

# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА



## ФАКУЛЬТЕТ ВІЙСЬКОВОЇ ПІДГОТОВКИ

### КАФЕДРА ВІЙСЬКОВО - ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ

Керівник заняття

завідувач кафедри кандидат технічних наук, доцент  
Глухов Сергій Іванович

2016 р.

**ПРЕДМЕТ:  
ОСНОВИ ПОБУДОВИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ  
ТЕХНІКИ**

**ТЕМА №2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ, БУДОВА  
ТА ПРИНЦИП РОБОТИ СИСТЕМ ТА  
ПРИСТРОЇВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ  
(РЛС).**

**ЗАНЯТТЯ №6. ІНДИКАТОРНІ ПРИСТРОЇ.**

**ГРУПОВЕ ЗАНЯТТЯ**

# **МЕТА ЗАНЯТТЯ:**

## **НАВЧАЛЬНА МЕТА:**

- 1. Вивчити загальні поняття про індикаторні пристрої.**

## **ВИХОВНА МЕТА:**

- 1. Виховувати у студентів культуру поведінки.**
- 2. Виховувати студентів у дусі патріотизму.**

# НАВЧАЛЬНІ ПИТАННЯ І РОЗПОДІЛ ЧАСУ:

I. Вступна частина.....10 хв.

II. Основна частина.....65 хв.

**Питання 1.** Призначення індикаторних пристроїв, їх класифікація і технічні характеристики.

**Питання 2.** Методи формування розгортки.

**Питання 3.** Методи відображення вторинної інформації.

III. Заключна частина.....5 хв.

# ПИТАННЯ І

**ПРИЗНАЧЕННЯ ІНДИКАТОРНИХ  
ПРИСТРОЇВ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ  
І ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

# **ІНДИКАТОРНІ ПРИСТРОЇ РЛС ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ:**

- 1. Відображення РЛІ про повітряну обстановку:**
  - а) первинної (сигнал відлуння, розпізнавання, пеленг);**
  - б) вторинної (цифрова інформація);**
  - в) службової (відмітки азимуту, дальності, висоти, знаки, СФ, ПФ).**
- 2. Вимірювання площинних координат цілей (Д, β, Н, ε).**
- 3. Визначення характеристик цілей:**
  - а) склад;**
  - б) бойовий порядок;**
  - в) тип;**
  - г) державна належність.**
- 4. Візуального напівавтоматичного з'йому РЛІ.**
- 5. Контролю за роботою основних систем РЛС.**
- 6. Відображення імітаційної інформації (сигнал відлуння, розпізнавання, пеленг, пасивні завади, активні завади).**

## 7. Відображення додаткової службової інформації :

а) дійсний час;

б) електронна сітка ППО (за допомогою спецапаратури);

в) лінії державного кордону (за допомогою спецапаратури).

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ІНДИКАТОРНИХ ПРИСТРОЇВ:**

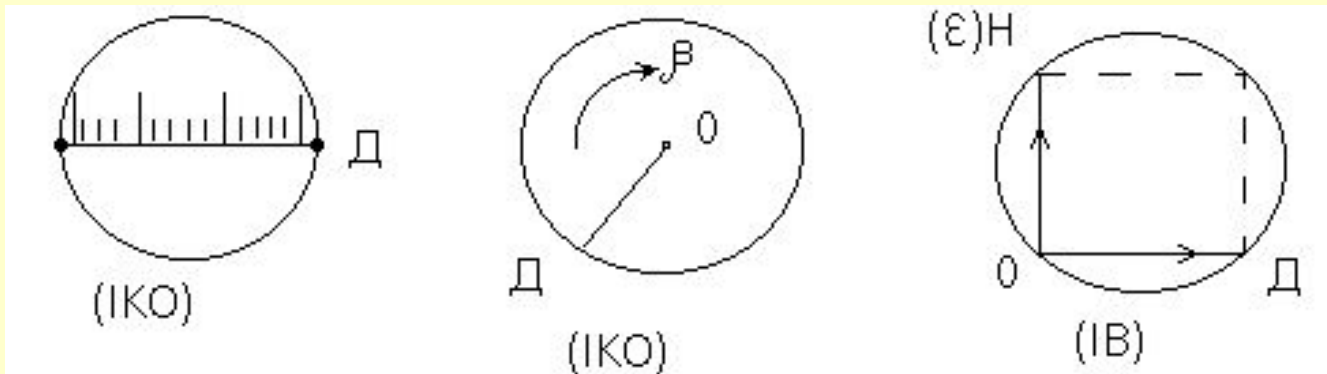
Індикатори класифікуються за наступними ознаками:

### 1. За призначенням:

- індикатори кругового огляду (ІКО);
- індикатори висоти (ІВ);
- індикатори дальності (контролю) (ІК).

### 2. За типом розгортки:

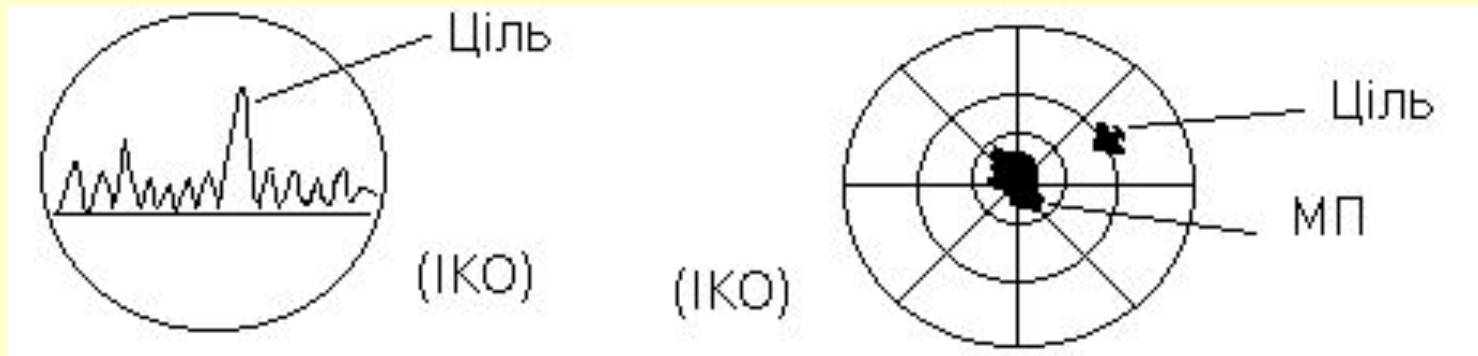
- з прямолінійною розгорткою;
- з радіальною-круговою розгорткою або діаметральною;
- круговою розгорткою;
- растровою розгорткою.



**Рис. 1. Види розгорток індикаторів**

**3. За типом відмітки:**

- індикаторні з амплітудною відміткою (ІКО)
- індикаторні з яркосною відміткою (ІКО, ІВ) .



**Рис. 2. Типи відміток індикаторів**



# Питання 1. Призначення індикаторних пристроїв, їх класифікація і технічні характеристики.

## 4. Методом відліку координат:

- з безпосереднім відліком (за допомогою масштабним поміток  $\beta$ , Д, Н);
- з непрямим відліком (за допомогою маркера).

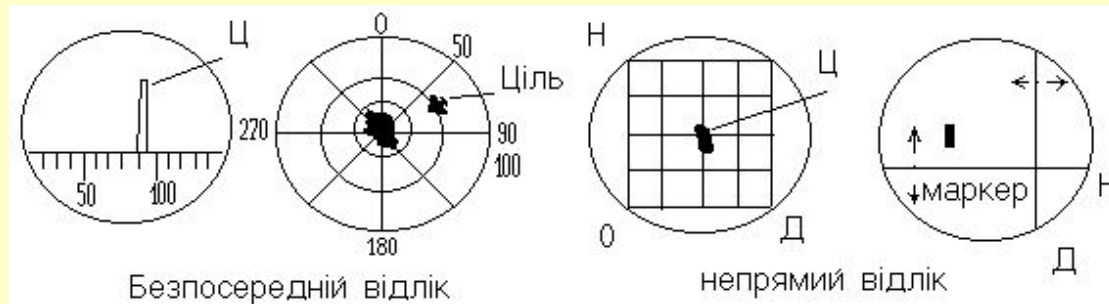


Рис. 3. Методи відліку координат з індикаторів

## 5. За кольором відображення:

- монохромні;
- кольорові.

## 6. За кількістю координат відображення:

- двохкоординатні;
- трьохкоординатні.

# ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНДИКАТОРНИХ ПРИБОРІВ:

## 1. Режими роботи індикаторних пристроїв:

- РКР (режим кругової розгортки);
- РСР (режим секторної розгортки);
- РК (режим кільцевої розгортки);
- РПР (режим прямокутного растра).

## 2. Масштаби роботи по:

- дальності (75, 150 – 19Ж6 , 400 , 600 км);
- висоті (куту місця) ( 30 км ( 30° ));  
(19Ж6 осн. реж. Н до 6 км, також є режим роботи Н = 20 км)
- азимуту (в залежності від сектору).

## 3. Інструментальні похибки вимірювання координат ( на відповідному масштабі)

- по дальності  $\Delta D$  [ м ];
- по висоті ( куту місця )  $\Delta H$  (  $\Delta$  ) [ м , ° ];
- по азимуту  $\Delta \beta$  [ ° ].

**4. Роздільна здатність по:**

- дальності  $\delta D$ ;
- висоті  $\delta H$  ( $\delta \epsilon$ );
- азимуту  $\delta \beta$ .

**5. Похибка з нанесенням центрів знаків відносно поступаючих координат по  $D$ ,  $\beta$  (для ІКО з відображенням знакової інформації).**

**6. Час відхилення променя на робочий діаметр (десятки мкс).**

**7. Час нанесення одного знака (десятки мкс).**

**8. Діаметр робочої зони екрану.**

**ПИТАННЯ II**

**МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ  
РОЗГОРТКИ**

## **ІСНУЮТЬ ТРИ ТИПИ РОЗГОРТКИ:**

**Прямолінійна розгортка, яка забезпечує вимірювання амплітуди сигналу і однієї координати цілі (дальностні – індикатор контролю ІК).**

**Кругова розгортка (радіально – кругова і діаметрально – кругова розгортки в ІКО).**

**Растрова розгортка, дозволяє вимірювання 2 – х координат:**

- а) азимут – дальність;**
- б) висота – дальність;**
- в) кут місця – дальність.**

**В індикаторних пристроях застосовуються два методи формування розгортки:**

- з рухомою системою відхилення;**
- з нерухомою системою відхилення.**

**Як правило, перший метод застосовується тільки в індикаторах кругового огляду (ІКО) старого парку РЛС . Обертання розгортки дальності за азимутом здійснюється синхронно з обертанням антени РЛС механічного обертання системи відхилення. Такий метод має суттєві недоліки.**

**При використуванні другого методу система відхилення (СВ) закріплена нерухомо. Обертання розгортки за азимутом (у випадку кругової розгортки) здійснюється за рахунок магнітного потоку). У випадку одержання прямокутного растра використовується також електромагнітний спосіб відхилення променя.**

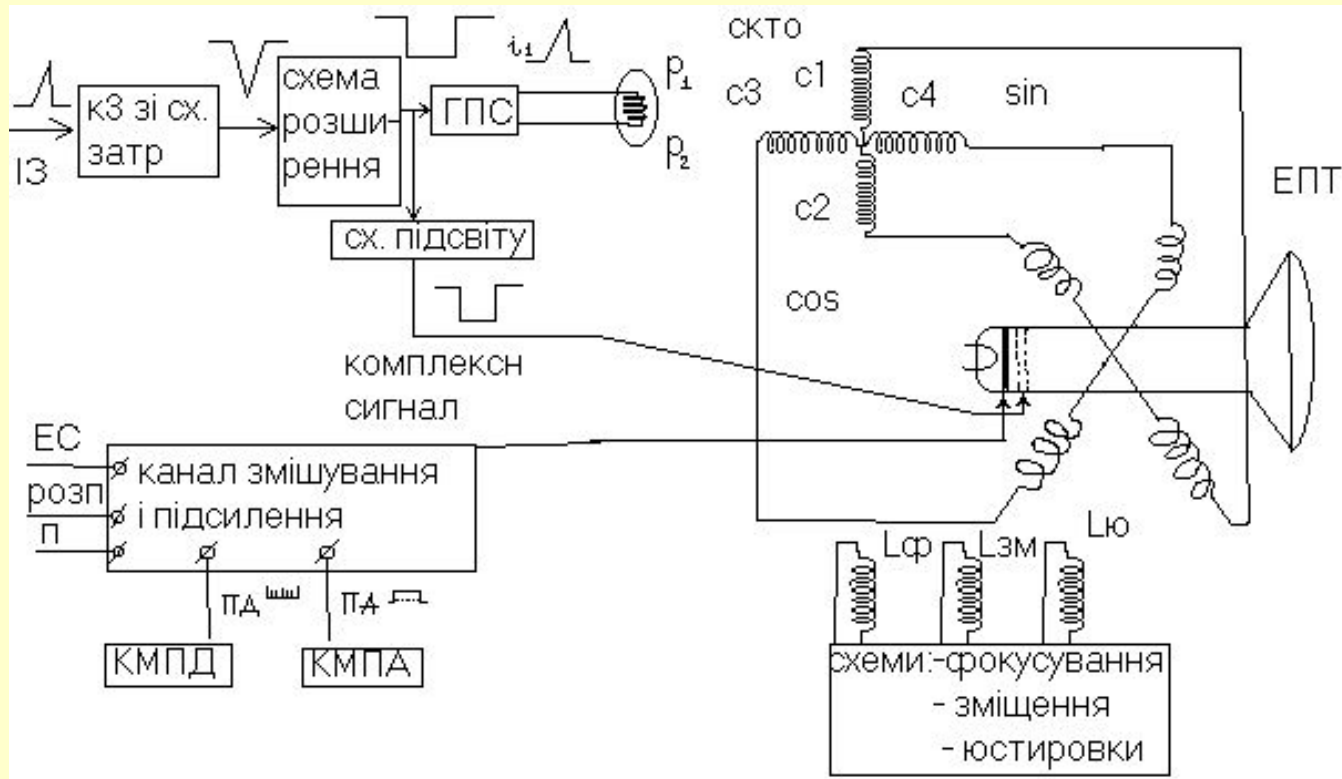
**Методи формування розгортки розглянемо на прикладі індикатора кругового огляду (ІКО) з нерухомою системою відхилення (мал. 4).**

**Для одержання РКР необхідно в горловині трубки (ЕПТ) створити магнітне поле, яке змінюється лінійно, і обертається синхронно з обертанням антени .**

**Для одержання РКР необхідно в горловині трубки (ЕПТ) створити магнітне поле, яке змінюється лінійно, і обертається синхронно з обертанням антени.**



## Питання 2. Методи формування розгортки .



**Рис. 4. Структурна схема ІЮ з нерухомою СВ.**

## Питання 2. Методи формування розгортки.

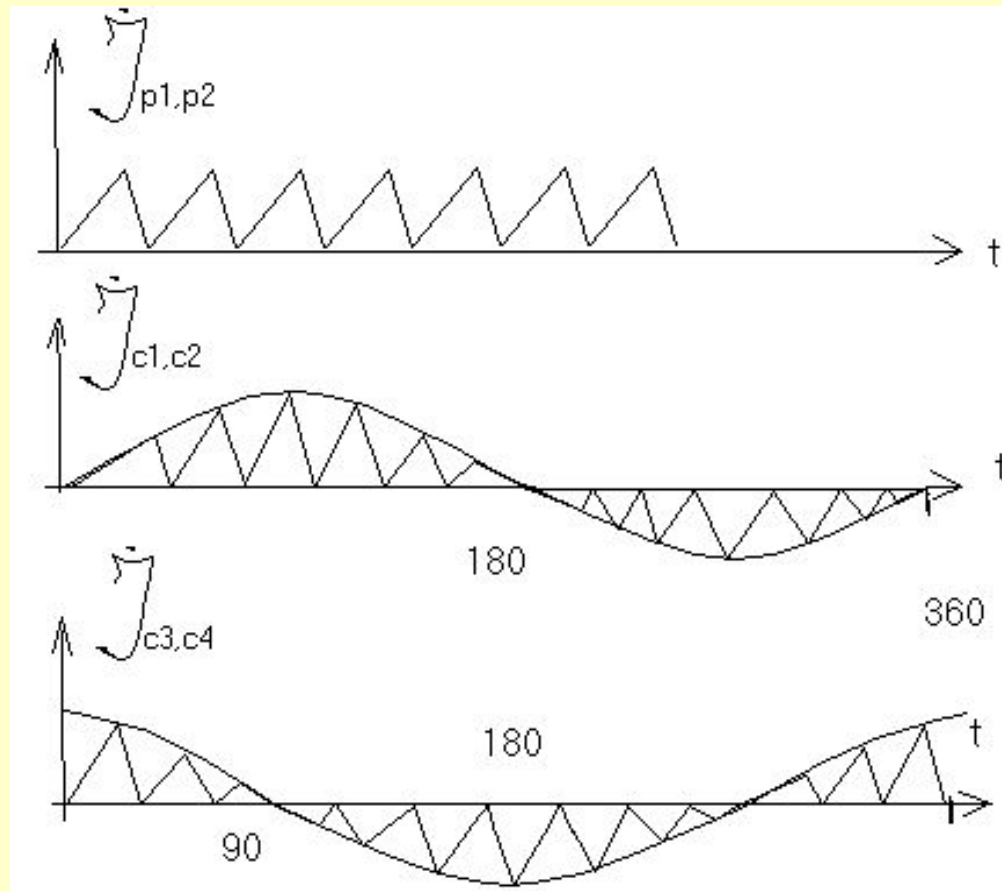


Рис. 5. Закон зміни струмів в системі відхилення ЕПТ.

## Питання 2. Методи формування розгортки .

Для створення розгортки, яка обертається, необхідно сформуванати пилкоподібний струм і промодулювати його згідно з законом обертання антени. Пилкоподібний струм формується генератором в каналі розгортки . Для розділення пилкоподібного струму на дві складові використовується СКТО (СКВТ), який має одну роторну (P1,P2) і дві статорні обмотки (C1,C2) і (C3,C4). Обмотки розміщені взаємоперпендикулярно. Ротор СКТО механічно зв'язаний з антеною РЛС і обертається синхронно з нею. Обмотка ротора (P1,P2) є навантаженням ГПС (ГПТ).

Подаючи в канал зміщування і підсилення , а потім у вигляді комплексного сигналу (ЕС, РОЗП., ПЕЛ. ВІДМ.АЗ.) одержимо на екрані ЕПТ первинну обстановку. (мал. 6.)

## Питання 2. Методи формування розгортки .

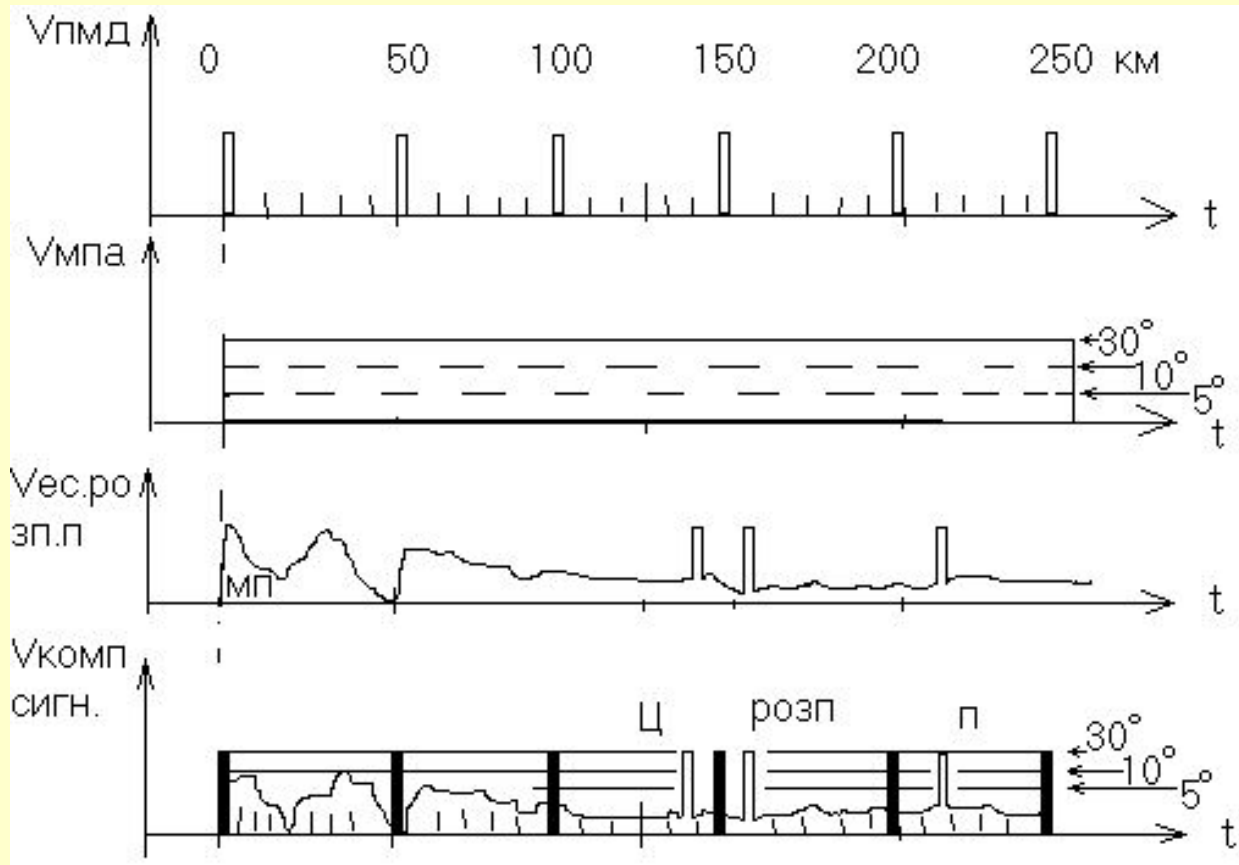


Рис. 6. Сигнали для формування первинної обстановки.

До вторинної інформації відноситься цифрова інформація (знакова) та скорочені і повні формуляри (СФ, ПФ). Вторинна інформація відображається, як правило, у вигляді певних знаків, букв, цифр. Знаки, які відносяться до однієї цілі об'єднуються в формуляр. Формуляр може бути повним (ПФ) і скороченим (СФ).

До складу повного формуляра входять:

- номер формуляра
- номер цілі
- азимут
- дальність
- висота (кут місця)
- ознаки супроводження (свій, чужий)
- спосіб супроводження і т.д.

До складу скороченого формуляра входять:

- номер цілі
- висота або кут місця ( $\epsilon$ ).

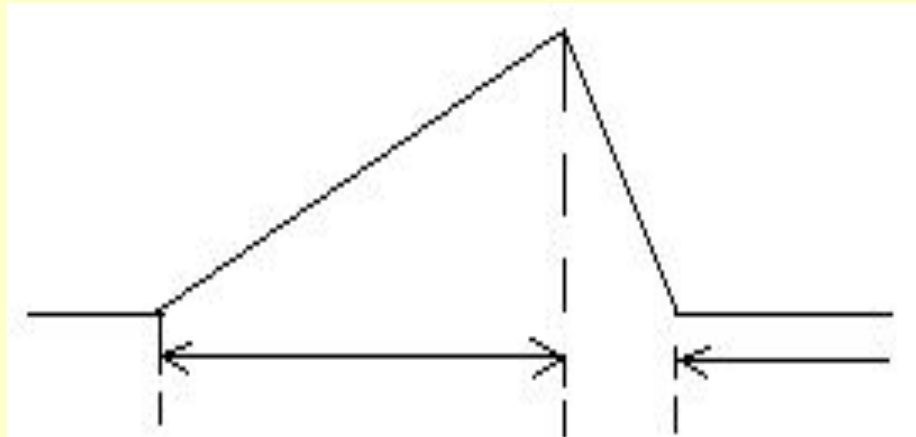
# ПИТАННЯ ІІІ

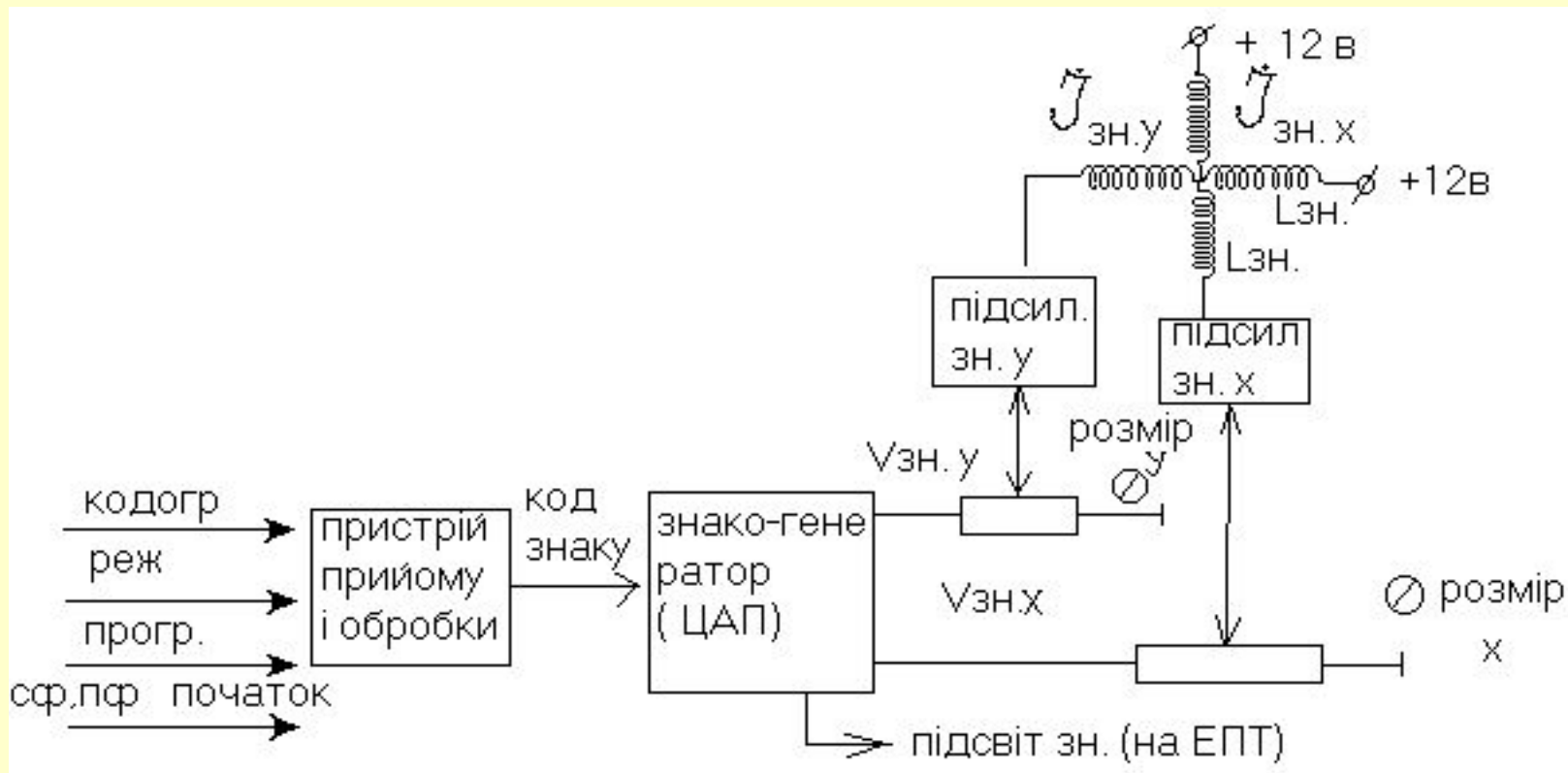
## МЕТОДИ ВІДОБРАЖЕННЯ ВТОРИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Для відображення знаків в ІКО використовуються канал знаків, а також знакові відхиляючі котушки. Такі котушки розташовані на осі ЕПТ.

В індикаторах ЕПТ одна, тому відображенні первинної та вторинної інформації, використовуються розділення за часом. Наприклад, первинна інформація відображається при парному ІЗ, а вторинна інформація – при непарному (і навпаки), або вторинна інформація може відображатись під час зворотнього ходу променя ЕПТ при відображенні первинної інформації

$t_{\text{пр}}_{\text{ходу}}$      $\tau_{\text{ЗВ}}_{\text{ходу}}$





**Рис. 8. Структурна схема каналу знаків.**



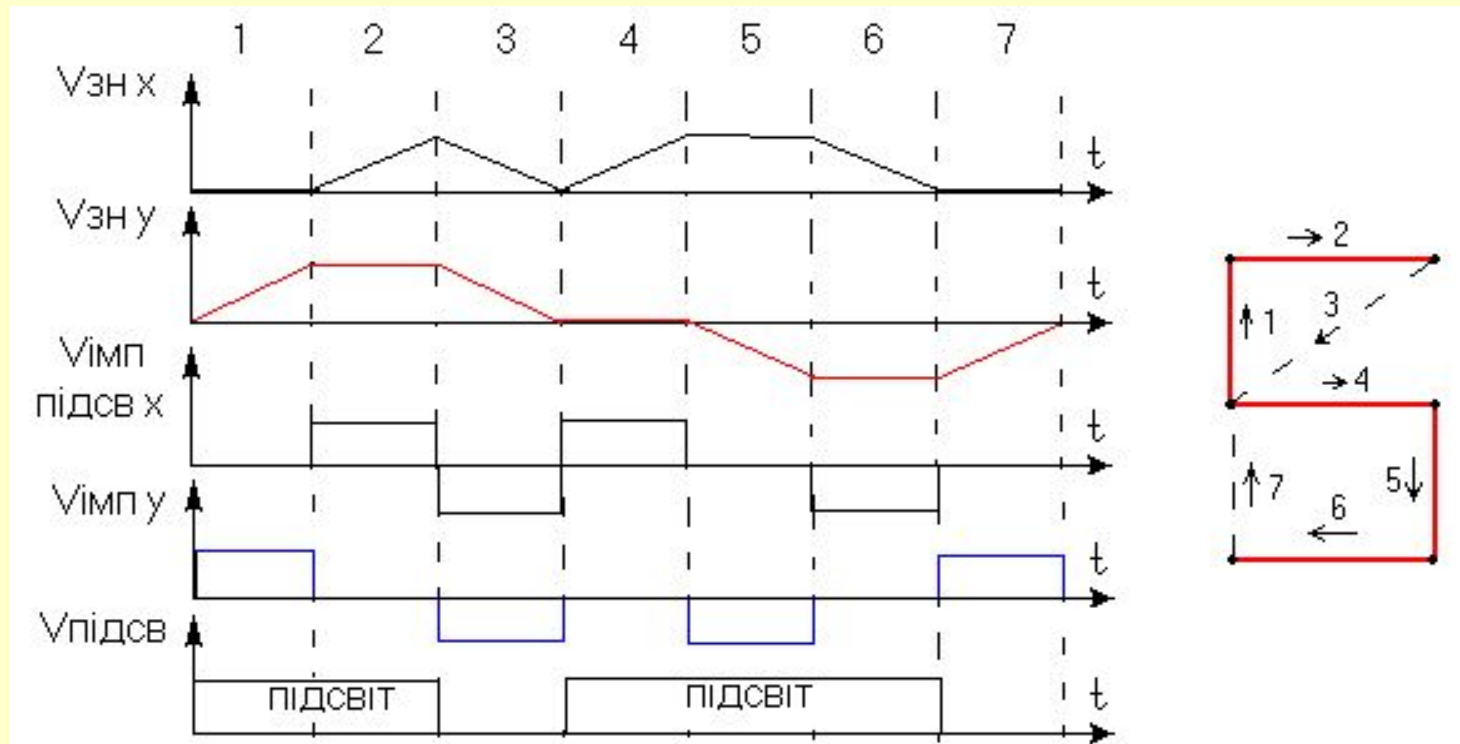
**Знаки відображається шляхом переміщення променя по контуру знака і підсвіту необхідних його ділянок. Для відхилення променя в місце відображення знака використовується канал розгортки. Такий спосіб називається функціональним.**

**Інший спосіб формування знаки - за допомогою растру. В цьому випадку промінь створює декілька, або один растр для відображення одного, або декількох знаків. Растр формується подібно телевізійному. Управляючи яскравістю елементів растра можна формувати різні знаки.**

**Більш широке застосування в сучасних РЛС дістав функціональний спосіб формування знаків. В ІКО для формування знаків застосовується спеціальні програми (мікропрограми).**

**Кожна така програма відповідає певному знаку ( 1 , 2 , 3 , 4 ...) або групі знаків . Програми зберігаються в ПЗП (ПЗУ) і викликаються при приході команди для формування того чи іншого знака. Код адреси в команді визначає точку ЕПТ в яку необхідно перекинути промінь при відображенні мікропрограми. Принцип формування знака “5” за допомогою часових діаграм показаний на малюнку 9.**

### Питання 3. Методи відображення вторинної інформації .



# ЛІТЕРАТУРА

1. ОСНОВИ ПОБУДОВИ РЛС РТВ  
ПІД РЕДАКЦІЄЮ **Б.Ф. БОНДАРЕНКО**, КВІРТУ  
ППО, 1987.
2. ОСНОВИ ПОБУДОВИ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ  
ТЕХНІКИ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВІЙСЬК ППО,  
1989.
3. **ТХОРЖЕВСЬКИЙ В.І.** СИСТЕМИ  
РАДІОЛОКАЦІЙНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ.  
НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК. ЧАСТИНА 1. КИЇВ,  
2007 РІК.
4. ТЕОРІЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ:  
ПІДРУЧНИК / **Б.Ф. БОНДАРЕНКО, В.В.**  
**ВИШНІВСЬКИЙ, В. П. ДОЛГУШИН ТА ІНШІ;**  
ЗА ЗАГАЛЬНОЮ РЕДАКЦІЄЮ **С.В. ЛЄНКОВА**,  
2008.