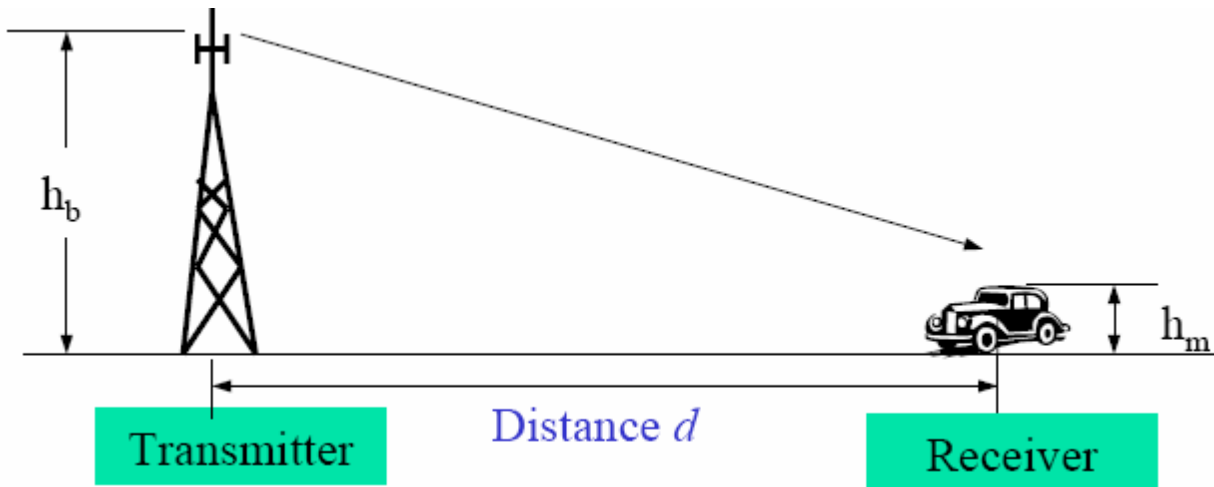


Propagacja fal w próżni:



h_b – wysokość anteny w stacji bazowej (BS)

h_m – wysokość anteny w stacji mobilnej (MS)

d – odległość między antenami stacji bazowej i mobilnej

Moc sygnału odbieranego przez MS odległej o d od BS:
$$P_r = \frac{G_r G_t P_t}{\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2},$$

gdzie: G_r – zysk anteny odbierającej (z MS),

G_t – zysk anteny transmitującej (z BS),

P_t – moc transmitowana przez antenę BS (jednostka: W),

λ – długość fali elektromagnetycznej (jednostka: m).

Zysk anteny: $G = \eta \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$, w przypadku **anteny kołowej zysk** wynosi: $G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2$,

gdzie: η – współczynnik efektywności (zależy od rozkładu pola elektrycznego, strat, itp., zwykle 0.55),

A_e – efektywny obszar pokryty przez nadawcę (antenę BS),

D – średnica anteny (jednostka: m),

λ – długość fali (jednostka: m),

f – częstotliwość (jednostka: GHz).

Zysk anteny w dB: $G = 20 \log_{10} \eta + 20 \log_{10} D + 20 \log_{10} f + 20,4$

Strata sygnału w próżni:
$$L_f = \frac{P_t}{P_r} = \frac{1}{G_r G_t} \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2,$$

jeśli $G_r = G_t = 1$, zatem:
$$L_f = \left(\frac{4\pi f_c d}{\lambda}\right)^2,$$

gdzie: f_c – jest częstotliwością nośną (jednostka: GHz),

c – prędkość światła ($=2.998 \times 10^8$ m/s).

L_f (dB) = $32,45 + 20 \log_{10} f_c$ (MHz) + $20 \log_{10} d$ (km) – strata sygnału w modelu próżni

Naziemna propagacja fal:

Moc sygnału odbieranego przez MS: $P_r = \frac{G_r G_t P_t}{L}$,

gdzie: strata L propagacji w kanale wznosi: $L=L_P \cdot L_S \cdot L_F$,

L_P – strata drogi,

L_S – powolne tłumienie,

L_F – szybkie tłumienie.

Współczynnik przekraczania progu (level crossing rate): $N(R_s) = \frac{\sqrt{\pi}}{\sigma} R_s f_m e^{-\frac{R_s^2}{2\sigma^2}}$

gdzie: $f_m = \frac{v}{\lambda}$ – maksymalna częstotliwość Dopplera,

v – prędkość obiektu,

λ – długość fali,

$\rho = \frac{R_s}{\sqrt{2}\sigma}$ – stosunek pomiędzy określonym progiem (R_s) a średnią kwadratową

amplitudy tłumienia sygnału w określonym obszarze ($\sqrt{2}\sigma$),

Współczynnik tłumienia sygnału: $N(r_m) = \frac{2v}{\lambda}$

Czas trwania tłumienia: $\tau(R_s) = \frac{e^{\rho^2}}{\sqrt{2\pi} f_m \rho}$

Efekt Dopplera:

$$f_r = f_c - f_d$$

gdzie: f_r – częstotliwość sygnału docierającego do odbiornika

f_c – częstotliwość wysyłanego sygnału

f_d – częstotliwość Dopplera (lub przesunięcie Dopplera)

$f_d = \frac{v}{\lambda} \cos \theta$ – częstotliwość Dopplera,

gdzie: v – prędkość obiektu,

λ – długość fali (długość fali w metrach = 300/częstotliwość w MHz),

θ – kąt między wektorem kierunku sygnału nadawcy a wektorem kierunku poruszania się odbiorcy sygnału.

Zadanie 1.

Bezprzewodowy odbiornik o średnicy 250cm odbiera sygnał z częstotliwością 20GHz, z nadajnika o mocy 30mW i zysku anteny transmitującej 30dB. Policzyć: zysk anteny odbiornika oraz moc odbiornika jeśli jest on oddalony od nadajnika o 5km.

Zadanie 2.

W modelu próżni, antena transmituje sygnał o mocy 5W i częstotliwości 900MHz. Oblicz moc sygnału odebranego przez odbiornik znajdujący się w odległości 2km.

Zadanie 3.

W sieci komórkowej sygnał dociera do odbiornika w różnym czasie z powodu odbicia, rozproszenia i załamania. Wyjaśnij w jaki sposób można rozróżnić i przetwarzać przychodzące sygnały. Oblicz współczynnik przekraczania progu zakładając, że wartość progu wynosi 1, a średnia kwadratowa amplitudy wynosi 1,02. Odbiornik porusza się z prędkością 20km/h, częstotliwość sygnału wynosi 800MHz.

Zadanie 4.

Dla danych z zadania 3 oblicz współczynnik tłumienia sygnału.

Zadanie 5.

Moc transmisji w modelu wolnej przestrzeni wynosi 40W, odległość pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem wynosi 1km, częstotliwość 900MHz, a zysk obu anten 1 dB. Oblicz: moc odebranego sygnału wartość średnią straty sygnału w jednostce dB.

Zadanie 6.

Nadawany jest sygnał o częstotliwości 5MHz, ρ wynosi 0,1. Oblicz czas trwania tłumienia sygnału.

Zadanie 7.

Jaka jest różnica propagacji sygnału w przestrzeni bez przeszkód oraz pomiędzy przeszkodami?

Zadanie 8.

Jaka jest różnica pomiędzy szybkim i wolnym tłumieniem sygnału (*fast and slow fading*)?

Zadanie 9.

Odbiornik nie znajduje się w polu widzenia stacji bazowej. Wyjaśnij, dlaczego mimo to odbiera sygnał.

Zadanie 10.

Antena transmituje sygnał o częstotliwości 900MHz. Odbiornik porusza się z prędkością 40km/h. Oblicz częstotliwość (przesunięcie) Dopplera.

Zadanie 11.

Stacja bazowa wysyła sygnał o częstotliwości 900MHz a odbiornik porusza się z prędkością 50km/h. Oblicz częstotliwość odbieranego sygnału jeśli:

- odbiornik porusza się w kierunku stacji bazowej,
- odbiornik porusza się w kierunku przeciwnym do położenia stacji bazowej,
- odbiornik porusza się pod kątem 60° do kierunku, z którego odbierane są fale.