

Практичне заняття 6

Навчальні матеріали

Контрольні питання

1.Що характеризує бюджет системи?

2.Яка суть системного підсилення??

Матеріал

Ціль роботи

Визначення дальності зв'язку мережі WiMAX

Аналіз впливу бюджету системи на розмір ЗО.

Каждая система характеризуется параметром, называемым системным усилением System Gain, определяющим максимальную дальность связи. Системное усиление определяется как :

$$\text{System Gain} = T_x - R_x;$$

где T_x – выходная мощность передатчика системы; R_x - чувствительность приемника системы.

Система Wi-Fi имеет ограничения на максимальную мощность радиосигнала при работе на той или иной модуляции. Например, система Wi-Fi с максимальной выходной мощностью передатчика $T_x = 20$ dBm поддерживает модуляцию 64QAM . при уровне мощности радиосигнала не выше 13 dBm. При этом максимальная выходная мощность, например, 20 dBm система Wi-Fi реально может поддерживать только на низких модуляциях BPSK,QPSK.

Таким образом, вследствие существенной разницы в чувствительности приемника WiMAX и Wi-Fi, а также способности передатчика WiMAX поддерживать высокие модуляции на максимальных мощностях радиосигнала, системы WiMAX имеют системное усиление выше чем Wi-Fi на 5 -10 dB на низких модуляциях и 12-17 dB на высоких модуляциях при одинаковой максимальной T_x выходной мощности передатчика.

Для расчета дальности связи используют уравнение бюджета канала связи Link Budget. Данное уравнение связывает уровни мощности на входе приемника R_{SSL} и выходной мощности передатчика T_x , находящихся друг от друга на расстоянии D:

$$R_{SSL} = T_x + G_{TX} + G_{RX} - L_{RX} - L_{TX} - L_D, \text{ dBm}; (3);$$

где T_x - выходная мощность передатчика, dBm

G_{TX} – коэффициент усиления антенны передатчика, dBi;

G_{RX} – коэффициент усиления антенны приемника, dBi;

L_{RX}, L_{TX} – СВЧ потери мощности сигнала, соответственно, в приемнике и передатчике, в кабеле, разъемах и др.

L_D – потери в dB на пути распространения радиоволн на дальность D км.

Например, в условиях LOS потери мощности сигнала в свободном

пространстве рассчитываются как,

$$L_D = 20 \log (4\pi D / \lambda), \text{ dB};$$

где λ длина волны.

В условиях NLOS потери рассчитываются по более сложным формулам.

Поскольку система поддерживает связь на модуляции 64QAM . , если уровень сигнала на входе приемника $RSSL_{RX}$ будет выше уровня чувствительности R_X , то согласно выражению Link Budget (3) для этого необходимо, чтобы

$$RSSL_{RX} - FM = T_X + G_{TX} + G_{RX} - L_{RX} - L_{TX} - L_D - FM \geq R_X, \text{ dBm};$$

$$L_D \leq T_X - R_X + G_{TX} + G_{RX} - L_{RX} - L_{TX} - FM;$$

где FM – запас по замираниям fade margin.

В реальных системах вследствие замирания сигнала из-за многолучевого распространения радиоволн обычно требуется, чтобы уровень сигнала $RSSL$ превышал уровень чувствительности сигнала на некоторую величину, называемую запасом по замираниям Fade Margin (FM). В системах WiMAX для поддержки модуляции 64QAM . сигнала OFDM достаточно запаса fade margin равное 1 dB, на практике используют величину fade margin 3 dB.

Таким образом, для работы на дальности D км, потери распространения радиоволн должны быть меньше величины:

$$L_D \leq \text{System Gain} + \text{усиление антенн} - \text{СВЧ потери} - \text{Fade Margin}$$

Таким образом, чем выше System Gain системное усиление и меньше требуемый запас по замираниям Fade Margin, тем больший бюджет линка имеет система и соответственно, тем больше дальность связи.

Как было отмечено, системы фиксированного WiMAX имеют минимум на 5-10 dB выше System Gain по сравнению с системами PreWiMAX. Кроме того, OFDM сигнал preWiMAX системы имеет значительно меньшее число поднесущих. Также защитный интервал между поднесущими не рассчитан на обработку многолучевого распространения сигналов на высоких дальностях связи (отличных от офисных условий). Это приводит к низкой эффективности обработки замираний системами preWiMAX и, как следствие, необходимости больших запасов по замираниям fade margin, равными 6 dB условиях LOS (при наличии зоны Френеля) и 12 dB при наличии оптической видимости (near LOS, полное или частичное отсутствие зоны Френеля).

Таким образом, системы WiMAX имеют бюджет линка Link Budget на 10- 20 dB больше, нежели системы preWiMAX. Как известно, увеличение Link Budget на 6 и 12 dB увеличивает дальность связи, соответственно, LOS и NLOS в два раза.