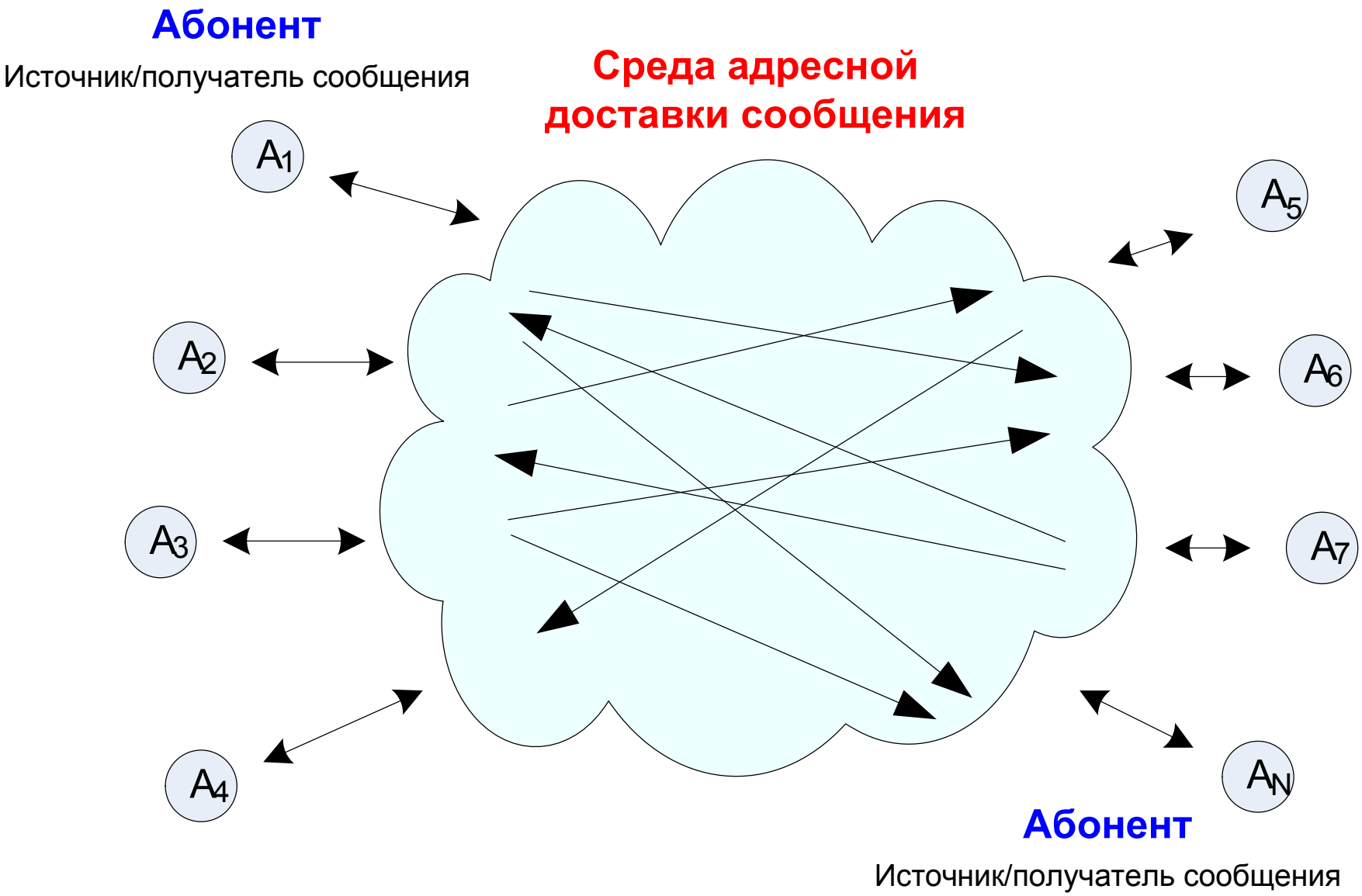
Ресурсы кафедры ТОР

1. Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники
   студентам: http://www.rsreu.ru/content/view/215/384/
2. Учебный форум специальности: http://radiolay.ru
3. Учебно-информационный портал: Omoled.ru

Общие ресурсы

1. DSP журнал/блог, созданный энтузиастом ЦОС
http://www.dsplog.com
2. Теория и практика цифровой обработки сигналов http://dsplib.ru
3. …

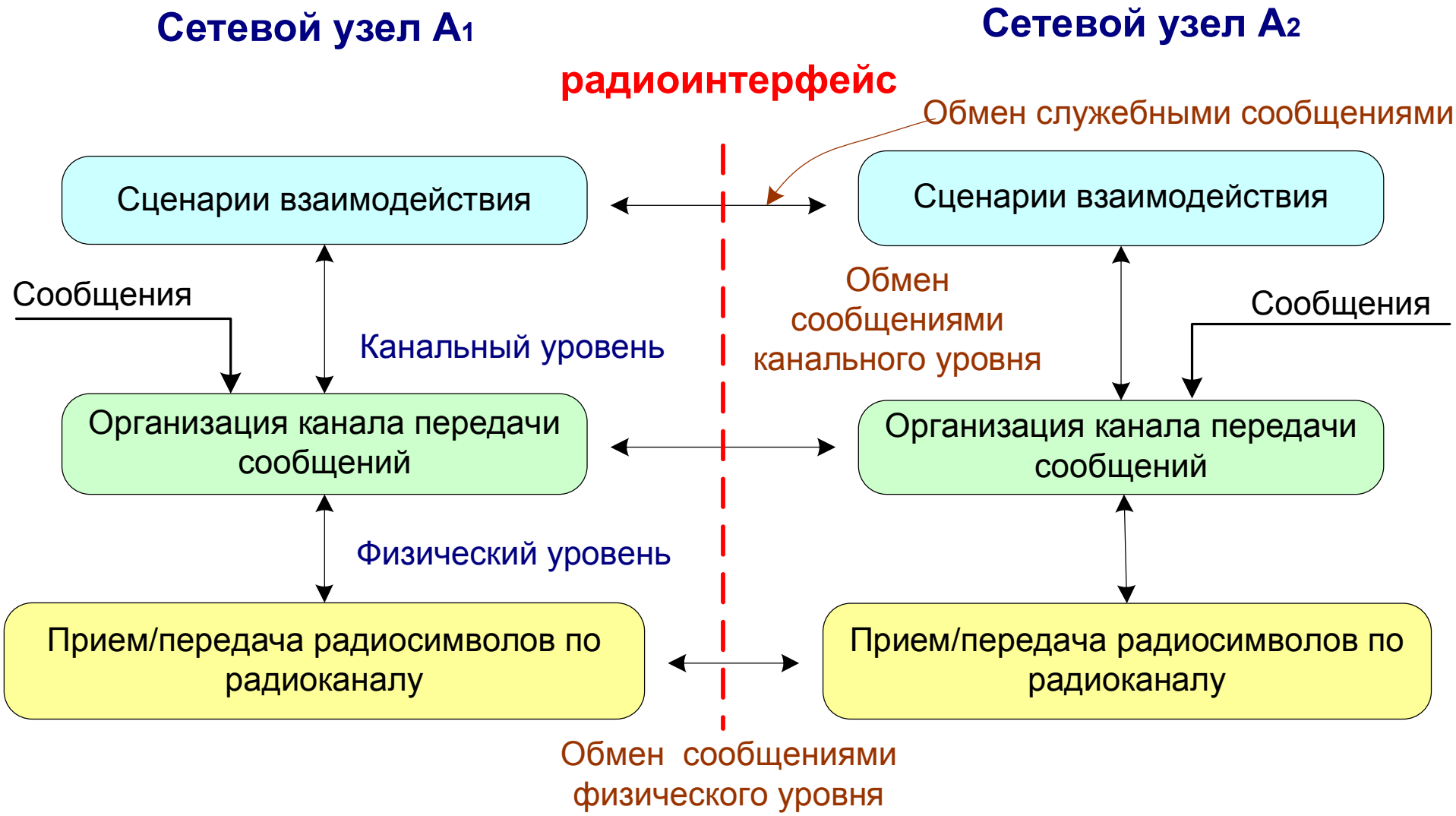
Понятие сети связи



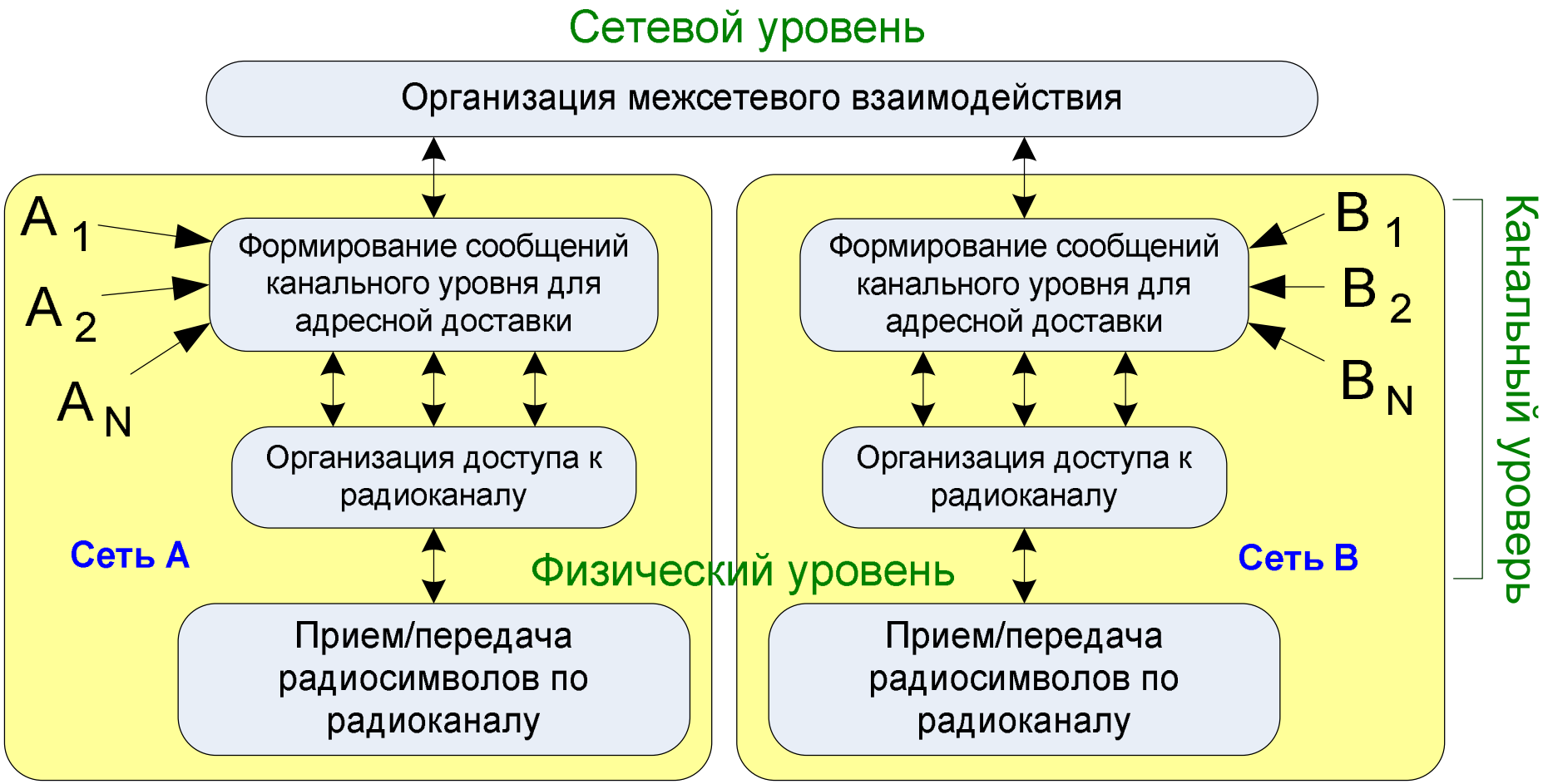
Сеть связи
с подвижными объектами
Доставка любых сообщений в пределах сети и во внешние сети
Многоадресная доставка сообщений по каналам связи
Все участники сети должны обладать уникальным в пределах сети идентификатором
Как организуется адресное соединение?
Как обслуживать большое число абонентов (одновременно)?
Организация множественного доступа к ресурсам сети (правила предоставления соединений)
Беспроводное соединение в условиях подвижности
1. Нестабильность характеристик
2. Многолучевость
3. Затухание ЭМВ пропорционально кубу расстояния и более
4. Принципиальная открытость связи – возможность радиоперехвата
5. Ограниченность радиоресурса
Возникновение ошибок при приеме
Прямое исправление ошибок помехоустойчивым кодом (FEC)
Автоматический повтор ранее переданного блока битов
Сообщения должны фрагментироваться на части, каждый блок битов должен кодироваться избыточным кодом и нумероваться

Типовая функциональная структура сетевого объекта системы подвижной радиосвязи

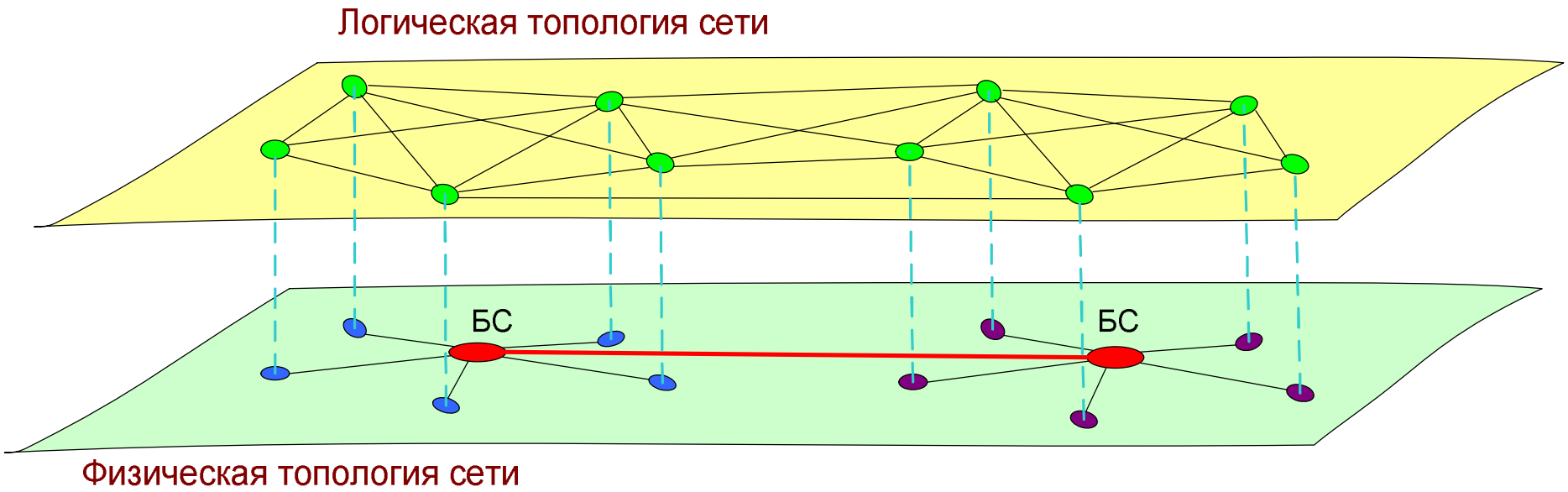
Соединение по радиоинтерфейсу двух сетевых узлов



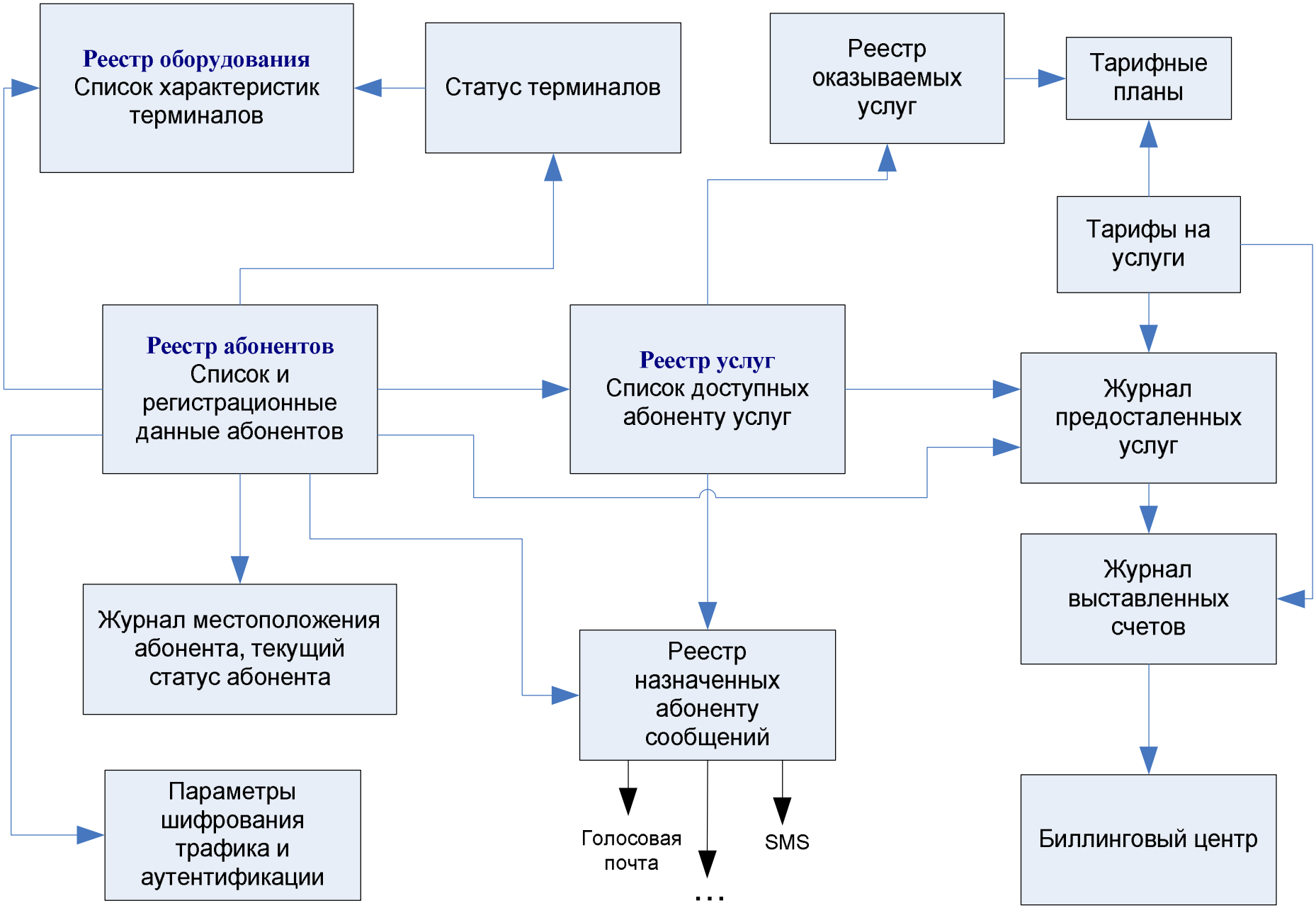
Концепция иерархии модели радиосредств



Слои (абстракции) системы передачи данных



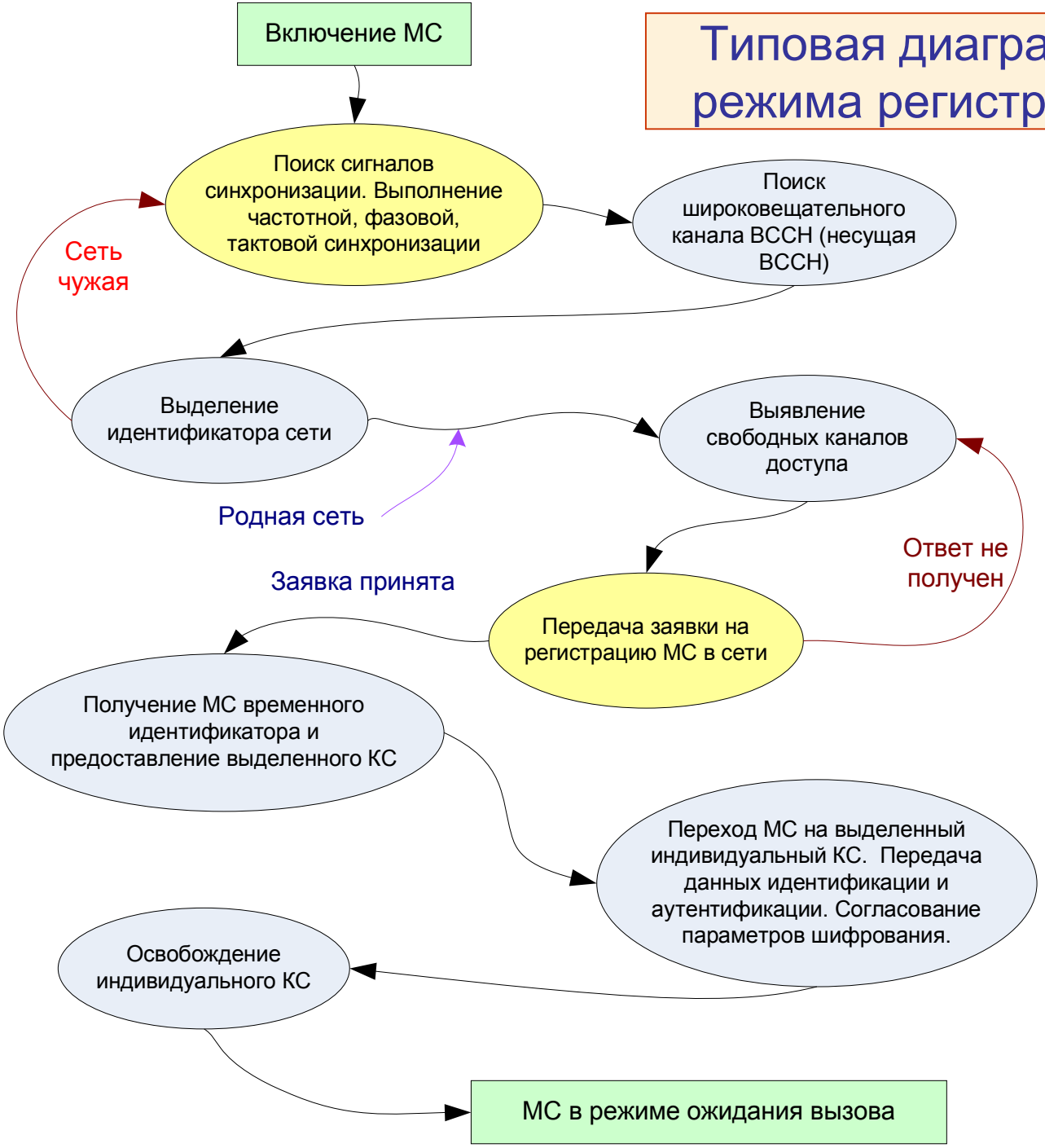
Пример информационной подсистемы СПР



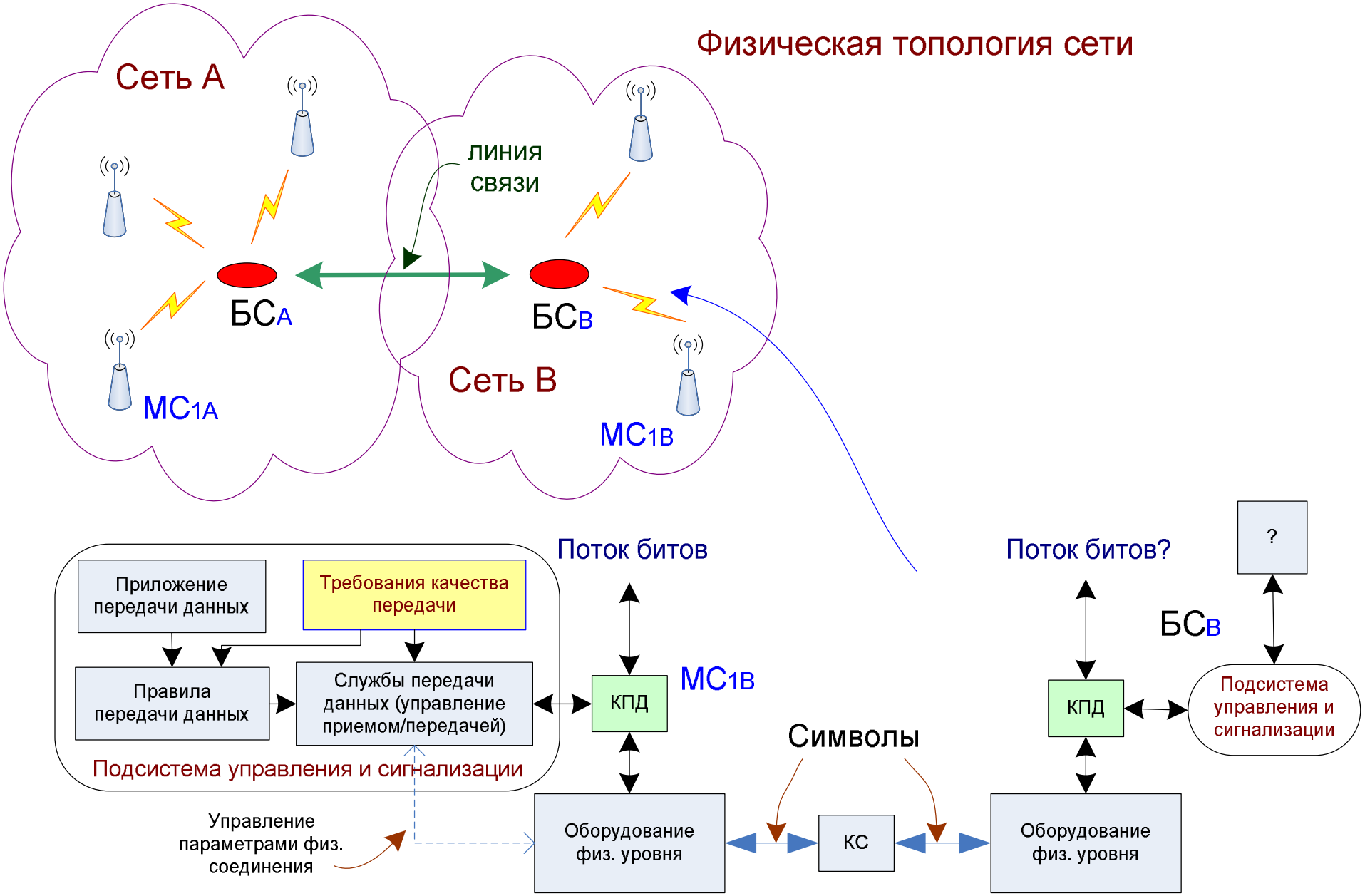
Элементы сценария работы МС в сетях подвижной радиосвязи

1. Инициализация МС и ее регистрация в сети.
2. Дежурный прием – ожидание вызова, прием информации о сети, смена БС.
3. Установление сеанса связи.
4. Ведение сеанса связи.
5. Передача обслуживания МС.
6. Роуминг.
7. Завершение сеанса связи.
8. Выключение МС.

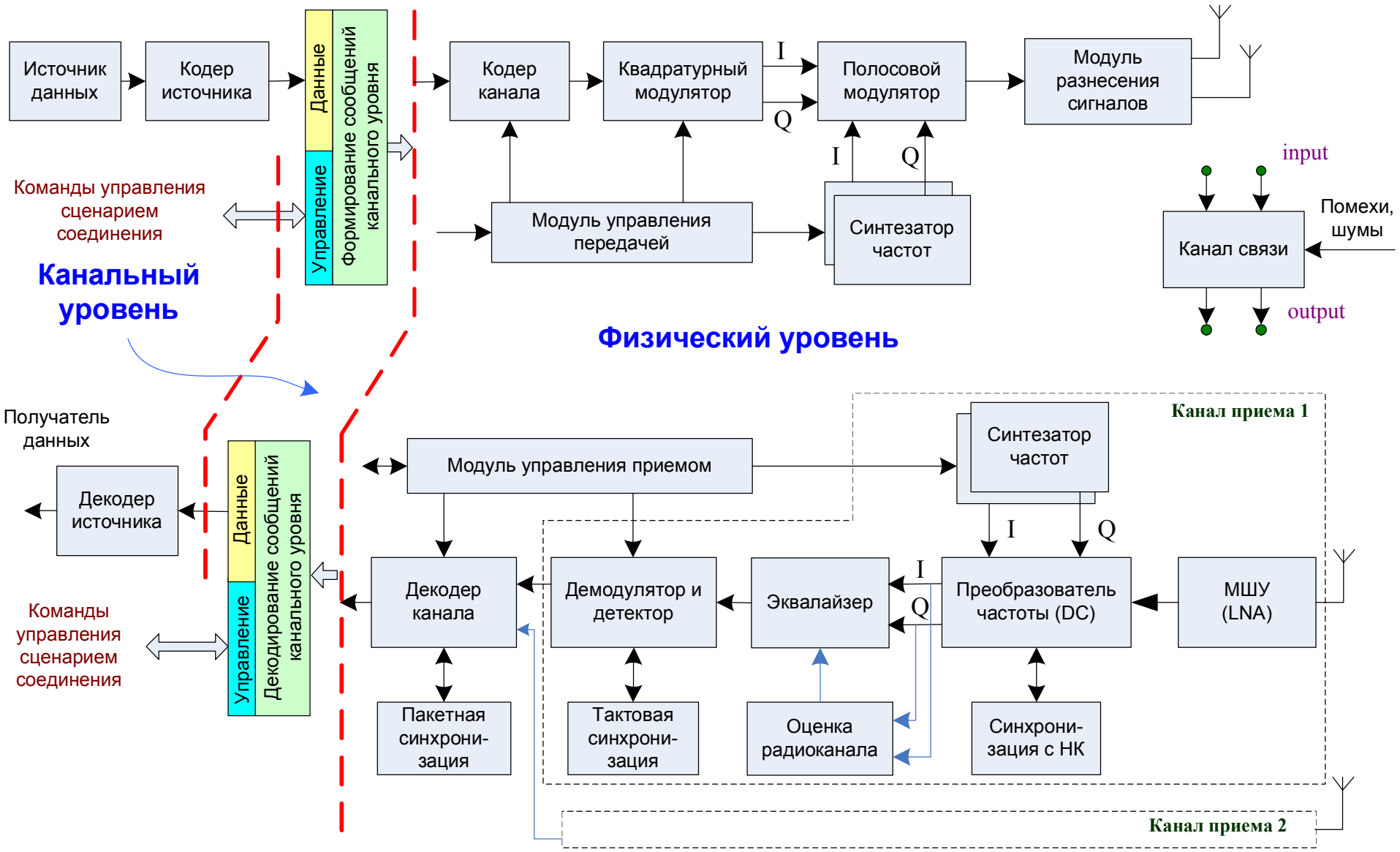
Типовая диаграмма состояний режима регистрации МС в сети



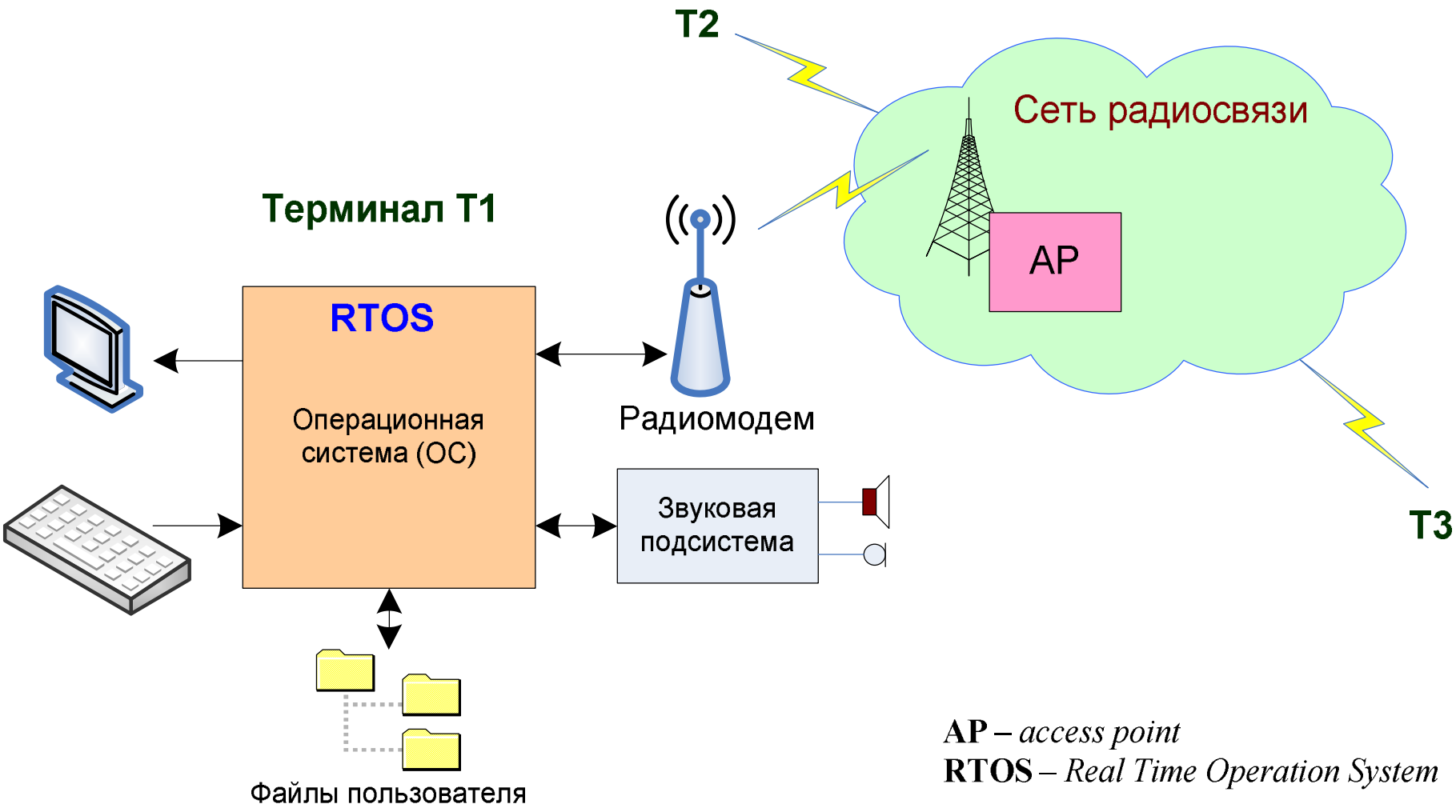
Физическая топология сети



Модель цифровой радиосистемы передачи данных



Терминал и сеть подвижной радиосвязи

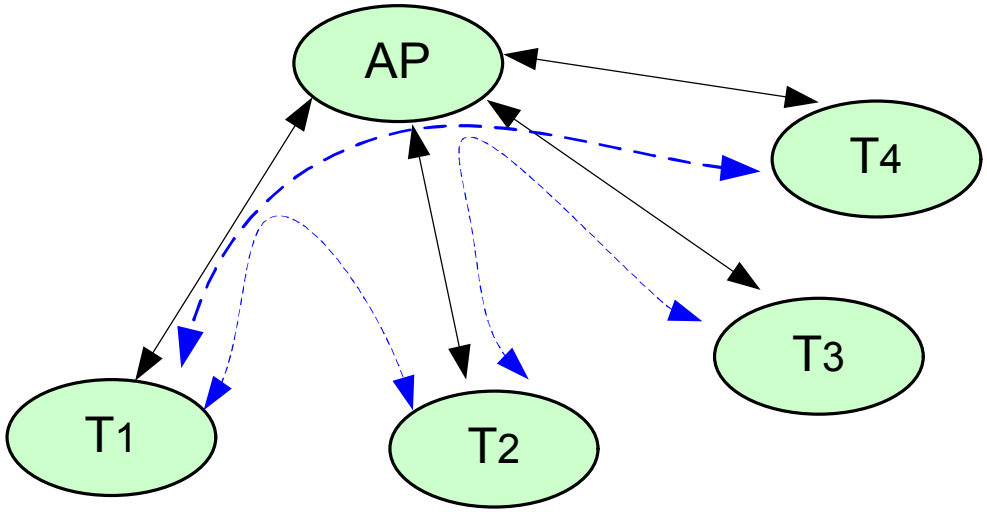


AP – *access point*
RTOS – *Real Time Operation System*

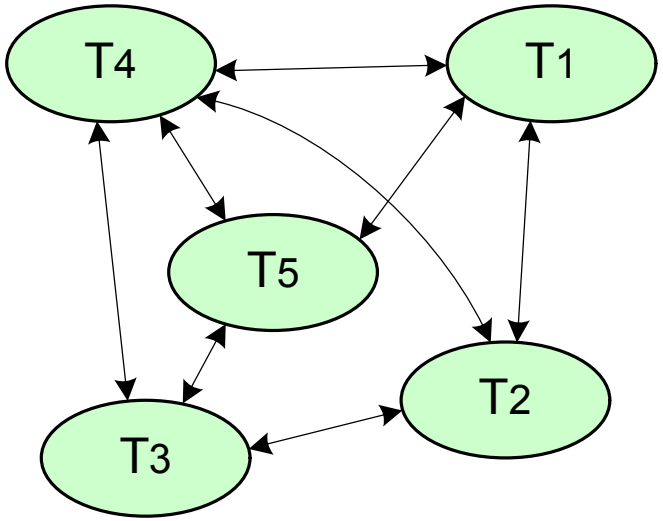
Топологии связей сетевых узлов

«точка-точка»

«точка-многоточка»

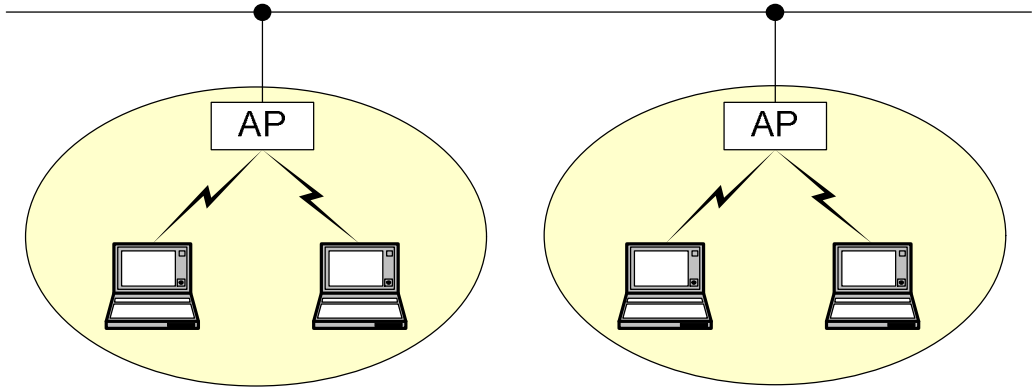


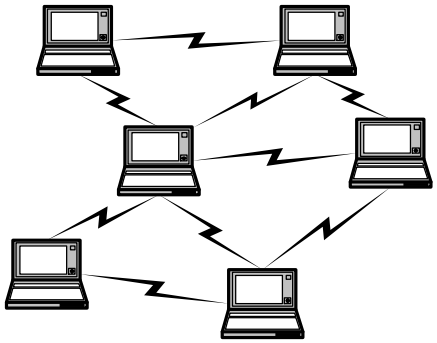
«многоточечное»



Конфигурации систем подвижной радиосвязи (WLAN – *Wireless Local Area Network*)

AP – Access Point

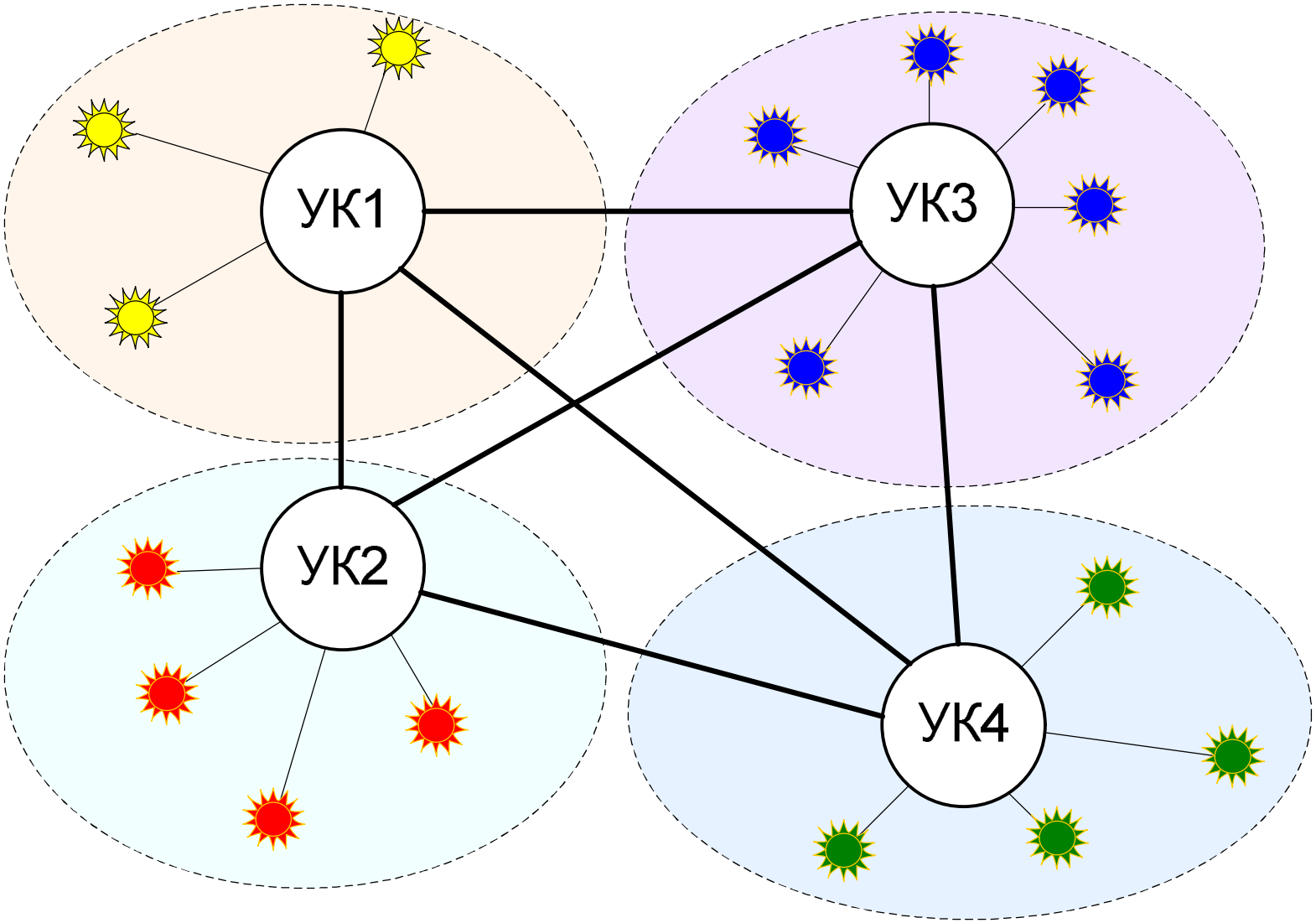




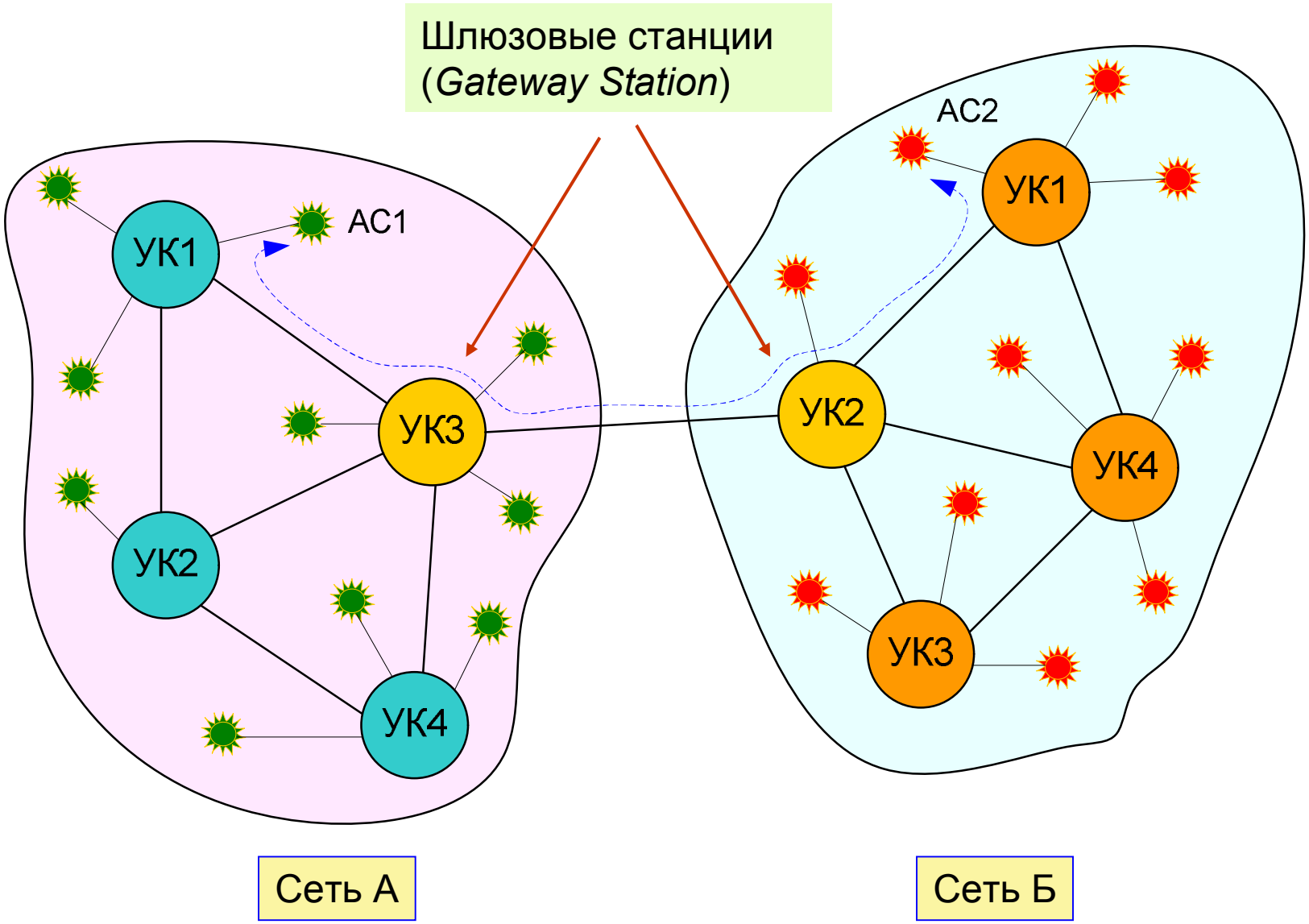
Структурированные сети

Сети типа Ad Hoc

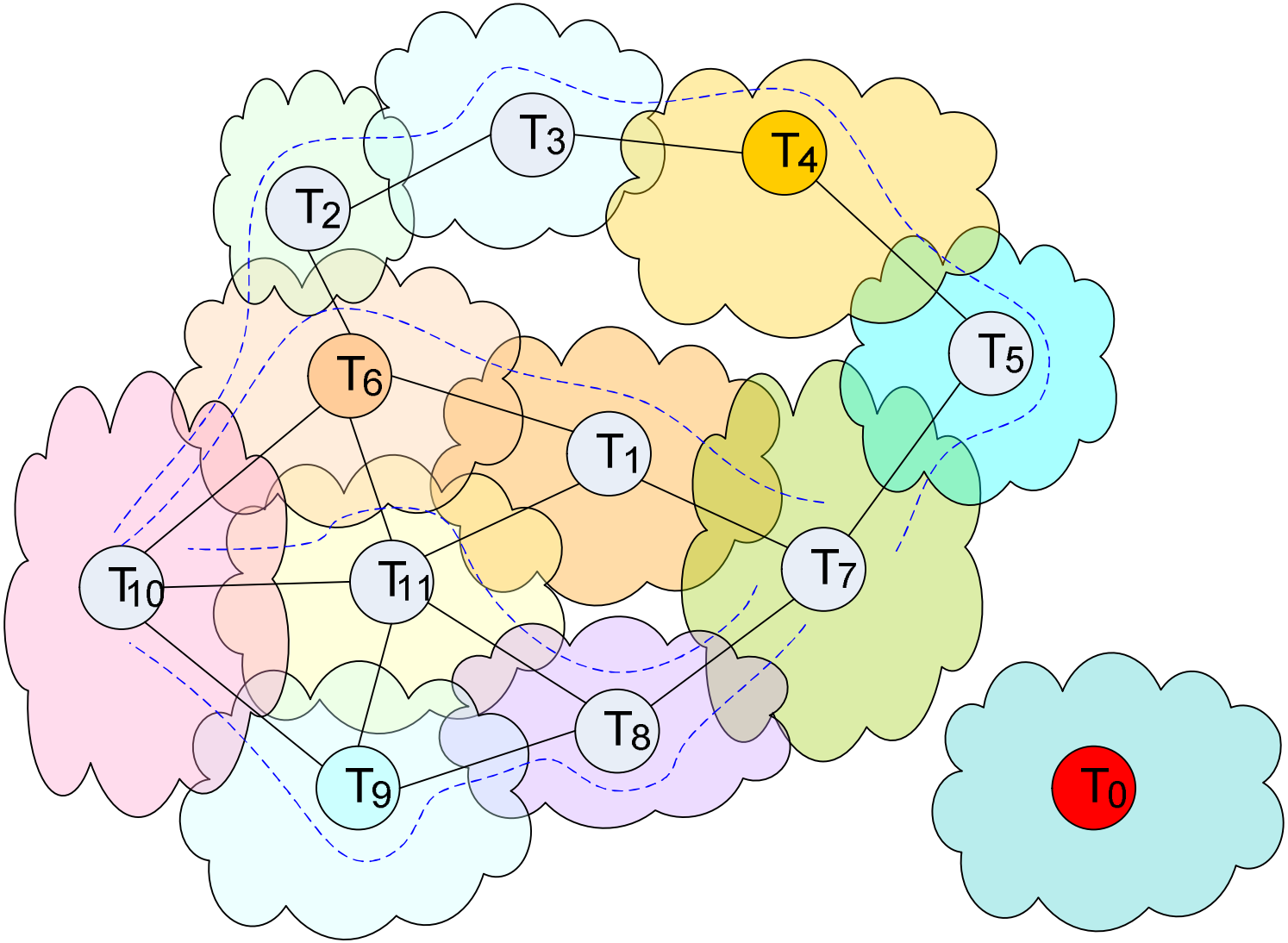
Радиальная топология структурированной сети



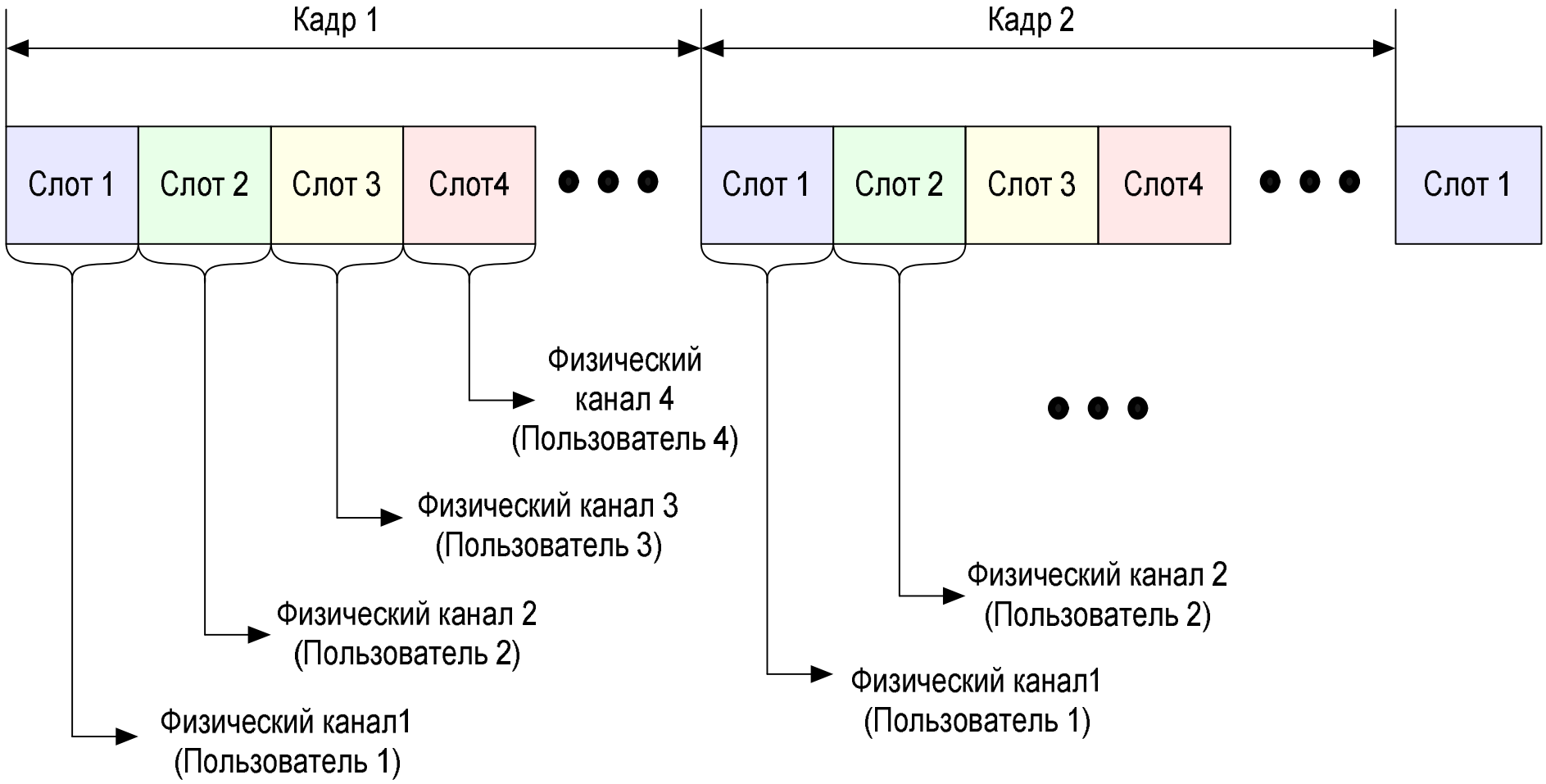
Радиально-узловая топология структурированной сети



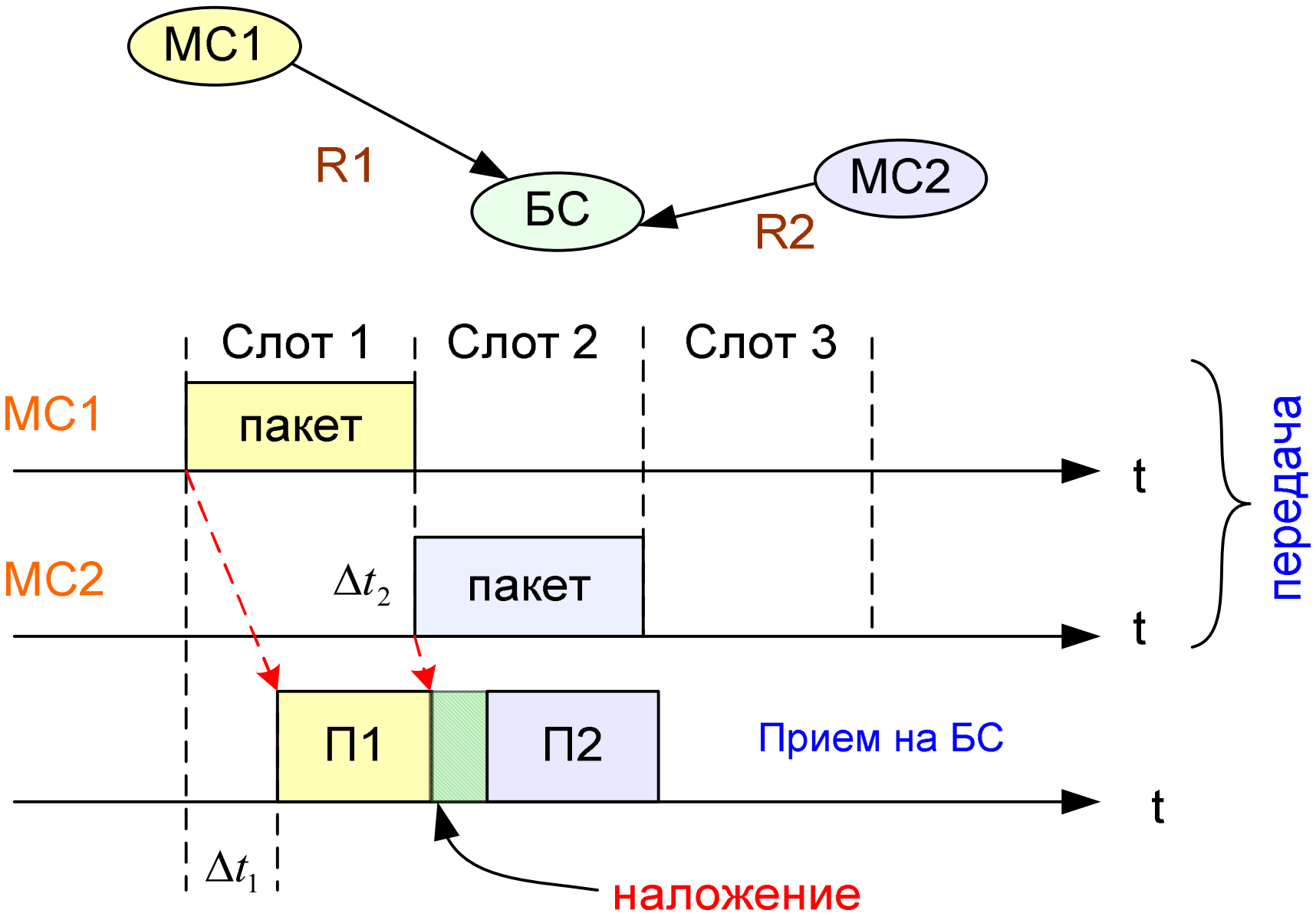
Сеть Ad Hoc



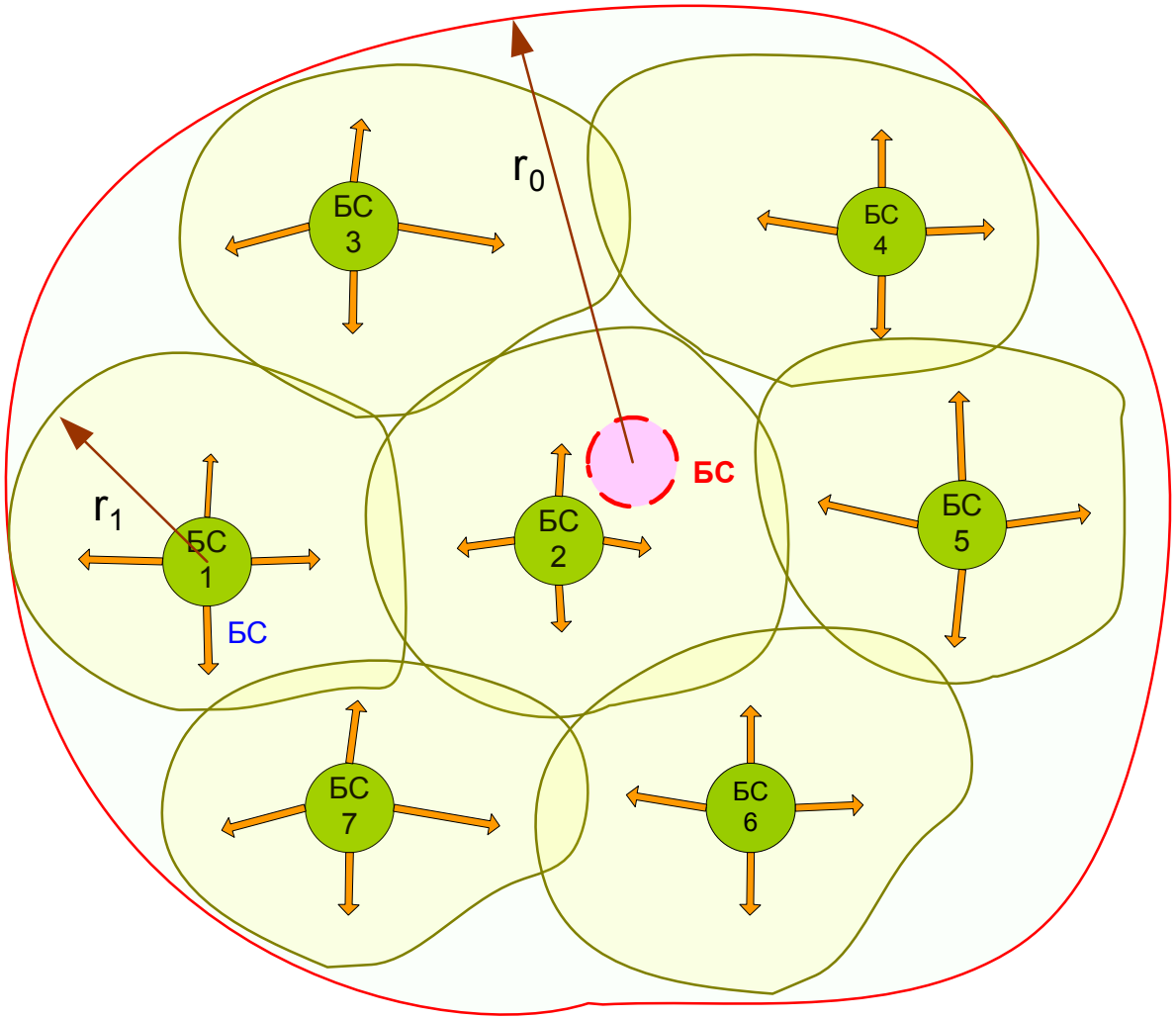
Принцип организации физических каналов при TDMA



Наложение пакетов данных при отсутствии сетевой синхронизации

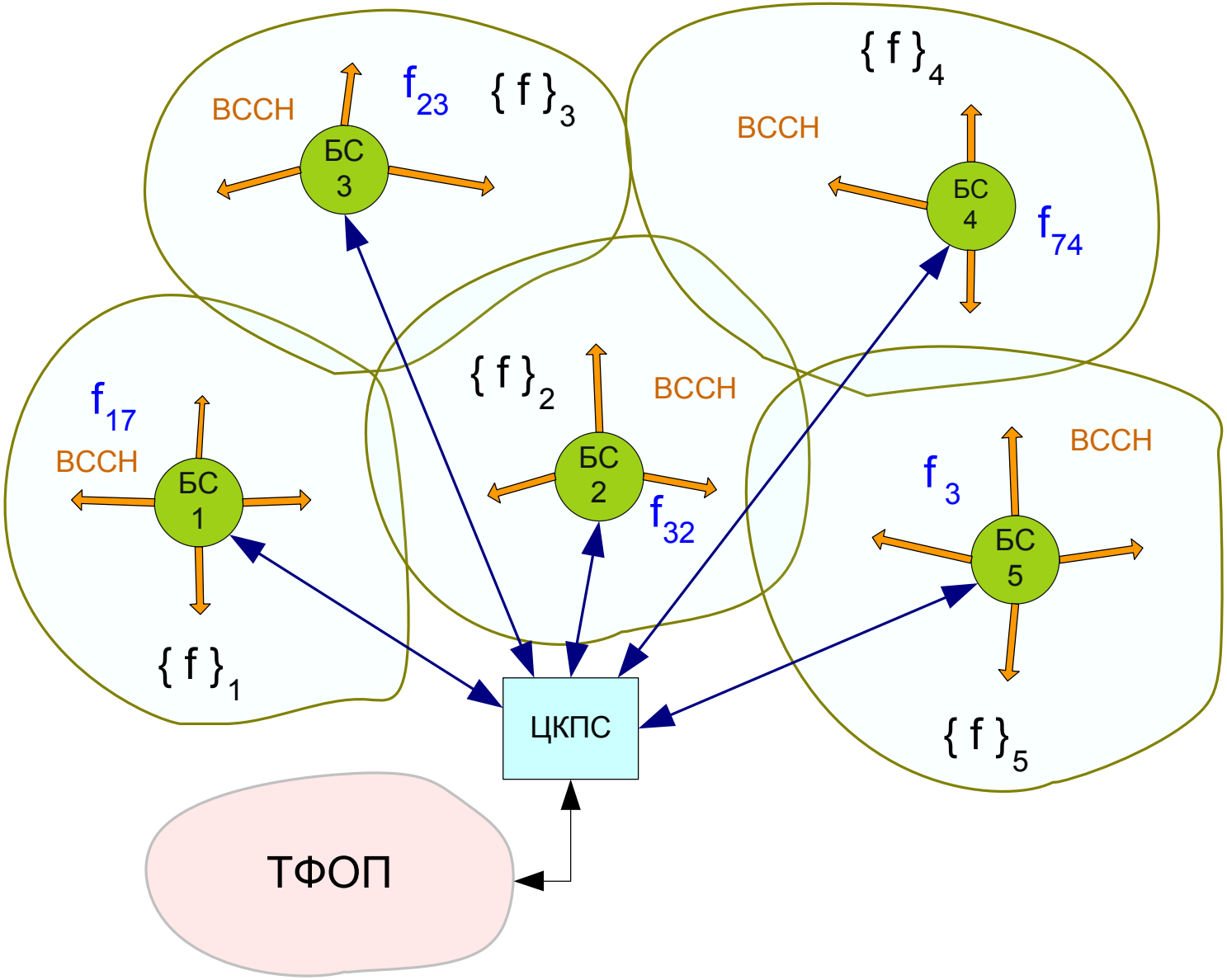


Разделение зоны обслуживания



- Разделение трафика
- Уменьшение размера зоны радиопокрытия
- Необходимость реализации процедуры ПО
- Необходимость реализации процедуры перевыбора соты

Централизованное управление сетью



Основные службы связи

1. фиксированная служба;
2. подвижная служба
   - воздушная служба;
   - сухопутная служба;
   - морская служба;
   - космическая служба;
3. радионавигация и радиолокация;
4. радиоастрономическая служба.

Классификация систем сухопутной подвижной связи

1. *по виду используемых сигналов*
   - аналоговые;
   - цифровые;
   - смешанные;

2. *по типу коммутации*
   - выделенные каналы;
   - коммутация каналов;
   - коммутация пакетов (сообщений).

3. *по размерам зон обслуживания*
   - пикосотовые R < 100м;
   - микросотовые R < 1км;
   - макросотовые R < 30км;

4. *по предоставляемым услугам*
   - сети передачи речи;
   - сети передачи данных;
   - радиотелефонные сети.

5. *по географическому назначению*
   - персональные сети (PAN);
   - локальные сети (LAN);
   - городские сети (MAN);
   - региональные сети (RAN);
   - глобальные сети (WAN).

Классификация систем сухопутной подвижной связи

6. по способу формирования зоны обслуживания

- радиальные сети;
- зоновые (территориальные) системы;
- линейные системы;
- комбинированные (радиально-зоновые) сети;

7. по способу распределения выделенного для связи частотного диапазона

- сети связи с закрепленными за абонентами каналами связи;
- системы связи со свободным доступом к общему частотному ресурсу (транковые системы);
- сети связи с повторным использованием частот за счет пространственного разнесения (сотовые системы).

Поколения сетей подвижной радиосвязи

Поколение	1G	2G	3G	4G
Начало коммерческой эксплуатации	1980	1991	2001	2008-2012
Характеристики	Несовместимые аналоговые стандарты, автоматическая радиотелефонная связь	цифровые стандарты, реализация большого числа телекоммуникационных услуг	Унификация радиоинтерфейсов, высокие скорости передачи данных	IP-ориентированные сети, поддержка передачи различных мультимедийных потоков, высокие скорости передачи данных
Скорость передачи данных	-	9,6-14,4 кбит/с	2 Мбит/с	до 1 Гбит/с
Стандарты	AMPS(IS-54), TACS, NMT и т.п.	CDMA one, GSM, DAMPS(IS-136)	WCDMA, CDMA2000, DECT и т.п.	LTE-Advanced, Wi-Max Release 2 (IEEE 802.16m)
Тип базовой сети	ТФОП (телефонная сеть общего пользования)	ТФОП (телефонная сеть общего пользования)	сеть пакетной передачи данных	сеть пакетной передачи данных

Классификация систем сухопутной подвижной связи

по функциональному назначению

Системы сухопутной подвижной связи общего пользования	Системы сухопутной подвижной связи специализированного назначения	Системы сухопутной подвижной связи автономного пользования
1. Радиотелефонные системы 2. Системы персонального радиовызова 3. Радиоудлинители телефонных линий 4. Системы аварийно-технической радиосвязи 5. Радиосистемы передачи данных	1. диспетчерские системы радиосвязи 2. диспетчерские системы персонального радиовызова	1. системы индивидуальной радиосвязи 2. системы охранной сигнализации 3. системы дистанционного управления подвижными объектами

Распределение диапазонов радиочастот для сотовых систем связи

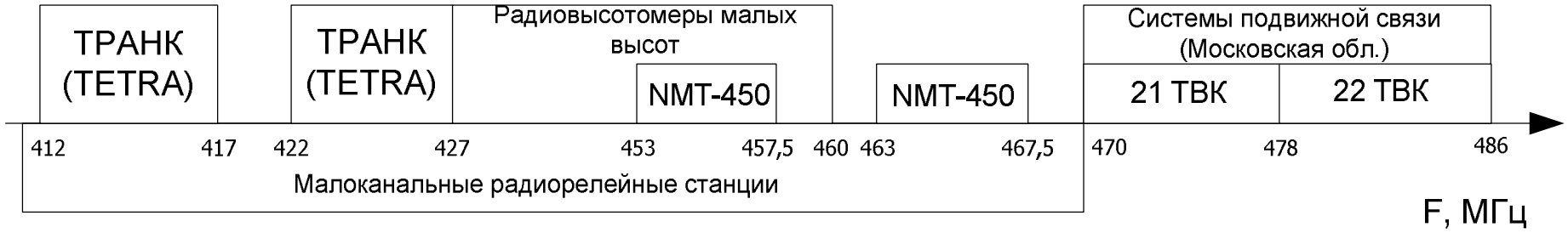
Диапазон частот, МГц	Целевое на-значение	Решение ГКРЧ
453-457,4 463-467,4	LTE-450	№ 11-12-02 от 08.09.2011
791-862	LTE-800	№ 11-12-02 от 08.09.2011
890-915 935-960	GSM-900 UMTS-900	№ 14-23-08 от 16.04.2014 г., № 13-22-02 от 11.12.2013 г.
1710-1785 1805-1880	GSM-1800 UMTS-1800	№ 13-22-02 от 11.12.2013 г., № 12-15-03 от 2.10.2012 г.
1920-1980 2010-2025 2110-2170	IMT-2000/UMTS	№ 09-05-04 от 15.12.2009 г., № 06-17-01-001 от 23.10.2006 г.
2300-2400	LTE	№ 11-12-02 от 08.09.2011
2500-2690	LTE	№ 11-12-02 от 08.09.2011

Распределение диапазонов радиочастот для радиосетей

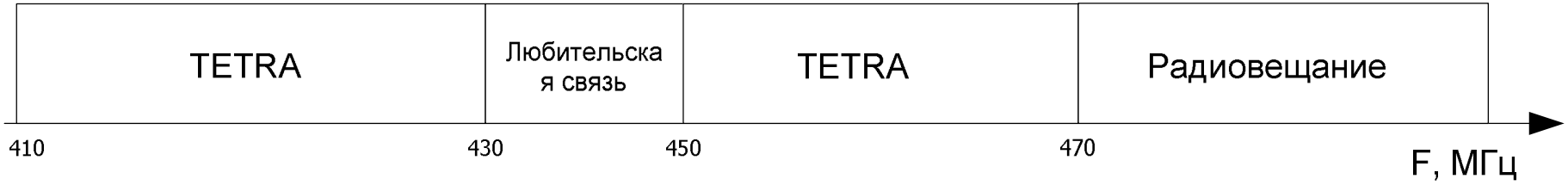
Диапазон частот, МГц	Ширина полосы, МГц	Вид сети	Решение ГКРЧ
2400-2483,5	83,5	WPAN (IEEE 802.15) WLAN (IEEE 802.11)	№ 09-05-09 от 15.12.2009 г.
3400-3440 3500-3550	95	BWA (IEEE 802.16)	№ 11-11-05 от 10.03.2011 г.
5150-5350	200	WLAN (IEEE 802.11), BWA (IEEE 802.16)	№ 09-05-09 от 15.12.2009 г.
5650-6425	775	WLAN (IEEE 802.11), BWA (IEEE 802.16)	№ 10-07-02 от 15.07.2010 г.

Диапазон 450 МГц

Гражданские службы России

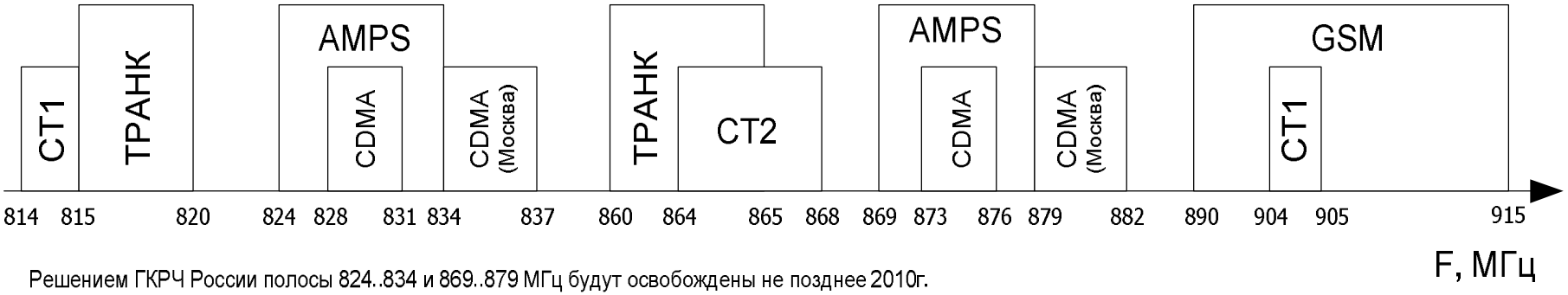


Гражданские службы Европейского союза



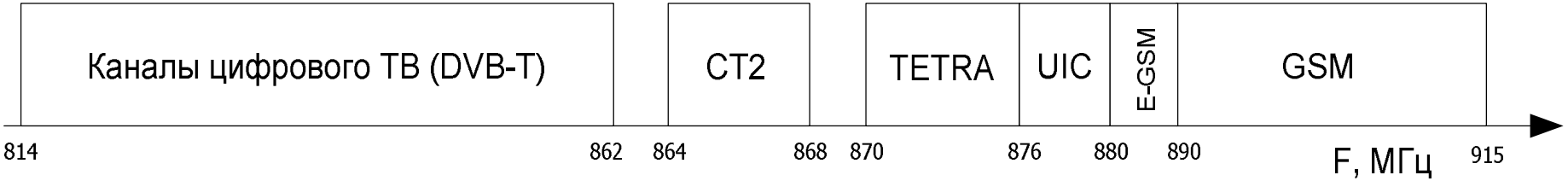
Диапазон 800 МГц

Гражданские службы России



Решением ГКРЧ России полосы 824..834 и 869..879 МГц будут освобождены не позднее 2010г.

Гражданские службы Европейского союза

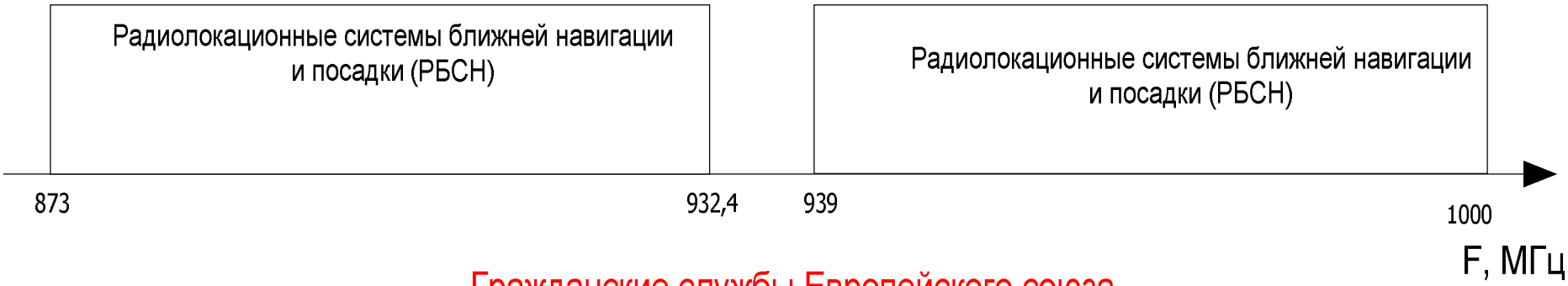


UIC - стандарт радиосети ЖД связи (обслуживание пассажиров поездов)

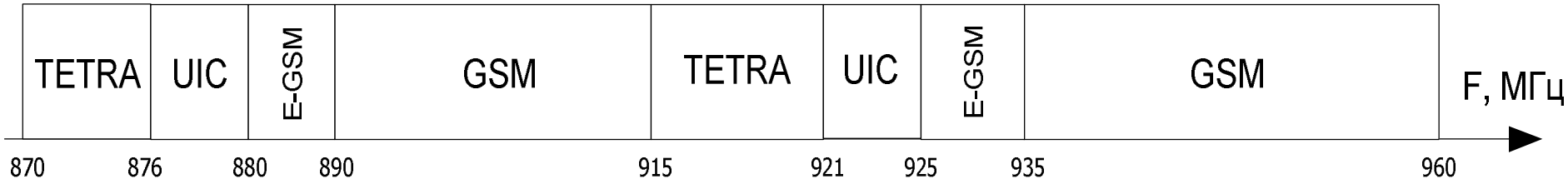
Рабочей группой ETSI исследуется вопрос о прекращении использования полос диапазона 800 МГц бесшнуровыми телефонами стандартов CT1 и CT2

Диапазон 900 МГц

Правительственные радиослужбы России

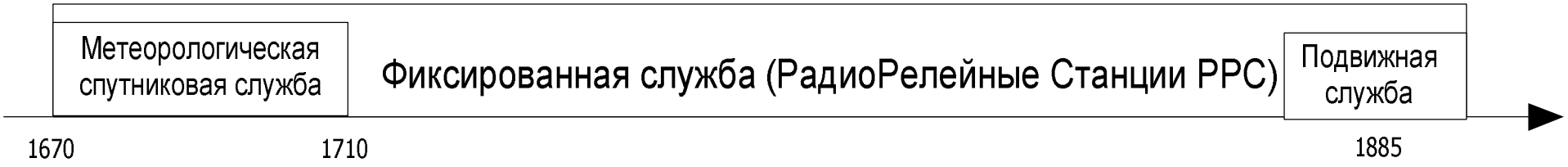


Гражданские службы Европейского союза

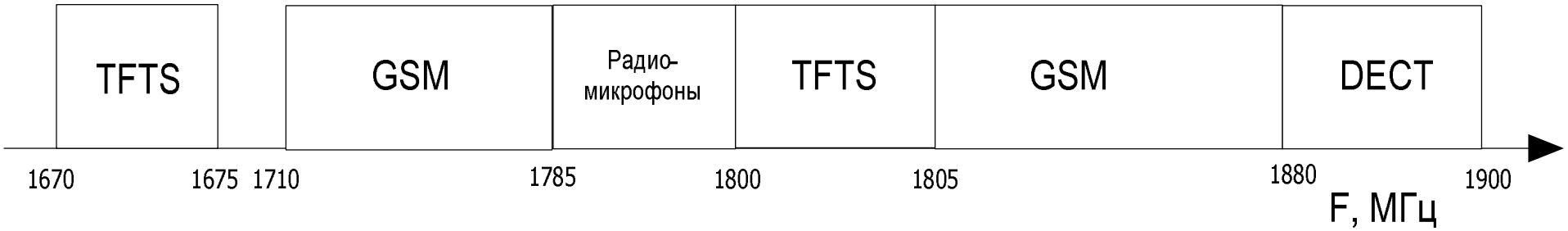


Диапазон 1800 МГц

Гражданские радиослужбы России



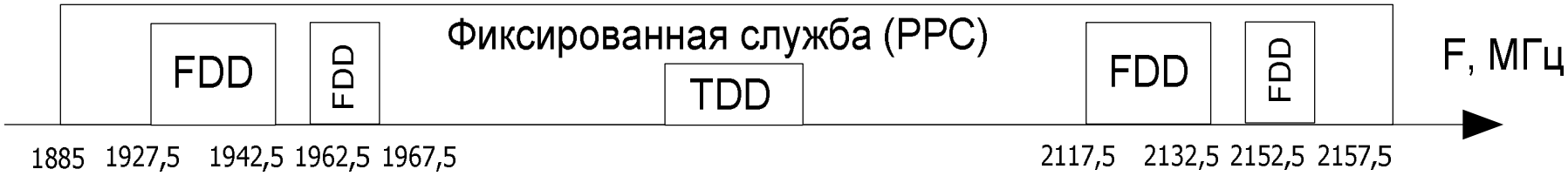
Гражданские службы Европейского союза



TFTS - стандарт радиосети воздушной подвижной связи (обслуживание пассажиров самолетов)

Диапазон 2ГГц

Гражданские радиослужбы России (опытные зоны IMT-2000)



Сети IMT-2000 Европейского союза

TDD - (IMT-TC) - стандарт TDMA/CDMA, базовая технология UTRA TDD

FDD - (IMT-DS) - стандарт FDM/CDMA, базовая технология UTRA FDD