

Uwzględniając, że przy $\gamma_0 = 0$

$$\frac{dn}{dH} = -\frac{1}{\varrho}$$

otrzymujemy

$$\frac{1}{a_z} = \frac{1}{a} - \frac{1}{\varrho} \quad (13-25)$$

Dla refrakcji normalnej wartość zastępczego promienia ziemi

$$a_z = \frac{4}{3}a = 8500 \text{ km} \quad (13-26)$$

Wprowadzając zastępczy promień ziemi do wzoru (12-71) wyznaczamy granice bezpośredniej widoczności anten

$$R_0 = \sqrt{2a_z} (\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}) \quad (13-27)$$

13.5. KLASYFIKACJA ROZMAITYCH STOPNI NASILENIA REFRAKCJI TROPOSFERYCZNEJ

Omawiając wyżej wpływ refrakcji na rozchodzenie się fal radiowych, traktowaliśmy o przeciętnym, najczęściej spotykanym stanie troposfery — troposferze standardowej. Pod wpływem określonych czynników meteorologicznych może się jednak wytworzyć w troposferze rozkład współczynnika załamania różniący się istotnie od rozkładu w warunkach normalnych. W związku z tym fale radiowe rozchodzące się w troposferze mogą ulegać refrakcji o różnym stopniu nasilenia. Spotykane intensywności refrakcji dzielimy na trzy grupy: *refrakcję ujemną*, *brak refrakcji* i *refrakcję dodatnią*. W nieobecności refrakcji ($dN/dH = 0$) fale radiowe rozchodzą się w troposferze wzdłuż linii prostych. Przy refrakcji ujemnej ($dN/dH > 0$) trajektorie fal są skierowane wypukłością w dół, fale radiowe oddalają się od powierzchni ziemi. Przy refrakcji dodatniej ($dN/dH < 0$) trajektorie fal są zwrócone wypukłością w górę. Szczególnym przypadkiem refrakcji dodatniej jest refrakcja normalna.








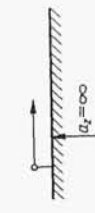
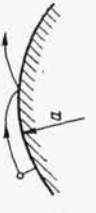

Refrakcję dodatnią dzielimy z kolei na 1) słabą, 2) normalną, 3) silną, 4) krytyczną i 5) superrefrakcję.

Dla wyjaśnienia wyprowadzonej klasyfikacji zajmiemy się dokładniej *refrakcją krytyczną*, która ma miejsce wówczas, gdy promień krzywizny trajektorii fali jest równy promieniowi ziemi. Podstawiając do wzoru (13-19) $\varrho = a = 6,37 \cdot 10^6$ m, otrzymujemy

$$\frac{dN}{dH} = -\frac{10^6}{6,37 \cdot 10^6} = -0,157$$

W warunkach refrakcji krytycznej trajektoria fali wypromieniowanej pod kątem $\gamma_0 = 0$ przebiega na stałej wysokości nad powierzchnią ziemi.

Tablica 13-1
Klasyfikacja różnych rodzajów refrakcji troposferycznej

| Rodzaj refrakcji | Pionowy gradient wskaźnika refrakcji dN/dH [1/m] | Promień krzywizny trajektorii fali ρ [km] | Zastępczy promień ziemi a_z [km] | Trajektoria rzeczywista | Trajektoria zastępcza |
|--|--|--|---|---|---|
| Ujemna | > 0 | < 0 | < 6370 |  |  |
| Brak refrakcji | 0 | ∞ | 6370 |  |  |
| Dodatnia słaba normalna silna | 0...-0,04 -0,04 -0,04...-0,157 | ∞ ...25000 25000 25000...6370 | 6370...8500 8500 8500... ∞ |  |  |
| Krytyczna | -0,157 | 6370 | ∞ |  |  |
| Superrefrakcja | $< -0,157$ | < 6370 | < 0 |  |  |

W warunkach *superrefrakcji* trajektorie fal radiowych są nadal zwrócone wypukłością do góry, jednakże ich promień krzywizny jest mniejszy od promienia ziemi, w wyniku czego promienie wychodzące pod niewielkimi kątami wzniesienia ulegają w troposferze całkowitemu wewnętrznemu odbiciu i w pewnej odległości od nadajnika powracają na powierzchnię ziemi.

Słaba refrakcja zachodzi w warunkach pośrednich między brakiem refrakcji a refrakcją normalną. *Silna refrakcja* zachodzi w warunkach pośrednich między refrakcją normalną a krytyczną.

W tablicy 13-1 podano wartości gradientu wskaźnika refrakcji, promienia krzywizny trajektorii fali oraz zastępczego promienia ziemi dla wymienionych rodzajów refrakcji troposferycznej. Przedstawiono również rzeczywiste trajektorie fal radiowych rozchodzących się nad powierzchnią ziemi oraz trajektorie równoważne nad ziemią o zastępczym promieniu. Przy refrakcji ujemnej zastępczy promień ziemi jest mniejszy od promienia rzeczywistego. Przy refrakcji krytycznej promień równoważny staje się nieskończenie wielki, natomiast przy superfrakcji — przyjmuje wartość ujemną. W tym ostatnim przypadku zastępcza ziemia staje się wklęsła, tak że prostoliniowy promień odbijając się wielokrotnie od wklęsłej powierzchni może dotrzeć do odległych punktów.

13.6. ROZPRASZANIE FAL RADIOWYCH W TROPOSFERZE

Wiele znanych od dawna faktów, takich jak migotanie gwiazd, drganie przedmiotów oglądanych przez przylegającą do nagrzonej powierzchni ziemi warstwę powietrza, kłębianie się dymu nad wysokimi kominami fabrycznymi, a także późniejsze obserwacje śladów kondensacji spalin pozostawionych przez wysoko lecące samoloty, wskazują na istnienie w troposferze chaotycznych turbulencyjnych ruchów mas powietrza. Ruchy te mają wpływ na lokalną wartość współczynnika załamania, tak że wykres zależności wskaźnika refrakcji od wysokości (tzw. *profil wskaźnika refrakcji*) wykazuje charakterystyczne „zębki” (rys. 13-2).

Fluktuacje współczynnika załamania są powodem rozpraszania fal radiowych w troposferze, dzięki czemu istnieje możliwość zrealizowania dalekosiężnej łączności radiowej na falach ultrakrótkich [13, 31, 32].

Istnienie pola, powstałego wskutek rozpraszania w troposferze, daleko poza horyzontem można wyjaśnić w następujący sposób. Przypuśćmy, że anteny stacji nadawczej i odbiorczej są umieszczone w pobliżu powierzchni ziemi w punktach A i B (rys. 13-3). Oczywiście jest, że wszystkie punkty położone nad stycznymi AM i BN są jednocześnie widoczne z obu stacji. Oznaczmy przez V tę część troposfery, która jest widoczna jednocześnie z punktów A i B i która uczestniczy w procesie powstawania pola rozproszonego. Górna granica obszaru uczestniczącego w procesie powstawania pola rozproszonego jest określona przez właściwości kierunkowe użytych anten. Każdy element objętości wewnątrz obszaru V oświetlony przez antenę