

**Електродинаміка, пристрої НВЧ та антенна техніка**

# **Антенна техніка та її призначення**

# **Призначення антен**

**Антенa** - пристрій, призначений для  
**випромінювання** або **прийому**  
електромагнітних хвиль.

Тому і розрізняють *передавальні* та *приймальні*  
антени. *Приймальна та передавальна антени*  
*принципово взаємозамінні.*

Інші варіанти визначень терміну “антенa” (**antenna or aerial**):

**Webster’s Dictionary:** “a usually metallic device (as a rod  
or wire) for radiating or receiving radio waves.”

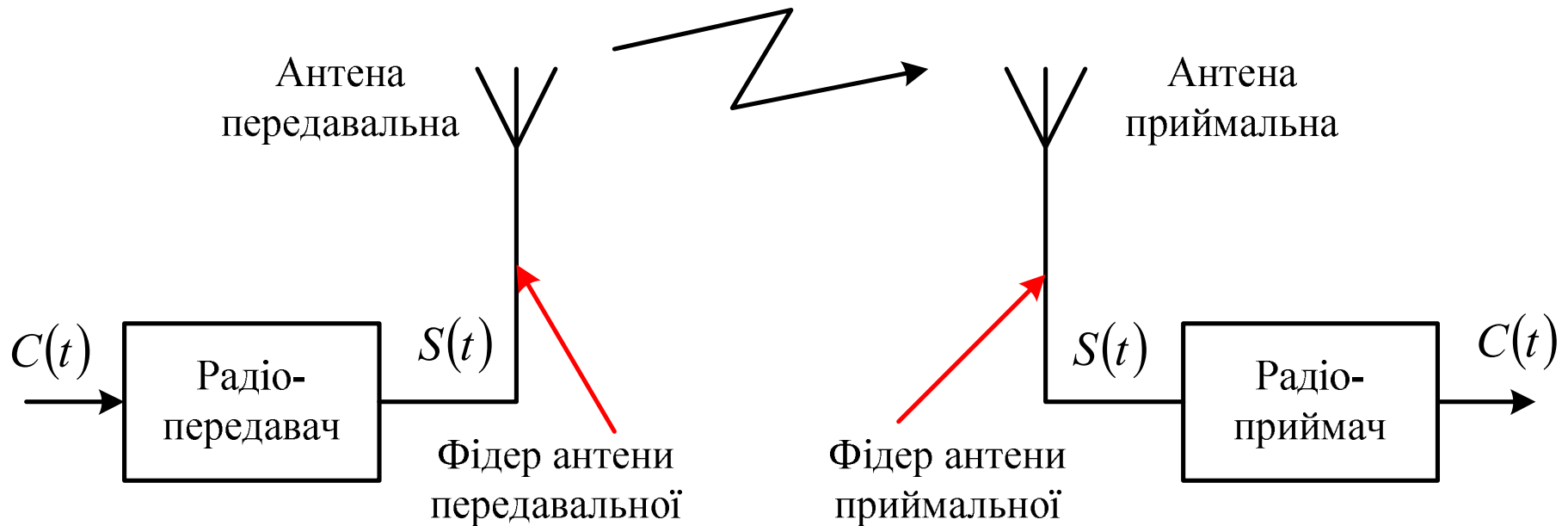
**IEEE Standard Definitions of Terms for Antennas (IEEE Std  
145–1983):** “a means for radiating or receiving radio waves.”

**Антенa** - пристрій, який перетворює енергію електромагнітних коливань (замкнених в електричних колах) в енергію електромагнітних хвиль (випромінених у простір) та навпаки.

Будь-яке порушення регулярності неекранованого електричного кола відносно зовнішнього простору (згин, зміна перерізу, розрив тощо) призводить до випромінювання (поглинання) електромагнітних хвиль, проте **відчутний характер випромінювання набуває лише тоді, коли геометричні розміри нерегулярності стають зіставні з довжиною хвилі.**

**Випромінювання** у вільний простір обумовлене неекранованими коливаннями напруженості електричного та пов'язаного з ним магнітного поля, створених коливаннями електричних зарядів.

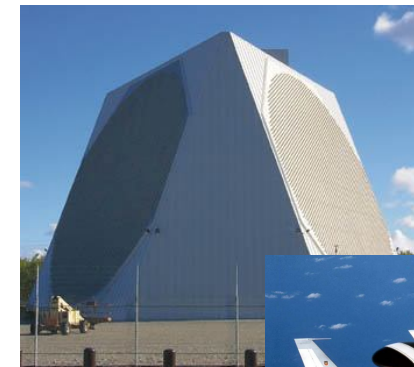
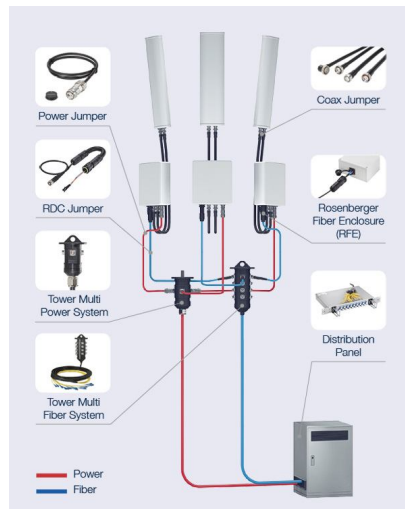
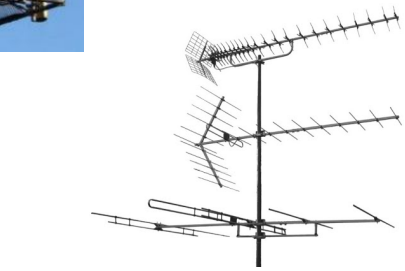
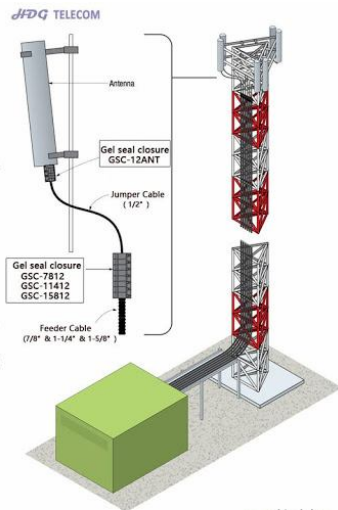
При поглинанні (**прийомі**) електромагнітних хвиль процеси мають зворотний характер.



$C(t)$  - вихідний сигнал;  $S(t)$  - радіосигнал.

Структурна схема лінії радіозв'язку

# Антенна є необхідною частиною будь-якої телекомунікаційної та радіотехнічної системи



Антенни з'єднують з радіопередавачем через лінії передачі (фідери), а в деяких випадках – безпосередньо.

# Приклади задач автомобільної техніки, при розв'язанні яких використовують антени



Сукупність антени та всіх ланок фідера – це **антенно-фідерний пристрій** (АФП) чи антенно-фідерний тракт (АФТ), а коли вони дуже складні за виконуваними функціями чи структурою, то їх називають **антенно-фідерними системами**.

Передавальна частина радіолінії складається з радіопередавача, передавального фідера та передавальної антени.

Передавач призначено для отримання радіосигналу у вигляді струму високої (несучої) частоти, модульованого керуючим сигналом. Цей радіосигнал потрапляє у фідер та поширюється у ньому у вигляді спрямовуваних електромагнітних хвиль. **Передавальна антена** перетворює їх у радіохвилі (вільні хвилі). Тобто випромінює у вільний простір.

На приймальному кінці радіолінії відбувається зворотний процес: радіохвилі потрапляють у зону дії приймальної антени, звідки прийняті радіосигнали передаються через приймальний фідер на вхід приймача, де вони спричиняють модульований струм, який не відрізняється за частотою і формою від струму на виході передавача. Приймач підсилює та демодулює (детектує) цей радіосигнал, в результаті чого виділяється керуючий сигнал, який і несе необхідну інформацію. **При цьому важливо уникнути спотворення інформації, яку передають.**

Антенa випромiнює електромагнiтнi хвилi, поширення яких пов'язане з перенесенням певної енергiї (потужностi), але для спрощення кажуть “антенa випромiнює енергiю” або “антенa випромiнює потужнiсть”.

### **Задачi антенних систем:**

- 1) випромiнювання та прийом електромагнiтної енергiї;
- 2) селекцiя напрямку приходу хвилi;
- 3) отримання зображення мiсцевостi i т.д.

Використання спрямованості антен дуже зручне для впевненого прийому має бути

$$S/N > 1$$

Для цього:

1) потрібно забезпечити досить велику напруженість поля у точці прийому

(типові способи реалізації:

а) збільшення вихідної потужності передавача

б) за рахунок спрямованості антени передавача, тобто концентрації випромінюваної потужності у певному напрямі)

2) використовувати спрямовані приймальні антени (антени з великим значенням КСД)

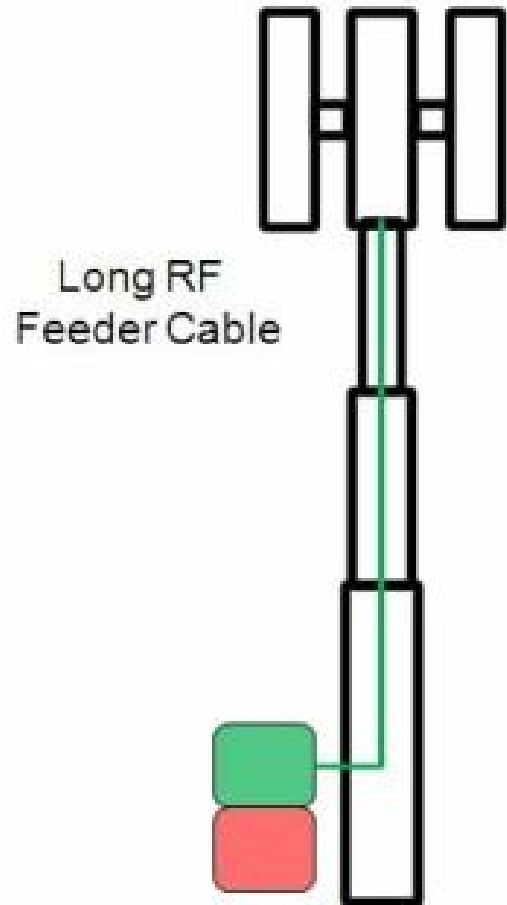
## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



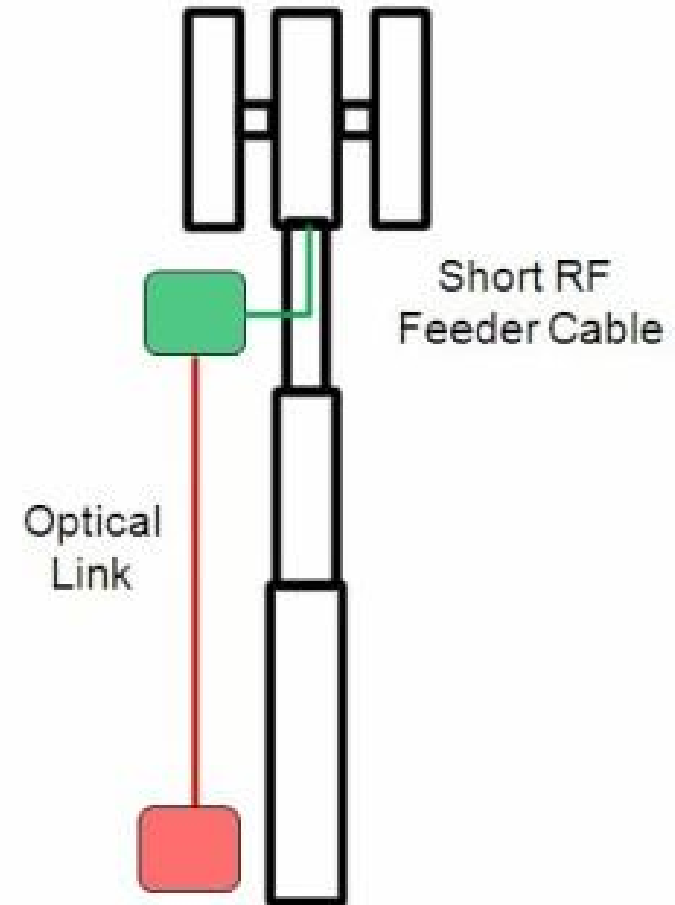
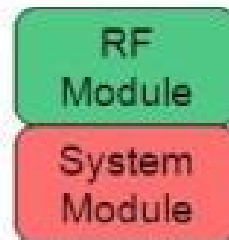
## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



## Приклади поколінь веж базових станцій мобільного зв'язку

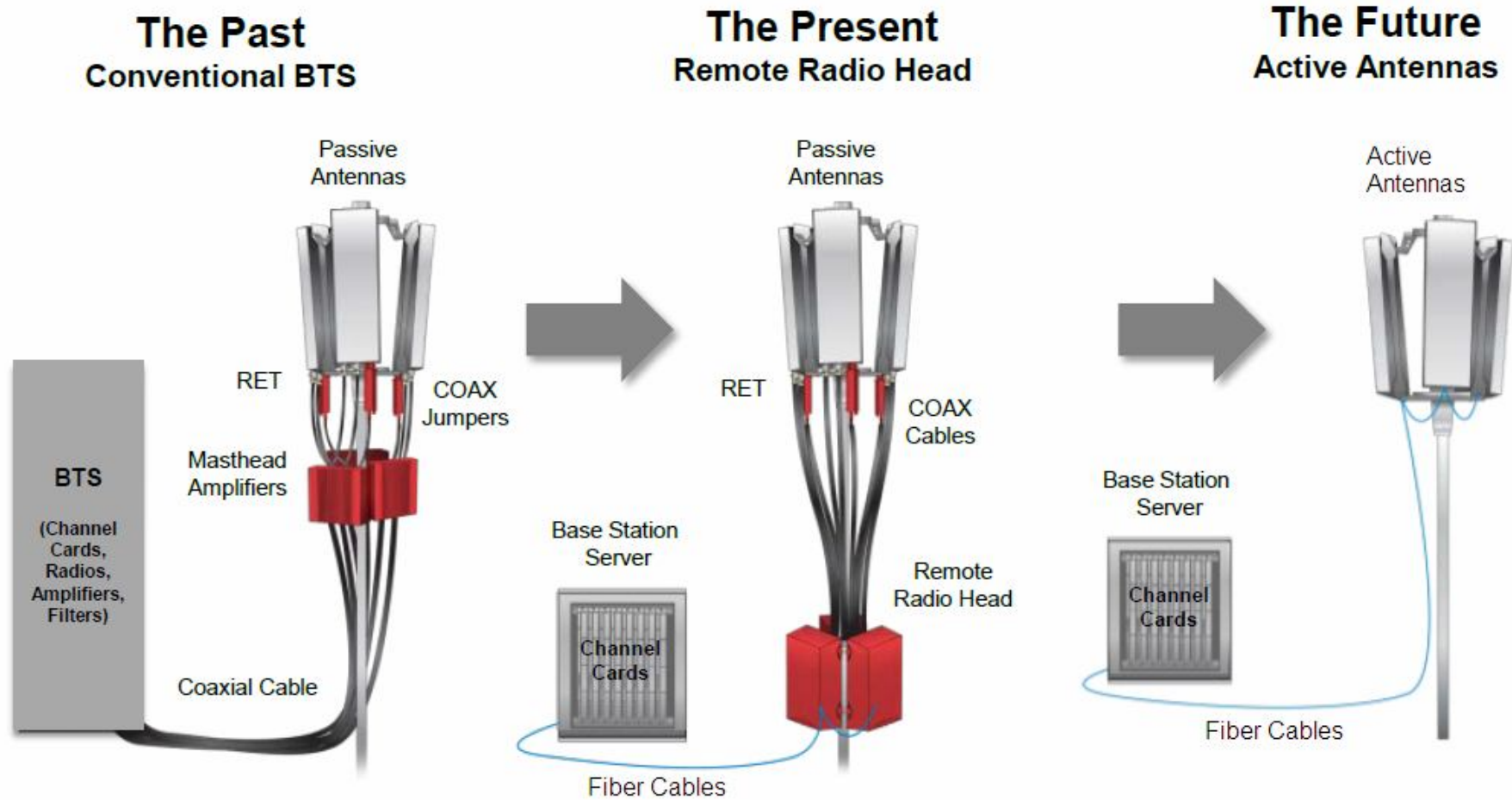


Regular Site Setup



RRH Site Setup

# Приклади поколінь веж базових станцій мобільного зв'язку



## Приклади Wi-Fi антен

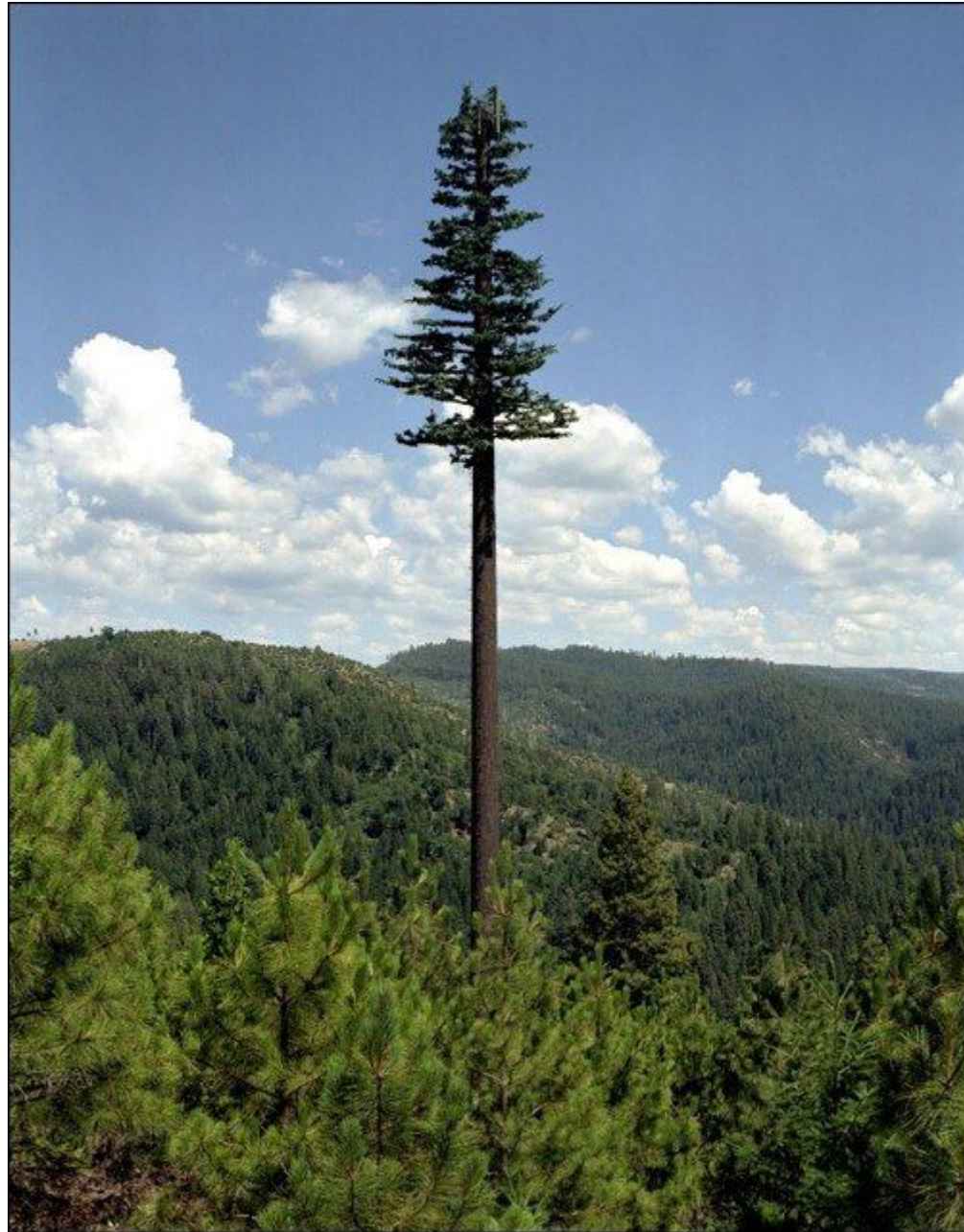


Антенни з'єднують з радіопередавачем через лінії передачі (фідери), а в деяких випадках – безпосередньо.

## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



## Приклади веж базових станцій мобільного зв'язку



# **Класифікація антен**

Антени класифікують  
за різними ознаками та параметрами.

## Діапазони частот (довжин хвиль)

$$f_{\min} = 0,3 \cdot 10^n, f_{\max} = 3 \cdot 10^n,$$

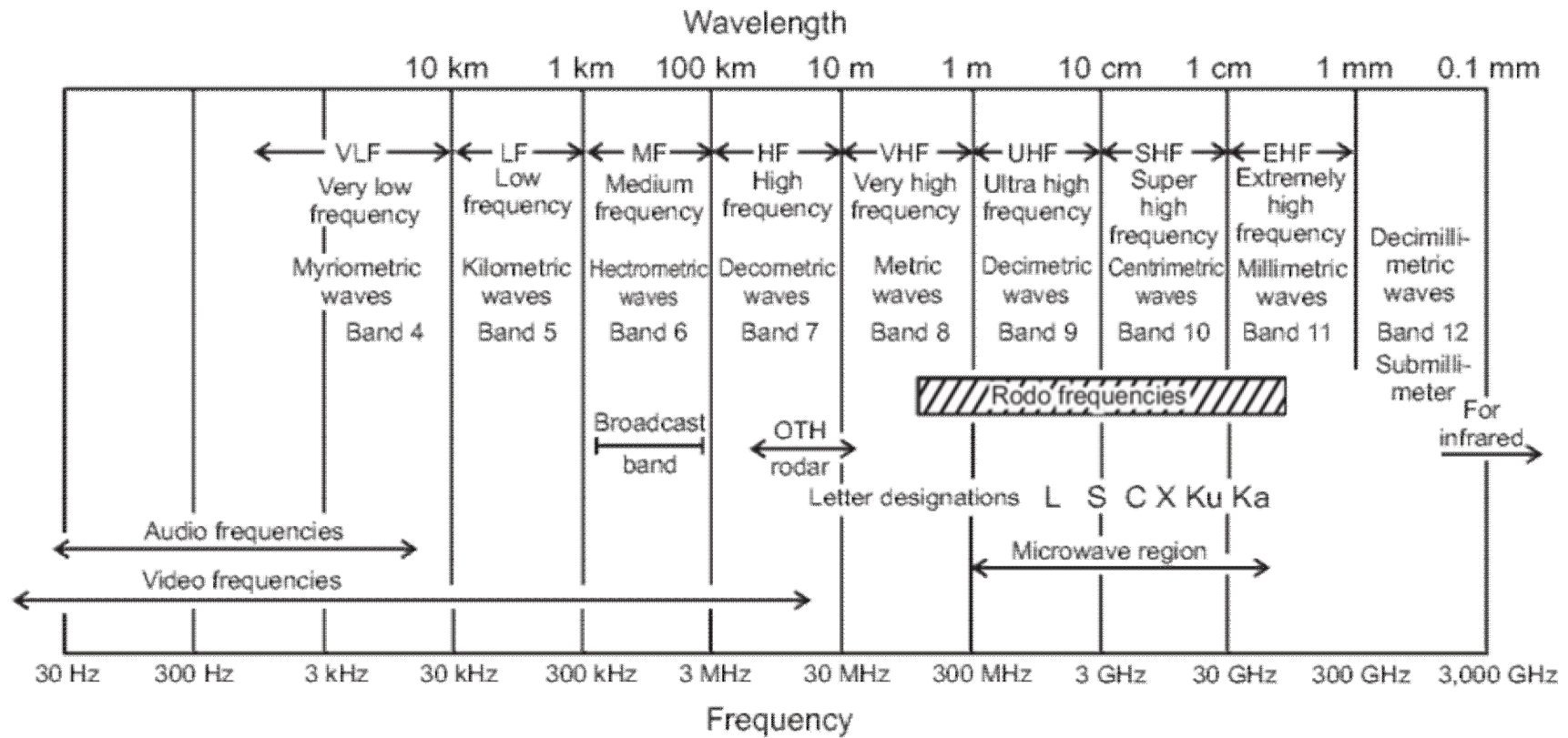
$n$  – порядковий номер діапазону ( $n = \overline{1,12}$ )

Номер діапазону	Діапазон радіочастот	Діапазон довжин хвиль	Назва діапазону радіочастот	Назва виду радіохвиль (стара назва діапазону)	Позначення діапазону
1	3-30 Гц	$10^8$ - $10^7$ м	Вкрай низькі частоти	—	ELF
2	30-300 Гц	$10^7$ - $10^6$ м	Надзвичайно низькі частоти	—	ELF
3	300-3000 Гц	$10^6$ - $10^5$ м	Інфранизькі частоти	—	ELF
4	3-30 кГц	100-10 км	Дуже низькі частоти	Міріаметрові хвилі (наддовгі хвилі)	VLF
5	30-300 кГц	10-1 км	Низькі частоти	Кілометрові хвилі (довгі хвилі)	LF
6	300-3000 кГц	1000-100 м	Середні частоти	Гектометрові хвилі (середні хвилі)	MF

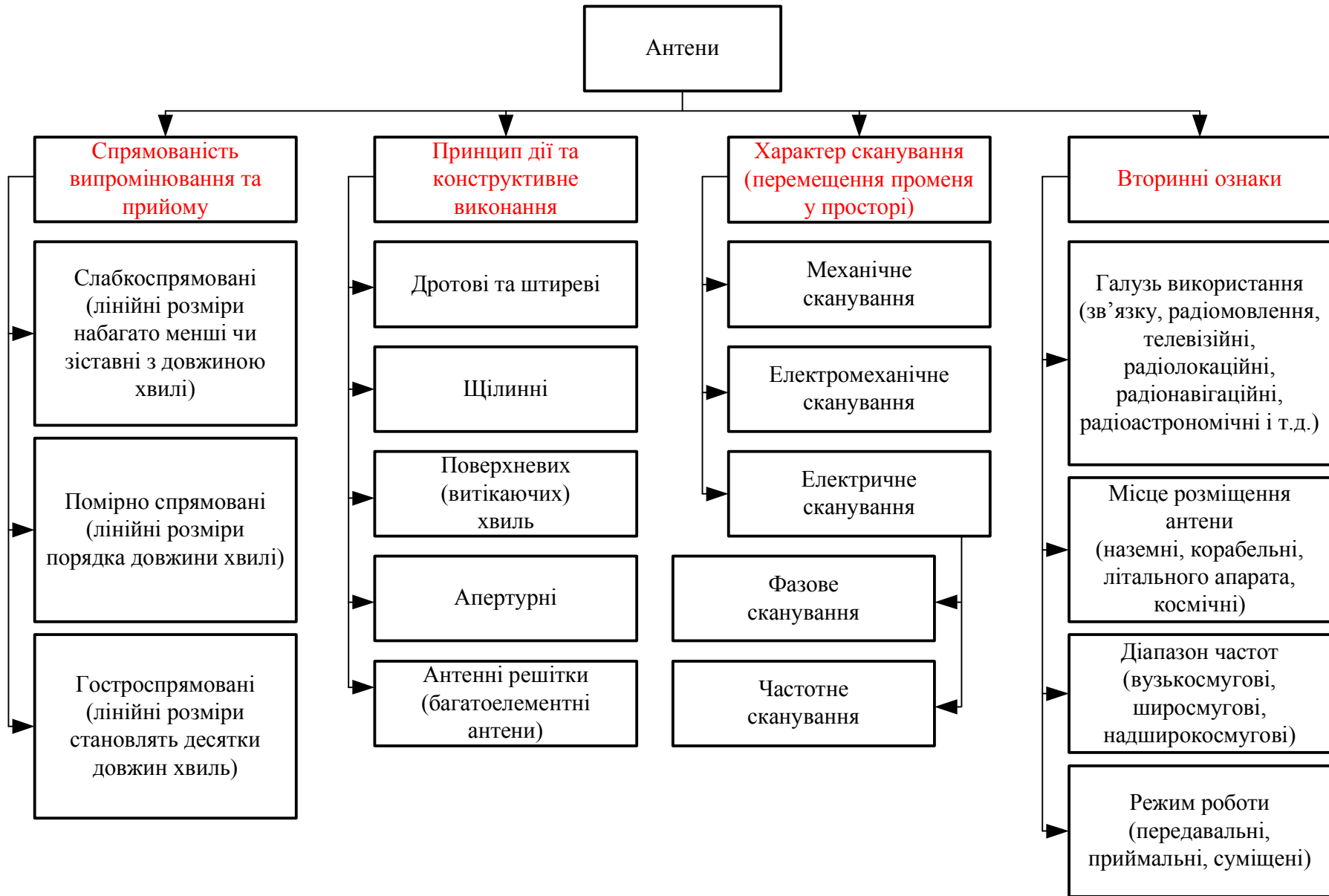
## Діапазони частот (довжин хвиль)

7	3-30 МГц	100-10 м	Високі частоти	Декаметрові хвилі (короткі хвилі)	HF
8	30-300 МГц	10-1 м	Дуже високі частоти	Метрові хвилі (ультракороткі хвилі)	VHF
9	300-3000 МГц	100-10 см	Ультрависокі частоти	Дециметрові хвилі (ультракороткі хвилі)	UHF
10	3-30 ГГц	10-1 см	Надвисокі частоти	Сантиметрові хвилі (ультракороткі хвилі)	SHF
11	30-300 ГГц	10-1 мм	Надзвичайно високі частоти	Миліметрові хвилі	EHF
12	300-3000 ГГц	1-0,1 мм	—	Дециміметрові хвилі (субміметрові хвилі)	—

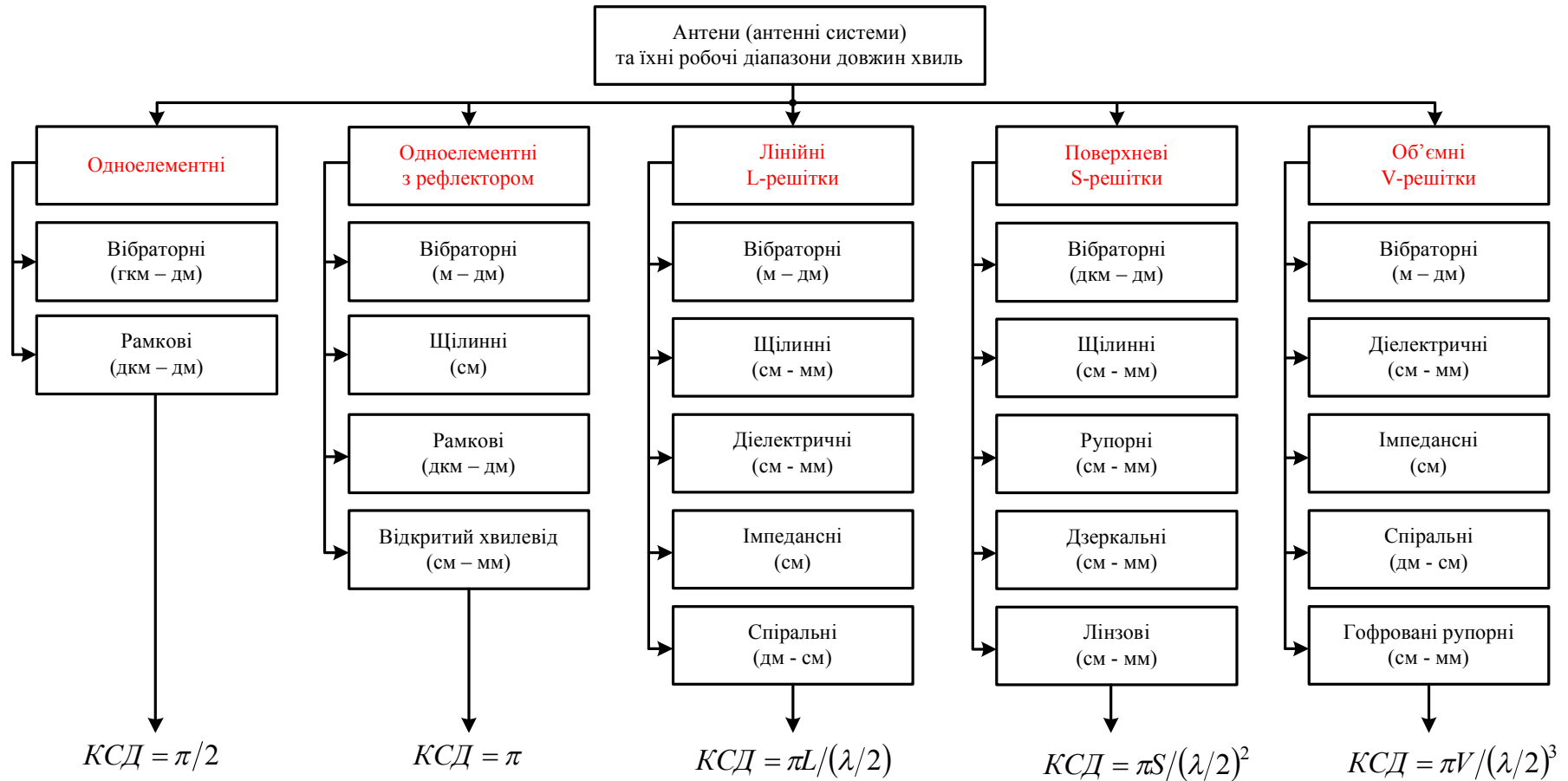
# Діпазони частот (довжин хвиль)



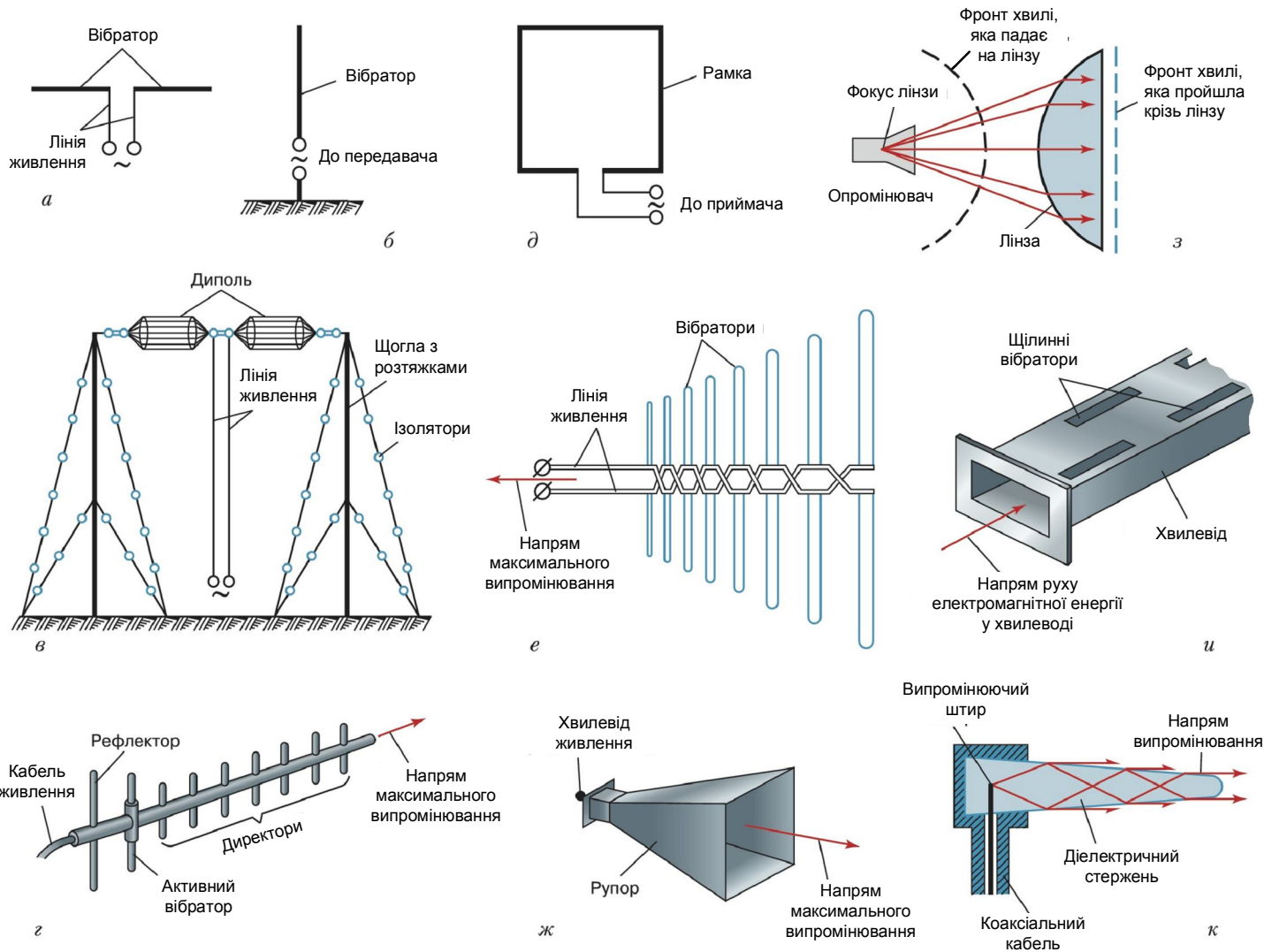
# Класифікація антен



# Максимально досяжні значення КСД антен



## Ще приклади антен



Вібраторні (а), штиреві (б), дипольні (в), директорні (г), рамкові (д), логперіодичні (е), рупорні (ж), лінзові (з), щілинні (и), діелектричні (к)

## Особливості антен довгих і середніх хвиль

- через особливості поширення НДХ, ДХ і СХ максимум випромінювання антен цих діапазонів має бути спрямовано уздовж поверхні землі
- зазвичай на НДХ і ДХ прийнятна висота опор становить 150...250 м. Деякі СХ-антени мають висоту до 350 і навіть до 500 м. У СХ-діапазоні висота антени может бути зіставна з довжиною хвилі і зазвичай становить  $(0,15...0,63)\lambda$ . Антени виконують у вигляді антен-веж чи антен-башт. Висота антенних опор визначається техніко-економічними міркуваннями.

## Особливості антен довгих і середніх хвиль

- антени НДХ і ДХ використовують для радіотелеграфного зв'язку, навігації, при передачі сигналів точного часу, а антени середніх хвиль - для радіомовлення, морського зв'язку.
- в якості передавальних антен використовують антени - вежі різних типів з підведенням великих потужностей, а в якості приймальних - вертикальні несиметричні антени, рамкові антени, антени біжучої хвилі.

## Особливості антен коротких хвиль

- на коротких хвилях порівняно легко будувати антени, розміри яких перевищують довжину хвилі у декілька разів і забезпечують значні спрямовані властивості;
- умови проходження коротких хвиль визначаються станом іоносфери, тому для забезпечення неперервного радіозв'язку використовують антени діапазонного типу;
- в якості простих антен на коротких хвилях використовують горизонтальні симетричні вібратори, діапазонні вібратори Надененко, шунтові діапазонні вібраторі, антени зенітного типу.

## Особливості антен УКХ

- у цьому діапазоні можлива побудова антен, розміри яких великі порівняно з довжиною хвилі, що дозволяє реалізовувати високу спрямованість за прийнятних розмірів;
- також використовують антени УКХ, розміри яких порівнювані з довжиною хвилі (вібраторні, щілинні). Їх використовують як самостійні антени або як елементи складніших антен (у складі антенних решіток, в якості опромінювачів дзеркальних антен);
- умови поширення радіохвиль у цьому діапазоні висувають підвищені вимоги до механічних характеристик антен, до міцності, маси, парусності (антени супутникового, радіорелейного зв'язку).