

# **Особенности частотного планирования сотовых сетей цифровой радиосвязи**

***Понятие кластера, взаимосвязь  
размерности кластера и  
достигаемых отношений  
сигнал/помеха в сети сотовой  
радиосвязи.***

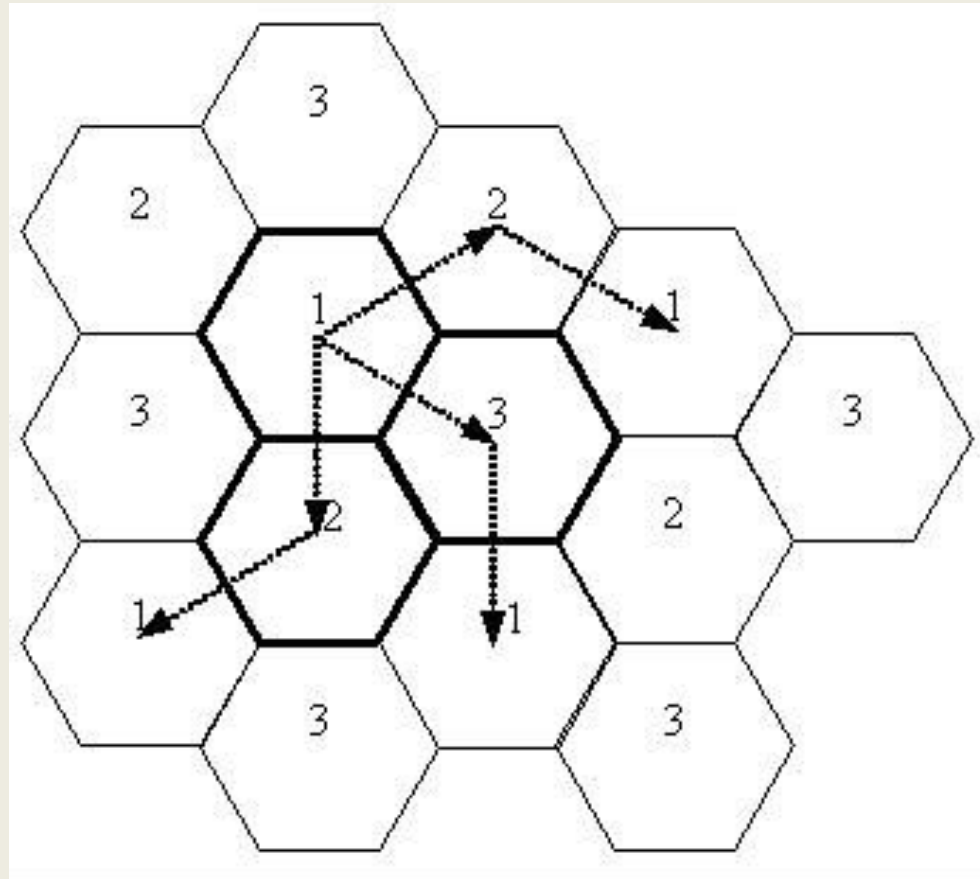
Под кластером понимается совокупность элементарных ячеек (сот), в которых без повторения используются все каналы связи, выделенные системе подвижной связи.

Количество ячеек в кластере  $N$  (размерность кластера) определяется исходя из следующего соотношения:

$$N = i^2 + ij + j^2$$

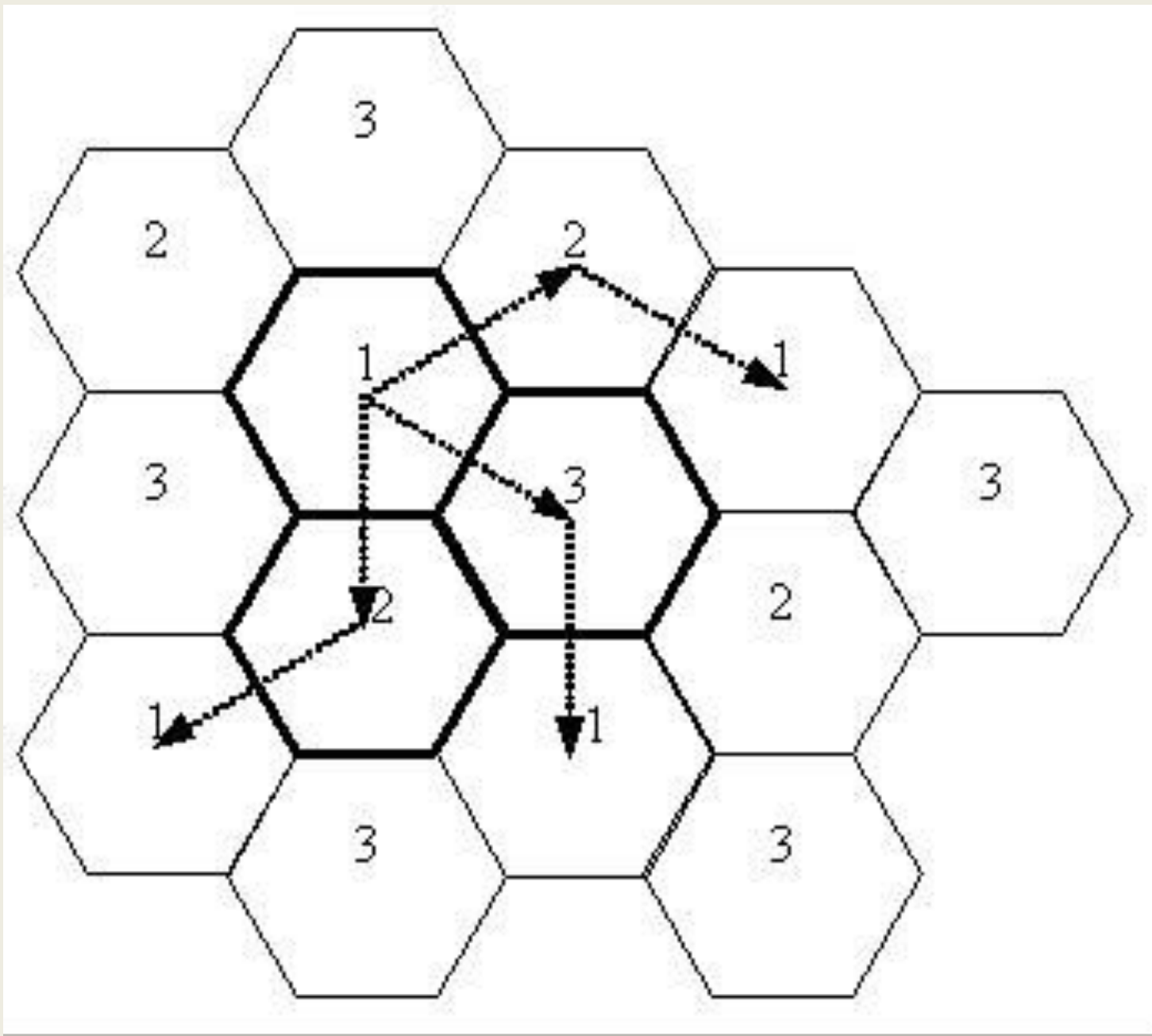
где  $i=0 \dots \infty$ ,  $j=0 \dots \infty$  целые числа

# Геометрическая трактовка индексов $i$ и $j$



Для нахождения местоположения ячейки с совпадающей частотой (набором частот) относительно текущей ячейки необходимо:

- из центра текущей ячейки начать перемещение в направлении перпендикулярном одной из границ ячейки;
- пересечь  $i$  границ в выбранном направлении;
- остановиться в центре ячейки и изменить направление движения на  $60^\circ$ ;
- пересечь  $j$  границ в выбранном направлении;
- ячейка, определенная при помощи перемещений описанных выше имеет совпадающую частоту (набор частот) с исходной ячейкой.



В общем случае расстояние  $D$  между центрами ближайших ячеек, в которых используются одни и те же полосы частот, связано с числом  $N$  ячеек в кластере простым соотношением:

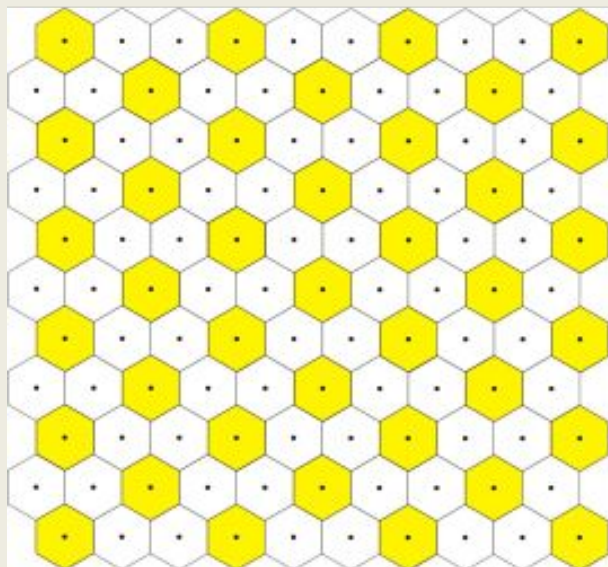
$$D = R\sqrt{3N}$$

где  $R$  – радиус единичной ячейки;

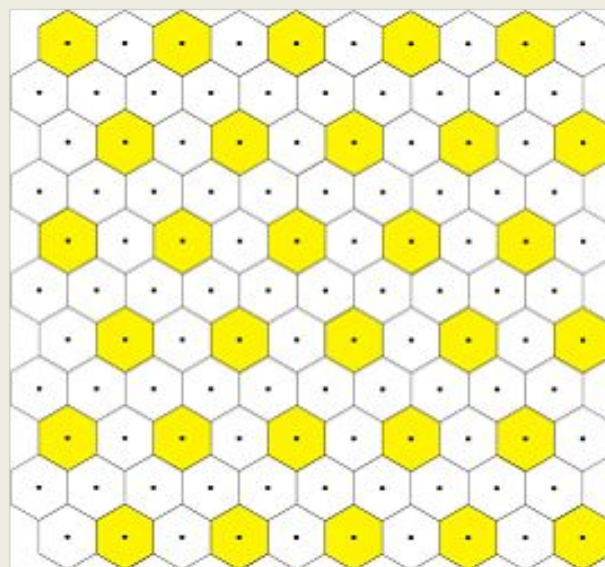
$N$  – размерность кластера

анализ процедуры нахождения ячеек с совпадающим набором частот позволяет сделать вывод о том, что данные ячейки будут располагаться (вне зависимости от размерности кластера) в узлах равносторонней треугольной сетки

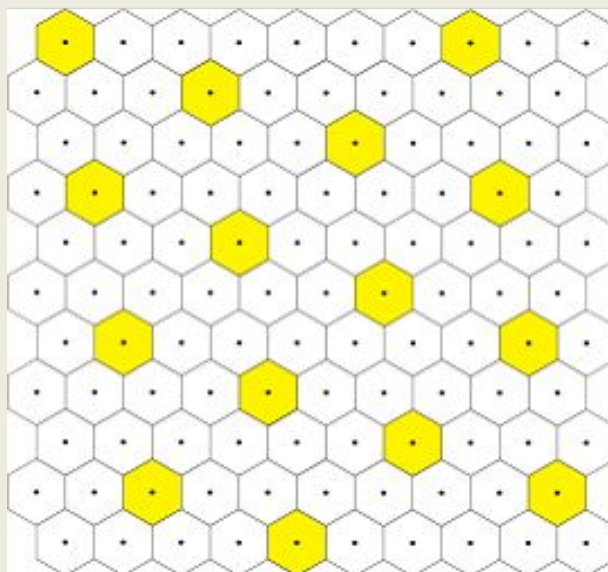




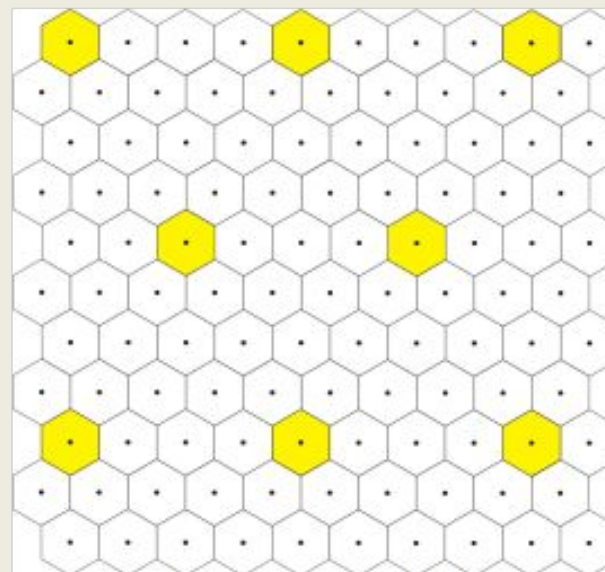
размерность кластера  $N=3$



размерность кластера  $N=4$



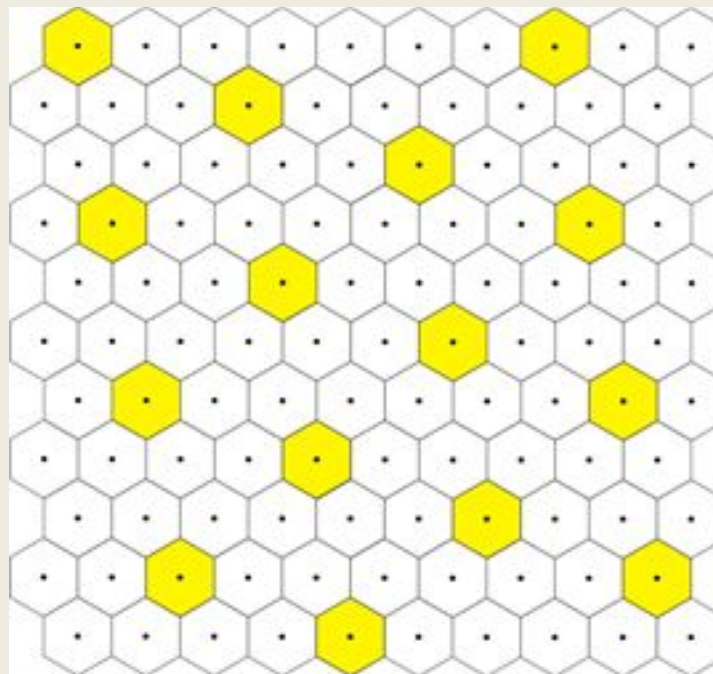
размерность кластера  $N=7$



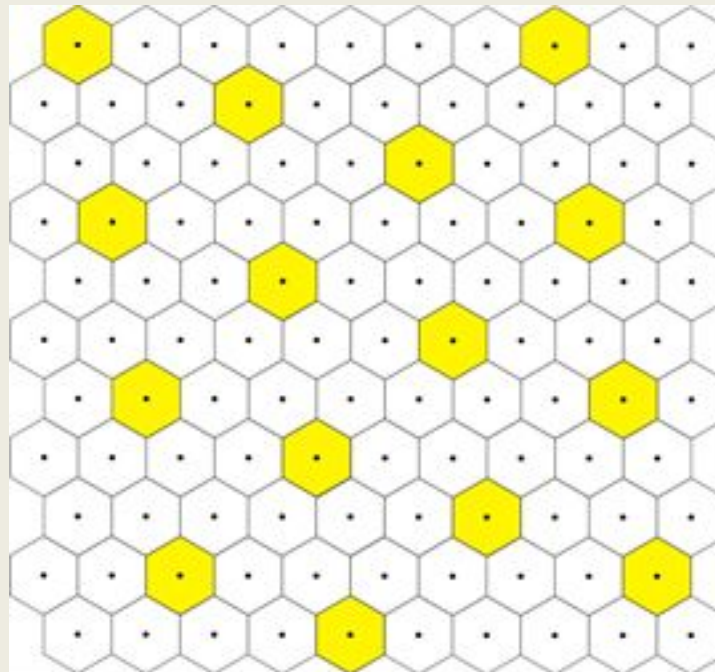
размерность кластера  $N=9$

Для упрощения процедуры оценки достигаемых отношений сигнал/помеха в регулярной несекторизованной (на базовых станциях используются всенаправленные в горизонтальной плоскости антенны) сотовой сети радиосвязи в зависимости от размерности кластера примем следующие допущения:

- будем считать, что параметры базовых станций сети связи абсолютно идентичны;
- исключим из рассмотрения помехи по соседним и побочным каналам приема;
- будем считать, что наибольший вклад в помеховое воздействие вносят ближайшие ячейки с совпадающим набором частот (всего шесть штук);



- будем считать, что наилучшие условия приема (минимальный уровень полезного сигнала) обеспечиваются на границе элементарной ячейки сети;
- пренебрежем тем обстоятельством, что расстояния от различных источников помех до точки расположенной на границе ячейки различны, и примем длину пути распространения помех одинаковую для всех источников и равную расстоянию между центрами ближайших ячеек с совпадающим набором частот;



- в качестве модели распространения полезного сигнала и помех примем модель Введенского для дальней зоны (зоны без интерференционных минимумов и максимумов)

С учетом данных упрощений отношение сигнал/помеха (дБ) в регулярной несекторизованной сотовой сети радиосвязи может быть оценено следующим образом:

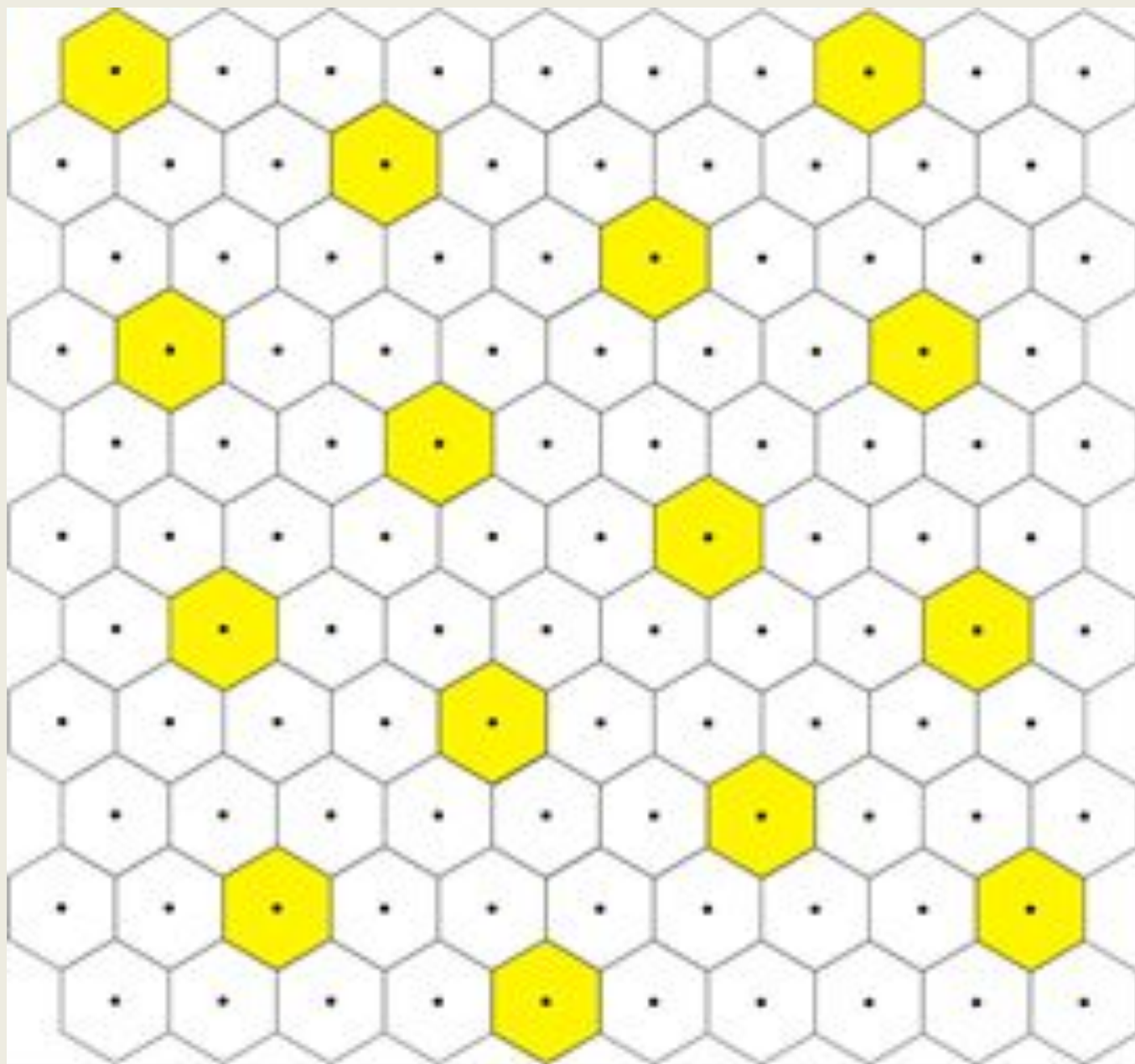
$$SNR = 10 \lg \left( \frac{1}{6} \left[ \frac{D}{R} \right]^4 \right) = 10 \lg \left( \frac{1}{6} \left[ \sqrt{3N} \right]^4 \right)$$

N	D/R	SNR, дБ
1	1,732	1,8
3	3	11,3
4	3,464	13,8
7	4,583	18,7
9	5,196	20,8

В литературе иногда используется другое соотношение, дающее более пессимистическую оценку отношения сигнал помеха

$$SNR = 10 \lg \left( \frac{1}{6} \left[ \frac{D}{R} - 1 \right]^4 \right) = 10 \lg \left( \frac{1}{6} \left[ \sqrt{3N} - 1 \right]^4 \right), \text{ дБ}$$

пути распространения помех одинаковы для всех источников и равны разнице расстояния между центрами ближайших ячеек с совпадающим набором частот и радиуса элементарной ячейки



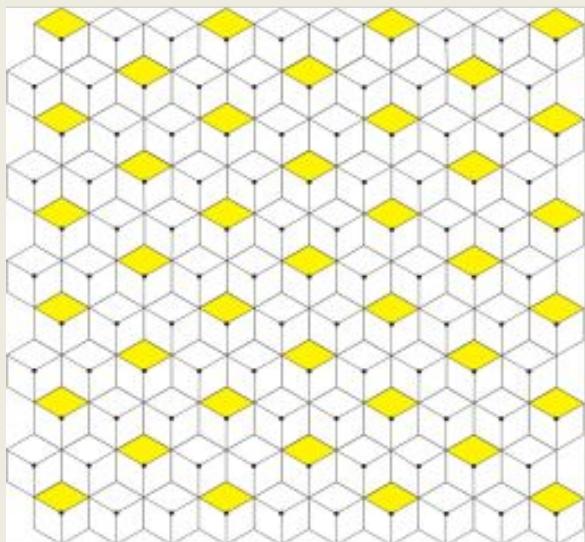


N	D/R	SNR, дБ
1	1,732	-13,2
3	3	4,3
4	3,464	7,9
7	4,583	14,4
9	5,196	17,1

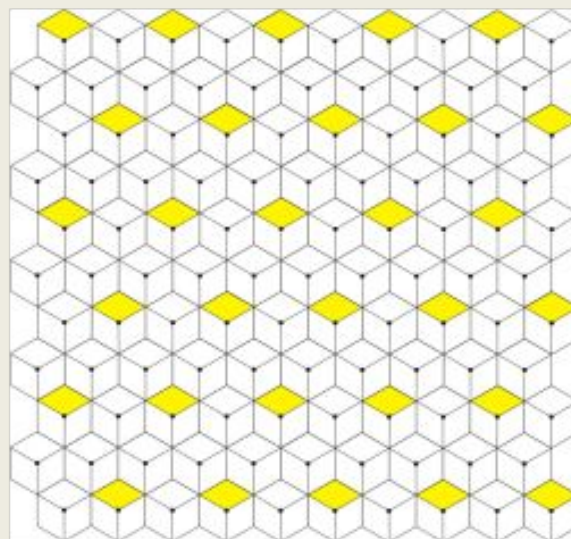
N	D/R	SNR, дБ
1	1,732	1,8
3	3	11,3
4	3,464	13,8
7	4,583	18,7
9	5,196	20,8

В настоящее время несекторизованные сотовые сети практически не используются. Это вызвано в первую очередь необходимостью обслуживания абонентского трафика высокой интенсивности при существенно ограниченном канальном ресурсе, выделяемом операторам связи.

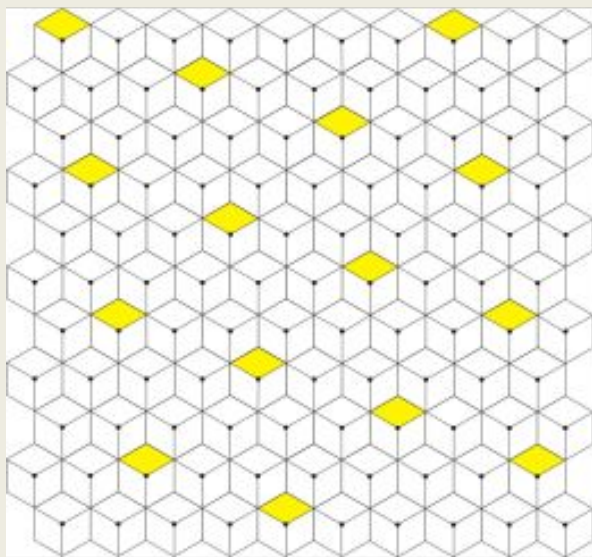
Наиболее часто используемой секторизацией является разбивка ячеек на три сектора с использованием направленных антенн с шириной диаграммы направленности в горизонтальной плоскости  $60^\circ \dots 120^\circ$ .



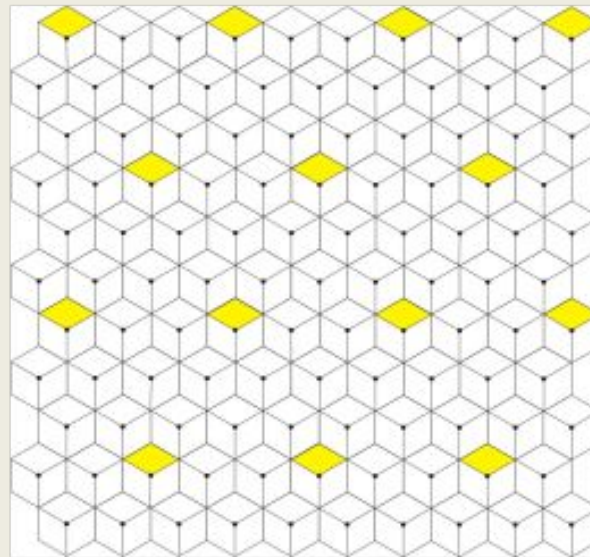
размерность кластера  $N=3$



размерность кластера  $N=4$



размерность кластера  $N=7$



размерность кластера  $N=9$

отношение сигнал/помеха в регулярной секторизованной сотовой сети радиосвязи может быть оценено следующим образом:

$$SNR = 10 \lg \left( \frac{1}{3} \left[ \frac{D}{R} \right]^4 \right) = 10 \lg \left( \frac{1}{3} \left[ \sqrt{3N} \right]^4 \right)$$

N	D/R	SNR, дБ
1	1,732	4,8
3	3	14,3
4	3,464	16,8
7	4,583	21,7
9	5,196	23,9

***Типовые частотные планы  
сотовых сетей цифровой  
радиосвязи***

Число канальных групп  $N_{group}$

определяется как произведение  
размерности кластера на число секторов  
для секторизованной сети или  
размерности кластера для  
несекторизованной сети.

