

УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ И СЕТЕЙ СВЯЗИ С ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Вопросы:

1. Принципы построения систем и сетей связи с ПО
2. Модели предсказания уровня сигнала, характеристика основных функциональных элементов СПС
3. Алгоритмы многостанционного доступа и поиска подвижного абонента

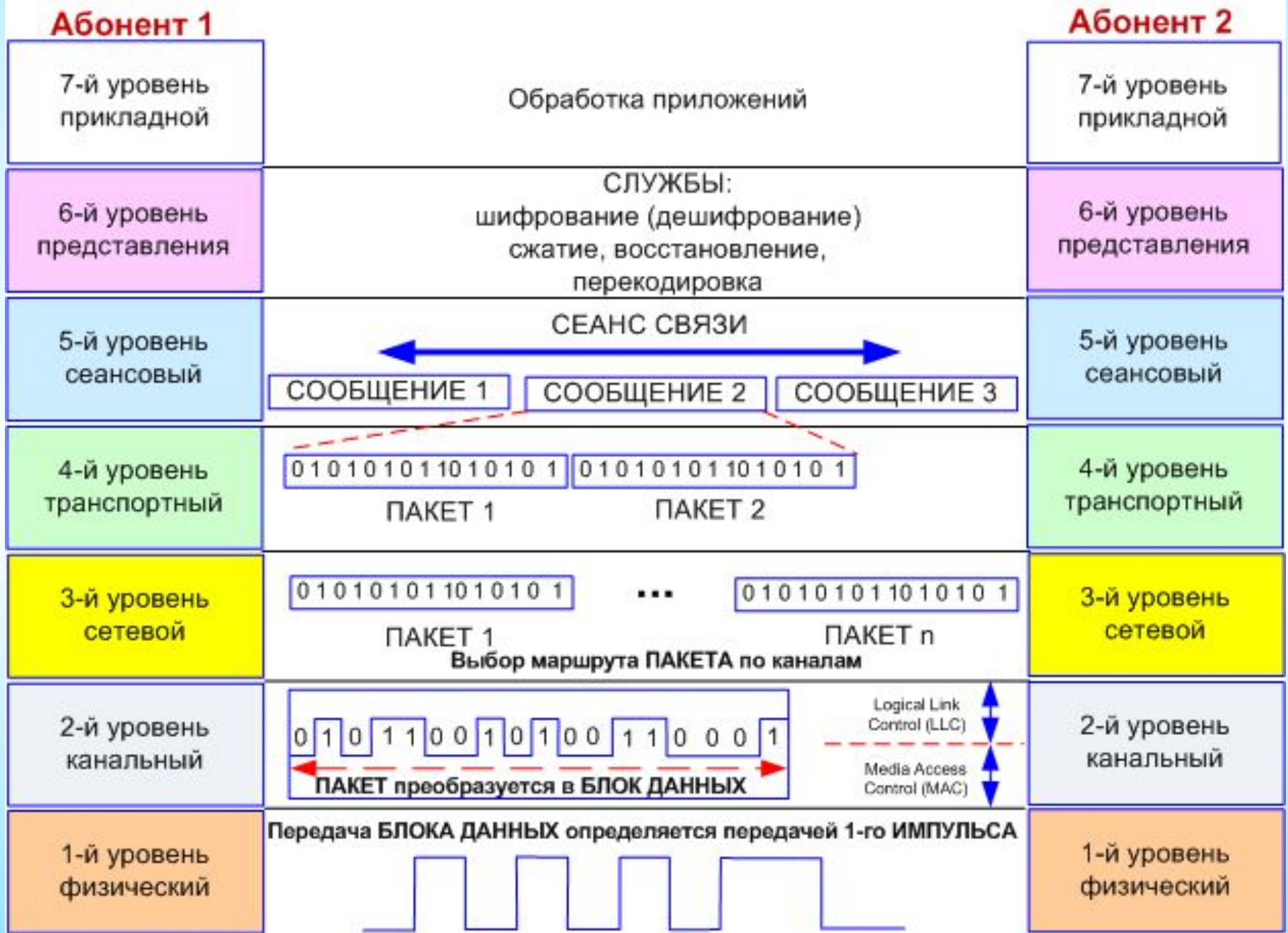
Литература:

Бабков В.Ю., **Системы мобильной связи**, 1999.с.30-69

Карташевский В.Г., **Сети подвижной связи**, 2001. с.54-62, 112-114, 154-157.

Ратынский М.В., **Основы сотовой связи**, 2000. с.63-82

Прохода А.Н., **Общие принципы построения систем и сетей подвижной радиосвязи**, 2003. лекция 2



Формы и способы представления данных в модели OSI

Модель взаимодействия открытых систем для сетей связи с ПО

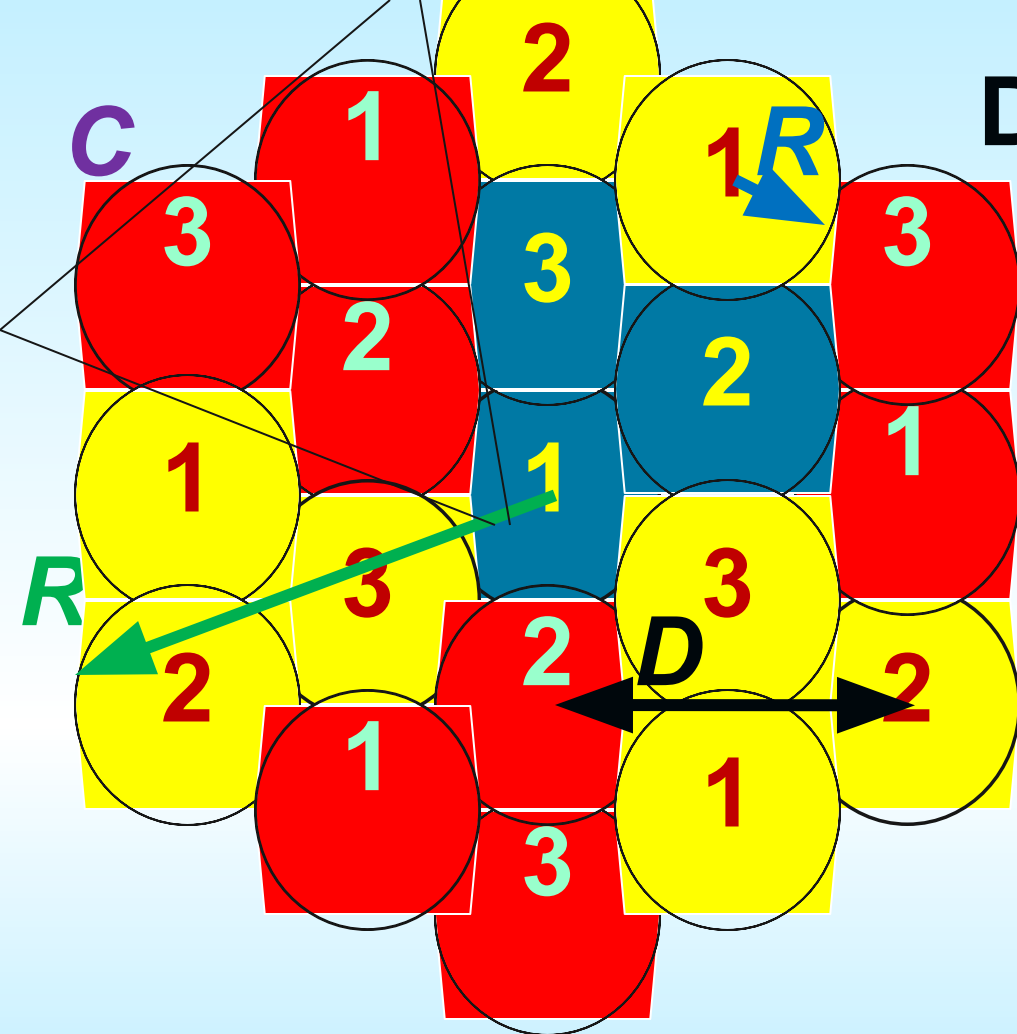
<i>№ уровня</i>	<i>Уровень</i>	<i>Функции уровня</i>
7	Прикладной	Для пользователей (речь, данные, адрес)
6	Представительный (информации)	Для пользователей (речь, данные, адрес)
5	Сеансовый (управление связью)	Для соединительных сетей
4	Транспортный	Для соединительных сетей
3	Сетевой	Установление соединения. Управление подвижной связью. Управление радиоресурсом
2	Канальный	Пакетирование / распределение сообщений
1	Физический	Помехоустойчивое кодирование. Перемежение. Формирование логических каналов. Модуляция, скачки по частоте и т.д.

Принципы построения систем и сетей связи с подвижными объектами

- Оптимальное распределение частот;**
- переход к сотам (ячейкам) с секторным обслуживанием абонентов для поддержания заданного качества передачи;**
- увеличение числа сот (ячеек) и обеспечение их стыковки;**
- расширение памяти процессоров центральных и базовых станций;**
- адаптивность к изменению трафика;**
- минимальные вероятности задержек при вызове и ухудшении качества приема информации.**

Основным принципом построения СССПО является организация каналов доступа.

Наиболее сложной является организация каналов доступа для систем сотовой подвижной связи (ССПС), т.к. используется принцип повторного использования частот в несмежных сотах.



D – защитный интервал

R₀ – радиус всей ССПС

R – радиус 1-й ячейки

C – группа сот с различными наборами частот

Эффективность использования спектра частот

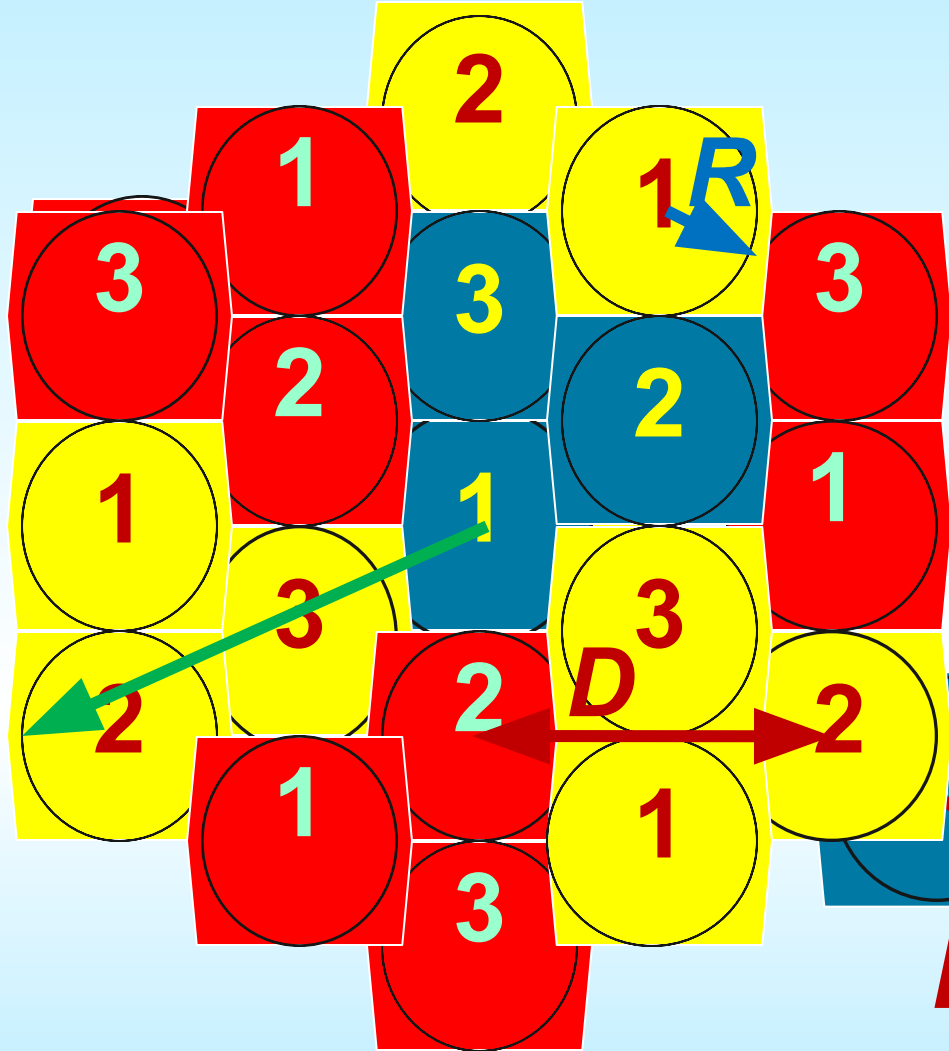
$$\gamma = \frac{N}{F_c} \approx \frac{1,21 R_0^2}{F_k C R^2}$$

Коэффициент соканального повторения

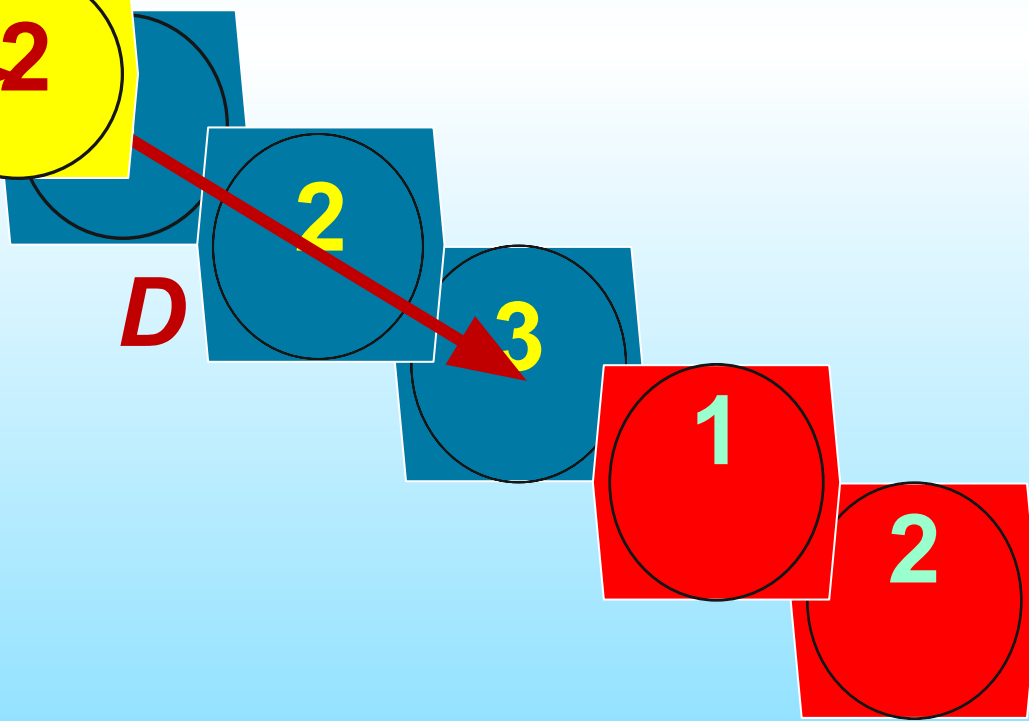
$$q = \frac{D}{R} = \sqrt{3C}$$

Коэффициент повторного использования частот

$$C = \frac{1}{3} \left(\frac{D}{R} \right)^2$$



$C = \cancel{OR}2\cancel{R}R = 3$

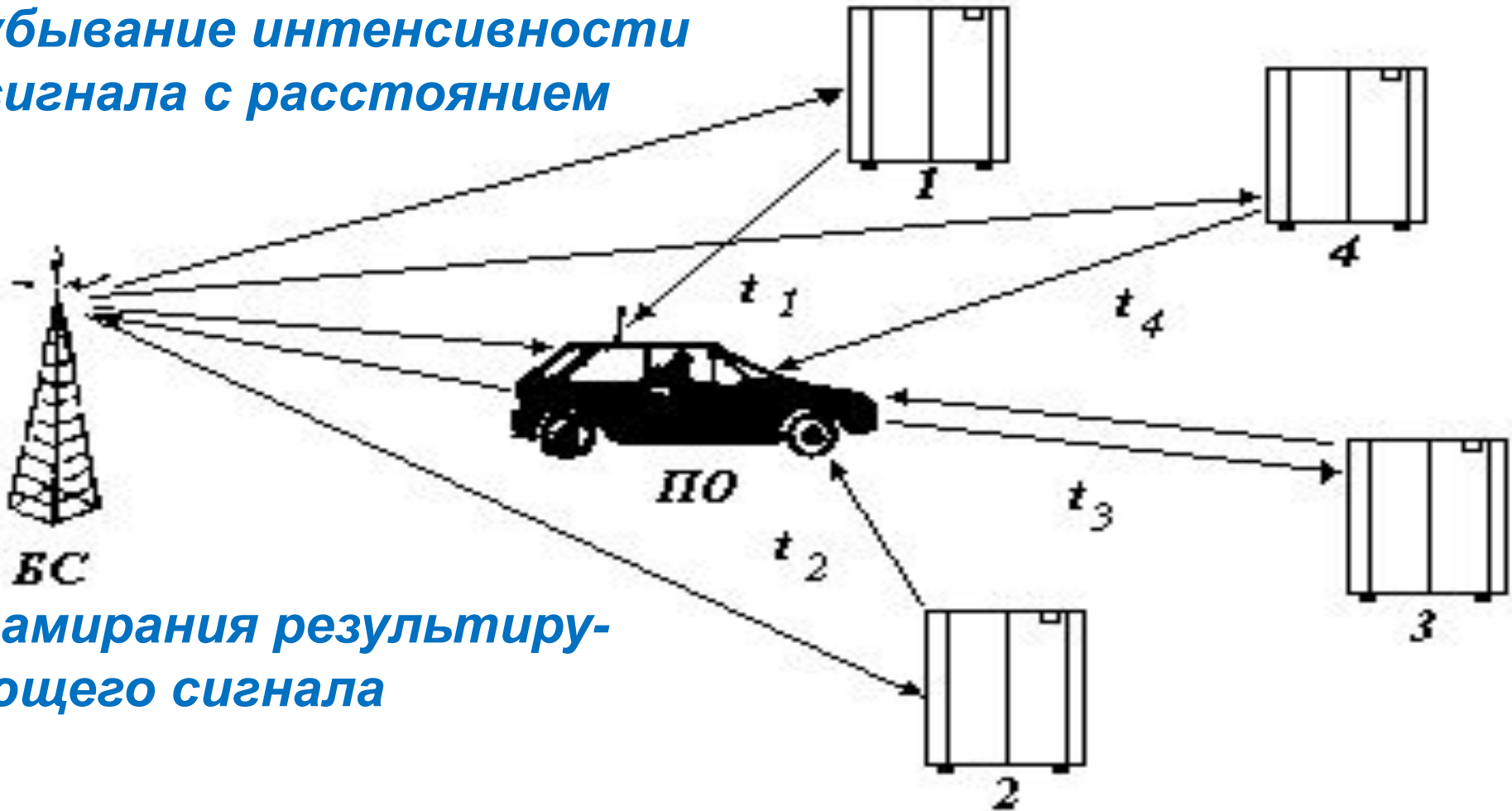


Выводы по 1-му вопросу:

- **основной принцип построения СССПО – организация каналов доступа;**
- **основными частотными параметрами каналов доступа являются: γ ; C ; q .**

Модели предсказания уровня сигнала

убывание интенсивности сигнала с расстоянием



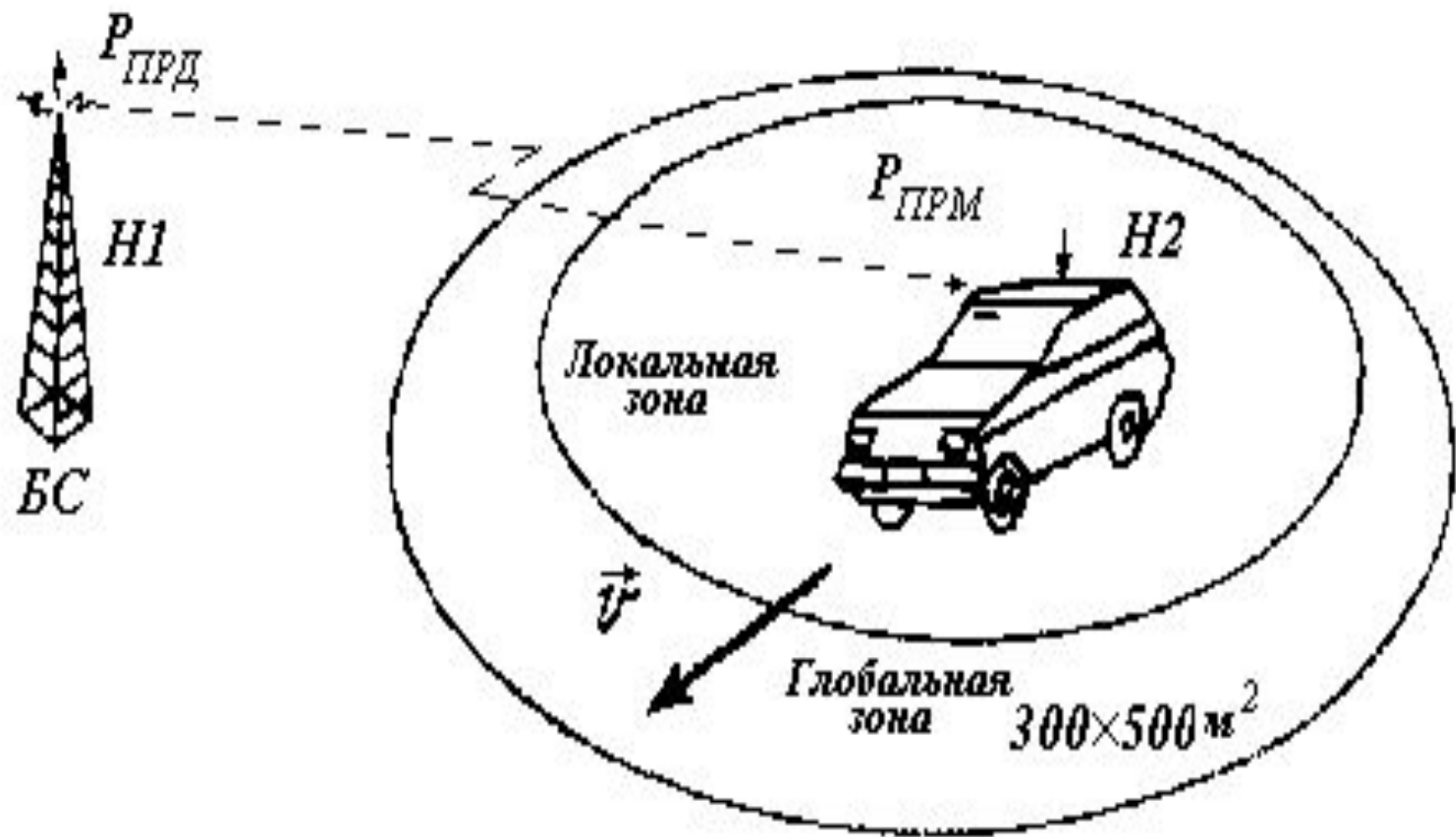
замирания результирующего сигнала

затухание результирующего сигнала

$$P_{\text{пр}} / P_{\text{пер}} = 1 / (4\pi df / c)^2$$

В канале передачи флуктуации амплитуды узкополосного сигнала в общем случае содержат три компонента:

- **быструю**, определяемую интерференцией копий сигнала, пришедших в точку приема по многим путям;
- **медленную**, вызванную затенением трассы распространения, рельефом, растительностью и местными предметами;
- **очень медленную**, соответствующую изменениям дальности связи и рефракционных свойств атмосферы.



Часть пространства перемещения ПО с указанными свойствами, характеризующимися примерным постоянством энергетических параметров сигнала, называется локальной зоной

Зона, при перемещении в которой ПО выполняется условие постоянства средних значений медленных флуктуаций параметров сигнала, называется глобальной зоной



Флуктуации амплитуды сигнала в глобальной зоне

$$\omega(\nu) = \sqrt{\pi / 8\sigma_\delta^2 \beta} \int_{-\infty}^x \frac{\nu}{10^{\nu_\delta/10}} \times \\
 \times \exp\left(-\alpha^2 \frac{\pi\beta\nu^2}{4 \times 10^{\nu_\delta/10}} - \frac{(\nu_\delta - \nu_{\delta m})^2}{2\sigma_\delta^2}\right) I_0\left(\frac{\sqrt{\pi\sigma_l\alpha\nu}}{10^{\nu_\delta/20}}\right) d\nu_\delta$$

где: $\beta = \left((1 + \alpha^2) I_0(\alpha^2/2) + \alpha I_1(\alpha^2/2) \right) \exp(-\alpha^2/2)$

Для каждого типа СССПО разработаны модели предсказания уровня сигнала и модели предсказания потерь распространения сигналов.

Модель предсказания потерь распространения сигналов составляет два уравнения, базирующиеся на уравнениях передачи,

- **1-е – количественно отражает взаимосвязь** между мощностью радиосигнала на входе приемника ($P_{\text{прм}}$), мощностью передатчика ($P_{\text{прд}}$) и параметрами трассы связи между ними (\bar{A}):

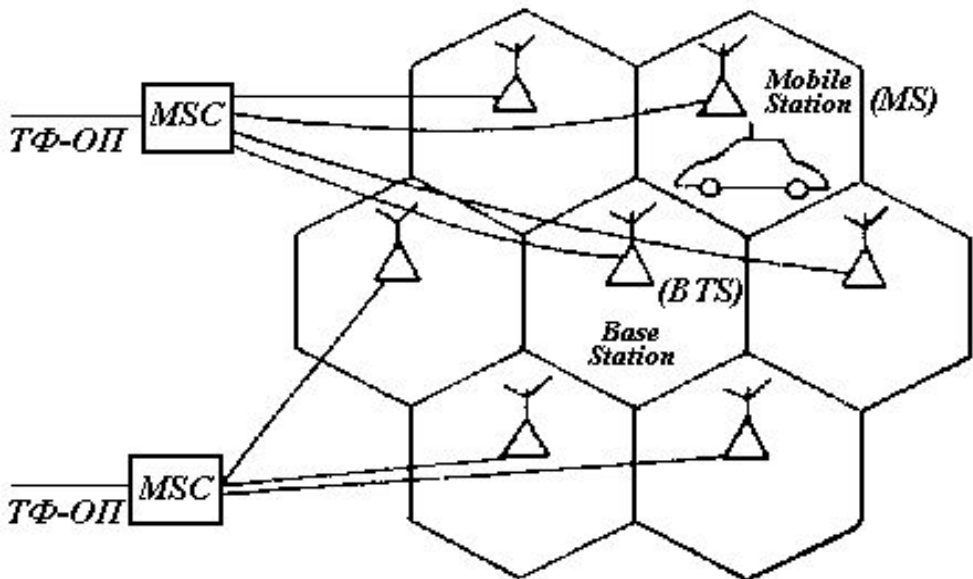
$$P_{\text{прм}} = f(P_{\text{прд}}, \bar{A})$$

- **2-е – (уравнение качества) связывает качество передачи** информации по р/к (Q) с мощностью радиосигнала на входе приемника ($P_{\text{прм}}$), параметрами тракта приема и способом обработки сигналов в приемнике (\bar{E}):

$$Q = \varphi(P_{\text{прм}}, \bar{E})$$

Из уравнения **2** по заданному качеству предоставляемого канала связи определяется требуемый уровень радиосигнала на входе приемника.

Параметры уравнений **1** и **2** зависят от типа системы подвижной радиосвязи и свойств среды распространения радиоволн.



Элементы аналоговой СР:

MSC (Центр коммутации сообщений);

BTS (Базовые станции);

MS (Мобильные станции).

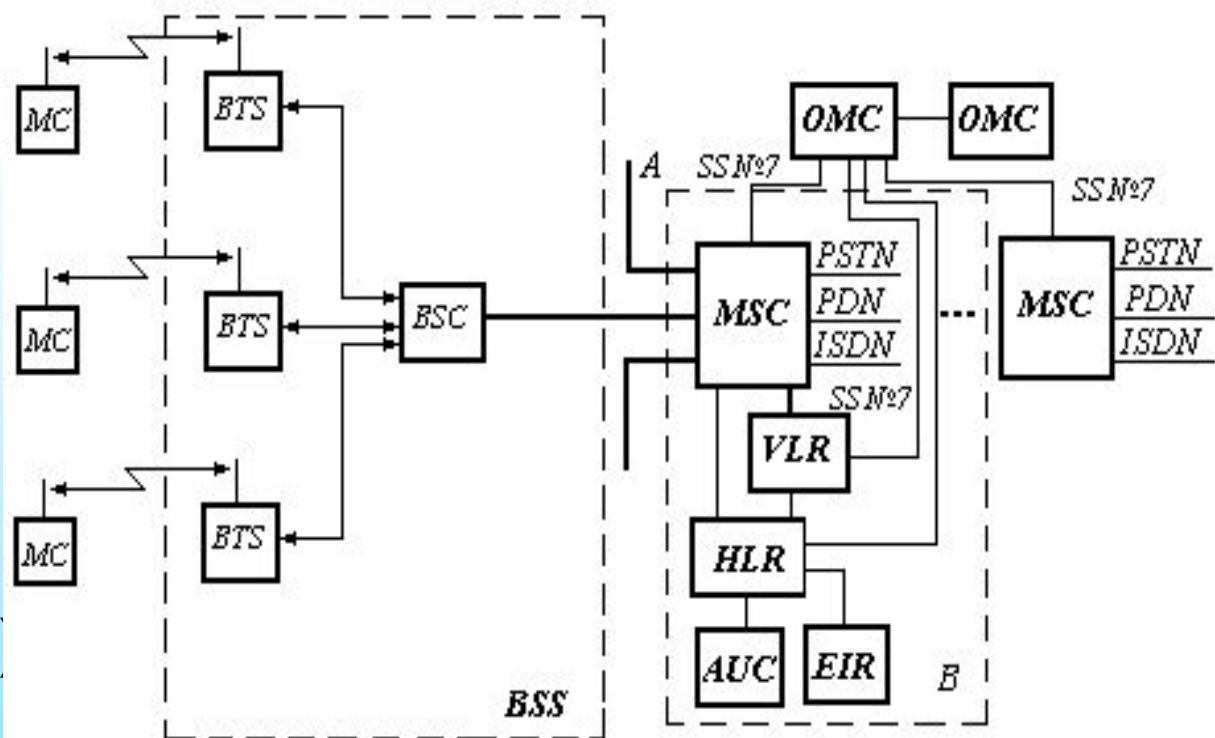
Элементы цифровых:

MSC; MS

BSS=BTS + BSC

(Система базовых станций);

OMC (Центр управления и обслуживания)



Выводы по 2-му вопросу:

- уровень сигнала в точке приема содержит **быструю, медленную и очень медленную составляющие** результата сложения амплитуд большого количества копий переданного сигнала;
- при моделировании канала расчеты производятся для **локальной и глобальной зон** перемещения ПО;
- основными элементами СПР являются **MS, BS и MSC**.

Канальным ресурсом БС называется имеющаяся в ее распоряжении совокупность канальных элементов, обеспечивающих процесс организации соединений.



Схема алгоритма привязки ПО методом радиодоступа к БС при использовании выделенного фиксированного КУ

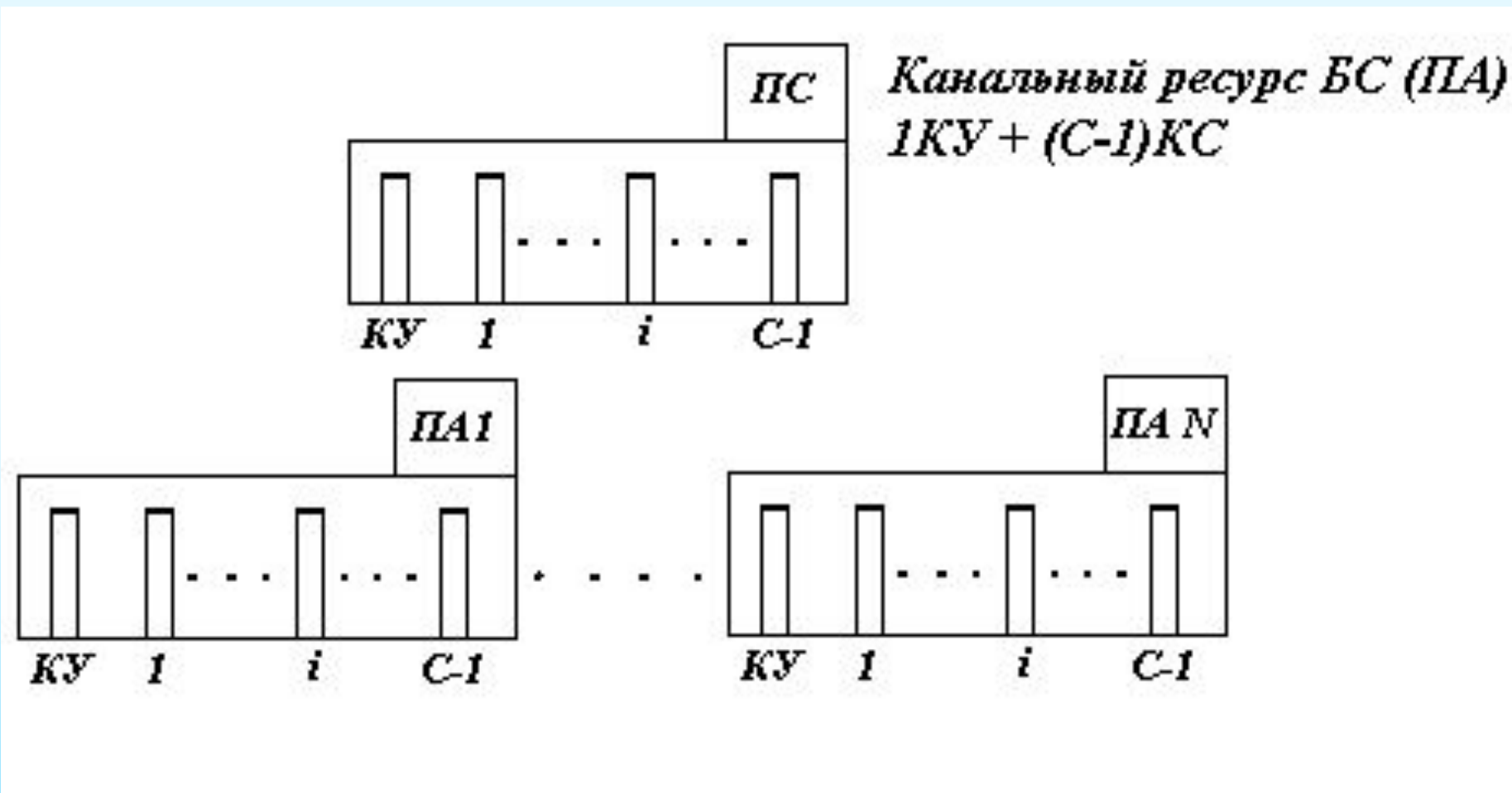


Схема алгоритма привязки ПО методом радиодоступа к БС при использовании выделенных нефиксированных КУ

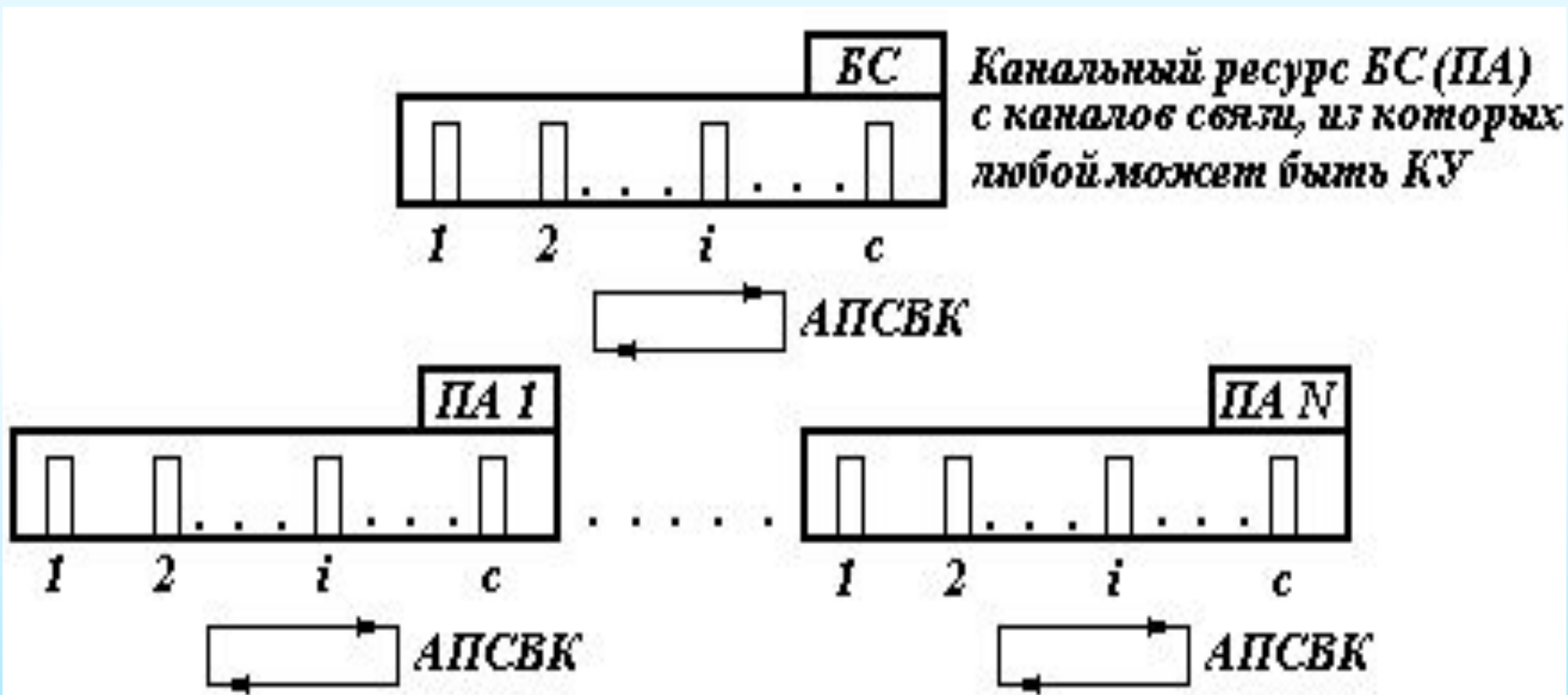
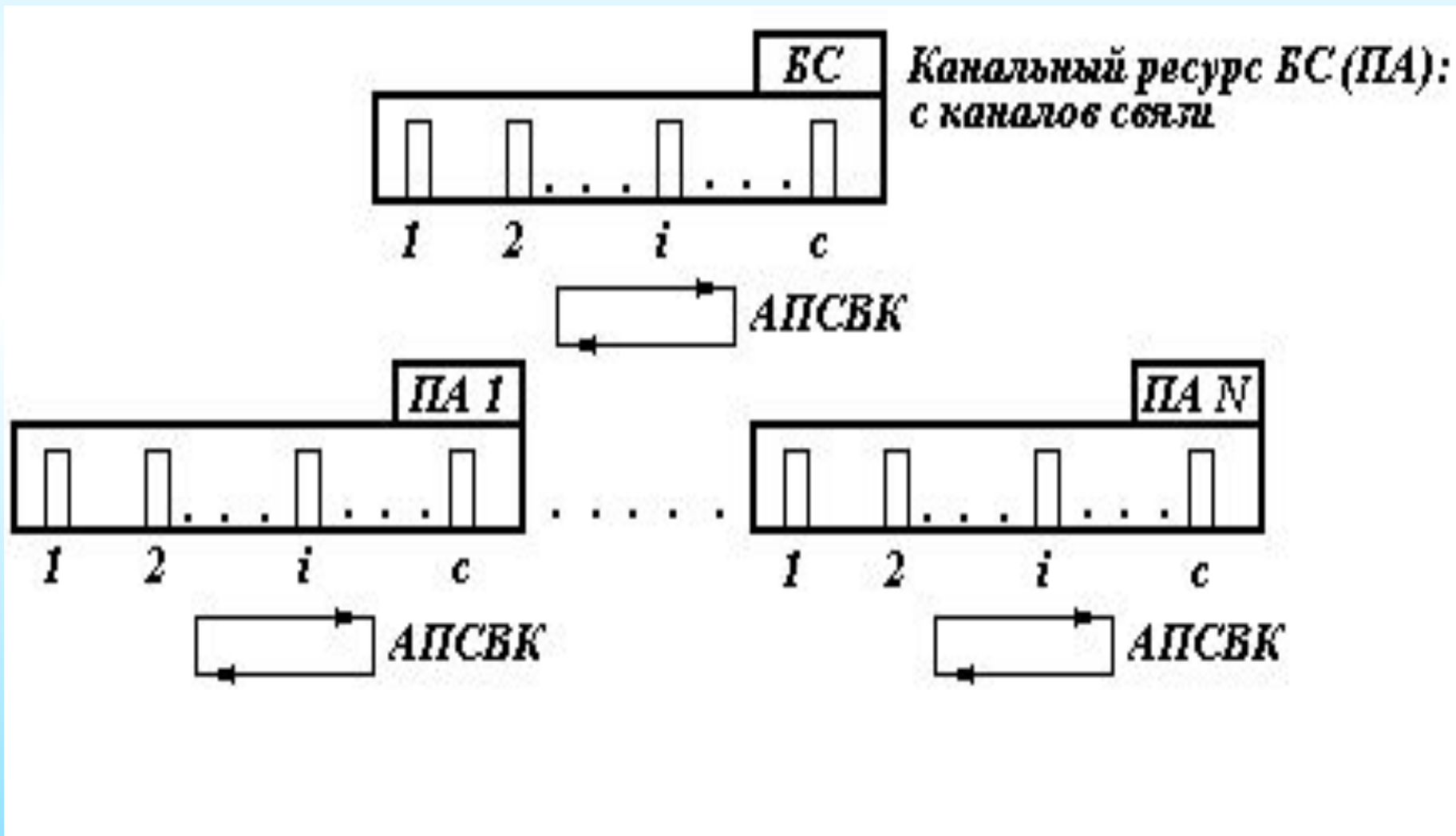


Схема алгоритма привязки ПО методом радиодоступа к БС при использовании **совмещенных КУ**



Сущность волнового (поискового) метода выбора маршрута

При поступлении на контроллер БС заявки на передачу по сети передаются три волны сигналов: **поисковая**, **ответная** и **заключительная**.

Поисковая волна передается посредством *лавинной* процедуры от источника по всем исходящим направлениям для поиска кратчайшего пути.

Ответная волна сигналов, которая служит *для маркировки маршрута*, посылается получателем после принятия поискового сигнала и транслируется всеми БС сети.

Заключительная волна сигнала посылается исходным BSC (MSC) после получения им ответного сигнала.

Вид аналитической модели при оценке эффективности лавинной маршрутизации определяется размером сети m , возможным количеством ретрансляций сообщения h и их соотношением и практически не зависит от возможных перемещений искомого абонента

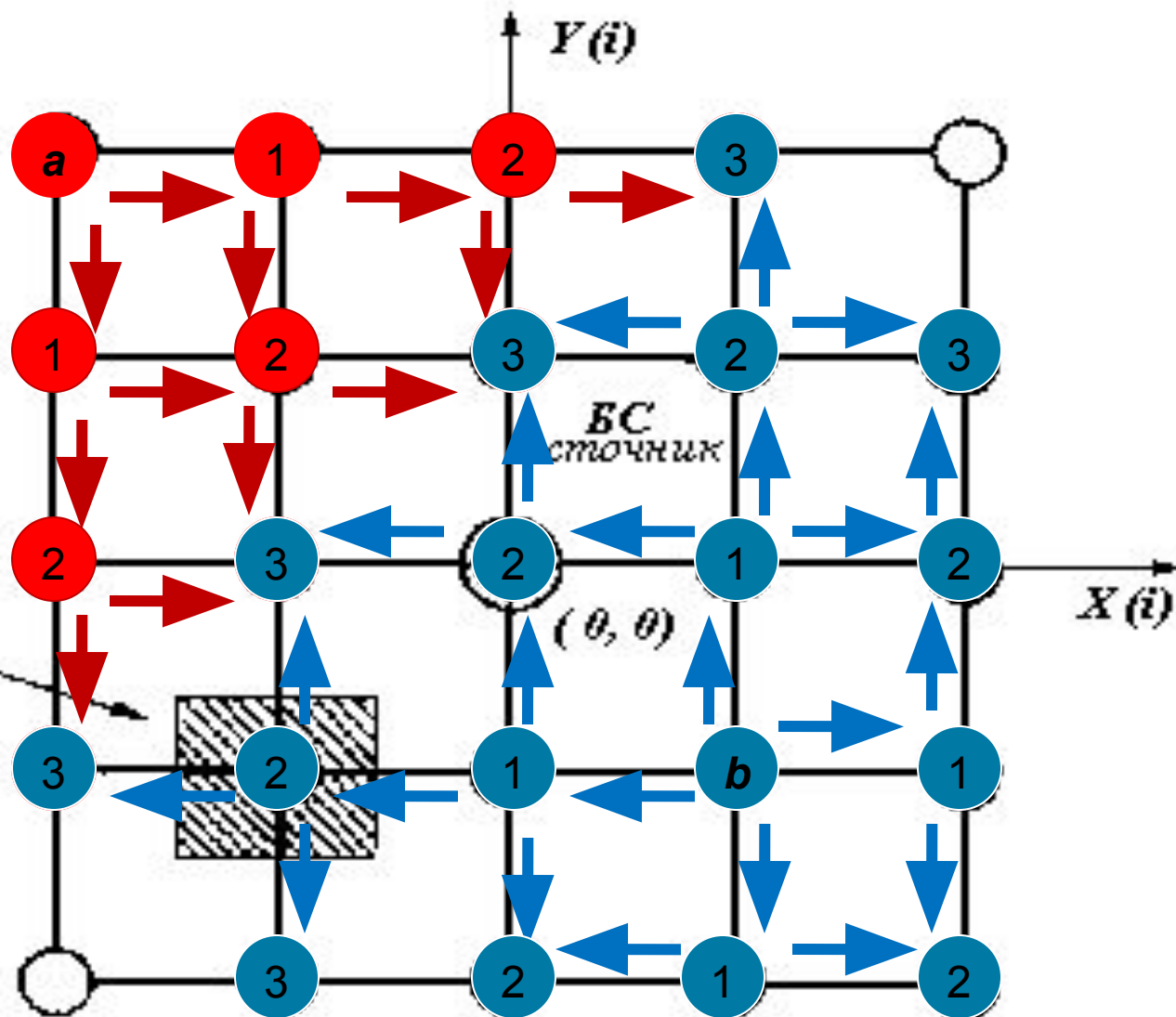
$$P_F = n_{(h)} / m$$

$$h=3$$

$$P_a = 0,4$$

$$P_b = 0,68$$

Зона обслуживания базовой станции



Выводы по 3-му вопросу:

Для надежной работы СССПО, как системы массового обслуживания, необходимо обеспечить доступ ПА к ресурсам сети, который обеспечивается методами:

- **множественный доступ методом частотного разделения каналов (МДЧР=*FDMA*),**
- **множественный доступ методом временного разделения каналов (МДВР=*TDMA*),**
- **множественный доступ методом кодового разделения каналов (МДКР=*CDMA*).**

Для поиска ПО в СПР используется волновой метод, генерирующий три волны сигналов: **поисковую, ответную и заключительную**

Заключение

- 1) Основным условием функционирования СССПО является обеспечение необходимого уровня сигнала в точке приема ПА, =>, необходимо определить базовую модель взаимодействия такой системы и описать функциональную среду ее существования.
- 2) Различные типы ПА (морские, воздушные, сухопутные) и способы построения конкретной системы определяют тот математический аппарат (математическую модель) которые необходимо применить.
- 3) Существующие системы для доступа в сеть ПО предоставляют имеющийся в их распоряжении канальный ресурс: частоту, время или код.

Задание на самоподготовку:

1. Повторить материал лекции
2. Самостоятельно изучить таблицы алгоритмов привязки ПО при различных способах использования канала управления