

УДК 621.391.1

Сейдахметов Мурад Аблатыевич – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева)

Қабиден Алишер Маратұлы – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева)

**ОЦЕНКА ДОПУСТИМОЙ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В КАНАЛЕ СОВРЕМЕННЫХ
БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ С ТЕХНОЛОГИЕЙ МИМО**

Отличительным отличием модели Окамура заключается в ее простоте и универсальности[1].

Затухание радиосигнала рассчитывается по формуле:

$$L_u = 69.55 + 26.16 \lg(f) - 13.82 \lg(h_b) - a * h_m + (44.9 + 6.55 \lg(h_b)) \lg(d), dB \quad (1)$$

где:

h_b - высота антенны базовой станции, превышающая усредненную высоту рельефа

$a h_m$ - поправочный коэффициент.

Для среднего города:

$$a * h_m = (1.1 * \lg(f) - 0.7) * h_m - (1.56 * \lg(f) - 0.8) \quad (2)$$

h_m - высота антенны мобильной станции над землей, м.

f - частота в МГц

d - расстояние от передатчика до приемника, км.

Для пригородных областей, городские потери, рассчитанные выше корректируются следующим образом:

$$L_{г\text{о}} = L_u - 4.78 \lg(f)^2 + 18.33 \lg(f) - 35.94, dB \quad (3)$$

$$L_{г\text{о}} = L_u - 4.78 \lg(f)^2 + 18.33 \lg(f) - 40.94, dB \quad (4)$$

Используя модель распространения сигнала Окамуры-Хаты, далее исследуется пропускная способность базовой станции с применением технологии МИМО до 8 передающих и приемных антенн. Использование нескольких независимых потоков позволит существенно повысить скорость передачи данных.

Оценка допустимой скорости передачи в канале сети LTE для «близких» и «далеких» пользователей

Скорость передачи в канале LTE для «близких» (в центре соты) пользователей (Мбит/с):

$$R1(u) = \frac{4}{7} W \log_2(1 + \eta1(u)). \quad (5)$$

Для «далеких» (на границе соты) пользователей:

$$R2(u) = \frac{3}{7} W \log_2(1 + \eta2(u)), \quad (6)$$

где W – полоса системы, МГц;

η – SINR.

Таблица 1 - Исходные данные

Обозначения	Значения
$W, \text{МГц}$,	10
$\eta 1(u)$	5
$\eta 2(u)$	0.5

Скорость передачи для пользователей в центре соты:

$$R1(u) = \frac{4}{7} 10 \log_2(1 + 5) = 14.771 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

а скорость передачи для пользователей на границе соты

$$R2(u) = \frac{3}{7} 10 \log_2(1 + 0.5) = 2.507 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}.$$

Оценка допустимой скорости передачи в канале сети LTE для «близких» и «далеких» пользователей с технологией MIMO 4×4

В данном случае будем применять технологию MIMO 4×4. Это означает, что полоса системы будет составлять $W = 4 \times W = 40 \text{ МГц}$.

Таблица 2 - Исходные данные

Обозначения	Значения
$W, \text{МГц}$,	40
$\eta 1(u)$	5
$\eta 2(u)$	0.5

Скорость передачи для пользователей в центре соты:

$$R1(u) = \frac{4}{7} 40 \log_2(1 + 5) = 59.085 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

а скорость передачи для пользователей на границе соты:

$$R2(u) = \frac{3}{7} 40 \log_2(1 + 0.5) = 10.028 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}.$$

Оценка допустимой скорости передачи в канале сети LTE для «близких» и «далеких» пользователей с технологией MIMO 8×4

В данном случае будем применять технологию MIMO 8×4. Это означает, что полоса системы будет составлять $W = 8 \times W = 80 \text{ МГц}$.

Таблица 3 - Исходные данные

Обозначения	Значения
$W, \text{МГц}$,	80
$\eta 1(u)$	5
$\eta 2(u)$	0.5

Скорость передачи для пользователей в центре соты:

$$R1(u) = \frac{4}{7} 80 \log_2(1 + 5) = 118.17 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

скорость передачи для пользователей на границе соты:

$$R2(u) = \frac{3}{7} 80 \log_2(1 + 0.5) = 20.056 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}.$$

Оценка допустимой скорости передачи в канале сети WiMAX для «близких» и «далеких» пользователей

Скорость передачи в канале WiMAX для «близких» (в центре соты) пользователей (Мбит/с)[2]:

$$R1(u) = \frac{4}{7} W \log_2(1 + \eta1(u)).$$

Для «далеких» (на границе соты) пользователей:

$$R2(u) = \frac{3}{7} W \log_2(1 + \eta2(u)),$$

где W – полоса системы, МГц;
 η – SINR.

Рассчитать скорость передачи в канале для пользователей, расположенных в центре и на границе соты для DL, если известны полоса системы W , МГц, $\eta1(u)$ – SINR для центра соты, $\eta2(u)$ – SINR для границы соты.

Таблица 4 - Исходные данные

Обозначения	Значения
W , МГц,	20
$\eta1(u)$	5
$\eta2(u)$	0.5

Скорость передачи для пользователей в центре соты

$$R1(u) = \frac{4}{7} 20 \log_2(1 + 5) = 29.542 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

а скорость передачи для пользователей на границе соты

$$R2(u) = \frac{3}{7} 20 \log_2(1 + 0.5) = 5.014 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}.$$

Оценка допустимой скорости передачи в канале сети WiMAX для «близких» и «далеких» пользователей с технологией MIMO 4×4

В данном случае будем применять технологию MIMO 4×4. Это означает, что полоса системы будет составлять $W=4 \times W=80$ МГц.

Таблица 5 -Исходные данные

Обозначения	Значения
$W, \text{МГц}$,	80
$\eta 1(u)$	5
$\eta 2(u)$	0.5

Скорость передачи для пользователей в центре соты

$$R1(u) = \frac{4}{7} 80 \log_2(1 + 5) = 118.17 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}},$$

а скорость передачи для пользователей на границе соты

$$R2(u) = \frac{3}{7} 80 \log_2(1 + 0.5) = 20.056 \frac{\text{Мбит}}{\text{с}}.$$

Вывод. Прделав расчеты, можно сделать вывод, что технология ММО увеличивает полосу системы, повышает скорость передачи данных, количество абонентов и качество связи как в центре соты, так и на краю. Применение технологии ММО в различных сетях достаточно эффективно. При этом улучшаются основные технические параметры системы связи: спектральная эффективность, максимальная скорость передачи, пропускная способность полосы, увеличение количества абонентов, повышение помехоустойчивости сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Y.Okumura et al. Field Strength and Its Variability in VHF and UHF Land-Mobile Radio Service// Review of the Electr. Commun. Lab. 1968. v.16. №9-10. p. 825-873...
2. Широков В. Методология создания сетей класса WiMAX. Части 1, 2 // Технологии и средства связи. 2010. № 1 и 2.