

8. Планирование сетей UMTS

8.1. Предварительные замечания

Как известно, планирование сотовых сетей является сложнейшей задачей при их развертывании. Для разных пользовательских услуг в зависимости от скорости передачи данных и скорости перемещения абонента возникают разные требования к уровням сигналов и отношению сигнал/помеха при приеме. При этом следует учитывать интегральное воздействие нагрузки в каждой соте на пропускную способность в других сотах сети. Наконец, планирование сотовых сетей UMTS непосредственно связано с обеспечением интегральных качественных характеристик обслуживания абонентов. Эти характеристики учитывают такие показатели, как вероятность покрытия территории (соты), вероятность предоставления требуемого канального ресурса, суммарную пропускную способность соты и качественные параметры, устанавливаемые в спецификациях для QoS (скорости передачи, надежность, задержки).

8.2. Расчет линии вверх

Допустимое число каналов трафика определим из оценки шумовых характеристик на входе приемника BS. Сигналы, приходящие на приемник BS, некогерентны, поэтому для каждого абонента сигналы остальных абонентов являются помехами. Кроме помех, создаваемых в своей соте, необходимо учитывать абонентские сигналы соседних сот. Тогда для обеспечения требуемого качества передачи сигналов в направлении вверх должно быть выполнено условие:

$$\frac{E_b}{N_0} \leq \frac{SF \cdot P_j}{P_{uu} + \alpha \left(\sum_{i=1}^n P_i - P_j \right) + \sum_{l=1}^m P_l}, \text{ где} \quad (8.1)$$

$\frac{E_b}{N_0}$ - требуемое отношение сигнал/помеха для данного вида передачи,

SF - эквивалентный коэффициент расширения спектра,

P_j - мощность сигнала j -го абонента на входе приемника,

P_{uu} - мощность шумов, приведенная ко входу приемника,

$\alpha \left(\sum_{i=1}^n P_i - P_j \right)$ - суммарная мощность всех $(n-1)$ сигналов абонентов в своей соте

на входе приемника,

α - Коэффициент активности абонентов,

$\sum_{l=1}^m P_l$ - мощность мешающих сигналов абонентов соседних сот.

Будем считать, что абоненты данной соты имеют одинаковый приоритет и мощности сигналов всех абонентов на входе приемника BS равны, что обеспечивается быстрым управлением мощности по замкнутой петле (closed loop power control) со скоростью 1500 раз в секунду для каждой подвижной станции в целях обеспечения максимальной пропускной способности на линии вверх.

На основе анализа экспериментальных данных можно считать, что мощность мешающих сигналов абонентов соседних сот составляет 0,5 от мощности мешающих сигналов абонентов в своей соте.

Произведем расчет допустимого числа абонентов в соте для случая, когда основной вид трафик – телефония. Для этого случая можно принять $\alpha = 0.6$, а требуемое отношение сигнал/шум $\frac{E_b}{N_0} = 5,1 \text{ дБ}$.

Тогда, принимая скорость передачи речи: $B_{sign} = 12,2 \text{ кбит/с}$, $B_{ch} = 3,84 \text{ Мбит/с}$,

находим $SF = \frac{B_{ch}}{B_{sign}} = 315$.

В соответствии со спецификациями UTRA-FDD максимальная мощность передатчика UE 0,125 Вт, что соответствует 21 дБм. С учетом мощности каналов управления можно принять, что 100 мВт выделено на трафик, 25 мВт на каналы управления, таким образом, максимальная эквивалентная изотропно излучаемая мощность сигнала мобильной станции $P_{UE} = 20 \text{ дБм}$.

$$P_{шума приемника} = P_{шума антенны} + P_{шума линейного усилителя приемника}$$

Удельная мощность шумов антенны на 1 Гц

$$P_{ант} \leq \kappa T_0, \text{ где } \kappa = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ - постоянная Больцмана, } T_0 = 290^0 \text{ К, что соответствует } 20^0 \text{ С,}$$

Удельная мощность шумов линейного усилителя

$$P_{лу} = \kappa T_0 (K_{ш} - 1), \text{ где } K_{ш} = 3 \text{ дБ - коэффициент шума приемника,}$$

Плотность теплового шума

$$P_{np} = \kappa T_0 = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 = 4 \cdot 10^{-18} \text{ мВт/Гц} \Rightarrow -174 \text{ дБм/Гц}$$

Мощность шума на входе приемника базовой станции

$$P_{ш}^{RX} = \kappa T_0 K_{ш} \Delta F, \text{ где } \Delta F = 3,84 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

$$P_{ш}^{RX} (\text{дБм}) = \kappa T_0 (\text{дБм/Гц}) + 10 \lg \Delta F + K_{ш} = -108,2 + 3 = -105,2 \text{ дБм.}$$

Найдем мощность соканальных помех. Мощность помех, создаваемых в своей соте другими абонентскими станциями, принимаем равной

$$P_{пом.собств.} = \alpha \left(\sum_{i=1}^n P_i - P_j \right) = P_{ш}^{RX}.$$

Мощность помех, создаваемых сигналами абонентов соседних сот,

$$P_{пом.сосед} = 0,5 P_{пом.собств.}$$

Из формулы (8.1) рассчитаем P_j :

$$P_j = -10 \lg SF + 10 \lg \left(\frac{E_b}{N_0} \right) + 10 \lg (P_{ш} \cdot 2,5) = -10 \lg 315 + 5,1 - 105,2 + 10 \lg 2,5 = -121,2 \text{ дБм}$$

Найденная величина представляет собой чувствительность приемника базовой станции $P_j = P_{sens}$

Произведем расчет числа абонентских станций.

$$\alpha \left(\sum_{i=1}^n P_i - P_j \right) = P_{ш}^{RX} \Rightarrow \alpha(n-1) \cdot P_j = P_{ш}^{RX}, \text{ откуда } n = \frac{P_{ш}^{RX}}{\alpha \cdot P_j} + 1 = \frac{10^{P_{ш}^{RX} (\text{дБм})/10}}{\alpha \cdot 10^{P_j (\text{дБм})/10}} + 1$$

Подставляя найденные выше значения P_j и P_{uu}^{RX} и учитывая 25% запас канальной емкости, которую необходимо зарезервировать под хэндовер, получим:

$$n = 0,75 \cdot \frac{10^{-105,2/10}}{\alpha \cdot 10^{-121,2/10}} + 1 = 52. \text{ (Всего 68 каналов).}$$

Определим допустимые потери на трассе.

Коэффициент усиления антенны базовой станции $G_{BS} = 18$ дБ.

Потери в кабеле $L_{cable} = -2$ дБ.

Потери в здании $L_{зд} = -14$ дБ.

Потери в автомобиле $L_{авт} = -7$ дБ.

Выигрыш за счет хэндовера $G_{SHO} = 3,5$ дБ.

Выигрыш за счет разносенного приема $G_{PII} = 3$ дБ.

Запас на замирания для обеспечения 80 % покрытия в 90 % сот составляет 7 дБ.

Итак, допустимые потери на трассе,

$$L_{доп} = P_{TX MS EIRP} - P_{sens} + G_{BS} - L_{cable} + G_{SHO} + G_{PII} - L_{зд} - 7 =$$

$$= 20 + 121,3 + 18 - 2 + 3,5 + 3 - 14 - 7 = 142,8 \text{ дБ}$$

Эта величина является исходной для определения радиуса соты.