

Tablica 11-1

Dekadowy podział widma częstotliwości radiowych na zakresy wg CCIR

Nr pasma	Nazwa zakresu	Długości fal	Częstotliwości
4	fale myriametrowe, VLF	100...10 km	3 30 kHz
5	fale kilometrowe, LF	10...1 km	30...300 kHz
6	fale hektometrowe, MF	1000...100 m	300...3000 kHz
7	fale dekametrowe, HF	100...10 m	3...30 MHz
8	fale metrowe, VHF	10...1 m	30...300 MHz
9	fale decymetrowe, UHF	100...10 cm	300...3000 MHz
10	fale centymetrowe, SHF	10...1 cm	3...30 GHz
11	fale milimetrowe, EHF	10...1 mm	30...300 GHz
12	fale decymilimetrowe	1...0,1 mm	300...3000 GHz

Tablica 11-2

Tradycyjny podział widma częstotliwości radiowych na zakresy

Nazwa zakresu	Długości fal	Częstotliwości
Fale bardzo długie	powyżej 20 km	poniżej 15 kHz
Fale długie	20...3 km	15...100 kHz
Fale średnie	3000...200 m	100...1500 kHz
Fale pośrednie	200...100 m	1,5...3 MHz
Fale krótkie	100...10 m	3...30 MHz
Fale ultrakrótkie	10...1 m	30...300 MHz
Mikrofale	poniżej 1 m	powyżej 300 MHz

11.2. KLASYFIKACJA SPOSOBÓW ROZCHODZENIA SIĘ FAŁ RADIOWYCH

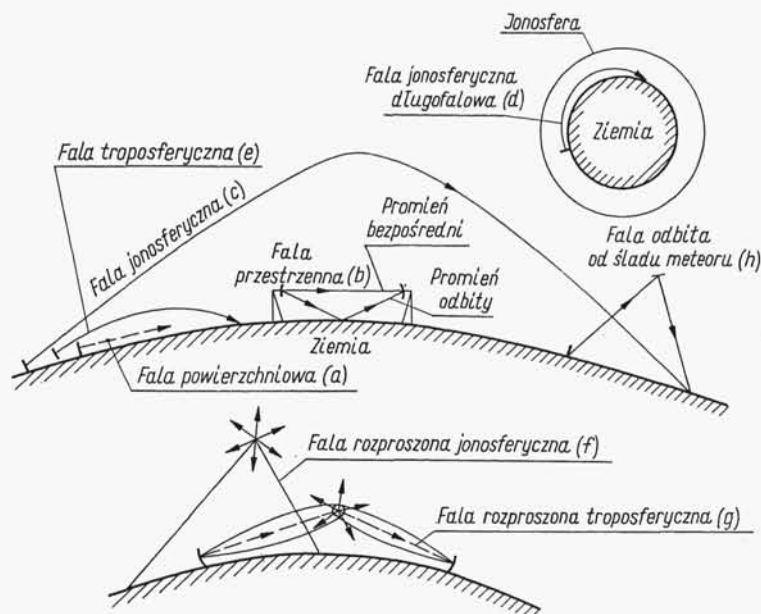
Fale radiowe można sklasyfikować biorąc pod uwagę charakter drogi, wzdłuż której docierają one z nadajnika do odbiornika. W zależności od położenia w przestrzeni dwóch punktów utrzymujących łączność między sobą możemy wyróżnić trzy zasadnicze przypadki:

- Ziemia — Ziemia, gdy oba punkty znajdują się na Ziemi,
- Ziemia — Kosmos, gdy jeden z punktów znajduje się na Ziemi, a drugi w przestrzeni kosmicznej,
- Kosmos — Kosmos, gdy oba punkty znajdują się w przestrzeni kosmicznej.

W pierwszym przypadku mamy do czynienia z rozchodzeniem się fal w otoczeniu Ziemi. Pozostałe dwa przypadki możemy w pierwszym przybliżeniu sprowadzić do propagacji fal w swobodnej przestrzeni. Trzeba jednak pamiętać, że fala wypromieniowana z Ziemi w przestrzeń kosmiczną przechodzi przez atmosferę ziemską, a nawet przestrzeń międzyplanetarna ma raczej charakter plazmy niż idealnej próżni.

Na rysunku 11-1 przedstawiono schematycznie różne sposoby rozchodzenia się fal radiowych w otoczeniu Ziemi, a na rys. 11-2 — klasyfikację tych fal.

Falę rozchodzącą się w bliskości powierzchni Ziemi nazywamy *falą przyziemną*. Fale przyziemne dzielimy na *fale powierzchniowe* i *przestrzenne*. Fala powierzchniowa



Rys. 11-1. Różne sposoby rozchodzenia się fal radiowych w otoczeniu ziemi



Rys. 11-2. Schemat klasyfikacji różnych sposobów rozchodzenia się fal radiowych w otoczeniu ziemi

jest promieniowana przez antenę nadawczą, umieszczoną bezpośrednio na powierzchni Ziemi, i rozchodzi się wzdłuż tej powierzchni (rys. 11-1a).

Fale przestrzenne (rys. 11-1b) występują głównie w zakresie fal ultrakrótkich, gdy anteny są umieszczone ponad powierzchnią Ziemi, co jest możliwe dzięki małym rozmiarom anten. Przy falach dłuższych fale przestrzenne występują przy połączeniach między Ziemią a samolotem.

Fala przestrzenna może mieć dwie składowe — *falę bezpośrednią* i *falę odbitą* od powierzchni Ziemi. Gdy anteny nadawcza i odbiorcza znajdują się na powierzchni Ziemi, wówczas obydwie składowe fali przestrzennej mają jednakowe amplitudy, lecz przeciwne fazy i znoszą się wzajemnie; fala powierzchniowa jest wtedy jedyną składową fali przyziemnej.

Falę jonosferyczną nazywamy falę, która dociera do odbiornika dzięki istnieniu jonosfery. Można tu rozróżnić dwa skrajne przypadki, uwidocznione na rys. 11-1c i d. Na rys. 11-1c promień padający na jonosferę ulega odbiciu i powraca na powierzchnię Ziemi. W taki sposób odbijają się od jonosfery fale krótkie i częściowo średnie, natomiast fale długie rozchodzą się w przestrzeni ograniczonej powierzchnią Ziemi i dolną granicą jonosfery w sposób przedstawiony na rys. 11-1d.

Falę troposferyczną nazywamy falę, która dociera do odbiornika dzięki refrakcji w troposferze.

Natężenie pola fali oraz jej faza i kierunek w miejscu odbioru są wynikiem nałożenia się promieni, które docierają do anteny odbiorczej różnymi drogami. Wypadkowe natężenie pola w miejscu odbioru zależy od amplitud, faz i polaryzacji promieni składowych. Może się na przykład zdarzyć, że do anteny odbiorczej docierają dwie fale o znacznych natężeniach pola, ale przesunięte w fazie o kąt bliski 180° , wobec czego wypadkowe natężenie pola jest bardzo małe. Może ono ponadto ulegać dużym zmianom w czasie, jeśli jedna ze składowych zmienia swą amplitudę, fazę lub polaryzację.

Zmienność natężenia pola w miejscu odbioru powoduje powstawanie zaników. *Zanikiem* nazywamy znaczne obniżenie poziomu sygnału w stosunku do poziomu średniego.

11.3. PROPAGACJA FAL RADIOWYCH W SWOBODNEJ PRZESTRZENI

Rozpatrzmy zachowanie się fal radiowych w fikcyjnym ośrodku zwanym swobodną przestrzenią. Umieścimy w tym ośrodku antenę izotropową, promieniującą energię równomiernie we wszystkich kierunkach. Ośrodek nie wprowadza żadnego tłumienia, wobec czego fale rozchodzą się promieniście, bez strat energii. Jeśli moc promieniowana przez antenę jest równa P , to gęstość mocy w odległości R od źródła wyraża się wzorem

$$S = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (11-1)$$

Z drugiej strony moduł uśrednionego wektora Poyntinga można wyrazić przez amplitudę natężenia pola elektrycznego rozchodzącej się fali

$$S = \frac{E^2}{2\zeta_0} = \frac{E^2}{240\pi} \quad (11-2)$$