

**Семинар по технологиям широкополосной мобильной связи  
Москва, 3 – 5 марта 2014**

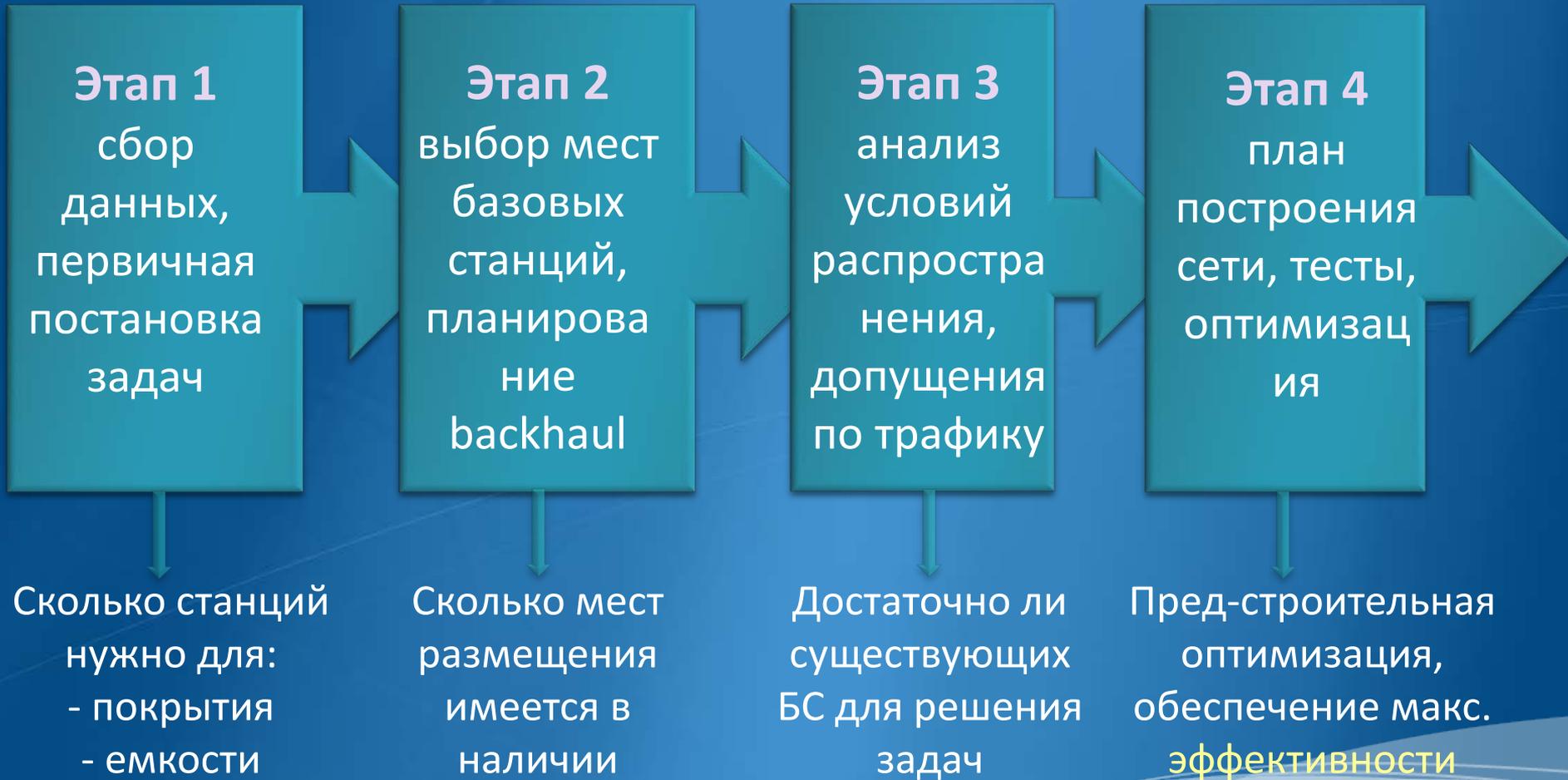
# **Планирование сетей LTE**

**Н. Н. Васильев  
Бюро радиосвязи, Международный Союз  
Электросвязи**

# Содержание презентации

- Основы планирования LTE
- Бюджет радиолинии
- Планирование емкости
- Введение в оптимизацию сетей

# Основные этапы планирования



# Необходимая информация – этап 1

- Данные, обычно имеющиеся в наличии
  - Диапазон частот – (800 МГц, 1800 МГц, 2100 МГц, 2600 МГц...), оптимально – спектр в нескольких диапазонах частот
  - Объем выделенного спектра
  - Ширина полосы канала (1.3, 3, 5, 10 или 20 МГц)
  - Характеристики и эффективность оборудования
- Данные, полученные путем исследования рынка
  - Зона обслуживания
  - Плотность населения
  - Демографическая ситуация
  - Планируемый охват населения
  - Ожидаемые услуги (типы информации, скорость передачи)

# Содержание презентации

- Основы планирования LTE
- Бюджет радиолинии
- Планирование емкости
- Введение в оптимизацию сетей

# Расчет бюджета радиолинии

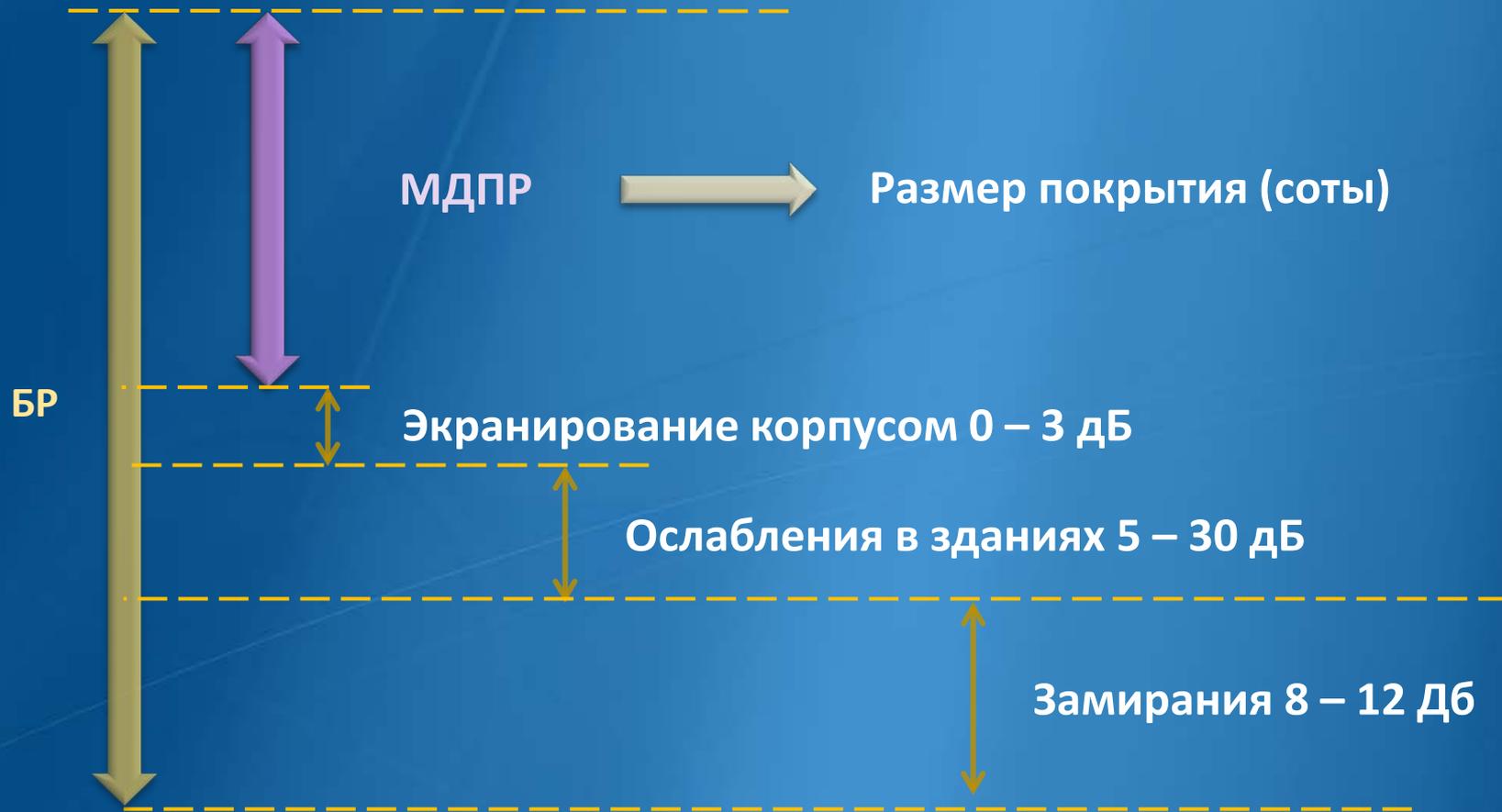
- Цели расчета
  - Определение максимально допустимых потерь распространения (МДПР) в радиолинии, позволяющих обеспечить требуемое качество принимаемого сигнала
  - МДПР зависит от параметров передающего и приемного оборудования и характеристик среды распространения
  - Бюджет радиолинии служит для определения размера зоны обслуживания базовой станции
- Последовательность расчета покрытия
  - Определить э.и.и.м. передатчика и чувствительность приемника
  - Определить минимально принимаемую мощность
  - Вычислить бюджет радиолинии и МДПР
  - Используя соответствующую модель распространения рассчитать размер соты

# Бюджет радиолинии



$$BR_{DL} = (P_{TX} - L_{F+C} + G_{ANT} + G_{Div}) - (Rx - G_{ANT} + L_{F+C})$$

# Расходование бюджета радиoliniи



МДПР – максимально допустимые потери распространения

# МДПР и дистанция покрытия



Бюджет радиолинии служит для расчета размера соты, используя соответствующую модель распространения

# Модели планирования сетей LTE

- Для планирование сетей LTE используется моделирование
- Задаются входные параметры:
  - параметры передающего и приемного оборудования (диапазон частот, ширина полосы канала, мощность...)
  - Требования по покрытию в зависимости от условий распространения
  - Требования по емкости сети, включая количество пользователей и объем потребляемой информации
- Проводятся расчеты и определяются:
  - Количество базовых станций, требуемых для обеспечения емкости и покрытия сети
  - Финансовые показатели

# Параметры оборудования

- Вводятся параметры оборудования для расчета эталонной чувствительности приемника

LTE Cost Model.xlsm - Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M	N
2	Bandwidth	10	MHz		Modulation	FEC Rate			raw		20%	
3	Noise Factor	6.0	dB		QPSK	1/2	2	-96.5	8.40	Mbps	6.7	Mbps
4	QPSK IM	2.5	dB			3/4	5.5	-93.0	12.60	Mbps	10.1	Mbps
5	16QAM IM	3	dB		16-QAM	1/2	7.9	-90.1	16.80	Mbps	13.4	Mbps
6	64QAM IM	4	dB			3/4	12.2	-85.8	25.20	Mbps	20.2	Mbps
7	Diveristy Gain	-3	dB		64-QAM	2/3	15.3	-81.7	31.35	Mbps	25.1	Mbps
8	# RB	50				4/5	18.6	-78.4	40.32	Mbps	32.3	Mbps

REFSENS =  $kTB + NF + SINR + IM - 3$  (dBm)

System	Modulation	Code rate	(dB)	(dB)	(dB)
LTE UE	QPSK	1/8	-5.1	2	-2.6
		1/5	-2.9		-0.4
		1/4	-1.7		0.8
		1/3	-1		1.5
		1/2	2		4.5
		2/3	4.3		6.8
		3/4	5.5		8.0
16QAM	16QAM	4/5	6.2	3	8.7
		1/2	7.9		10.9
		2/3	11.3		14.3
		3/4	12.2		15.2
		4/5	12.8		15.8

$$BR_{DL} = (P_{TX} - L_{F+C} + G_{ANT} + G_{Div}) - (RX + G_{ANT} - L_{F+C})$$

# Расчет покрытия

- Вводятся остальные параметры необходимые для расчета распространения и определения покрытия

LTE Cost Model.xlsx - Microsoft Excel

BS PA Output (dBm)	Ant gain (dBi)	BS EIRP (dBm)	Oper Freq (MHz)	Area Type
36	16	52	2600	Dense Urban
Modulation Scheme	Bit Rate (Mbps)	Rx Sens. (dBm)	COST 231 HATA	
QPSK 3/4 Rate	20.2	-92.0	Ant gain (dBi)	Additional Losses (dB)
16-QAM 1/2 Rate	26.9	-89.1	0	Penetration loss
64-QAM 4/5 Rate	64.5	-77.4		0
				Fade Margin
				12

Modulation Scheme	MPL (dB)	Radius (m)	% of Area	Average Capacity
QPSK 3/4 Rate	132.0	437.1	31.56%	30.3 Mbps
16-QAM 1/2 Rate	129.1	361.6	53.61%	35. Mbps
64-QAM 4/5 Rate	117.4	168.3	14.83%	64.5 Mbps

	QPSK	16 QAM	64 QAM
Dense Urban	0.44 Km	0.36 Km	0.17 Km
Urban	0.60 Km	0.50 Km	0.23 Km
Suburban	1.17 Km	0.96 Km	0.45 Km
Rural	3.11 Km	2.57 Km	1.20 Km

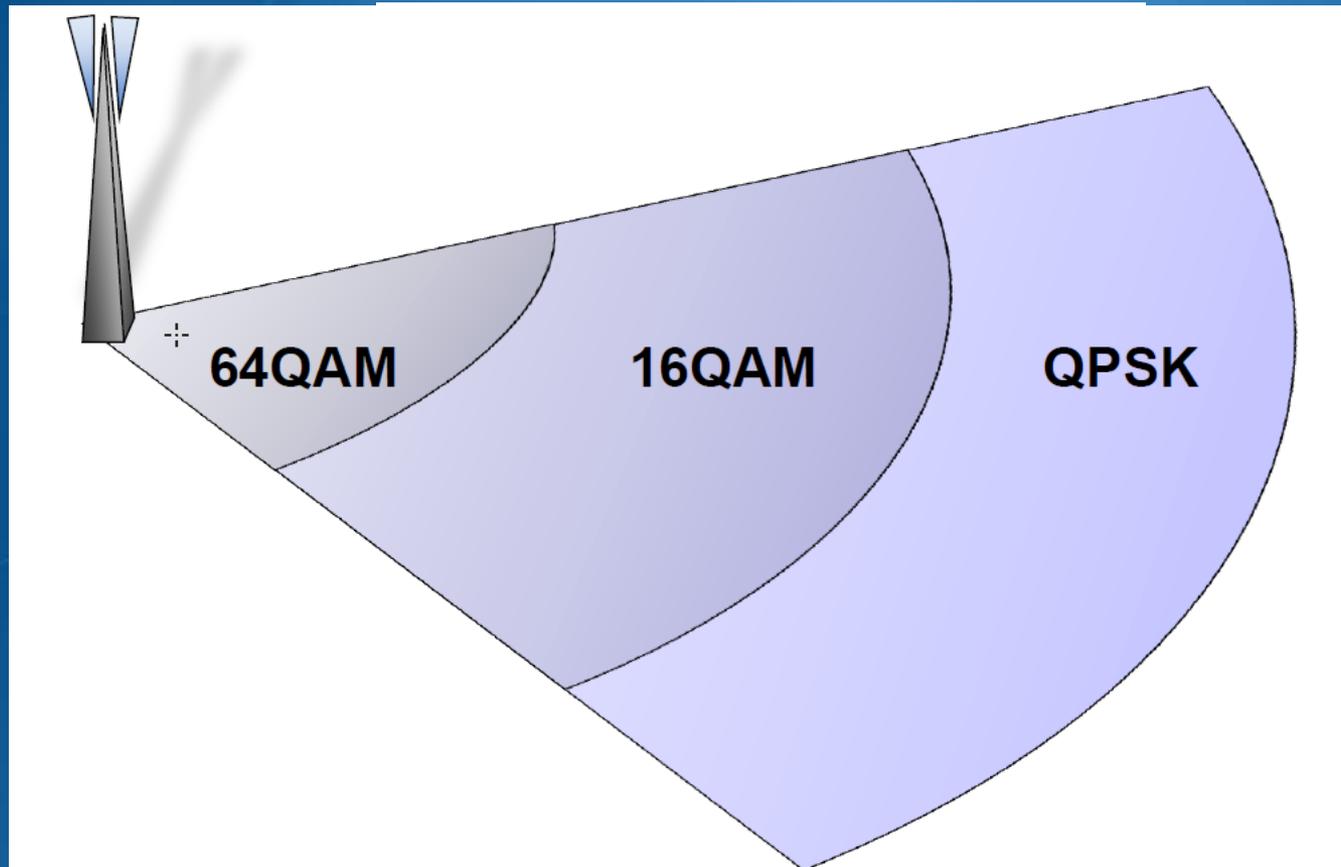
# Содержание презентации

- Основы планирования LTE
- Бюджет радиолинии
- Планирование емкости
- Введение в оптимизацию сетей



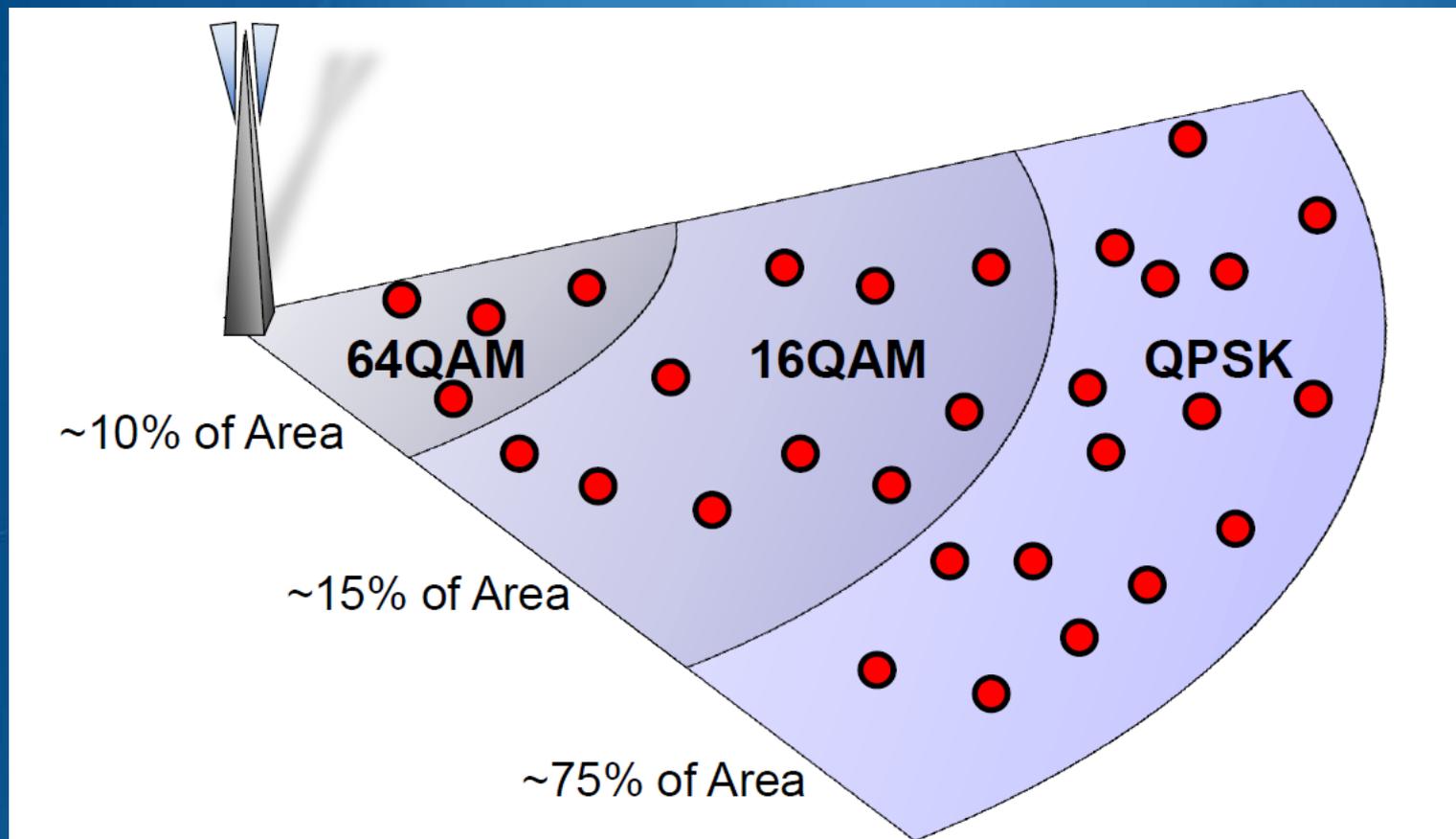
# Адаптивная модуляция и кодирование

- LTE поддерживает адаптивное модулирование и кодирование
- Реальная скорость будет зависеть от расположения пользователя в соте



## Адаптивная модуляция и кодирование (2)

- Распределение пользователей в соте -> средняя скорость
- Устройство ресурсного планирования критически важно
- Это устройство отличается у разных производителей



# Содержание презентации

- Основы планирования LTE
- Бюджет радиолинии
- Планирование емкости
- Введение в оптимизацию сетей

# Оптимизация - контрольные цифры (KPIs)

- Необходимость оптимизации
  - Работа сети отвечает ключевым показателю эффективности?
  - Будут ли клиенты довольны ?
- Цели оптимизации, контрольные цифры (KPIs)
  - Скорость на краю соты 5 – 10 Mbps
  - RSRQ (reference signal received quality) : -7 dB
  - RSRP (reference signal received power) : -75 dBm
  - SNR – signal noise ratio : > 13 dB
  - Доступность сигнала в зоне : 90%
  - Доступность на краю зоны : 75%

# Некоторые способы оптимизации сети

- Изменение характеристик оборудования
  - Направление антенны
  - Изменение мощности
  - Изменение высоты антенны
- Базовые станции
  - Изменение местоположения базовых станций
  - Развертывание дополнительных станций, с использованием микро и фемто сот

***Спасибо за внимание!***