

# Лекція 2.1. Властивості радіохвиль

---

1. **ВЛАСТИВОСТІ РАДІОХВИЛЬ**
2. **РОЗПОДІЛ СПЕКТРУ РАДІОХВИЛЬ**
3. **ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ РІЗНИХ ДІАПАЗОНІВ**

# 1. Властивості радіохвиль

---

**Розсіювання енергії.** Величина густини потоку енергії радіохвилі зі збільшенням відстані від антени зменшується пропорційно до квадрату відстані.

**Поглинання енергії.** Частина енергії радіохвиль губиться при утворенні струмів провідності у ґрунті і в інших металевих предметах, оскільки під дією змінного електричного і магнітного полів у провідниках з'являється електричний струм вихрового характеру, енергія якого частково перетворюється у тепло. Явище перетворення енергії радіохвиль в інші види енергії отримало назву поглинання енергії.

**Атмосферна рефракція.** Радіохвилі розповсюджуються у повітряному середовищі прямолінійно. Однак якщо шари атмосфери відрізняються один від одного густиною, будуть відрізнятися і їхні електричні характеристики, а саме діелектрична проникність. Радіохвилі будуть заломлюватись, тобто шлях їх розповсюдження викривляється.

Явище викривлення напрямку розповсюдження радіохвиль у неоднорідному середовищі отримало назву **атмосферної рефракції**.

Якщо діелектрична густина середовищ, в яких розповсюджуються хвилі, сильно відрізняється одна від одної (наприклад, «повітря-ґрунт», «повітря-вода»), радіохвилі будуть не тільки заломлюватись, але й відбиватись. При цьому, так як і в оптиці, кут падіння рівний куту відбиття.

***Дифракція радіохвиль.*** Радіохвилі можуть огинати різні перешкоди, що зустрічаються на шляху розповсюдження. Це явище отримало назву дифракції. Дифракція тим менша чим менша довжина хвилі. На ультракоротких хвилях явище дифракції майже не зустрічається.

***Інтерференція радіохвиль.*** У тому випадку коли хвилі від одного й того ж передавача, пройшовши різні шляхи, приходять у точку прийому, виникає явище інтерференції.

**Інтерференцією** називається явище, що виникає при накладенні двох чи декількох хвиль і означає стійке (у часі) взаємне підсилення в одних точках простору і послаблення в інших – залежно від співвідношення між фазами цих хвиль.

## 2. Розподіл спектру радіохвиль

Найменування діапазону (скорочене найменування)	Найменування діапазону хвиль	Довжина хвилі	Діапазон частот
Дуже низькі частоти (ДНЧ)	Міріаметрові	100–10 км	3–30 кГц
Низькі частоти (НЧ)	Кілометрові	10–1 км	30–300 кГц
Середні частоти (СЧ)	Гектометрові	1–0.1 км	300–3000 кГц
Високі частоти (ВЧ)	Декаметрові	100–10 м	3–30 МГц
Дуже високі частоти (ДВЧ)	Метрові	10–1 м	30–300 МГц
Ультра високі частоти (УВЧ)	Дециметрові	1–0.1 м	300–3000 МГц
Надвисокі частоти (НВЧ)	Сантиметрові	10–1 см	3–30 ГГц
Крайньо високі частоти (КВЧ)	Міліметрові	10–1 мм	30–300 ГГц
Гіпервисокі частоти (ГВЧ)	Дециміліметрові	1–0.1 мм	300–3000 ГГц

# розповсюдження радіохвиль різних діапазонів

---

**Тропосфера** – це нижній шар атмосфери, що простягається до висоти 8-17 км.

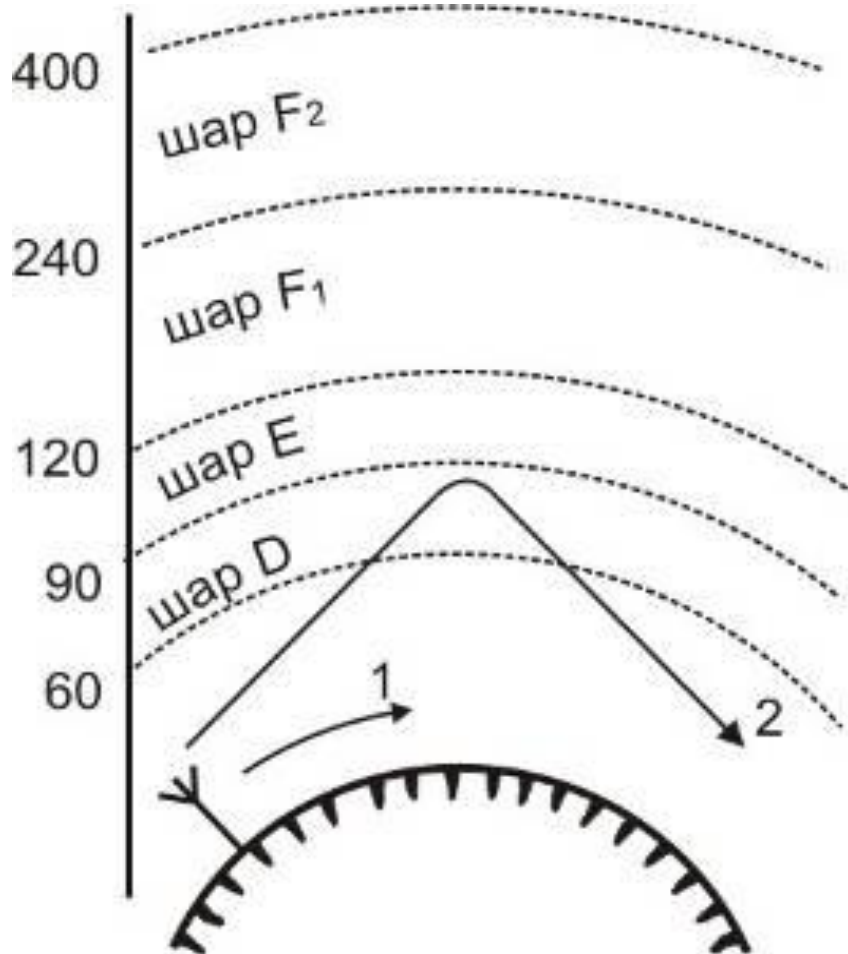
**Стратосфера** – частина атмосфери, що знаходиться між тропосферою і іоносферою на висоті 17-50 км.

**Іоносфера** – іонізована верхня область атмосфери, що починається з висоти приблизно 50 км над земною поверхнею і простягається до границі земної магнітосфери (близько 400 км).

Електромагнітні характеристики тропосфери і стратосфери залежать від пори року, доби, погодних умов і висоти. Обидві ці області є добрими діелектриками. Іоносфера має деяку провідність.

В іоносфері розрізняють чотири шари:  $D$ ,  $E$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  які, залежно від сонячної активності, розміщуються відповідно на висотах 60-90; 90-150; 160-220; 220-320

км



1 – земна хвиля; 2 – просторова хвиля

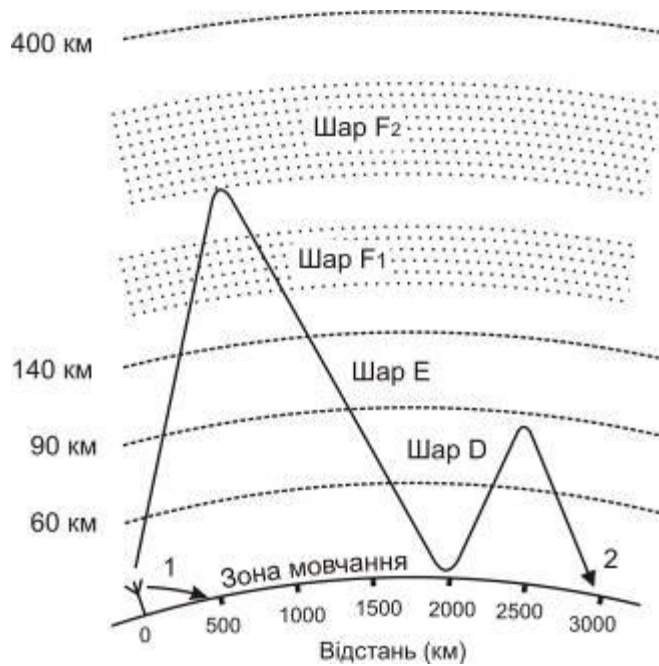
- **Земна хвиля** або «земний промінь» викликає у ґрунті появу вихрових струмів, енергія яких частково переходить у тепло, тому дальність зв'язку на цих хвилях незначна.
- **Іоносферна хвиля** також називається **просторовою** або «небесний промінь». Вона також втрачає частину своєї енергії на збільшення чи зменшення швидкості руху заряджених частинок іоносфери, однак ці енергетичні затрати значно менші ґрунтових, тому дальність дії радіостанцій, що використовують іоносферні хвилі, набагато більша

- **Довгі хвилі** поширюються переважно безпосередньо над земною поверхнею у вигляді поверхневих хвиль, а **короткі хвилі** — головним чином у верхніх шарах атмосфери у вигляді просторових хвиль
- Радіохвиля випромінена передавачем, може прийти у місце прийому кількома шляхами: вздовж поверхні землі, чи після відбиття від іоносфери.
- Найбільше вбирання довгих і середніх радіохвиль відбувається в нижній частині іоносфери, на висотах, менших від 100 км. Після заходу Сонця, коли нижні шари іоносфери зникають, вбирання радіохвиль різко зменшується, а разом з цим збільшуються дальність і гучність радіопередач на довгих і середніх хвилях.

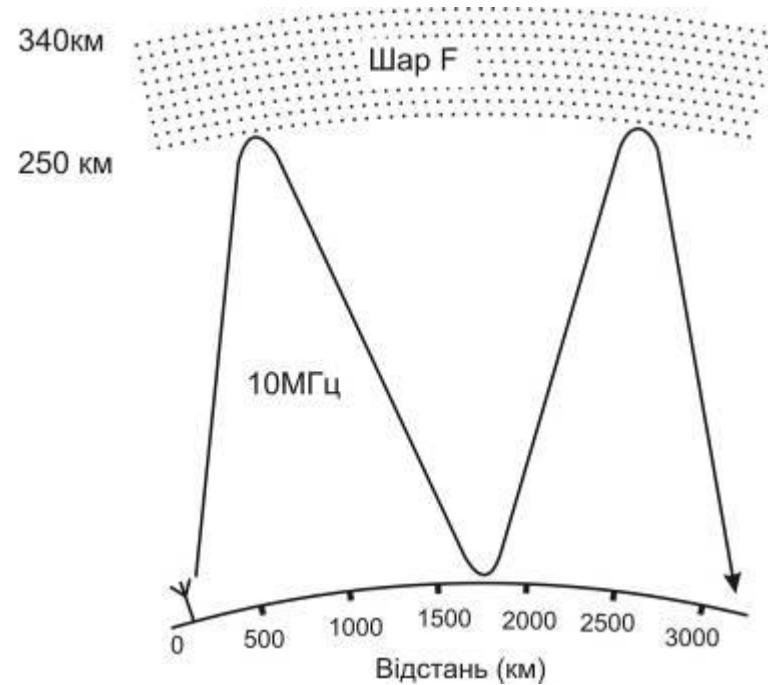


# Розповсюдження коротких хвиль

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ  
КОРОТКИХ ХВИЛЬ ВДЕНЬ



РОЗПОВСЮДЖЕННЯ  
КОРОТКИХ ХВИЛЬ ВНОЧІ



---

Зону, до якої поверхнева хвиля вже не доходить, а просторова хвиля ще не проникла, називають **зоною мовчання**, або **мертвою зоною**

Величина зон мовчання постійно змінюється, тому що умови розповсюдження радіохвиль залежать від інтенсивності іонізації відбиваючих шарів іоносфери, їх висоти над поверхнею землі і погодних умов місцевості, що постійно змінюються, і, в свою чергу, змінюють коефіцієнти заломлення, що приводить до викривлення шляху розповсюдження радіохвиль

# *Метрові хвилі*

---

При розповсюдженні земним променем дальність зв'язку практично визначається відстанню прямої видимості (якщо на шляху немає перешкод, розміри яких співвідносні з довжиною хвилі). При цьому затухання тим сильніше, чим вища робоча частота.

Просторовий промінь від іоносфери практично не відбивається (за виключенням випадків тропосферного та іоносферного розсіювання). Тому зв'язок у діапазоні метрових хвиль здійснюється головним чином земним променем.

Хвилі, випромнені під кутом до земної поверхні, йдуть у заатмосферний простір практично без зміни траєкторії. Ця властивість дозволила успішно застосувати мікрохвилі (діапазонів ДВЧ, УВЧ і НВЧ) для космічного зв'язку.

**До переваг діапазону метрових хвиль** можна віднести наступні:

- малі габарити антен; антени можна реалізувати з явно вираженим направленим випроміненням;
- умови розповсюдження не залежать від часу доби;
- обмежена дальність зв'язку дозволяє багатократно використовувати одні й ті самі частоти на ділянках поверхні, відстань між межами яких не менше суми дальності дії радіостанцій з однаковими частотами;
- менший рівень ненавмисних перешкод (природного та штучного походження);
- в 10 разів більша частотна ємність, ніж в діапазоні коротких хвиль.