



Радіолокація. Радіомовлення і телебачення. Супутникове телебачення.

Тема «Електромагнітні хвилі»





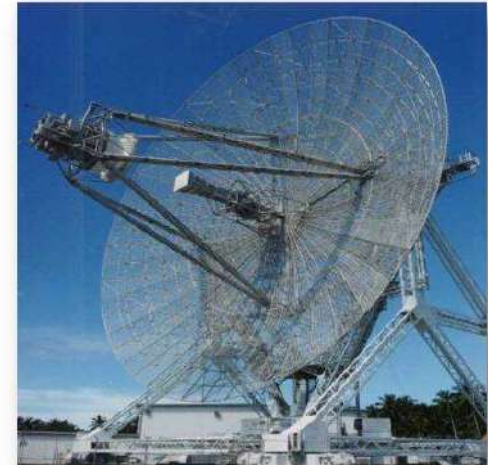
План уроку

1. Застосування електромагнітних хвиль.
2. Розвиток радіозв'язку.
3. Види радіозв'язку.
4. Принцип радіотелефонного зв'язку.

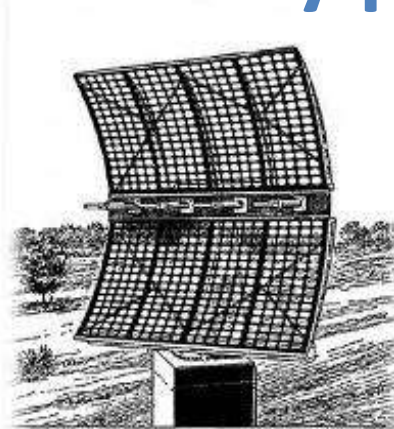
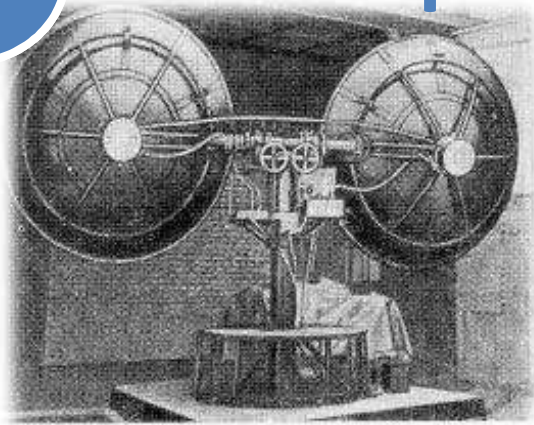
Радіолокація

(від латинських слів «radio» - випромінюю та «lokatio» – розташування)

Радіолокація – виявлення й точне визначення положення об'єктів за допомогою радіохвиль



Історія розвитку радіолокації



О. С. Попов в 1897 році під час досвідів по радіозв'язкові між кораблями виявив явище відбиття радіохвиль від борту корабля. Радіопередавач був установлений на верхньому містку транспорту «Європа», що стояв на якорі, а радіоприймач — на крейсері «Африка». Під час досвідів, коли між кораблями попадав крейсер «Лейтенант Ільїн», взаємодія приладів припинялася, поки суду не сходили з однієї прямої лінії

У вересні 1922 р. у США, Х.Тейлор і Л. Янг проводили досвіди по радіозв'язкові на декаметрових хвилях (3-30 Мгц) через ріку Потомак. У цей час по ріці пройшов корабель, і зв'язок перервався — що наштовхнуло їх теж на думку про застосування радіохвиль для виявлення об'єктів, що рухаються.

В 1930 році Янг і його колега Хайленд виявили відбиття радіохвиль від літака. Незабаром після цих спостережень вони розробили метод використання радіолуни для виявлення літака.

Історія створення радара

RADAR — Radio Detection And Ranging, радіовизначення та вимірювання дальності.



Роберт Уотсон-Уатт (1892 - 1973гг.)



Шотландський фізик Роберт Уотсон-Уатт перший в 1935 р. побудував радарну установку, здатну виявити літаки на відстані 64 км. Ця система зіграла величезну роль у захисті Англії від нальотів німецької авіації під час другої світової війни. У СРСР перші досвіди по радіовиявленню літаків були проведені в 1934. Промисловий випуск перших РЛС, прийнятих на озброєння, був початий в 1939 р. (Ю.Б.Кобзарев).

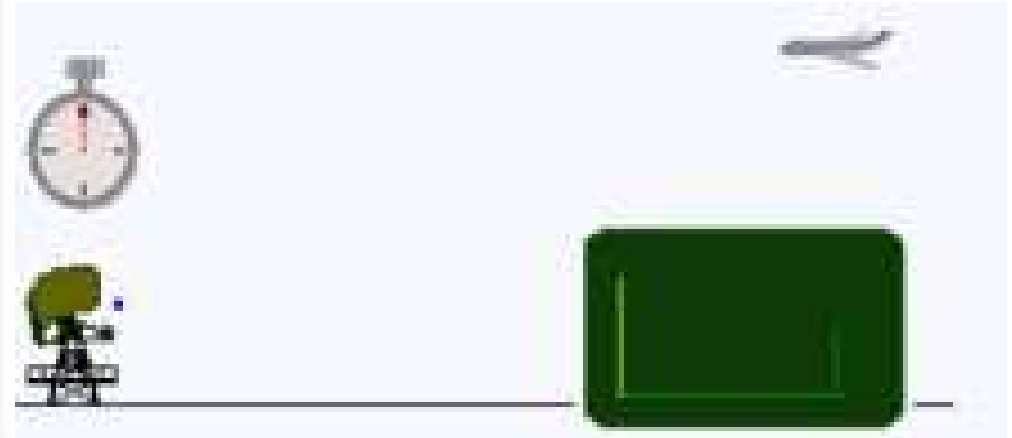
Радіолокація

Радіолокація заснована на явищі відбиття радіохвиль від різних об'єктів.

Помітне відбиття можливе від об'єктів у тому випадку, якщо їх лінійні розміри перевищують довжину електромагнітної хвилі. Тому радари працюють у діапазоні СВЧ (10^8 - 10^{11} Гц). А так само потужність випромінюваного сигналу $\sim \omega^4$.

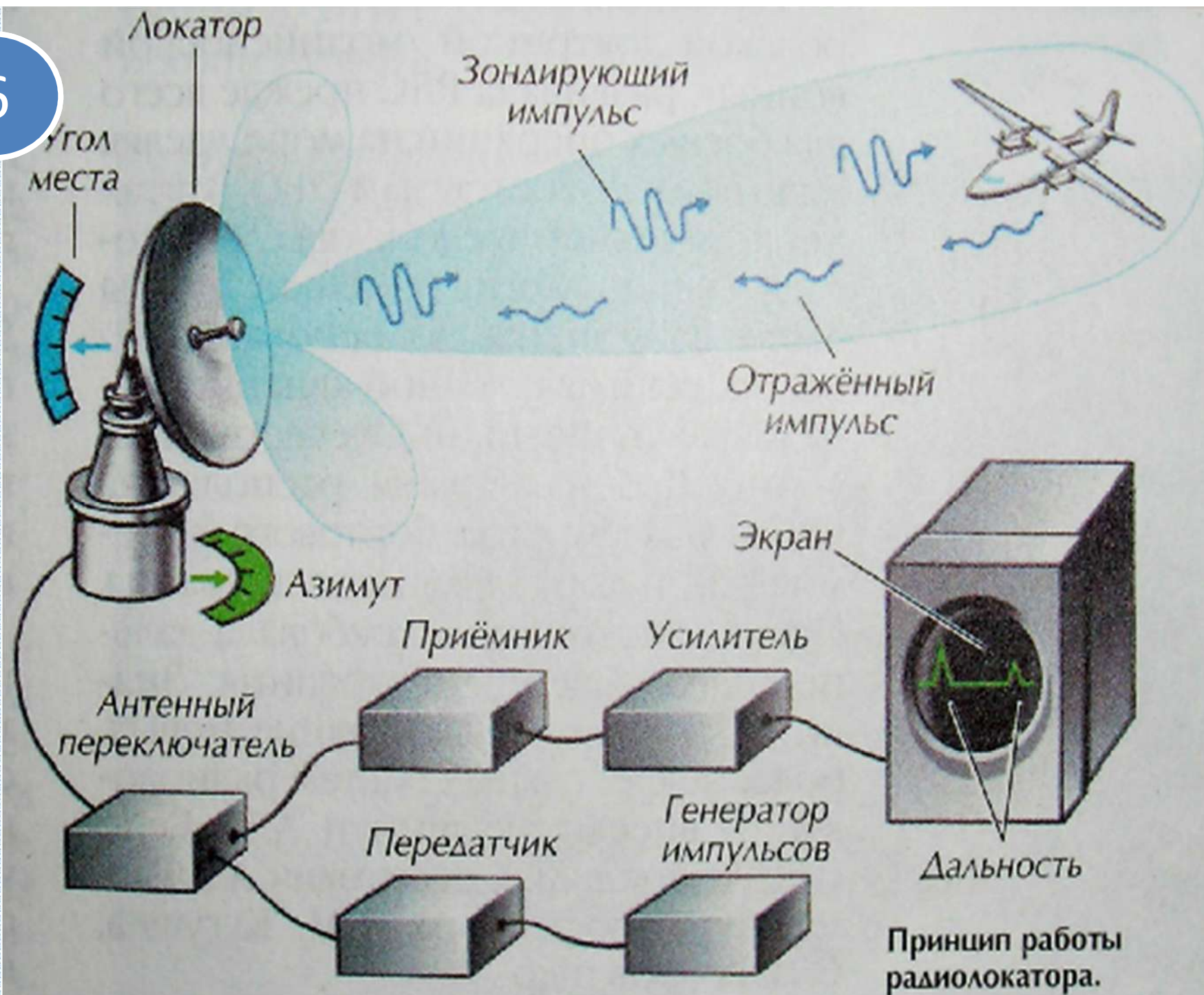


Антенa радіолокатора



Для радіолокації використовуються антени у вигляді параболічних металевих дзеркал, у фокусі яких розташований випромінюючий диполь. За рахунок інтерференції хвиль виходить гостроспрямоване випромінювання. Вона може обертатися й змінювати кут нахилу, посиляючи радіохвилі в різних напрямках. Та сама антена поперемінно автоматично із частотою імпульсів підключається те до передавача, то до приймача.

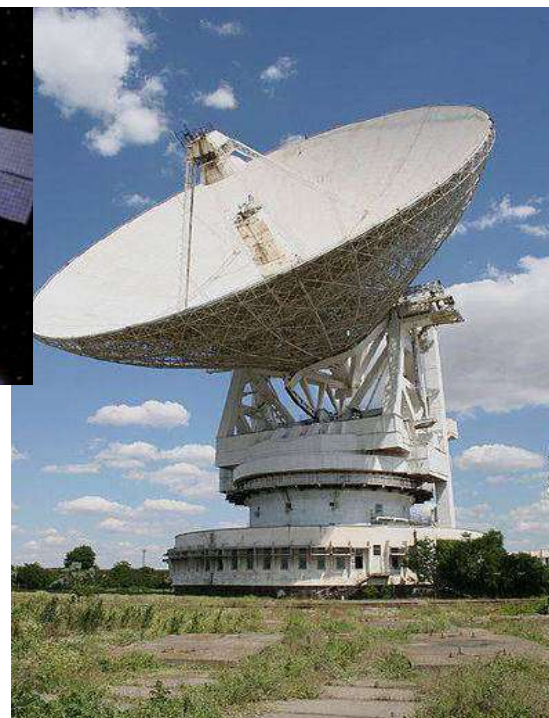
6



Радіолокація

Радіолокатори застосовують для визначення положення віддалених тіл, зокрема літаків, ракет, кораблів.

Для збільшення точності в радіолокаторах використовують радіохвилі метрового або сантиметрового діапазону, їх легко фокусувати і формувати вузький пучок.

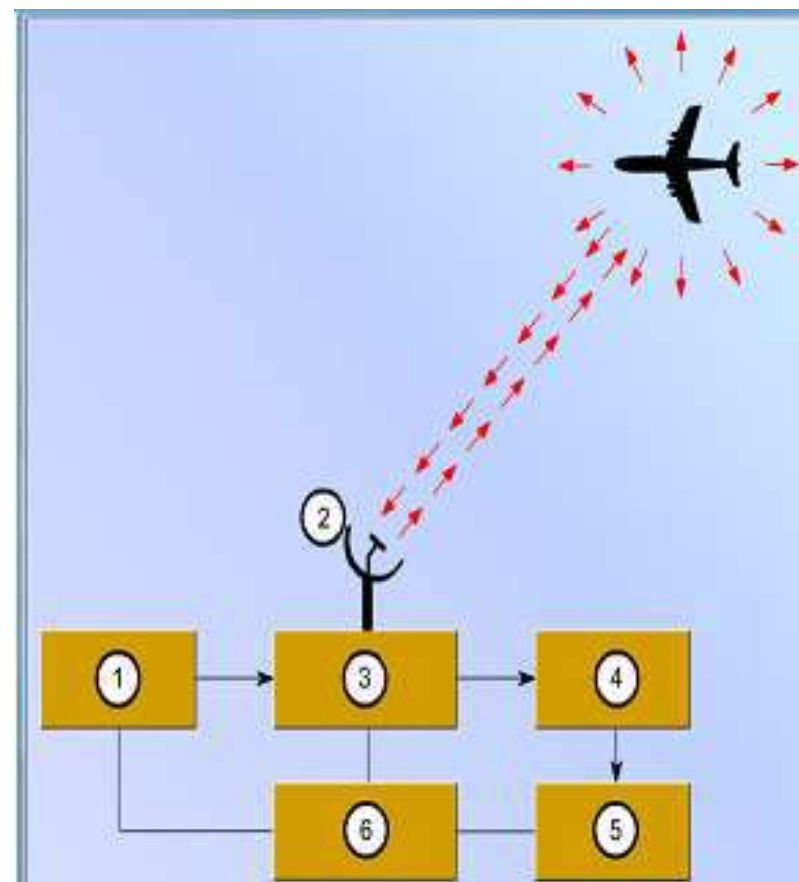


7

Склад радіолокаційної станції (РЛС)

1. Радіопередавач.
2. Антена.
3. Комутатор.
4. Радіоприймач
5. Пристрій аналізу інформації.
6. Блок живлення.

Передавач радіолокатора працює в імпульсному режимі.

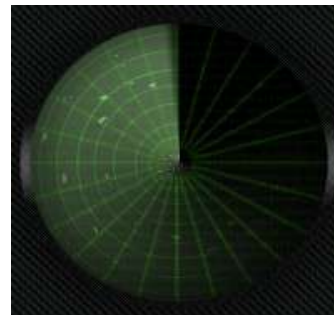
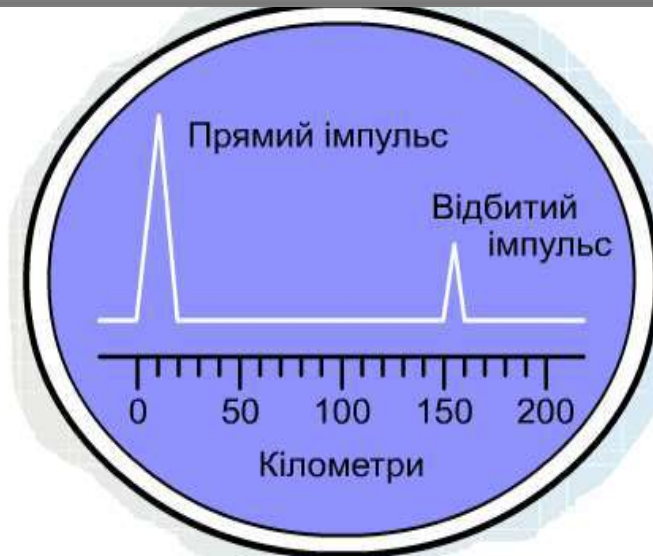


⚠ Коли до антени радіолокатора приєднаний приймач, генератор не працює

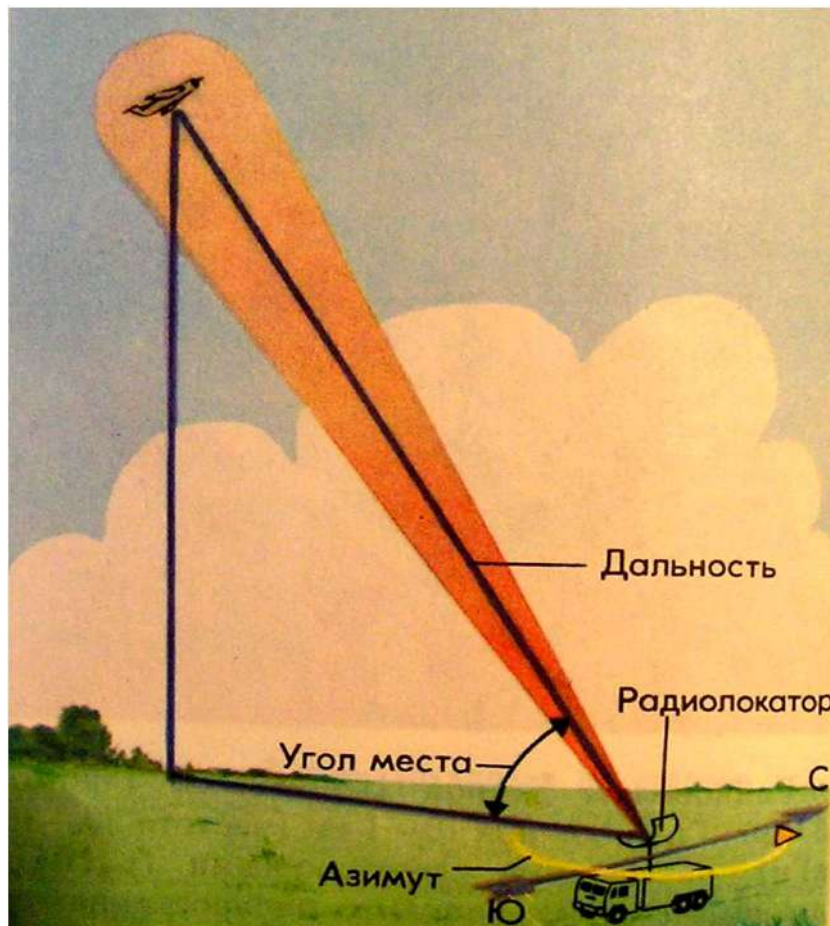
Радіолокатор

❗ Радіолокатор працює в імпульсному режимі
Антенa радіолокатора випромінює імпульс електромагнітних хвиль
і приймає хвилі, відбиті речовинним об'єктом
Антенa радіолокатора випромінює імпульси радіохвиль

Інтервал часу між двома імпульсами обирають таким, щоб радіолокатор “мовчав” протягом часу, потрібного для повернення сигналу від об'єкта, що знаходиться на максимально досяжній для даного радіолокатора відстані.



Визначення відстані до об'єкту



$$S = \frac{ct}{2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

S – відстань до об'єкту,
 t – час розповсюдження
радіоімпульсу до об'єкту та назад.

Знаючи орієнтацію антени під час виявлення мети, визначають її координати. По зміні цих координат із часом визначають швидкість мети й розраховують її траєкторію.

Глибина розвідки радіолокатора

Мінімальна відстань, на якій можна визначити ціль
(час розповсюдження сигналу туди та назад повинно бути більше або дорівнює тривалості імпульсу)

$$l_{\min} = \frac{c\tau}{2} \quad \tau - \text{тривалість імпульсу}$$

Максимальна відстань, на якій можна визначити ціль
(час розповсюдження сигналу туди та назад не повинно бути більше періода слідування імпульсів)

$$l_{\max} = \frac{cT}{2}$$

T – період слідування імпульсів



Використання радіолокації

Головна задача – спостерігати за повітряним простором, визначити та вести ціль, у разі необхідності навести на неї **ПВО** та авіацію.



Використання радіолокації

Авіація



По сигналах на екранах радіолокаторів диспетчери аеропортів контролюють рух літаків по повітряних трасах, а пілоти точно визначають висоту польоту й обрису місцевості, можуть орієнтуватися вночі й у складних метеоумовах.

Використання радіолокації

Крилата ракета – безпілотний літальний апарат однократного запуску.



Керування ракетою в польоті повністю автономне. Принцип роботи її системи навігації заснований на зіставленні рельєфу місцевості конкретного району знаходження ракети з еталонними картами рельєфу місцевості по маршруту її польоту, попередньо закладеними на згадку бортової системи керування. Радіовисотомір забезпечує політ по заздалегідь закладеному маршруту в режимі огинання рельєфу за рахунок точного витримування висоти польоту: над морем - не більш 20 м, над сушею - від 50 до 150 м (при підході до мети - зниження до 20 м). Корекція траєкторії польоту ракети на маршовій ділянці здійснюється за даними підсистеми супутникової навігації й підсистеми корекції по рельєфу місцевості.

Використання радіолокації

Літак – невидимка



«Стелс»-технологія зменшує ймовірність того, що літак буде запеленгований супротивником. Поверхня літака зібрана з декількох тисяч плоских трикутників, виконаних з матеріалу, що добре поглинає радіохвилі. Промінь локатора, що падає на неї, розсіюється, тобто відбитий сигнал не повертається в точку, звідки він прийшов (до радіолокаційної станції супротивника).

Використання радіолокації

Радар для вимірювання швидкості руху транспорту



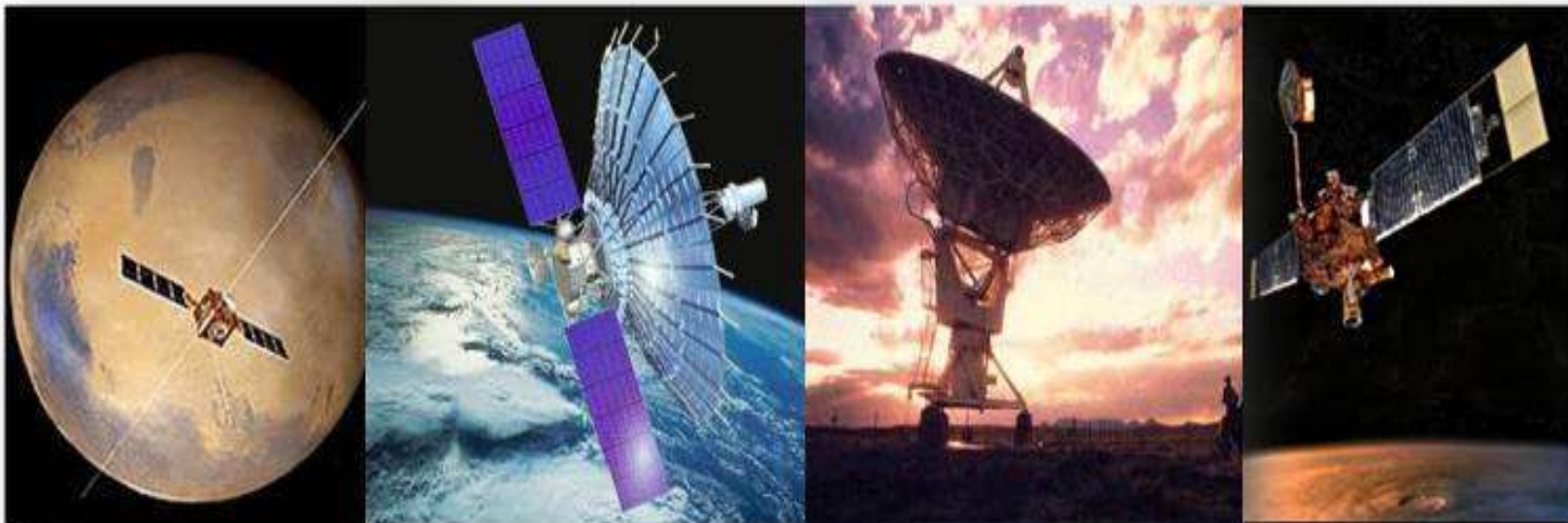
Одним з важливих методів зниження аварійності є контроль швидкісного режиму руху автотранспорту на дорогах. Першими цивільними радарами для виміру швидкості руху транспорту американські поліцейські користувалися вже наприкінці Другої світової війни. Зараз вони застосовуються у всіх розвинених станах.

Використання радіолокації



Метеорологічні радіолокатори для прогнозування погоди. Об'єктами радіолокаційного виявлення можуть бути хмари, опади, грозові вогнища. Можна прогнозувати гради, зливи, шквал.

Використання радіолокації



У космічних дослідженнях радіолокатори застосовуються для керування польотом і спостереження за супутниками, міжпланетними станціями, при стикуванні кораблів. Радіолокація планет дозволила уточнити їхні параметри (наприклад відстань від Землі й швидкість обертання), стан атмосфери, здійснити картографування поверхні.

Телебачення. Історія розвитку.

- 1884 – німецький винахідник Пауль Нипков винайшов механічну телевізійну систему.
- 1897 – німецький винахідник К.Ф. Браун винайшов електронно-променеву трубку.
- 1911 – російський вчений Б.Л.Розинг отримав перше у світі зображення геометричних малюнків на екрані електронно-променевої трубки.
- 1931 – американський винахідник В.К. Зворикін (як білий офіцер емігрував з Росії а США) створив першу приймальну телевізійну трубку – іконоскоп. Вчений запатентував систему кольорового телебачення. Зворикін зробив значний внесок у створення електронних мікроскопів. Ім'я Зворикіна занесене до Галереї слави американських винахідників.
- 1936 – у США випущені перші телеприймачі, розпочалася ера телепередач.



Історія радіозв'язку на Україні

- 1924 – у Харкові запрацювала перша в Україні радіостанція.
- 1925 – встановлення радіостанцій у 600 райцентрах, будова в Харкові потужного радіовузла.
- 1926 – У Києві з'явилася перша радіостанція.
- 1939 – запрацювала радіостанція у Львові.
- 1964 – в Україні нараховувалося 18 млн. радіоприймачів.
- 1945 – побудовано Московський телецентр.
- 1952 – починає працювати Київська телестудія.

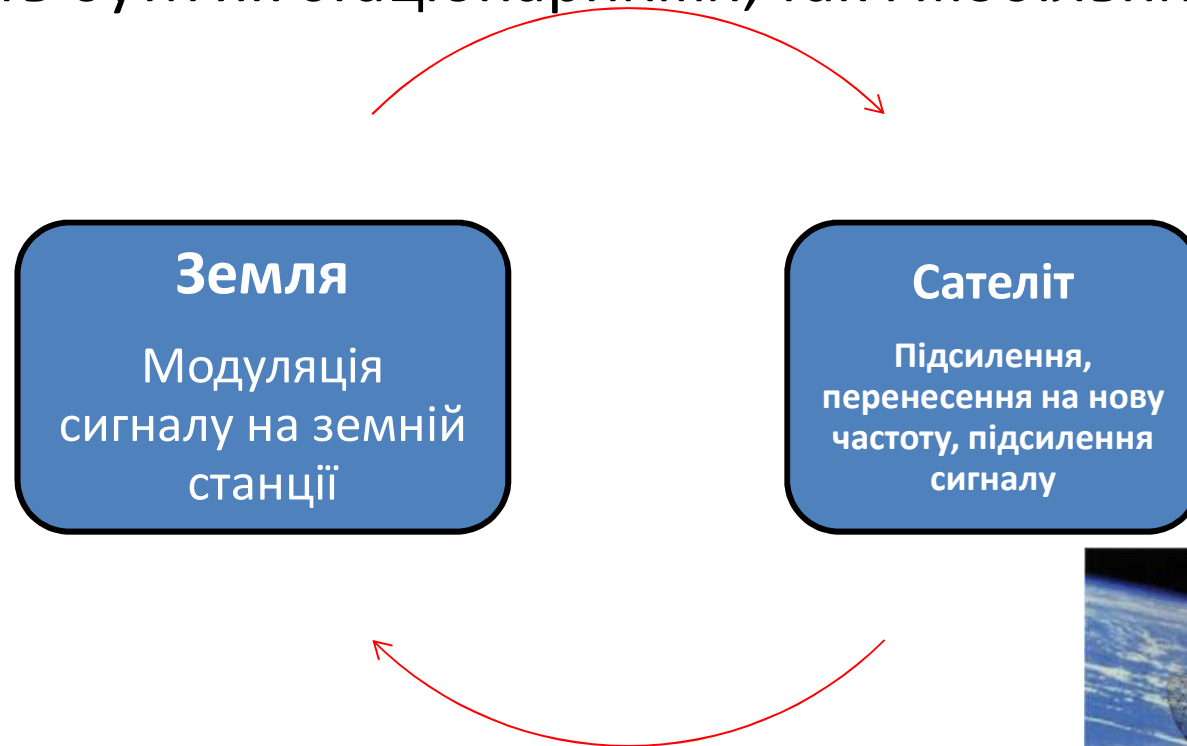
Види радіозв'язку

Радіозв'язок можна поділити на:

- ДХ-, СХ-, КХ- та УКХ – зв'язок без застосування ретрансляторів
- Супутниковий зв'язок
- Радіорелейний зв'язок
- Стільниковий зв'язок
- Транкінговий зв'язок

Супутниковий зв'язок

Заснований на використанні штучних супутників Землі, на яких змонтовані ретранслятори. Супутниковий зв'язок здійснюється між станціями, які можуть бути як стаціонарними, так і мобільними.



Радіорелейний зв'язок

Радіозв'язок по лінії, утвореній ланцюжком приймально-передавальних (ретрансляційних) радіостанцій. Наземний радіорелейний зв'язок здійснюється звичайно на деци- і сантиметрових хвилях. Антени сусідніх станцій звичайно розташовують у межах прямої видимості, тому що це найнадійніший варіант. Для збільшення радіусу видимості антен їх встановлюють якнайвище — на щоглах (вежах) висотою 70-100 м (радіус видимості — 40-50 км) і на високих будівлях.



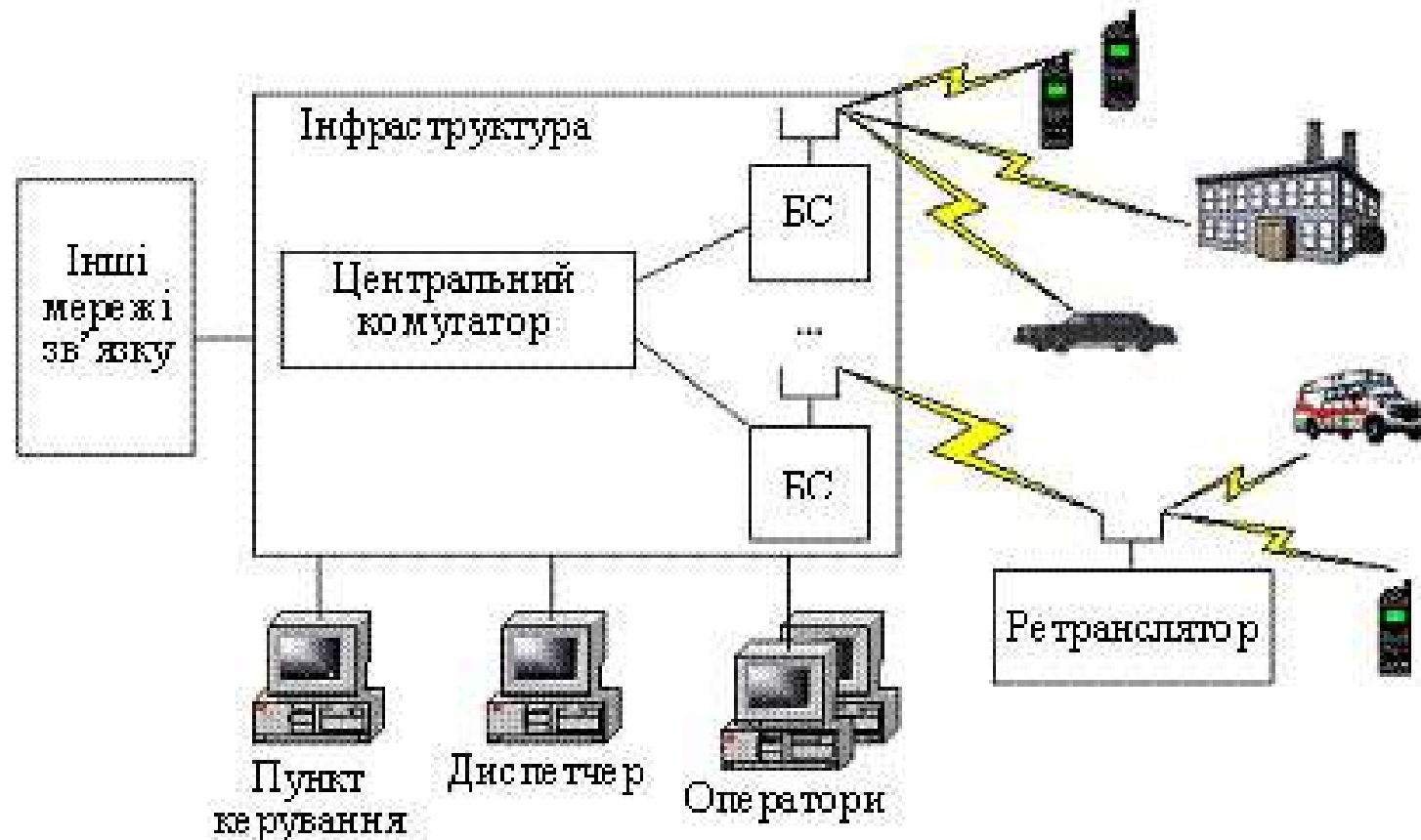
Стільниковий зв'язок

Один із видів мобільного радіозв'язку, в основі якого лежить стільникова мережа. Особливість стільникового зв'язку полягає в тому, що зона покриття ділиться на «стільники», що визначається зонами покриття окремих базових станцій англ. Base station subsystem (BSS). Стільники частково перекриваються й разом утворюють мережу. На ідеальній (рівній і без забудови) поверхні зона покриття однієї базової станції являє собою коло, тому складена з них мережа має вигляд шестикутних зон (бджолиних стільників).



Транкінговий зв'язок

Призначений для забезпечення голосового зв'язку між великою кількістю рухомих абонентів при обмеженій кількості радіоканалів.





Закріплення знань

1. Яке фізичне явище використано в радіолокації?
2. Яка роль комутатора в радіолокаторі?
3. Чим визначається частота надходження імпульсів до антени радіолокатора?
4. Як визначають відстань до виявленої перешкоди?



Розв'язування задач

1. Посланий радіолокатором сигнал повернувся назад через 43 мкс. Яка відстань до перешкоди?
2. Визначте найбільшу і найменшу далькість виявлення цілі радіолокатором, якщо тривалість імпульсу 10^{-6} с, інтервал між імпульсами 10^{-4} с.



Розв'язування задач

3. Довжина хвилі радіолокатора 20 см, частота випромінювання 500 імпульсів за секунду, тривалість кожного імпульсу 0,02 мкс. Скільки коливань міститься в одному імпульсі і яка найбільша відстань дії локатора?
4. Відстань від радіолокатора до метеорита в момент відбиття сигналу радіолокатора 54 км. Яку відстань пролетів метеорит ($v = 3 \text{ км/с}$) від початку випромінювання імпульсу?

Домашнє завдання

1. Підручник «Фізика і астрономія», М.В. Головка, Київ 2019, повторити § 19, вправа 19

