

## Модель расчета параметров сети McWill

Для расчетов применяется модель Окамура-Хата, так как данная модель применяется для расчетов подвижной связи при следующих ограничениях:

- частота сигнала  $f = 100 \dots 1500$  МГц;
- дальность связи  $R = 1 \dots 100$  км;
- высота подвеса антенны базовой станции  $h_{БС} = 30 \dots 200$  м;
- высота подъёма антенны абонентской станции  $h_{АС} = 1 \dots 10$  м.

Ко всему прочему в этой модели применяется удобная классификация типов местности:

- крупные города – наличие учреждений и индустриальных предприятий, большое число высотных построек и небоскребов, движение транспорта оживленное в любое время суток;
- небольшие и средние города – плотно населённая зона с большим числом учреждений, имеются отдельные высотные здания, дорожное движение в зависимости от времени суток может быть интенсивным;
- пригород – строения преимущественно дачного типа и подсобные сооружения (склады, хранилища, небольшие магазины), умеренное дорожное движение;
- сельская (открытая) местность – небольшие далеко отстоящие группы строений, невозделанная или частично обработанная земля.

$$L = 69,55 + 26,16 \lg f - 13,82 \lg h_{БС} - a(h_{АС}) + (44,9 - 6,55 \lg h_{БС}) \lg R,$$

- $f$  – рабочая частота, МГц;
- $h_{БС}$  – высота подъема антенны базовой станции, м;
- $h_{АС}$  – высота подъема антенны АС, м;
- $R$  – дальность связи, км;
- $a(h_{АС})$  – поправочный коэффициент, используемый при высоте антенны абонентской станции, отличной от эталонной, равной 1,5 м.

Выражения для  $a(h_{АС})$  получаются различными для крупных и средних городов, а также в случае крупных городов для разных частотных диапазонов:

для города средних размеров:

$$a(h_{АС}) = (1,1\lg f - 0,7) * h_{АС} - (1,56\lg f - 0,8); \quad (4.2)$$

$$\text{для крупного города: } a(h_{АС}) = 3,2(\lg 11,75h_{АС})^2 - 4,97. \quad (4.3)$$

Потери при распространении в пригороде, дБ,

$$L_s = L - 2\lg(f/28)^2 - 5,4, \quad (4.4)$$

на открытой (сельской) местности

$$L_0 = L - 4,78(\lg f)^2 + 18,33\lg f - 40,94, \quad (4.5)$$

где  $L$  — потери распространения в городских районах (4.1). Размеры зоны покрытия базовой станции будут определяться дальностью связи между базовой станцией и абонентской станцией, которая получается путем решения первого уравнения связи:

$$P_{ПС} = P_{Изл} - L(R, h_{БС}, h_{АС}) - V_T - V_Э, \quad (4.6)$$

- $P_{ПС}$  – уровень мощности ПС на входе приемной антенны, дБ/мВт;
- $P_{Изл}$  – уровень эффективной изотропно излучаемой мощности передатчика, дБ/мВт;

- $L(R, h_{BC}, h_{AC})$  – затухание сигнала при распространении, дБ, определяемое по формулам (4.1) – (4.6);
- $V_T$  – дополнительные потери сигнала, дБ, при работе с портативной абонентской станцией,  $V_T = 3$  дБ;
- $V_{\text{Э}}$  – дополнительные потери сигнала, дБ, при работе с портативной абонентской станцией в здании или автомобиле (для автомобиля  $V_{\text{Э}} = 8$  дБ, для здания  $V_{\text{Э}} = 15$  дБ).

Уровень эффективной изотропно излучаемой мощности передатчика

$$P_{\text{изл}} = P_{\text{прд}} - V_{\text{ф прд}} - V_{\text{в прд}} - V_{\text{к}} + G_{\text{прд}}, \quad (4.27)$$

- $P_{\text{прд}} = 10 \lg P'_{\text{прд}} + 30$  — уровень мощности передатчика, дБ/мВт;
- $P'_{\text{прд}}$  – мощность передатчика, Вт;
- $V_{\text{ф прд}} = \alpha_{\text{прд}} l_{\text{ф прд}}$  – потери в фидере антенны передатчика, дБ;
- $\alpha_{\text{прд}}$  – погонное затухание в фидере антенны передатчика, дБ/м;
- $l_{\text{ф прд}}$  – длина фидера антенны передатчика, м;
- $V_{\text{д прд}}$  – потери в дуплексере на передачу, дБ;
- $V_{\text{к}}$  – потери в комбайнере (устройстве сложения), дБ;
- $G_{\text{прд}}$  – коэффициент усиления антенны передатчика в направлении связи, дБ.

Основным условием обеспечения связи будет необходимость превышения уровня мощности ПС на входе приемной антенны минимально необходимого уровня мощности  $P_{\text{ПС мин}}$ , дБм, определяемого техническими характеристиками приемника:

$$P_{\text{ПС мин}} = P_{\text{прм}} + V_{\text{ф прм}} + V_{\text{д прм}} - K_{\text{мшУ}} - G_{\text{прм}}, \quad (4.28)$$

- $P_{\text{прм}} = 20 \lg P'_{\text{прм}} - 10 \lg R_{\text{прм}} - 90$  – чувствительность приемника, дБ/мВт;

- $P'_{\text{ПРМ}}$  – чувствительность приемника, мкВ (в случае, если чувствительность приемника задается в дБм, то в качестве  $P_{\text{ПРМ}}$  используется именно это значение);
- $R_{\text{ПРМ}}$  – входное сопротивление приемника, Ом;
- $V_{\text{Ф ПРМ}} = \alpha_{\text{ПРМ}} l_{\text{Ф ПРМ}}$  – потери в фидере антенны приемника, дБ;
- $\alpha_{\text{ПРМ}}$  – погонное затухание в фидере антенны приемника, дБ/м;
- $l_{\text{Ф ПРМ}}$  – длина фидера антенны приемника, м;
- $V_{\text{д ПРМ}}$  – потери в дуплексном фильтре на прием, дБ;
- $K_{\text{МШУ}}$  – коэффициент усиления антенного тракта приема (МШУ), дБ;
- $G_{\text{ПРМ}}$  – коэффициент усиления антенны приемника в направлении связи, дБ.

В системах подвижной связи уровень мощности сигнала на входе приемной антенны является случайной величиной, которая хорошо описывается логнормальным законом распределения. Для повышения вероятности обеспечения связи требуемого качества необходим дополнительный запас уровня мощности сигнала на входе приемной антенны РПС доп.

Этот запас определяется статистическими параметрами сигнала на трассах подвижной связи, а именно стандартными отклонениями сигнала по месту ( $\sigma_d$ , дБ) и по времени ( $\sigma_t$ , дБ). При этом многочисленные экспериментальные исследования показали, что значение  $\sigma_d$  зависит в основном от степени неровности местности и диапазона частот, а  $\sigma_t$  — от дальности связи. При распространении сигнала над холмистой поверхностью потери распространения увеличиваются по сравнению со случаем среднепересеченной местности.

Для оценки степени неровности местности используют параметр  $\Delta h$ , м, который может быть определен по рисунку 4.4 как разность между высотами  $h(90\%)$  и  $h(10\%)$  местности на трассе, превышаемые в 90% и 10% точек профиля соответственно. Параметр  $\Delta h$  позволяет ввести условную классификацию типов местности (табл. 4.1).

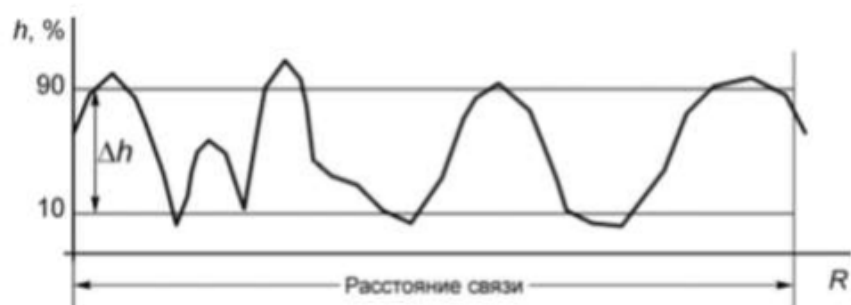


Рисунок 4.1 – Определение холмистости местности  $\Delta h$

Таблица 4.1 Характеристика типов местности

Тип местности	Значение параметра $\Delta h$ , м
Равнинная или водная поверхность	0...25
Равнинно – холмистая (среднепересеченная)	25...75
Холмистая (сильнопересеченная)	75...150
Гористая	150...400
Очень высокие горы, не менее	400

Для расстояний свыше 10 км стандартное отклонение, дБ, для диапазона частот 300...3000 МГц можно определить по формуле:

$$\sigma_d = 9,5 \lg(\Delta h/50) + 9$$

На расстояниях меньше 10 км стандартное отклонение зависит от дальности связи  $R$  км используется формула:

$$\sigma_t = 4,1 \lg(R) + 5$$

### Характеристики базовой станции:

Название параметра	Обозначение	Значение
Мощность трансляции	$P_{BC\ NG}$	34 дБм
Ширина полосы излучения NG-1	$\Delta F_{BC\ NG}$	5,0 МГц
Мощность трансляции в полосе 100 кГц	$\rho_{BC\ NG}$	17 дБм
Коэффициент усиления антенны BC NG-1	$K_{BC\ NG}$	18 дБи
Потери в фидере приемного тракта BC NG-1	$\gamma_{BC\ NG\ Rx}$	2,5 дБ
Потери в фидере тракта передачи BC NG-1	$\gamma_{BC\ NG\ Tr}$	2,5 дБ
Подавление в полосовом фильтре приемного тракта на краю диапазона	$\gamma_{BC\ NG\ Rx\ BF}$	1,7 дБ
Уровень продуктов интермодуляции плюс внеполосного излучения после цифровой фильтрации, при отстройке 2,5 МГц	$\gamma_{InterMod\ BC\ NG}$	39 дБ
Подавление в аналоговом полосовом фильтре при отстройке 2,5 МГц	$\gamma_{ABF\ BC\ NG}$	24 дБ
Уровень подавления антенны в направлениях близких к 90° или -90° в вертикальной плоскости	$\gamma_{BC\ NG\ vert}$	16 дБ
Дополнительное подавление помех в приемнике за счет режима Transmit Diversity	$\xi_{TD}$ (в линиях Up режим Transmit Diversity применяется всегда)	3 дБ
Уровень подавления направленной помехи в адаптивной антенной системе	$\gamma_{BC\ NG\ AAR}$	22 дБ