

ДИФРАКЦІЙНІ ВТРАТИ ПОТУЖНОСТІ РАДІОСИГНАЛІВ СИСТЕМ СТАНДАРТУ DECT

Дереза Є. І., група ТКС – 00а

Керівник: доц. Дегтяренко І. В.

Основними причинами втрат напруженості поля радіосигналів сантиметрового діапазону у місці прийому є: рельєф місцевості, зони неоднорідності та характер поверхні, що підстилає трасу радіозв'язку. Оскільки антени радіостанцій перебувають у безпосередній близькості від землі, то на трасах радіозв'язку з'являються великомасштабні об'єкти, які екранують прийомні антени від передавальних. Чим більше пересіченість місцевості, тим більший вплив вона робить на умови прямої видимості станцій. Ослаблення поля сигналу при цьому залежить не тільки від величини просвіту траси радіозв'язку, але й від відстані до об'єкта, що екранує (рис. 1, а).

Параметри траси радіозв'язку H_0 , r_a , r_b , а також довжина хвилі λ визначають значення узагальненого параметра втрат d :

$$d = H_0 \sqrt{\frac{2(r_a + r_b)}{r_a r_b \lambda}}. \quad (1)$$

Узагальнений параметр d визначає розміри тої частини простору між радіостанціями А і В, у якій поширюється основна частка енергії електромагнітного поля. Якщо величина екрана не буде перевищувати радіус R першої зони Френеля (рис. 1, б), то напруженість поля сигналу в місці прийому буде практично відповідати напруженості поля при відкритій трасі. Якщо ж величина екрана буде більше радіуса першої зони Френеля, то, незважаючи на формально закриту трасу, ослаблення напруженості поля сигналу буде визначатися залежно від дифракційного параметра d .

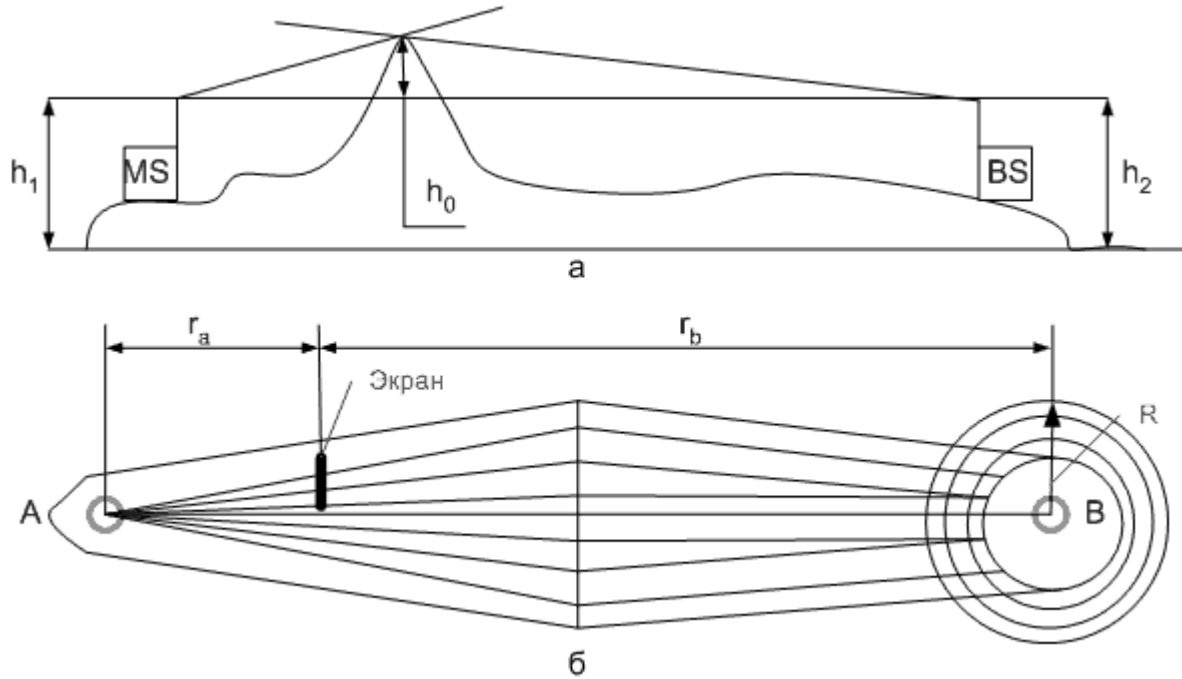


Рисунок 1 - Екранування MS на трасі радіозв'язку

При розрахунку нерухомих (стаціонарних) ліній УКВ радіозв'язку дифракційне ослаблення напруженості поля сигналу зручно враховувати за допомогою коефіцієнта дифракційних втрат $\xi_{\text{дп}}$, який визначається графічним шляхом.

У мобільних системах зв'язку в процесі руху мобільного терміналу параметри трас радіозв'язку H_0 , r_a , r_b постійно змінюються. Графічний спосіб оцінки коефіцієнта $\xi_{\text{дп}}$ виявляється непридатний. Для рухливої системи коефіцієнт дифракційних втрат оцінюється експонентною залежністю:

$$\xi_{\text{дп}} = e^{-\beta_{\text{дп}} n} \quad (2)$$

де $\beta_{\text{дп}} = z r_3$ – показник дифракційних втрат;

$z = \frac{2\pi f}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_y}{2}} \sqrt{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \delta} - 1}$ - постійна загасання екрана;

ϵ_3 – діелектрична проникність екрана;

r_3 – довжина екрана;

f - частота випромінювання;

c - швидкість світла.

Показник дифракційних втрат $\beta_{\text{дп}}$ у різнорідній трасі формується шляхом її розподілу на безліч ділянок Δr_i , у межах кожної з яких умови екранування можуть уважатися постійними. У цьому випадку вираження показника дифракційних втрат $\beta_{\text{дп}}$, записується у вигляді:

$$\beta_{\text{дп}} = \sum_{i=1}^n z_i \Delta r_i, \quad (3)$$

де z_i – постійна загасання i -ої ділянки траси;

Δr_i - довжина i -ої ділянки траси;

n - кількість дифракційних ділянок траси.

З урахуванням коефіцієнта дифракційних втрат $\xi_{\text{дп}}$ амплітудне значення напруженості поля сигналу в місці прийому прийме вигляд:

$$E_m = \frac{\sqrt{60 P_{\Sigma} D_{\text{нр}\delta}}}{r} \xi_{\text{зн}} \xi_z \xi_{\text{дп}} F(\varphi, \theta) \quad (4)$$

Потужність сигналу на вході радіоприймача $P_{\text{нр}}$ при максимальній спрямованості передавальної антени $F(\varphi, \theta) = 1$, що виражається через ефективну площу прийомної антени $A_{\text{эф}} = D_{\text{нр}} \lambda^{2/4} \pi$ і потужність сигналу в місці прийому, віддаленому на відстань r від передавальної антени $P_c = P_{\Sigma} D_{\text{нр}\delta} / 4\pi r^2$, визначається як:

$$P_{\text{нр}} = A_{\text{эф}} P_c = \frac{P_{\Sigma} D_{\text{нр}\delta} D_{\text{нр}} \lambda^2}{(4\pi r)^2} \xi_{\text{зн}} \xi_z \xi_{\text{дп}}. \quad (5)$$

Проаналізуємо величину потужності радіосигналу у функції від відстані на вході типового переносного терміналу DECT. Як відомо, середня вихідна потужність передавального пристрою дорівнює 10 мВт, що в 100 разів менше, ніж, наприклад, у терміналу стандарту GSM. Зменшення вихідної потужності спричиняє різке скорочення радіуса зони обслуговування базової станції. З огляду на цей фактор, в (5) можна зневажити коефіцієнтом втрат у зоні неоднорідності $\xi_{\text{зн}}$.

Оскільки для хвиль довжиною 16 см тангенс кута втрат у ґрунті $\text{tg}\delta < 1$, то частина енергії електромагнітного поля сигналу під кутом переломлення

поширюється вглиб землі й поглинається у вигляді теплових втрат на рух молекул. Для низькопіднятих антен коефіцієнт теплових втрат у землі ξ_3 на відстані близько 300м дорівнює 0,006 (22дБ).

Для розрахунку коефіцієнта дифракційних втрат $\xi_{дп}$ різнорідна траса була розбита на три частини, у кожній з яких у ролі екрана виступали стіни споруджень із різних матеріалів. У першому випадку матеріалом екрана служив бетон, у другому – скло, у третьому – цегельна кладка. При послідовній підстановці відповідних даних в (3, 2) одержуємо $\xi_{дп}$ рівний 0,0009 (30 дБ).

Підставляючи обчислені коефіцієнти загасання в (5), одержимо потужність сигналу на вході переносної трубки, що, віддалена від антени передавача на 300м, рівну -69 дБм. Оскільки типова чутливість приймача стандарту DECT дорівнює -86 дБм, то розрахункова потужність сигналу є прийнятною.

У стаціонарних блоках радіодоступу стандарту DECT вихідна потужність передавального пристрою досягає 250 мВт. При використанні вузьконаправлених антен з коефіцієнтом підсилення не менш 15 дБ і виконанні умов прямої видимості, дальність зв'язку може досягати 5 км. При цьому, потужність сигналу на вході приймача складе біля -77 дБм.

Перелік посилань

1. Фирсова Т.В. Абонентский радиодоступ на базе технологии DECT – СПб: Питер, 2003. – 212 с.
2. Дингес С. Мобильная связь: технология DECT – СОЛОН-Пресс, 2002.- 156 с.
3. Мухин А.М., Чайников Л.С. Энциклопедия мобильной связи. Системы связи подвижной службы общего пользования. – СПб.: Наука и техника, 2001. – 20 с.
4. Под ред. Джейкса У.К. Связь с подвижными объектами в диапазоне СВЧ. – М.: Связь, 1976. – 72 с.