

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Запорізький національний технічний університет**

**Кафедра радіотехніки і телекомунікацій**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
„Системи та мережі радіомовлення і телебачення”  
для студентів спеціальності 6.092.400  
„Інформаційні мережі зв’язку” усіх форм навчання**

**2007**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Системи та мережі радіомовлення і телебачення » для студентів спеціальності 6.092.400 „Інформаційні мережі зв'язку” усіх форм навчання. / Укл. В.І. Мисленков. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2007.- 78 с.

Укладач : В.І. Мисленков, ст. викладач

Рецензент : Б. М. Бондарєв, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск : В.П. Колесніков , зав.  
лабораторією

Дані методичні вказівки до лабораторних робіт розроблені у відповідності з програмою курсу „Системи та мережі радіомовлення і телебачення” , виконуються в лабораторіях радіоприймальних пристроїв і основ телебачення кафедри радіотехніки і телекомунікацій і призначені для студентів всіх форм навчання.

Затверджено  
на засіданні кафедри радіотехніки

Протокол № 13

від 17 червня 2007 р.

## ЗМІСТ

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАПАЗОННИХ<br>ВЛАСТИВОСТЕЙ ВХІДНИХ КІЛ .....         | 5  |
| 1.1 Мета роботи.....                                                                       | 5  |
| 1.2 Опис лабораторного стенду.....                                                         | 7  |
| 1.3 Розрахункове завдання.....                                                             | 9  |
| 1.4 Лабораторне завдання.....                                                              | 10 |
| 1.5 Зміст звіту.....                                                                       | 12 |
| 1.6 Контрольні питання.....                                                                | 12 |
| 2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ВИБІРКОВІ ВЛАСТИВОСТІ<br>ПРЕСЕЛЕКТОРІВ.....                      | 13 |
| 2.1 Мета роботи.....                                                                       | 13 |
| 2.2 Опис блоку лабораторного стенду.....                                                   | 13 |
| 2.3 Основні визначення, розрахункові формули та пояснення.....                             | 14 |
| 2.4 УК та ВЛ преселектора.....                                                             | 19 |
| 2.5 Розрахункове завдання.....                                                             | 21 |
| 2.6 Лабораторне завдання.....                                                              | 24 |
| 2.7 Зміст звіту.....                                                                       | 26 |
| 2.8 Контрольні питання.....                                                                | 26 |
| 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ПА-<br>РАМЕТРИ СИГНАЛІВ СИСТЕМ ТЕЛЕБАЧЕННЯ..... | 27 |
| 3.1 Мета роботи.....                                                                       | 27 |
| 3.2 Загальні відомості.....                                                                | 27 |
| 3.3 Опис лабораторного стенду.....                                                         | 35 |
| 3.4 Порядок виконання лабораторної роботи.....                                             | 35 |
| 3.5 Контрольні питання.....                                                                | 36 |
| 4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ТРАКТ РОЗГОРТКИ<br>ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ПРИЙМАЧА.....                     | 37 |
| 4.1 Мета роботи .....                                                                      | 37 |
| 4.2 Загальні відомості .....                                                               | 37 |
| 4.3 Опис лабораторного стенду .....                                                        | 42 |
| 4.4 Порядок проведення лабораторної роботи .....                                           | 42 |
| 4.5 Контрольні питання .....                                                               | 44 |
| 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 МОДУЛЬ КОЛЬОРОВОСТІ<br>ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ПРИЙМАЧА .....               | 45 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Мета роботи .....                                                                                | 45 |
| 5.2 Загальні відомості .....                                                                         | 45 |
| 5.3 Опис лабораторного стенду .....                                                                  | 50 |
| 5.4 Порядок проведення лабораторної роботи .....                                                     | 50 |
| 5.5 Контрольні питання .....                                                                         | 51 |
| 6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 ФОРМУВАННЯ СИГНАЛУ<br>СИНХРОНІЗАЦІЇ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ПРИЙМАЧА .....             | 53 |
| 6.1 Мета роботи .....                                                                                | 53 |
| 6.2 Загальні відомості .....                                                                         | 53 |
| 6.3 Порядок проведення лабораторної роботи .....                                                     | 55 |
| 6.4 Зміст звіту .....                                                                                | 55 |
| 6.5 Контрольні питання .....                                                                         | 56 |
| 7 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 ПОБУДОВА СУПУТНИКОВОГО<br>ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ .....                       | 56 |
| 7.1 Мета роботи .....                                                                                | 56 |
| 7.2 Теоретичні відомості .....                                                                       | 56 |
| 7.3 Порядок виконання лабораторної роботи .....                                                      |    |
| 7.4 Зміст звіту .....                                                                                | 67 |
| 7.5 Контрольні питання .....                                                                         | 68 |
| 8 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 КОРИСТУВАННЯ<br>ІНДИВІДУАЛЬНИМ КОМПЛЕКТОМ СУПУТНИКОВОГО<br>ТЕЛЕБАЧЕННЯ ..... | 69 |
| 8.1 Мета роботи .....                                                                                | 69 |
| 8.2 Теоретичні відомості .....                                                                       | 69 |
| 8.3 Порядок виконання лабораторної роботи .....                                                      | 76 |
| 8.4 Зміст звіту .....                                                                                | 76 |
| 8.5 Контрольні питання .....                                                                         | 77 |
| Рекомендована література .....                                                                       | 78 |

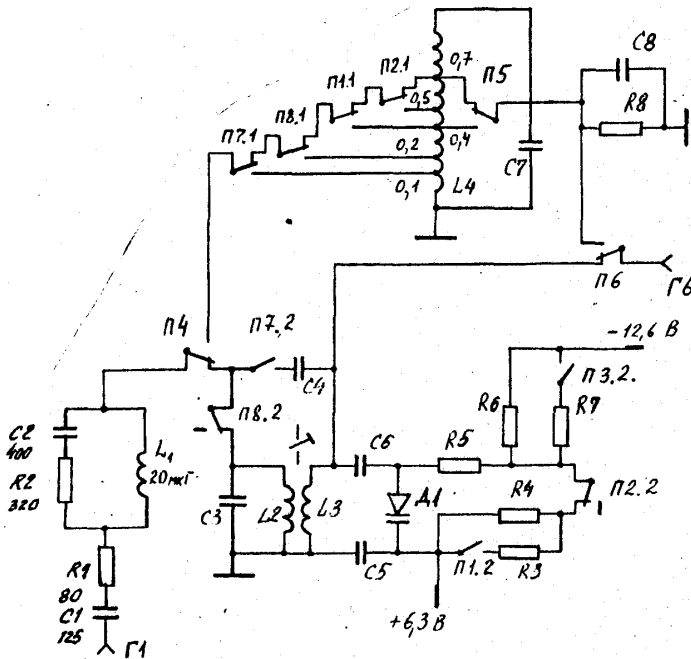
# 1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАПАЗОННИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВХІДНИХ КІЛ

## 1.1 Мета роботи

Дослідити селективні та діапазонні властивості одно-контурних ВхК з різноманітними типами зв'язку із АФС: індуктивним, зовнішньо-ємнісним, внутрішньо-ємнісним, автотрансформаторним і комбінованим.

## 1.2. Опис лабораторного стенду

Електрична принципова схема лабораторного стенду приведена на рисунку 1.1.



### Рисунок 1.1 - Принципова схема дослідження одноконтурних ВхК

На змінній друкованій платі розташовані: СЕА; ВхК, які не налагоджується, з автотрансформаторним типом зв'язку з АФС і входом наступного каскаду; ВЛ із перестроюванням варикапом та елементи комутації. Керування реле забезпечується перемикачами стенду, передня панель якого приведена на рисунку 1.2.

Елементи комутації у ВхК дозволяють змінювати коефіцієнти включення контуру з боку антени і входу наступного каскаду. Вхід наступного каскаду моделюють паралельно включені резистор **R8** опором **10 кОм** і конденсатор **C8** ємністю **10.....12 пФ**. Схема лабораторного стенду дозволяє за допомогою елементів комутації змінювати схему зв'язку ВхК з антеною і частоту настроювання за рахунок дискретної подачі різних керуючих напруг на варикап. Вона також дозволяє досліджувати ВхК з наступними схемами зв'язку з АФС: зовнішньо ємнісним, трансформаторним в режимі подовження і індуктивно-ємнісним (комбінованим). Для реалізації режиму подовження ( $\omega_A < \omega_{0\min}$ ) в антенний контур включена ємність  $C_3$ .

Навантаження до ВхК не підключається, за винятком випадку, коли до рознімання **X2** в процесі вимірів приєднується мілівольтметр В3-48, вхідний опір якого – приблизно дорівнює **20 МОм**. При цьому можна вважати, що ВхК, в режимі перестроювання, з боку навантаження практично не шунтується.

Струми керування варикапа **KB-102Д** протікають безпосередньо через контакти перемикачів **S1 - S3** лабораторного стенду. За рахунок комутаційних комбінацій контактів перемикачів **S1 – S3** забезпечується перестроювання ВхК в діапазоні **500 ... 600 кГц**. Стан перемикачів **S1 - S3**, значення керуючої напруги варикапу і частоти настроювання контуру ВхК при трансформаторному зв'язку з антеною приведені в **таблиці 1.1**. В ній умовно початкове положення перемикачів позначене символом "-", робоче положення (перемикач замкнений) - символом "+".

З технологічних причин для різних схем зв'язку ВхК з АФС значення резонансних частот (при однакових станах перемикачів **S1 – S3**) трохи відрізняються від значень, приведених у **таблиці 1.2**. Обмотки індуктивностей  $L_2$  і  $L_3$ , які мають однакове число витків **W=300**, намотані на каркасі із пластмаси. Коефіцієнт зв'язку між обмотками  $L_2$  і  $L_3$  -  $k \leq 0,1$ .

**Таблиця 1.1- Стан перемикачів**

|                             |     |     |     |     |      |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| S1                          | 1   | 1   | 0   | 0   | 0    |
| S2                          | 0   | 0   | 0   | 0   | 1    |
| S3                          | 0   | 1   | 0   | 1   | 0    |
| $U_{\text{упр.}}, \text{В}$ | 1,0 | 2,8 | 7,5 | 13  | 18,5 |
| $f_0, \text{кГц}$           | 550 | 615 | 700 | 740 | 770  |

Обмотки індуктивностей  $L_1$  і  $L_4$  намотані на трьохсекційний каркас, розміщений в чашечці із карбонільного заліза (СБ-12) із осердям. Переміщенням осердя в деяких межах можна змінювати величини індуктивностей  $L_1$  і  $L_4$  при настроюванні. Обмотка  $L_1$  містить **29** витків, обмотка  $L_4$  - **20** витків з відводами від двох ( $n_1 = 0,1$ ), чотирьох ( $n_1 = 0,2$ ), восьми ( $n_1 = 0,4$ ), десяти ( $n_1 = 0,5$ ) і чотирнадцяти ( $n_1 = 0,7$ ) витків.

Частота настроювання  $V_{\text{хК}}$ , може змінюватись в межах **3,0 ... 5,0 МГц** при зміні коефіцієнтів увімкнення з боку антени і входу наступного каскаду. Номінали елементів СЕА зазначені на схемі (**рис. 1.1**). Включення напруги живлення здійснюється тумблером "Сеть", який розташований на передній панелі стенду. На цієї панелі знаходяться різні **X1** і **X2**, до яких підключаються вимірювальні прилади: генератор ГЗ-112 і мілівольтметр ВЗ-48. Для контролю частоти частотомір ЧЗ-34А підключається до рознімання **X1** генератора ГЗ-112.

### 1.3 Розрахункове завдання

Вивчити матеріали лекцій і розділів літературних джерел, приведених в переліку посилань до методичник вказівок, які стосуються аналізу властивостей узгоджуючи та вхідних кіл РПП.

Враховуючи дані **таблиці 1.2** та припущення, що вхідний опір антени має ємнісний характер, і  $X_A \gg R_A$ , розрахувати залежність модуля резонансного коефіцієнта передачі  $K_0$  і смуги пропускання ВЛ від частоти настроювання при автотрансформаторній схемі зв'язку із входом наступного каскаду. Розрахунок зазначених функціональних залежностей виконати на ПК з кроком по частоті **0,1 МГц** в діапазоні

|                         |                                        |      |      |      |      |      |      |      |                    |     |      |     |      |     |      |      |
|-------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|
|                         | Варианти                               |      |      |      |      |      |      |      |                    |     |      |     |      |     |      |      |
| Параметри               | 1                                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 1                  | 2   | 3    | 4   | 5    | 6   | 7    | 8    |
|                         | Тип зв'язку відносно ланцюга з антеною |      |      |      |      |      |      |      |                    |     |      |     |      |     |      |      |
|                         | Трансформаторний                       |      |      |      |      |      |      |      | Зовнішньо-ємнісний |     |      |     |      |     |      |      |
|                         | Комбінований                           |      |      |      |      |      |      |      | Комбінований       |     |      |     |      |     |      |      |
| C <sub>а</sub> , пФ     | 120                                    | 110  | 125  | 95   | 130  | 105  | 85   | 90   | 110                | 125 | 90   | 130 | 105  | 120 | 95   | 100  |
| Q <sub>0</sub>          | 25                                     | 30   | 42   | 48   | 62   | 38   | 50   | 22   | 33                 | 70  | 63   | 55  | 45   | 50  | 52   | 58   |
| n <sub>1</sub>          | 0,4                                    | 0,5  | 0,2  | 0,85 | 0,55 | 0,1  | 0,75 | 0,1  | 0,65               | 0,2 | 0,15 | 0,9 | 0,45 | 0,6 | 0,42 | 0,75 |
| k                       | 0,1                                    | 0,25 | 0,18 | 0,2  | 0,18 | 0,15 | 0,3  | 0,12 | 0                  | 0   | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    |
| L <sub>з</sub> , мГн    | 2                                      | 1,6  | 1,9  | 1,5  | 1,3  | 1,8  | 1,4  | 2,1  | 1,9                | 2   | 1,7  | 1,5 | 2,1  | 1,8 | 1,4  | 1,6  |
| L <sub>о</sub> , мГн    | 12                                     | 13   | 14   | 15   | 11   | 14   | 13   | 15   | 0                  | 0   | 0    | 0   | 0    | 0   | 0    | 0    |
| R <sub>вх</sub> , кОм   | 10                                     | 15   | 4    | 9    | 13   | 2,5  | 17   | 1    | 12                 | 3,5 | 2    | 19  | 6,5  | 16  | 8    | 14   |
| C <sub>оз</sub> , пФ    | 0                                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 11                 | 6,2 | 12   | 7   | 6,8  | 13  | 9    | 8,2  |
| f <sub>наб</sub> , кГц  | 150                                    | 160  | 160  | 155  | 170  | 180  | 200  | 190  | 155                | 150 | 160  | 165 | 195  | 205 | 155  | 150  |
| f <sub>макс</sub> , кГц | 300                                    | 270  | 400  | 300  | 350  | 415  | 350  | 400  | 340                | 415 | 380  | 390 | 405  | 415 | 295  | 280  |

Для вхідних даних **таблиці 1.2** використовуються наступні позначення:  $C_A$  - ємність антени;  $Q_0$  - конструктивна добротність контуру ВЛ;  $n_2$  - коефіцієнт включення наступного каскаду;  $L_K$  - індуктивність котушки контуру ВЛ;  $L_c$  - індуктивність котушки зв'язку;  $R_{вх.}$  - вхідний опір наступного за ВЛ каскаду;  $k$  - коефіцієнт зв'язку між обмотками  $L_c$  і  $L_{св.}$ ;  $C_{св.}$  - ємність зв'язку ВЛ з антеною;  $f_{мін.}$ ,  $f_{мах.}$  - відповідно мінімальна і максимальна частоти робочого діапазону.

Дані таблиці 1.2 обираються для кожного студента у відповідності до цілого числа, яке утворюється двома останніми цифрами номера його залікової книжки.

Використовуючі метод короткого замикання, для обраних згідно варіанту даних розрахувати для чотирьох типів зв'язку теоретичні значення коефіцієнтів включення  $n_1$  і  $n_2$ .

## 1.4 Лабораторне завдання

1.4.1 Включити вимірювальні прилади і підготувати їх до роботи (відкалібрувати).

1.4.2 Встановити на виході генератора ГЗ-112 напругу  $U = 20 \text{ мВ}$  с частотою  $f = 4,5 \text{ МГц}$  і подати його на вхід ВЛ. Частота контролюється частотоміром ЧЗ-54 в розніманні **0,1-1** генератора ГЗ-112.

1.4.3 До виходу макета (рознімання **X1**) підключити мілівольтметр ВЗ-48. Усі тумблери на лабораторному стенді повинні бути вимкнуті.

1.4.4 Включити напругу живлення. За допомогою перемикачів S1 - S8 лабораторного стенду забезпечити подачу сигналу генератора ГЗ-112 к ВЛ, що не перелаштовується, а вхід мілівольтметра ВЗ-48 підключити до еквівалента навантаження (**R8, C8**).

1.4.5 Для автотрансформаторного типу зв'язку встановити коефіцієнт включення навантаження  $n_2 = 0,7$  і зняти залежність модуля резонансного коефіцієнта передачі і частоти настроювання ВК від коефіцієнта включення з боку АФС. Величини коефіцієнтів включення  $n_1$  і  $n_2$  в досліджуваній схемі змінюються дискретно за допомогою відповідних перемикачів, які перелічені в **таблиці 1.3**.

Результати вимірів і положення перемикачів, при яких проводилися ці виміри, занести в **таблицю 1.3**.

**Таблиця 1.3- Результати вимірів K0**

|            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| N2         | 0,4 |     |     |     |     | 0,7 |     |     |     |     |
| N1         | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| S1         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| S2         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| S4         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| S5         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| S6         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| S7         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| S8         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Uвх,<br>мВ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| F0, кГц    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| K0         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

1.4.6 За результатами вимірів визначити величину  $n_p$ , при якій резонансний коефіцієнт передачі буде максимальним ( $n'_{\text{іонт.}}$ ).

1.4.7 Встановити  $n_1 = n'_{\text{іонт.}}$ . При  $n_2 = 0,7$  настроюванням генератора домогтися резонансу в контурі. Вимірити смугу пропускання по рівню - 3дБ і результат занести в **таблицю 1.3**.

1.4.8 Встановити  $n_1 = 0,4$  і провести виміри, аналогічні вимірам п.

1.4.5. Результати занести в **таблицю 1.6** і по них визначити  $n''_{\text{іонт.}}$ .

1.4.9 Встановити  $n_2 = 0,4$  і настроюванням генератора домогтися резонансу в контурі. Вимірити смугу пропускання по рівню – 3 дБ і результат занести в **таблицю 1.3**.

1.4.10 За допомогою перемикача S подати сигнал генератора ГЗ-112 до ВхК, а вхід мілівольтметра ВЗ-48 підключити до його резонатора.

1.4.11 Зняти залежність модуля резонансного коефіцієнта передачі  $K_0$  і смуги пропускання ВхК за рівнем – 3 дБ ( $\Pi_{0,7}$ ) від частоти настроювання при трансформаторному зв'язку з антеною в режимі подовження. Виміри провести у п'ятих точках діапазону. Комбінації перемикачів, що забезпечують перебудову ВхК в межах діапазону 500...800 кГц, зазначені в **таблиці 1.4**. Результати вимірів і положення перемикачів S4, S6 - S8 занести в **таблицю 1.4**, де  $f_1$  і  $f_2$  – частота, які відповідають крайнім точкам смуги пропускання по рівню – 3 дБ,  $K_d = f_{\text{мах.}}/f_{\text{мін.}}$  коефіцієнт перекриття діапазону.

**Таблиця 1.4- Вимір смуг пропущення**

| S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | $U_{\text{ВХ}}$ ,<br>мВ | $f_0$ ,<br>кГц | $f_1$ ,<br>кГц | $K_0$ | $\Pi_{0,7}$ ,<br>кГц | $K_g$ |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|----------------|----------------|-------|----------------------|-------|
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |                |       |                      |       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |                |       |                      |       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |                |       |                      |       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |                |       |                      |       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |                |       |                      |       |

1.4.12 Зібрати схему із зовнішньо ємнісним зв'язком з АФС і зняти залежність модуля резонансного коефіцієнта передачі ВЛ від частоти настроювання. Виміри провести при тих же комутаційних комбінаціях перемикачів **S1-S3**, що і для п. 1.4.11. Результати вимірів і положення перемикачів **S4, S6 - S8** занести в **таблицю 1.5**.

1.4.13 Зібрати схему з комбінованим зв'язком ВЛ з АФС і зняти залежність модуля резонансного коефіцієнта передачі ВЛ від частоти настроювання. Виміри провести у п'ятих точках діапазону. Комбінації перемикачів **S1... S3** такі ж, як і в пп. 1.4.11, 1.4.12. Результати вимірів і положення перемикачів занести в **таблицю 1.5**.

1.4.14 За результатами вимірів пп. 1.4.11 – 1.4.13, розрахувати коефіцієнти перекриття діапазонів і порівняти їх.

**Таблиця 1.5- Вимір  $K_0$** 

| S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | $U_{\text{ВХ}}$ ,<br>мВ | $f_0$ ,<br>кГц | $K_0$ |
|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------|----------------|-------|
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |       |
|    |    |    |    |    |    |    |    |                         |                |       |

## 1.5 Зміст звіту

Звіт по виконаній лабораторній роботі повинен містити в собі:

- 1) принципову схему досліджуваного варіанта лабораторного стенду;
- 2) результати виконання розрахункового завдання;
- 3) результати вимірів, зведені в таблиці;
- 4) графіки залежностей:
  - а)  $K_0 = F(n_1)$  при  $n_2 = 0.7$ ;

- б)  $K_0 = F(n_1)$  при  $n_2 = 0,4$  для автотрансформаторної схеми зв'язку резонатора з АФС і входом наступного каскаду (в одній системі координат);
- в)  $K_0 = F(f_0)$  при індуктивному, зовнішньо ємнісному і комбінованому зв'язках резонатора ВхК з АФС (в одній системі координат);
- г)  $\Pi_{0,7} = F(f_0)$  при індуктивному зв'язку антени із контуром ВхК;
- д) експериментально визначені коефіцієнти перекриття діапазону для усіх типів зв'язку із АФС;

## 1.6 Контрольні питання

1.6.1 Призначення ВхК, якими показниками вони характеризуються і які вимоги до них пред'являються?

1.6.2 Якими засобами можна перестроювати контур ВК? Переваги і недоліки електронних способів перестроювання ВК. Залежність смуги пропускання ВхК від частоти настройки контуру.

1.6.3 Що більше і чому: конструктивна добротність контуру чи еквівалентна? При яких умовах конструктивна добротність дорівнює еквівалентної? Як впливає добротність варикапа (варактора) на вибірні властивості ВК?

1.6.4 У яких випадках варто використовувати налаштовану антену і в яких ненастроєну і чому?

1.6.5 Привести електричну схему СЕА відкритої прийомної антени (ДСТУ 9763-71). Якими спрощеними еквівалентами відкритих антен можна користуватись в діапазоні **150...410 кГц** і на частотах **2-10 МГц**?

1.6.6 Яка залежність модуля коефіцієнта передачі ВК для автотрансформаторного зв'язку з налаштованою антеною від коефіцієнта включення з боку антени?

1.6.7 Чи зміниться частота настроювання ВК при фіксованому включенні АФС і зміні включення з боку входу наступного каскаду?

1.6.8 Чому при збільшенні коефіцієнта включення по входу наступного каскаду стають великими модуль  $K_{\max}$  і смуга пропускання ВК?

1.6.9 Як зміниться вибірність ВК, якщо встановити

1.6.10 Запишіть умову одержання максимального коефіцієнта передачі ВК й узгодження ВЛ з АФС. У якому випадку ці умови майже збігаються?

1.6.11 Чому при трансформаторному і комбінованому зв'язках ВК з не налаштованою антеною коефіцієнти перекриття діапазону робляться різними ?

1.6.12 З яких міркувань треба вибирати зв'язок ВК з не налаштованою антеною?

1.6.13 Як і чому змінюється резонансний коефіцієнт передачі ВК по діапазону при трансформаторному зв'язку з не налаштованою антеною в режимі подовження?

1.8.14 Як і чому змінюється резонансний коефіцієнт передачі ВК по діапазону при зовнішньо- ємнісному зв'язку з не налаштованою антеною?

1.8.15 Як змінюється резонансний коефіцієнт передачі ВК по діапазону при комбінованому зв'язку із не налаштованою антеною?

## **2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ВИБІРНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРЕСЕЛЕКТОРНИХ СХЕМ**

### **2.1 Мета роботи**

Вивчення вибірних та діапазонних властивостей преселектора радіоприймача на біполярних транзисторах.

### **2.2 Опис блоку лабораторного стенду**

Електрична принципова схема преселекторного блоку, що використовується в лабораторній роботі **№2**, зображена на **рисунку 2.1**. Перелік схемних елементів преселекторного блоку задається викладачем.

В якості вхідного і узгоджуючого кіл ПВЧ преселектора використовуються паралельні коливальні контури. В стенді передбачена можливість зміни напруги та струму живлення -  $E_{ж}$ ,  $I_{ж}$  відповідними регуляторами: **R1** і **R2** з контролем їх величин вмонтованими приладами: вольтметром - **V** та амперметром - **I**. Збільшення напруги та струму живлення відповідає повороту регулятора за годинниковою стрілкою.

Для подачі і контролю рівня збуджуючого сигналу від зовнішнього генератора передбачені рознімання **X1** та **X2**, розташовані на передній панелі. В лабораторному стенді є можливості зміни

структури та параметрів електричної схеми преселектора за допомогою перемикачів S1 - S3, S5 - S8 (перемикач S4 - резервний). Особливості налаштування паралельних коливальних контурів, які використовуються в схемах узгодження преселектора, не дозволяють налаштувати в резонанс контури в широкому діапазоні робочих частот. Тому з метою спрощення конструкції стенда, замість налаштування схем узгоджень, використовується підбір частоти збуджуючого сигналу. Для зменшення впливу на режим роботи преселектора під час вимірювання його параметрів передбачено часткове включення вимірювальних приладів через рознімання X1 - X5. Значення параметрів задає викладач.

### **2.3 Основні визначення, розрахункові формули та пояснення**

В супергетеродинних приймачах частотна вибірковість визначається головним чином послабленням дзеркального та сусіднього (або сусідніх) каналів прийому. В радіоприймачах з одноразовим перетворюванням частоти послаблення дзеркального каналу прийому забезпечує преселектор, послаблення сусідніх каналів прийому – ППЧ з преселектором. В дійсній роботі аналізується вибірні властивості структурних схем преселектора, які використовують однокаскадну схему ПСЧ. Як показала практика, така побудова преселектора є достатньою для радіомовних і частково для професійних діапазонних приймачів. Більш складні схеми не використовуються через конструктивну складність та економічну недоцільність.

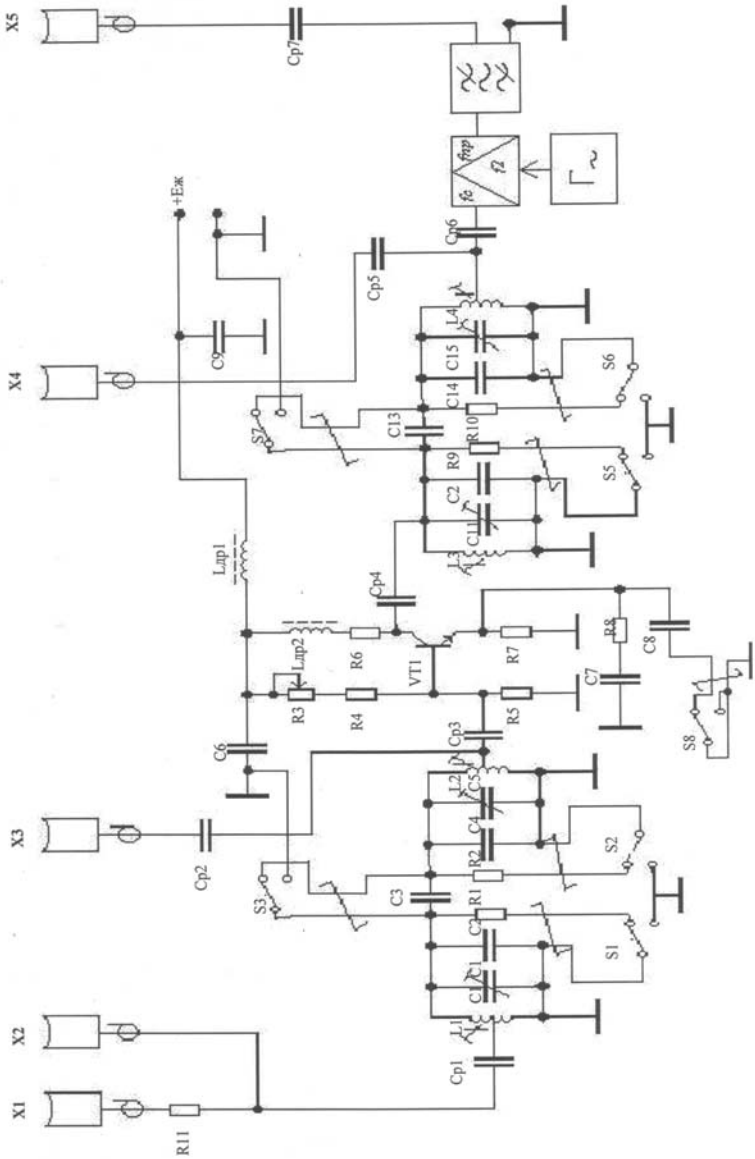


Рисунок 2.1- Схема преселектора

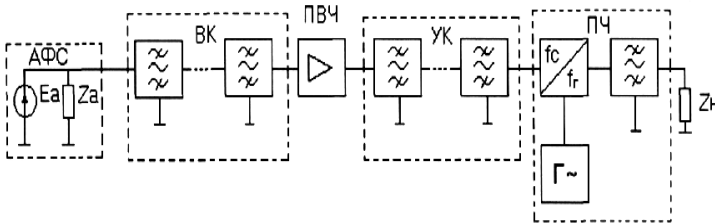


Рисунок – 2.2 – Узагальнена структурна схема преселектора

Типові структурні схеми побудови преселекторних схем радіомовних приймачів діапазону помірно високих частот приведені на рисунку 2.5. Розглянемо параметри складових частин узагальненої структурної схеми окремо.

Приведемо електричні схеми заміщення АФС, які використовуються в сучасних радіоприймачах.

Приймальну антену можна представити генератором ЕРС  $E_A$ , який включений послідовно а комплексним внутрішнім опором  $Z_A$  (рис. 2.4). Ця ЕРС визначається формулою  $E_A = E \cdot h_d$ , де  $E$  - напруженість електричного поля у точці прийому,  $мкВ / м$ ;  $h_d$  - діюча висота антени. Розміри налаштованої антени обирають таким чином, щоб її резонансна частота  $f_{A0}$  дорівнювала частоті приймального сигналу або середній частоті діапазону частот прийому.

Внутрішній опір такої антени (наприклад, напівхвильового вібратора або антени професійного приймача НВЧ діапазону) є чисто активним:  $Z_A = R_A$ . Якщо така антена з'єднана з приймачем фідерною лінією з хвильовим опором  $W_\Phi = R_A$ , або опір фідера узгоджений з антеною трансформатором, то ми отримуємо рівність  $W_\Phi = R_A$ . На частотах, які відрізняються від  $f_{A0}$ , узгодження антени з фідером порушується і потужність сигналу, яку отримує приймач, знижується. Тому налаштовану антену використовують для прийому на фіксованій частоті або у вузькому діапазоні частот. Зокрема, до таких антен відноситься напівхвильовий диполь, для якого  $R_A = 73 \text{ Ом}$  і  $h_d = \lambda / \pi$ . При аналізі режимів ВК у складі преселектора радіоприймача антену зручно замінити еквівалентним генератором струму  $I_A = E_A / Z_A$  з комплексною провідністю  $Y_A$ :

$$Y_A = 1 / Z_A = R_A / |Z_A|^2 - j \cdot X_A / |Z_A|^2 = g_A + j \cdot b_A \cdot \quad (2.1)$$

Для штирової антени або антени у вигляді одиничного вертикального дроту діюча висота визначається співвідношенням [2]:

$$h_d = \lambda \cdot \operatorname{tg}(\pi \cdot h / \lambda) / (2 \cdot \pi), \quad (2.2)$$

де  $h$  - геометрична висота антени;  $\lambda$  - довжина хвилі. При виконанні умови  $h \ll \lambda$ , формула (2.2) спрощується:  $h_d \cong h/2$ .

Еквівалентна схема антени приведена на **рисунку 2.4а**.

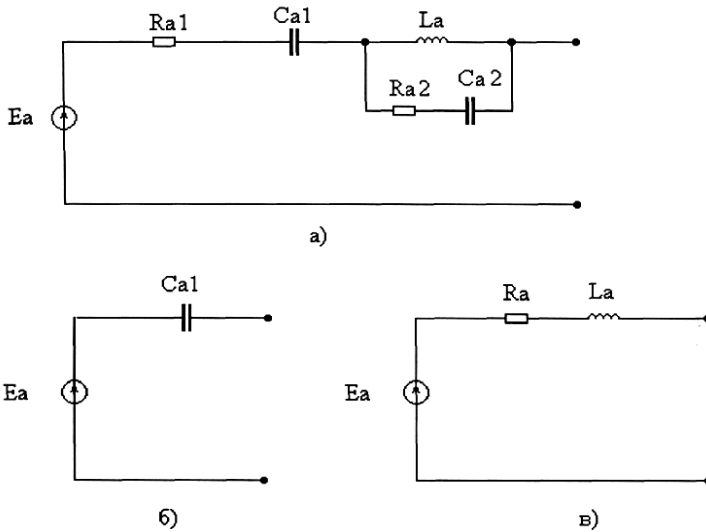


Рисунок 2.4 – Еквівалентні схеми антен

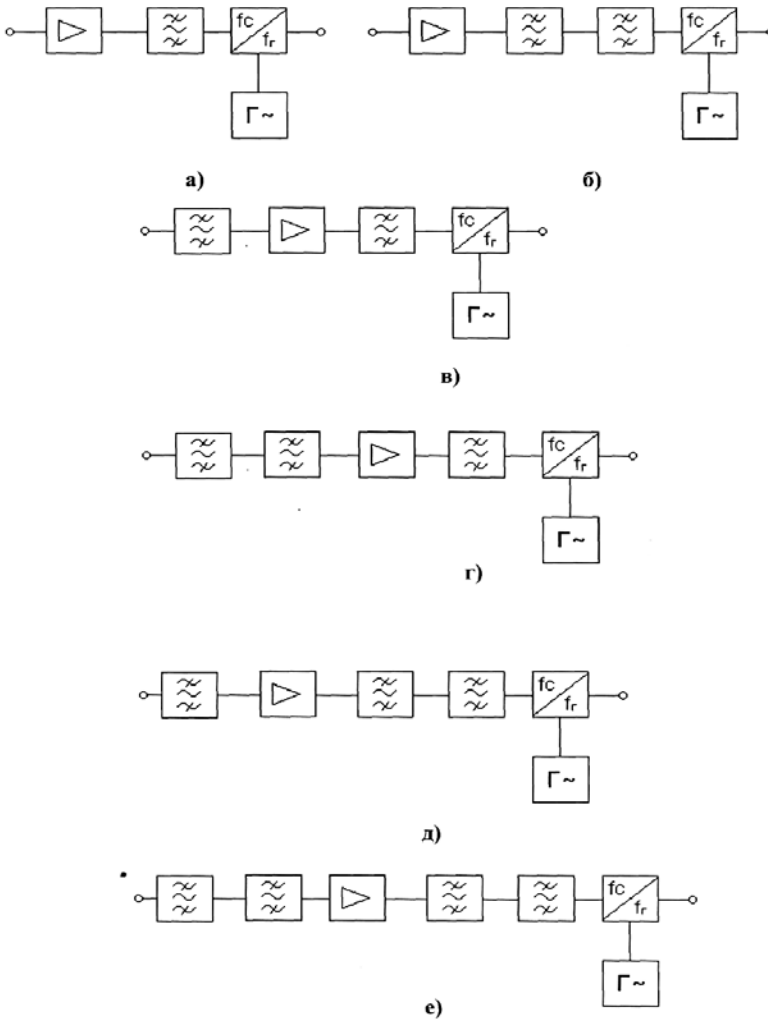


Рисунок 2.5 - Типові структурні схеми преселекторів радіоприймачів

При випробовуваннях приймача вихідний опір еквівалентної антени повинен відповідати певній «усередненій» антені. Радіомовні приймачі в діапазонах довгих, середніх та коротких хвиль звичайно діють від відкритих, ненаправлених, не налаштованих антен середніх геометричних розмірів, які відповідають наступній умові:  $l < \lambda_{\min} / 3$ , де  $l$  - довжина антени. В якості такої антени для радіомовних приймачів прийнята антена висотою  $h = 5$  м з наступними значеннями параметрів еквівалентної схеми:  $R_{A1} = 80$  Ом,  $R_{A2} = 320$  Ом,  $C_{A1} = 120$  пФ,  $C_{A2} = 400$  пФ,  $L_A = 20$  МкГн. В різних діапазонах хвиль схема на рисунку 2.4а може бути спрощена, як показано на рисунку 2.4б для діапазонів ДХ і СХ, та на рисунку 2.4в для КХ.

Еквівалентна схема рамочної або магнітної антен приведена на рисунку 2.4в, де  $R_A$  - опір, а  $L_A$  - індуктивність котушки (рамки) антени. В напрямку максимуму ДН діюча висота таких антен визначається формулою:

$$h_D = 2 \cdot \pi \cdot S \cdot w \cdot \mu / \lambda, \quad (2.3)$$

де  $S$  - площа витка котушки;  $w$  - число витків;  $\mu$  - відносна магнітна проникність осердя (для повітря  $\mu = 1$ , для фериту  $\mu = (100 \dots 200)$ ).

## 2.4 УК та ВЛ преселектора

Безпосереднє підключення навантаження з комплексним опором  $Z_H$  до генератора з комплексним опором  $Z_r$ , як правило, не є оптимальним, з точки зору досягнення більшого коефіцієнту передачі потужності та малого коефіцієнта стоячої хвилі (останнє є найбільш суттєвим в діапазоні НВЧ). Тому між генератором та навантаженням включають УК (рис. 2.6).

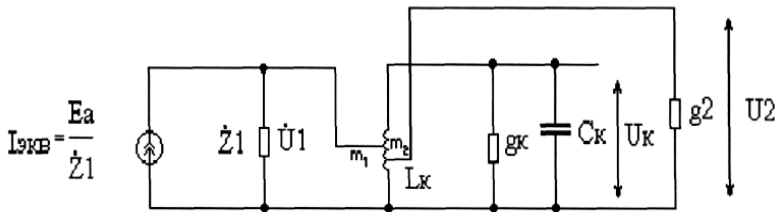


Рисунок 2.6 – Схема підключення узгоджуючого кола

В якості генератора звичайно виступає антена або АФС, а в якості навантаження - АЕ наступного каскаду (аналогічно УК використовується і для узгодження між каскадами приймача). Головне призначення УК - забезпечення узгодження на вході та (або) виході. Крім того, на УК часто покладають задачу попередньої фільтрації сигналу на фоні завад. Розрізняють два режими узгодження генератора з навантаженням: вузько смугове - узгодження на фіксованій частоті та широкосмугове - узгодження в діапазоні частот. В роботі розглядається перший режим.

Розглянемо узгодження генератора з навантаженням на частоті  $\omega = \omega_0$ . Нагадаємо, що умовою передачі максимальної потужності в навантаження є комплексне узгодження на вході:

$$\dot{Z}_{BX}(\omega_0) = \dot{Z}_Г(\omega_0) \quad (2.4)$$

Припустимо, що УК - пасивне коло із ідеальних реактивних елементів (рис. 2.7), Y- параметри яких являють собою чисто уявні величини:

$$Y_{11} = j \cdot b_{11}, \quad Y_{12} = Y_{21} = j \cdot b_{12}, \quad Y_{22} = j \cdot b_{22}. \quad (2.5)$$

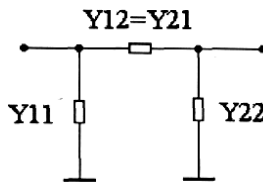


Рисунок 2.7 – Ідеальне УК

Із рівності (2.5) слідують два скалярних рівняння (вираз для вхідної провідності чотириполосника в таблиці 2.1):

Із рівності (2.4) легко отримати два співвідношення, які визначають дійсну та уявну частини комплексної вхідної провідності чотириполосника:

$$g_r = \frac{b_{12}^2 \cdot g_n}{g_n^2 + (b_n + b_{22})^2}; \quad b_r = -b_{11} + \frac{b_{12}^2 \cdot (b_n + b_{22})}{g_n^2 + (b_n + b_{22})^2}. \quad (2.6)$$

В формулах (2.6)  $Y_n = Z_n^{-1} = g_n + j b_n$ ,  $Y_r = Z_r^{-1} = g_r + j b_r$ . Для визначення  $b_{11}$ ,  $b_{12}$  і  $b_{22}$  співвідношення (2.9) необхідно доповнити рівністю:

$$b_{22} = -b_n, \quad (2.7)$$

при якій коефіцієнт передачі УК має максимум на частоті  $\omega_0$ . Тим самим підвищується вибірність УК. Тоді із співвідношення (2.6) знаходимо:

$$b_{12} = \pm \sqrt{g_n \cdot g_r}. \quad (2.8)$$

У частинному випадку для УК у вигляді простішої П - образної схеми, яка складається із реактивних елементів (рис. 2.7), уявні частини  $Y$ -параметрів визначаються формулами:

$$b_{11} = B_1 + B_3, \quad b_{22} = B_2 + B_3, \quad b_{12} = b_{21} = -B_3. \quad (2.9)$$

Із формул (2.8), (2.9) випливають наступні формули для визначення параметрів схеми (рис. 2.4):

$$B_3 = \pm \sqrt{g_r \cdot g_n}, \quad B_1 = -B_3 - b_r, \quad B_2 = -B_3 - b_n. \quad (2.10)$$

Знакам «плюс» або «мінус» правої частини виразу (2.10) відповідає реалізація елемента  $Y_3$  у вигляді конденсатора або котушки індуктивності, відповідно. Реальні елементи УК не є чисто реактивними через втрати, які можуть змінити їх характеристики. Розрахунок УК з урахуванням втрат реактивних елементів приведений в [3].

## 2.5 Розрахункове завдання

Вивчити схемотехніку ВК преселектора, умови узгодження по максимуму коефіцієнта передачі сигнальної напруги (струму, потужності) та мінімізації коефіцієнта шуму преселектора.

Для заданої величини  $d_{\text{дз}}$  (таблиця 2.1) визначити структуру та схему преселектора. Лабораторний стенд передбачає використання однокаскадного ПСЧ з різними варіантами селективних структур на вході та виході каскаду. Необхідно зробити ряд послідовних розрахунків послаблення сигналів для запропонованих структур, доки не буде виконана умова

$$d_{\text{дз. задан.}} \leq d_{\text{дз. расч.}} \quad (2.11)$$

Нижче приведені формули розрахунку послаблення завад  $d_{\text{дз}}$  для кількох запропонованих структур преселектора радіоприймача:

Преселектор з однокаскадним ПСЧ, який навантажений поодиноким паралельним коливальним LC - контуром:

$$d_{\text{дз.розр.}}^{(1)} = 10 \cdot \lg(1 + a_{\text{дз.}}^2). \quad (2.12)$$

Преселектор з однокаскадним ПСЧ, який навантажений двома зв'язаними між собою критичним зв'язком паралельних контури:

$$d_{\text{дз.розр.}}^{(2)} = 10 \cdot \lg(1 + a_{\text{дз.}}^4 / 4). \quad (2.13)$$

Преселектор з одноконтурним ВК та ПСЧ з поодиноким паралельним коливальним контуром на виході:

$$d_{\text{дз.розр.}}^{(3)} = 20 \cdot \lg(1 + a_{\text{дз.}}^2). \quad (2.14)$$

Преселектор, виконаний із застосуванням ВК, яке складається з двох зв'язаних між собою паралельних резонансних контурів, та однокаскадного ПСЧ, навантаженого на паралельний коливальний контур:

$$d_{\text{дз.розр.}}^{(4)} = 10 \cdot \lg(1 + a_{\text{дз.}}^4 / 4) \cdot (1 + a_{\text{дз.}}^2). \quad (2.15)$$

Таблиця 2.1 Дані для розрахункового завдання

| Номер<br>Ва<br>варіанту | F min ,<br>МГц | f max ,<br>МГц | f пр1 ,<br>МГц | S д3 ,<br>дБ | $\delta_0$ |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------------|
| 1                       | 0,15           | 0,4            | 0,465          | 50           | 0,01       |
| 2                       | 0,525          | 1,6            | 0,465          | 40           | 0,008      |
| 3                       | 4              | 6              | 0,465          | 35           | 0,012      |
| 4                       | 6              | 8              | 0,465          | 30           | 0,015      |
| 5                       | 8              | 10             | 0,465          | 32           | 0,01       |
| 6                       | 10             | 12             | 0,465          | 35           | 0,02       |
| 7                       | 12             | 16             | 0,9            | 34           | 0,018      |
| 8                       | 16             | 20             | 2              | 40           | 0,022      |
| 9                       | 20             | 24             | 7              | 60           | 0,025      |
| 10                      | 24             | 28             | 7              | 70           | 0,02       |
| 11                      | 20             | 30             | 6,5            | 65           | 0,01       |
| 12                      | 10             | 20             | 6,5            | 75           | 0,015      |
| 13                      | 4              | 12             | 0,465          | 32           | 0,013      |
| 14                      | 2              | 8              | 0,465          | 30           | 0,018      |
| 15                      | 0,52           | 1              | 0,465          | 40           | 0,025      |
| 16                      | 30             | 40             | 12             | 80           | 0,02       |
| 17                      | 40             | 50             | 12,5           | 75           | 0,011      |
| 18                      | 50             | 60             | 11             | 50           | 0,008      |
| 19                      | 60             | 70             | 10,7           | 55           | 0,01       |
| 20                      | 70             | 80             | 10,7           | 50           | 0,015      |
| 21                      | 80             | 90             | 12             | 45           | 0,02       |
| 22                      | 90             | 100            | 13             | 42           | 0,018      |
| 23                      | 100            | 110            | 14             | 50           | 0,009      |
| 24                      | 110            | 120            | 15             | 60           | 0,007      |
| 25                      | 30             | 50             | 6,5            | 65           | 0,014      |

Преселектор, виконаний із застосуванням ВК, яке складається із двох зв'язаних між собою паралельних резонансних контурів, та однокаскадного ПСЧ, навантаженого двома зв'язаними між собою паралельними контурами:

$$d_{\text{дз,розр.}}^{(5)} = 20 \cdot \lg(1 + a_{\text{дз.}}^4 / 4), \quad (2.16)$$

де  $a_{дз.}$  в формулах (2.2 - 2.6) - узагальнене розлагодження контуру, яке визначається співвідношенням  $a_{дз.} = |f_{дз.} / f_c - f_c / f_{дз.}| / \delta_{екв}$  і розраховане на частоті  $f_c$ ;  $\delta_{екв.}$  - еквівалентне згасання контуру, а  $f_{дз.} = f_c \pm 2f_{ПЧ}$ . Для виконання розрахункового завдання величину еквівалентного згасання та частоту сигнальної напруги (в залежності від діапазону робочих частот) необхідно обирати згідно з заданим варіантом **таблиці 2.1**.

## 2.6 Лабораторне завдання

З'єднати лабораторний стенд з вимірювальними приладами згідно схеми вимірювань (**рис. 2.8**). Вхід осцилографа підключити до рознімання **X2** для контролю форми коливання генератора збуджуючого сигналу. Включити вимірювальні прилади і дати їм прогрітись 15 хвилин.

Встановити рівень збуджуючого сигналу (рівень вихідних коливань генератора) мінімальним. Частоту коливань генератора встановити рівною резонансній частоті настройки коливального контуру. **A1** - преселекторний блок; **A2** – генератор (ГЗ-112); **A3** - осцилограф (СІ-74); **A4, A5** - мілівольтметр (ВЗ-38, ВЗ-56, ВУ-15). Включити живлення лабораторного стенду тумблером „**Сеть**”.

Встановити величину напруги живлення рівною **7,5В**. Визначити величини послаблення сигналів на дзеркальному каналі прийому для двох з можливих шести варіантів схем преселектора, приведених на **рисунку 2.1**. Рівень напруги вхідного сигналу для пп. 1.1 і 1.2 **таблиці 2.1** може досягати **1 В (0 дБ)**, а для пп. 1.3, 1.4 і 1.5 - не повинен перевищувати **1-5 мВ ( 60 дБ)**. Для виконання експериментальних операцій для одного варіанта схеми преселектора необхідно:

1- виконати комутацію перемикачів **S1 - S8** відповідно вказаним викладачем варіантам структурної схеми преселектора (**додаток Д**);

2- подати на вхід вибраних схем преселектора безперервний не модульований гармонічний сигнал генератора **ГЗ-112** амплітудою **100 мВ** та частотою, яка змінюється в діапазоні **3.0 - 10МГц**, зняти АЧХ коливальних систем преселектора, та визначити їх смуги пропускання  $\Pi_{пр.}$ ;

3- подати на вхід вибраної схеми преселектора від генератора **ГЗ-112** безперервний сигнал з амплітудою до 1 В і частотою резонансу згідно даних наведених викладачем.

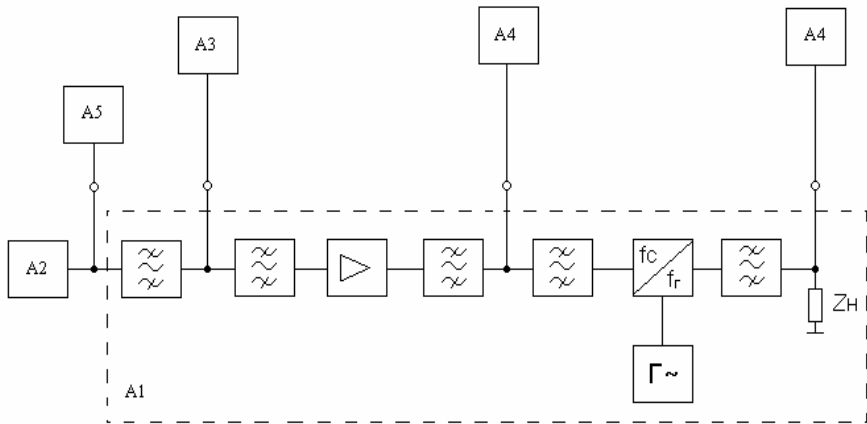


Рисунок 2.8 – Схема вимірювань

4- підключити до рознімання **X2** мілівольтметр ВЗ-56 та налаштувати частоту генератора на максимум показань вольтметра;

5- зафіксувати показання вольтметра  $U_{\text{МАКС}}$ ;

6- розстроїти частоту генератора на величину  $\pm \Pi_{\text{пр}}/2$  і зафіксувати показання мілівольтметра  $\Pi_{\text{експ}}$ , переключивши його межі вимірювання на мінімальне значення величини, що вимірюється. В тому випадку, коли на вибраному рівні сигнальної напруги не вдається одержати надійний відлік вимірюваної величини, необхідно підвищити рівень амплітуди сигналу та повторити вимірювання;

7- визначити величину експериментального значення затухання у відповідності до обраних варіантів побудови структури пряселектора згідно формул (2.12 ... 2.16).

8- Виконати приведену послідовність операцій для двох визначених на попередніх етапах варіантів схем (рис. 2.1).

## 2.7 Зміст звіту

Звіт повинен мати: мету роботи, загальну принципову електричну схему преселектора; результати розрахунків пп. 2.3.1.4 – 2.3.12 завдання; принципові схеми двох визначених в результаті підготовчих

розрахунків варіантів структурних схем преселектора; результати вимірювання затухання для визначених варіантів схем преселектора; порівняльну характеристику вибірних властивостей шести варіантів преселекторних схем в заданому діапазоні частот; теоретичні та експериментальні АЧХ визначених варіантів структурної побудови преселектора; теоретичні та експериментальні значення смуг пропускання для заданих варіантів схеми преселектора.

## 2.8 Контрольні питання

**2.8.1** Перелічити функції преселекторних схем. Яким чином вони реалізуються? Дайте визначення дзеркального, сусіднього та бічного каналів прийому.

**2.8.2** Чому для ФМ - діапазону одержуємо кращу вибірність при однаковій еквівалентній добротності коливальних контурів?

**2.8.3** Як послаблюється сусідній канал прийому в преселекторі

**2.8.4** Які методи підвищення вибірності преселектора по дзеркальному каналу Ви знаєте?

**2.8.5** Як змінюється вибірність по дзеркальному каналу в преселекторі, який має вхідне двоконтурне коло з симетрично - розстроєними коливальними контурами?

**2.8.6** Як впливає на вибірні властивості преселектора степінь зв'язку між коливальними контурами?

**2.8.7** Як впливає на вибірні властивості часткове підключення коливальних контурів?

**2.8.8** Як зміниться коефіцієнт передачі узгодженого ВК, якщо від режиму максимального коефіцієнта передачі перейти до режиму заданого розширення смуги пропускання ( $g_f=20\text{мСм}$ ,  $g_k = 1,5\text{мСм}$ ,  $g_2 = 1,5\text{мСм}$ ,  $\gamma=2,5$ )?

**2.8.9** Визначте вибірність приймача по сусідньому каналу, якщо на його вході рівень завади на частоті сусіднього каналу перевищує рівень сигналу на **10дБ**, а на виході блока ВЧ приймача співвідношення сигнал - завада дорівнює **30дБ**?

## 3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

### Телевізійні сигнали мовлення системи телебачення

#### 3.1 Мета роботи

1. Визначити структуру телевізійного сигналу.
2. Ознайомитися з повною формою ТБ сигналів чорно-білого та кольорового телебачення та вимогами ГОСТ 7845-79.
3. Ознайомитися з випробувальними ТБ сигналами та методикою вимірювання параметрів телевізійних трактів.

### 3.2 Загальні відомості

Телевізійний сигнал – сигнал, який несе інформацію про телевізійне зображення.

Початковий сигнал яскравості – електричний сигнал, який отримується у процесі телевізійної розгортки та перетворення зображення яке передається під час активної частоти строки.

Сигнал яскравості – сигнал складений з початкового сигналу яскравості та сигналу гасіння.

Кольорорезистивний сигнал – сигнал, який дорівнює різниці двох сигналів. Наприклад, різниці сигналів основного кольору та початкового сигналу яскравості.

Сигнал кольоровості – сигнал однієї або декількох піднесучих, промодульованих кольорорізними сигналами, яких включає сигнали кольорової синхронізації.

Кольоровий телевізійний сигнал – сигнал, який складається з початкового сигналу яскравості, сигналу кольоровості та імпульсів гасіння.

Сигнал синхронізації – (синхросигнал) – сигнал у вигляді сукупності синхронізуючих імпульсів строк та полів, призначений для встановлення синхронності та синфазності роботи генераторів розвертки при аналізі та синтезі зображення.

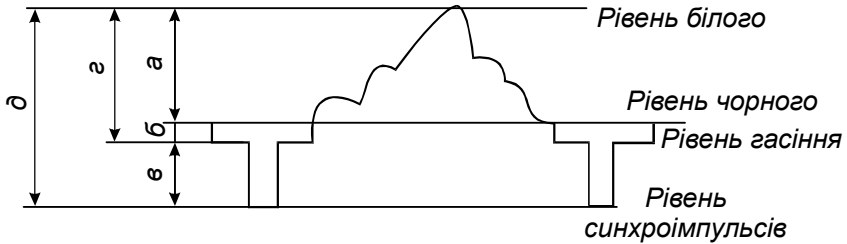
Повний телевізійний сигнал – сигнал, який складається з телевізійного сигналу та сигналу синхронізації.

Повний кольоровий телевізійний сигнал – сигнал, складений з кольорового телевізійного сигналу та сигналу синхронізації.

Номінальний рівень білого – рівень сигналу яскравості або повного телевізійного сигналу при подаванні нормального білого у об'єкті.

Рівень чорного – мінімальний рівень сигналу яскравості при подаванні чорного у об'єкті.

Рівень гасіння – рівень сигналу яскравості або повного телевізійного сигналу під час передавання плохого частоти гасячих імпульсів.



- а – сигнал зображення (сигнал яскравості);  
 б – захистний рівень;  
 в – синхронізуючий сигнал;  
 г – телевізійний сигнал;  
 д – повний телевізійний сигнал.

Рисунок 3.1 - Прийняті значення амплітудних составляючих і рівней сигнала в телебаченні

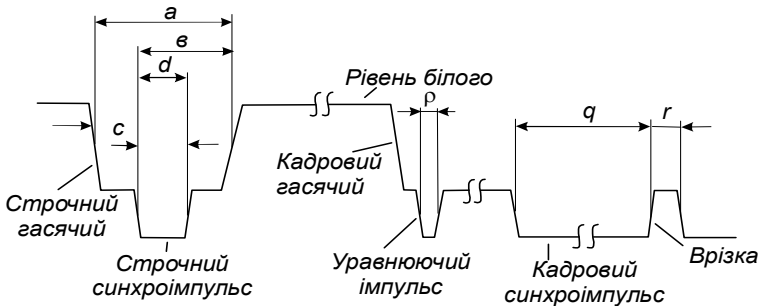


Рисунок 3.2 - Гасячі, синхронізуючі та урівнюючі імпульси

Таблиця 3.1 Параметри сигналів системи СЕКАМ

|   | Параметр                           | Значення параметру | позначення |
|---|------------------------------------|--------------------|------------|
|   | (тривалість) рядка, мкс            | 64                 | Н          |
| 2 | Тривалість рядкового гасячого, мкс | 12 ±0.3            | А          |

|    |                                                                                                                 |                |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|
| 3  | Інтервал між переднім фронтом рядкового гасячого та переднім фронтом синхроімпульса, мкс                        | $15 \pm 0.3$   | C |
| 4  | Тривалість рядкового синх. Імп., мкс                                                                            | $4.7 \pm 0.3$  | D |
| 5  | Інтервал (тривалість) поля, мкс                                                                                 | 20             | V |
| 6  | Інтервал між переднім фронтом кадрового гасячого імпульсу та переднім фронтом першого урівнюючого імпульсу, мкс | $3 \pm 2$      | G |
| 7  | Тривалість кадрового гасячого, нс                                                                               | 25             | J |
| 8  | Тривалість першої послідовності урівнюючих імпульсів, нс                                                        | 2.5            | I |
| 9  | Тривалість послідовності кадрових синхроімпульсів, нс                                                           | 2.5            | m |
| 10 | Тривалість другої послідовності урівнюючих імпульсів, нс                                                        | 2.5            | n |
| 11 | Тривалість урівнюючого імп., мкс                                                                                | $2.35 \pm 0.1$ | P |
| 12 | Тривалість кадрового синхроімп., мкс                                                                            | 27.3           | q |

Примітка. ГОСТ 7845-79 встановлює вимоги також до тривалості фронтів усіх імпульсів та іншим параметрам.

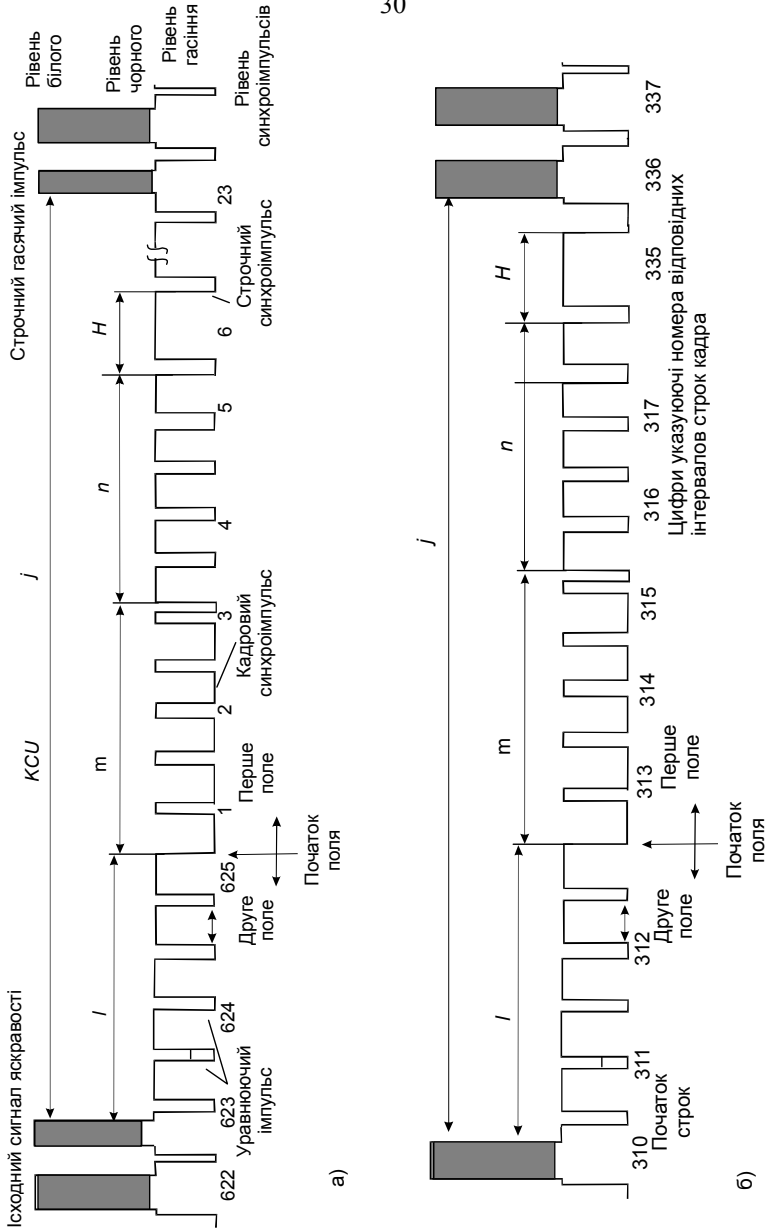


Рисунок 3.3 - Форма повного телевізійного сигналу на початку першого (а) та другого (б) полів

- Кадр телевізійного зображення повинен містити 625 строк та складатися з двох полів (напівкадрів) з крізьстрокним чередуванням слідуєчих з частотою 25 кадрів у 1 с. Напрямок розкладення зображення по строках – зліва направо, по полям зверху вниз. Формат кадру зображення 4:3.

- Номінальне значення частоти строк повинно складати  $f_c = 15625 \text{ Гц}$  з припущеною нестабільністю для чорно-білого телебачення не більше  $\pm 3 \text{ Гц}$ , для кольорового телебачення  $\pm 0,016 \text{ Гц}$ . Номінальне значення частоти полів повинно складати  $f_c / 625 = 50 \text{ Гц}$ .

- Форма повного телевізійного сигналу та параметри гасячих та синхронізуючих імпульсів повинні відповідати наведеному у таблиці 3.1 та на рис.3.2

- Сигнал кольоровості повинен формуватися з сигналів основних кольорів згідно з законом

$$E_y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B$$

де –  $E_R$ ,  $E_G$ ,  $E_B$  – сигнали основних кольорів після гама-корекції.

- Сигнал кольоровості повинен являти собою кольорові піднесучі, промодульовані по частоті кольорорізнисними сигналами  $D_R$  й  $D_B$  які формуються згідно з законом

$$D_R = 1,9(E_R - E_y); \quad D_B = 1,5(E_B - E_y).$$

- Частоти спокою кольорових піднесучих при відсутності модуляції складають

$$f_{oR} = 4406,25 + 2 \text{ кГц у строках с сигналом } D_R (f_{oR} = 282 f_c)$$

$$f_{oB} = 4250,00 + 2 \text{ кГц у строках з сигналом } D_B (f_{oB} = 272 f_c)$$

Величини девіації: для  $D_R$   $\Delta f = \pm 280 \pm 9 \text{ кГц}$  при максимальних значеннях  $+350 \pm 18 \text{ кГц}$  та  $-506 \pm 25 \text{ кГц}$ ; для  $D_B$   $\Delta f = +230 \pm 7 \text{ кГц}$  при максимальних значеннях  $+506 \pm 25 \text{ кГц}$  та  $-350 \pm 18 \text{ кГц}$ .

- Система СЕКАМ передбачає пряму та зворотню сумісність, т.б. чорно-білий ТБ приймач повинен приймати чорно-білий телевізійний сигнал.

- Так як у системі СЕКАМ передбачається частотна модуляція піднесучої, використовувати дискретність спектру телевізійного сигналу для значення взаємного впливу сигналів яскравості та кольоровості неможливо. Для покращення сумісності застосовують почергову зміну фази піднесучих від поля до поля на  $180^\circ$ , а також на початку та кінці кожної третьої строки.

- Величина кольорової піднесучої на частоті мінімуму коефіцієнту передачі ланцюга високочастотної корекції (4,286МГц) повинен складати  $23 \pm 2,5\%$  від розмаху сигналу яскравості. Розмах сигналів кольорової синхронізації у строках з сигналом в який дорівнює  $50 \pm 5\%$  0 В від розмаху повного телевізійного сигналу, а розмах у строках з сигналом Ек -  $54 \pm 4\%$ .

- Параметри ланцюгів гамма-корекції, ФНЧ, який використовують для обмеження спектра частот кольорорізнисцевих сигналів та ланцюгів НЧ та ВЧ корекції сигналу кольоровості визначені ГОСТом 7845-79.

- Кольорова синхронізація забезпечує правильну роботу електронного комутатора приймача та здійснюється шляхом передачі імпульсів впізнання. Сигнали синхронізації передаються в 7-15 строках першого поля та 320-328 строках другого поля. При передачі імпульсів синхронізації трапецидальної форми миттєві значення частот відповідають максимальним величинам девіації (див.п. 3.2.5.)

Полярність імпульсів обрана така, що при передачі строки з сигналом ЕР - Еу передаються додатні напівперіоди, а при передачі строки з сигналом Ев -Еу – від'ємні напівперіоди.

- Сигнал кольорової піднесучої з первинним під час передачі гасячих імпульсів частоти строк, що визиває нестационарні процеси на вихідних частотах дискримінаторів.

- Частотні, фазові та амплітудні перекучування, які виникають у телевізійних трактах, можуть контролюватися звичайними радіотехнічними приладами.

Разом з тим у телебаченні широко використовуються спеціальні телевізійні випробувальні сигнали. Ці сигнали містять у собі безпосередньо випробувальний (тест-) сигнал та суміш гасячих та синхронізуючих імпульсів. Дякуючи цьому стає можливим вимірювати тракт у динамічному режимі, т.б. під час вимірювань працюють схеми відновлювання зжатої складової у необхідних точках тракту, а режими електронних приладів відповідають режимам при передачі ТВ програми. Крім того, сучасні телевізійні тракти мають велику протяжність та важливо мати можливість подавати сигнал на початку тракту та проводити вимірювання у будь-якій його точці.

- У теперішній час існують два методи вимірювання ТВ трактів:  
- метод вимірювань при подаванні періодичного випробувального сигналу безпосередньо в тракт;

- метод, змішуванні випробувальної строки у повний телевізійний сигнал та виділення та оцінки його перекичувань у необхідних точках.

Другий метод дозволяє оперативно контролювати характеристики тракту безпосередньо у процесі передачі ТБ програми та широко використовується при обміні міжнародними програмами, а також у національному телебаченні.

- Випробувальний сигнал №1 МККР являє собою симетричні прямокутні імпульси зі скважністю рівній 2 та частотою 50Гц які прорізани строковими гасячими імпульсами. Випробувальним сигналом №1 контролюють тракт в області нижчих частот, шляхом вимірювання переносу горизонтальної частоти імпульсу.

- Випробувальний сигнал №2 МККР являє собою прямокутні імпульси строчної частоти з тривалістю 25МКС та імпульси синус-квадратичної форми. Прямокутний імпульс дозволяє оцінити перехідні перекичування в області середніх (перенос імпульсу) та вищих частот. Синус-квадратичний імпульс характеризується тривалістю Т на рівні половинної його тривалості. Основна частина енергії такого імпульсу лежить у межах смуги частот до

$$T \cdot \Delta f = 1$$

Для стандартного ТВ каналу зі смугою частот до  $f_{\max} = 6 \cdot 10^6$  Гц

$$T = 1 / \Delta f = 1 / 6 \cdot 10^6 \approx 0,16 \text{ МКС}$$

Обмеження смуги пропускання призведе до зменшення амплітуди  $\sin^2$ -імпульсу порівняно з амплітудою прямокутного імпульсу.

- Випробувальний сигнал №3 МККР являє собою сигнал пилоподібної форми, який повторюється з частотою строк на рівнях від білого до чорного. Є можливість накладувати на нього синусоїдальне коливання (насадку) з частотами 1,2 або 4,43 мГц. По змінюванню амплітуди насадки визначають нелінійні перекичування тракту.

$$(1 - m / M) : 100\%$$

де  $m$  - лінійний розмах насадки;  $M$  - максимальний розмах насадки. Після кожного пилоподібного імпульсу у течії 3-х строк є можливість передавати рівень білого або чорного, що дозволяє виміряти

нелінійність тракту в усіх можливих вимірюваннях рівня сигналу, а також оцінювати якість роботи ланцюгів відновлення сталої складової.

- Випробувальний сигнал №4 МККР використовується для вимірювань АЧХ трактів та являє собою сигнал коливуючої частоти (КЧ) розміщений між кадровими гасячими імпульсами. Сигнал прорізаний строковими гасячими імпульсами та частотними мітками. Діапазон вимірювання КЧ від 300кГц до 6,5МГц.

- Є і інші випробувальні сигнали, що формуються у спеціальних генераторах-датчиках випробувальних сигналів. Як правило сигнали не мають кадрової групи. Яка відповідає ГОСТ 7845-79, але є можливість роботи датчика у режимі від зовнішнього синхросигналу або повного ТВ сигналу. У цьому випадку па виході датчика формується повний ТВ сигнал.

- Для оперативного контролю ТВ тракту під час передачі програми у повний телевізійний сигнал вводяться спеціальні випробувальні строки (ВС). Інформація ВС вводиться у строки №№17-20 першого поля та 332-334 другого поля. Більшість у цих імпульсів аналогічні по призначенню до випробувальних сигналів розглянутих вище.

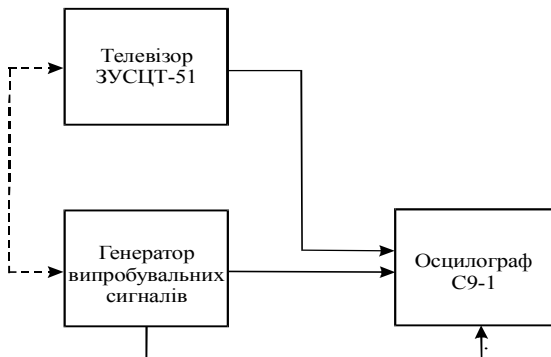


Рисунок 3.4 - Структурна схема лабораторної установки

### **3.3 Опис лабораторного стенду**

Для виконання лабораторної роботи використовують установку, структурна схема якої наведена на мал.2.4.

Датчик телевізійних випробувальних сигналів видає випробувальні сигнали рекомендовані МККР та ОУРТ, а також сигнали синхронізації для осцилографу. Датчик видає спрощений сигнал синхронізації в автоматичному режимі та повний сигнал синхронізації у відомому режимі.

1. Телевізійні осцилографи відрізняються від осцилографів широкого призначення присутністю спеціального блоку синхронізації від ТВ сигналу та блока виділення строки. В осцилографі формуються також імпульси підсвіту строки яка виділяється.

2. Телевізійний приймач ЗУСЦТ-51-б призначений для отримання повного телевізійного сигналу з місцевого телецентру.

### **3.4 Порядок виконання роботи**

1. На ВЧ вхід телевізійного приймача подати сигнал від випробувального генератору. На вхід осцилографу подати повний видеосигнал з виходу модуля СМКР.

2. Встановити режим роботи осцилографу для випадків передачі у варіації чорно-білого телебачення:

- Шахове поле;
- Вертикальні смуги.

3. Встановити режим роботи осцилографу для дослідження структури строки ТВ сигналу (2-3 строки). Замалювати форму для випадків передачі по п 2.

4. По осцилографам, які були зняти при виконанні пункту 3. оцініть сталу складову сигналу під час передавання шахового поля та вертикальних смуг. Користуючись перемиканням "відчинений" та "зачинений" вхід осцилографу оцініть рівень сталої складової для сигналу шахового поля та вертикальних смуг. Здійсніть порівняння.

5. На ВЧ вхід телевізійного приймача подати сигнал мовлення від антен. У режимі роботи осцилографу "БВС" зробити стеження за змістом виділених строк на екрані телевізійного приймача та їх відображеннях на екрані осцилографа.

6. Виділіть групи випробувальних сигналів першого, а потім другого поля. Проведіть оцінку якості роботи телевізійного приймача по випробувальним сигналам згідно, використовуючи прийняту методику[3;4].

### **3.5 Контрольні питання**

1. Яке значення гасячих та синхронізуючих імпульсів?
2. Чому частота порівнюючих імпульсів у вирізках у два рази вище частоти строк?
3. Що таке повний телевізійний сигнал?
4. Що таке повний кольоровий телевізійний сигнал?
5. Чому при телевізійних вимірюваннях можливо застосування спрощеного сигналу синхронізації?
6. Як за допомогою випробувальної строки виміряти АЧХ тракту?
7. Намалюйте можливі перекручення цілоподібного сигналу. Які перекручення передачі яскравісного сигналу пов'язані з нелінійними перекрученнями? Як при цьому зміниться телевізійна картинка (на прикладі тест-таблиці 0249)?
8. Що таке лінійні перекручення ТВ сигналу? Як пов'язані перекручення АЧХ тракту з якістю зображення?
9. Що таке стала складова ТВ сигналу? Які перекручення пов'язані з втратою сталої складової?
10. Як перевірити якість роботи фіксуючих ланцюгів за допомогою випробувального сигналу

## **4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4**

### **Тракт розгортки телевізійного приймача**

#### **4.1 Мета роботи**

1. Вивчення структури тракту розгортки телевізійного приймача.
2. Вивчення форми сигналів у каналах вертикальної та горизонтальної розгортки.
3. Знайомство з інженерним рішенням (на рівні принципової схеми) каналів горизонтальної та вертикальної розгортки в уніфікованих кольорових телевізорах (УСКТ).
4. Оцінка впливу регулювань на характеристики розгортки (за осцилограмами та зображенням).

#### **4.2 Загальні відомості**

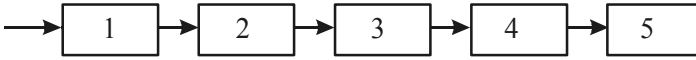
Керування електронним променем (розгортка) здійснюється магнітним полем, що відтворюється кадровими та рядковими катушками відхиляючої системи (ВС), яка розміщена на горловині кінескопу. Наближено можна рахувати, що зв'язок між напруженістю магнітного поля (струмом у катушках) і величиною відхилення лінійний. Тобто мета тракту розгортки - створити у відхилюючих катушках пилоподібний струм.

Закон розгортки приймача повинен повторювати закон розгортки передавача, тобто, потрібне збереження часових інтервалів та синхронізація.

З точки зору поміхостійкості та забезпечення вказаних вимог запропоновано наступну структуру тракту розгортки.

Форма керуючої напруги вихідного каскаду генератору, що забезпечує у нагрзуці (катушках) пилоподібний струм, заложить від швидкості розгортки (швидкості зміни пилоподібного струму) та параметрів нагрзуки

Повний  
відео сигнал



Де : 1 – схема виділення синхроімпульсів (строчних або кадрових);  
2 – генератор імпульсів, що задають часові інтервали (під керуванням синхроімпульсів);

3 – каскад формування напруги, що керує вихідним каскадом;

4 – вихідний каскад (генератор пилоподібного струму);

5 – катушки (строчні або кадрові відхилюючої схеми).

Рисунок 4.1 – Схема розгортки

Умовно розрізняють генератори повільної та швидкої розгортки. Повільні розгортки ті, при яких вплив паразитної ємкості катушки та паразитної ємкості виходу окінечного каскаду можна не враховувати. До цього випадку можна віднести вертикальну (кадрову) розгортку трансляційних систем телебачення, а також вертикальну й горизонтальну розгортку малокадрових систем телебачення. Форма струму у катушці та форма напруги на індуктивності та активному опорі для випадку повільної розгортки є класичною.

Напруга на катушці визначається як сума напруг на активному опорі та індуктивності:

$$U_k = U_R + U_L = i \cdot R + L \cdot \frac{d}{dt} i .$$

Пилоподібний струм у катушці запишемо у вигляді:

$$i_1 = I_m \cdot \left( \frac{t}{T_1} - \frac{1}{2} \right) \quad \text{при} \quad 0 \leq t \leq T_1$$

$$i_2 = I_m \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{t - T_1}{T_1} \right) \quad \text{при} \quad T_1 \leq t \leq T_k = T_1 + T_2$$

Де  $T_1$  и  $T_2$  проміжки часу, що відповідають часу прямого та зворотнього ходу розгортки.

Враховуючі вирази, що описують форму струму, напруга на катушці:

$$U_{k1} = I_m \cdot R \left( \frac{t}{T_1} - \frac{1}{2} \right) + I_m \cdot \frac{L}{T_1} \quad \text{при} \quad 0 \leq t \leq T_1$$

$$U_{k2} = I_m \cdot R \left( \frac{1}{2} - \frac{t - T_1}{T_2} \right) - I_m \cdot \frac{L}{T_2} \quad \text{при} \quad T_1 \leq t \leq T_k$$

Звернемо увагу, що відношення складових  $UR$  та  $UL$  визначається відношенням активного опору и індуктивності катушки.

У випадках коли  $R \gg L$  або  $R \ll L$  форма керуючої напруги повторює форму  $UR$  та  $UL$ .

Для формування керуючої напруги у генераторах ідеальної розгортки, частіше використовують процес заряду и розряду ємкості. При цьому постійну часу кола вибирають багато більшою за постійну часу кола розряду (згідно з відношенням  $T_1$  і  $T_2$ ).

При разомкненому ключі відбувається заряд конденсатора через резистор  $R_1$

$$U_{\text{вих}} = U_c = E \cdot \left( 1 - e^{\frac{-t}{R_1 \cdot C}} \right)$$

Коефіцієнт нелінійності при прямому ході:

$$K_H = \frac{\left| \frac{dU_c}{dt} \right|_{\max}}{\left| \frac{dU_c}{dt} \right|_{\min}} - 1 = e^{\frac{T_1}{R \cdot C}} - 1$$

Для створення імпульсної складової напруги послідовно зарядній ємності включають резистор. При цьому вихідна напруга має вигляд:

$$U_{\text{вих}} = U_c + U_R$$

Вихідний каскад генератора повільної розгортки працює в режимі посилення керуючої напруги.

При швидкій розгортці вплив паразитних ємностей не можна не враховувати. Розглянемо роботу генератора пилоподібного струму швидкої розгортки по ідеалізованій схемі.

Замкнемо ключа. Ємність  $C$  миттєво заряджається до значення  $E.P.C.$  джерела. Струм в індуктивності росте за лінійним законом:

$$i_L = \frac{1}{L} \cdot \int_0^t E(t) dt = \frac{E}{L} t$$

У момент часу  $t = t_1 = T_1/2$  розімкнемо ключа. В контурі виникають вільні коливання, період яких визначається параметрами контуру:

$$T_{CBK} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{LC}$$

Струм у контурі змінюється за косинусоїдальним законом:

$$i_L = \frac{T_m}{2} \cdot \cos \omega_{CBK} \cdot t$$

Параметри контуру вибрані так, щоб час зворотнього руху дорівнював половині періоду вільних коливань тобто:

$$T_2 = \frac{T_{CBK}}{2}$$

К моменту часу  $t_2$  струм у катушці досягне максимального від'ємного значення  $I_m/2$ .

При вільних коливаннях енергія, що зконцентрована у магнітному полі конденсатору (при цьому у момент часу коли енергія у катушці дорівнює нулю), тобто напруга на конденсаторі (індуктивності) максимальна.

Визначимо напругу на катушці під час вільних коливань.

Струм у катушці:

$$i_L = \frac{I_m}{2} \cdot \cos \frac{\pi}{T_2} \cdot (t - t_1)$$

Враховуючи значення  $I_m/2$  отримаємо:

$$i_L = \frac{E \cdot T_1}{2 \cdot L} \cdot \cos \frac{\pi}{T_2} \cdot (t - t_1)$$

Напруга на контурі:

$$U_L = L \cdot \frac{di_L}{dt} = \frac{-E \cdot T_1}{2 \cdot L} \cdot \frac{\pi}{T_2} \cdot \sin \frac{\pi}{T_2} \cdot (t - t_1)$$

Амплітуда зворотної напруги за індуктивністю дорівнює:

$$U_{L\max} = -\frac{\pi}{T_2} \cdot E \cdot \frac{T_1}{T_2}$$

Оскільки  $T_1 > T_2$ ,  $U_{L\max}$  значно перевищує напругу джерела живлення.

У момент часу  $t_3$  ключа замкнемо. Вільні коливання у контурі перервуться за рахунок шунтування ( $R_i$  джерела дорівнює нулю). Струм у катушці під впливом постійної напруги знов тече у прямому напрямі. Процес прямого ходу триває до моменту розриву ключа.

У розглянутому ідеалізованому прикладі ключ є двостороннім, опір катушки й внутрішній опір джерела прийняті рівними нулю.

У реальних обставинах джерело живлення, ключ та відхилююча катушка мають конечний активний опір. Об'єднаємо усі ці опори в один Рекв. Не враховуючи вплив ємності при прямому ході, відмітимо, що наростання струму у катушці при наявності активного опору відбувається вже не за лінійним законом, а за експоненціальним:

$$i_L = \frac{E}{R} \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

Коефіцієнт нелінійності струму:

$$K_H = \frac{R}{L} \cdot T_1$$

Тобто для зниження нелінійності потрібно зменшити Рекв та збільшити  $L_k$ .

В якості керуемого ключа використовується електронний прилад (лампа, транзистор, тиристор). Як правило, роль двостороннього ключа виконують паралельно під'єднані міцний транзистор і діод. Керує ключем управляюча напруга  $U_b$  отримана від керуючого каскаду, який у свою чергу керується рядковими синхроімпульсами.

На інтервалі часу  $0 - t_1$  ключ замкнено (вихідний транзистор у режимі насичення), струм крізь катушку зростає по лінійному закону.

Діод замкнено зворотною прикладеною папругою. В момент  $t_1$  ключ розмикається (вихідний транзистор запирається). У контурі виникають вільні коливання. За півперіода вільних коливань змінюється полярність напруги на контурі (тобто й на паралельно ідклучених до нього діоді та транзисторі) Діод відкривається й забезпечує ланцюг протікання струму прямого ходу крізь катушку (внаслідок малого внутрішнього опору діоду вільні коливання у контурі зриваються). Крізь транзистор протікає зворотній струм колектора (за базою транзистора досі замкнено). З цього слідує, що на інтервалі часу  $t_2 - t_3$ , струм крізь відхилюючу катушку дорівнює сумі струму діода й зворотнього струму колектора. В момент часу  $t_3$  транзистор відкривається й цикл відбувається знов. Часові співвідношення для напруги, що керує працею вихідного транзистора можна визначити за осцилограмами.

Імпульс напруги, що виникає на катушці під час зворотнього ходу, може бути використан для живлення високовольтних кіл кінескопа.

### 4.3 Опис лабораторного стенду

Лабораторний стенд складається з телевізійного приймача

З УСЦТ, генератора тестових телевізійних сигналів та осцилографа С1-81 .

На передній панелі телевізора, розміщено роз'єм (нижній), на який виведено сигнали від контрольних точок тракту розгортки.

Опис дії блоків синхронізації та розгортки принципові схеми та осцилограми надано у доданку цієї інструкції.

### 4.4 Порядок проведення лабораторної роботи

1 Подати на ВЧ вхід ТБ приймача сигнал від генератора випробувальних сигналів. Режим роботи генератора довільний.

2 Зняти осцилограми у контрольних точках за послідовністю: модуль кадрової розгортки, модуль рядкової розгортки, субмодуль корекції

растру.

Номера контрольних точок на роз'ємі лабораторного стенду відповідають номерам осцилограм (контрольних точок) на принциповій схемі телевізійного приймача.

3. Вимкнути генератор випробувальних сигналів. За відсутності синхроімпульсів генератори, що задають частоти строк та кадрів працюють у режимі автоколивань. Зняти осцилограми у тій самій послідовності, що й за п.2. Відмітити зміни.

4. Цей пункт та наступні виконувати під наглядом викладача. При відхиленому генераторі випробувальних сигналів дати оцінку границям зміни частоти слідування імпульсів запусків рядкової розгортки (19) та границі зміни довжини імпульсів задаючого генератора частоти кадрів (27) при зміні положення регулятора "частота".

5. Подати на ВЧ вхід приймача сигнал від генератора. Режим роботи генератора – шахове поле. Змінити положення регулятора "ліній-ність" у модулі кадрової розгортки. Дати оцінку нелінійності візуально та за осцилограмою (31).

6. Провести спостереження за роботою схеми центрівки зображення за вюсю Y (вертикаль). Схема центрівки виконана на діодах D7 та D8, перемінному резисторі R37, підключеному до кадрових відхилюючих катушок через лімітуючий резистор R36. Струм відхилення, що тече у відхилюючих катушках, частково відходить на схему центрівки. При цьому через один з діодів тече тільки додатня складова струму, а через інший – від'ємна. Коли ці складові рівні (середнє положення повзунка R37) – постійна складова дорівнює нулю. Якщо струм через діоди тече різний (асиметрія), виникає постійна складова того чи іншого знаку, що тече через катушки кадрової відхилюючої системи, що викликає зміщення центру розгортки за вертикаллю.

Вимірювання є непрямым (КТ31). Регулятором "центрівка" змінити положення центру зображення на екрані телевізора. При відкритому вході осцилографа змістити осцилограму у центр екрану. Переключити вхід осцилографа з відкритого на закритий. Зміщення осцилограми за вертикаллю пропорційне величині постійної складової. Оцінити відносну чутливість за зміщенням як відношення величини лінійного

зміщення (за зображенням) до величини постійної складової, що була виміряна за осцилографом.

#### **4.5 Контрольні питання**

1. Пояснити процес виділення кадрового СІ.
2. Пояснити процес формування імпульса запуску строкової розгортки.
3. За принциповою схемою з використанням осцилограм пояснити роботу задаючого генератора кадрової розгортки у режимі автономному та синхронізованому.
4. Пояснити за принциповою схемою з використанням осцилограм формування струмів розгортки у кадрових відхилюючих катушках.
5. Пояснити дію регульовок "частота", "розмір", "центрівка", "лінійність" модуля кадрової розгортки.
6. Призначення модуля корекції раstra.
7. Пояснити формування керуючого сигналу для вихідного каскаду (УТ2) строкової розгортки (використовуючи принципову схему та осцилограми).
8. Пояснити формування струмів розгортки у рядкових відхилюючих катушках.
9. Пояснити формування та використання кадрових імпульсів гашення

## 5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### Модуль кольоровості телевізійного приймача

#### 5.1 Мета роботи

1. Вивчення складу блока кольоровості телевізійного приймача.
2. Вивчення інженерного рішення блока кольоровості (на рівні принципової схеми).
3. Вивчення складу повного кольорового телевізійного сигналу, сигналів загальних кольорів.
4. Оцінка впливу регулювань блоку кольоровості на якість передавання кольору.
5. Вивчення схем кольорової синхронізації, прив'язки рівня чорного, формування імпульсів гасіння.

#### 5.2 Загальні відомості

5.2.1. У системах кольорового телебачення стандартне джерело білого обрано таке, що задовольняє рівнянню

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B.$$

При цьому повинна виконуватися умова

$$E_R = E_G = E_B.$$

5.2.2. Для передавання обран яскравісний сигнал  $E_Y$  та два кольорорізнісних сигнали  $E_{R-Y}$ ,  $E_{B-Y}$ .

У системі СЕКАМ такі сигнали організуються як

$$D_R = -1,9E_{R-Y},$$

$$D_B = 1,5E_{B-Y}.$$

Сигнали взяті з масштабними коефіцієнтами для статичного порівняння сигналів.

5.2.3. Сигнали  $D_R$  та  $D_B$  подаються на частотний модулятор. Частоти спокою кольорових піднесучих (за відсутністю модуляції) складають

$$f_{OR} = 282f_C = 4406,25 \text{ кГц},$$

$$f_{OB} = 272f_C = 4250,00 \text{ кГц}.$$

Максимальне значення девіації частоти кольорових піднесучих

$$Df_R = +280 + 9 \text{ кГц},$$

$$Df_B = +230 + 7 \text{ кГц}.$$

Кольорові піднесучі обрані таким чином, щоб частоти, за допомогою яких передається червоний колір як у сигналі  $D_R$ , так й у сигналі  $D_B$  попали в ділянку мінімуму коректуючого фільтру високочастотної початкової корекції.

Це рішення обґрунтовано досвідом експлуатації телевізійної системи СЕКАМ - при передаванні більшості сюжетів гвалти домінують на червоному кольорі.

5.2.4. Обмеження полоси частот модулюючих кольорорізнисних сигналів здійснюється фільтром з характеристикою пропускання  $A_{HЧ}(f)$ . При цьому підвищуємо рівень сигналу від дрібних деталей по відношенню до великих.

Частотно-модульовані сигнали кольоровості для підвищення перекрутостійкості підлягають високочастотній предкорекції, яка складається в підвищенні амплітуди частотних компонент промодульованого сигналу по мірі відхилення їх від центрального значення. Ця корекція здійснюється фільтром з характеристикою пропускання  $A_{HЧ}(f)$ .

У системі СЕКАМ кольорорізнисні сигнали передаються з посмуговим чередуванням “червона” строка, “синя” строка, і т. д..

Для відновлення відсутньої інформації враховується статистичний зв'язок змісту сусідніх смуг, для суміщення по часу сигналів  $E_{R-Y}$  та  $E_{B-Y}$  використовуємо затримку одного з сигналів відносно другого на час однієї строки, тобто 64 мкс.

5.2.6. Правильну роботу електронного комутатора приймача забезпечують сигнали кольорової синхронізації  $S_R$ ,  $S_B$ , що передаються у 7...15 строках першого поля та 320...328 строках другого поля. Розмах сигналів  $S_R$ ,  $S_B$  відповідає розмаху сигнала яркості від рівня гасіння до рівня білого. Миттєві значення частот сигналів кольорової синхронізації відповідають максимальним величинам девіації частоти.

5.2.7. Структура кодуєчого пристрою системи СЕКАМ наведена на рис.3. Исходні сигнали  $E_R, E_G, E_B$  перетворюються у кодуєчий лінійній матриці у сигнали  $E_R, D_R, D_B$  у відповідності з рівностями:

$$\begin{aligned} E_Y &= 0,3E_R + 0,59E_G + 0,11E_B, \\ D_R &= -1,9(-1,97E_{G-Y} - 0,37E_{B-Y}), \\ D_B &= 1,5(-2,73E_{R-Y} - 5,4E_{G-Y}). \end{aligned}$$

Потім сигнали  $D_R$  та  $D_B$  піддаються низькочастотним передперекрученням. У суматорах  $\sum_R$  та  $\sum_B$  у сигнали  $D_R$  та  $D_B$  на інтервалі часу, який відповідає передаванню задньої полки кадрового гасячого імпульсу додається сигнал опознавання кольору з дев'яти пілоподібних імпульсів (рис.4), які поступають від блоку кольорової синхронізації (БКС).

Через електронний комутатор (ЕК1), керований імпульсами напівсмугової частоти від синхронізатору (СГ) сигнали  $D_R$  та  $D_B$  подаються на обмежувач та далі на керуючий елемент частотно-модулюючого генератора.

Частотний модулятор оховачений петлею автопідстройки частоти. Автопідстройка діє тільки на час строчного інтервалу гасіння (що забезпечується системою комутації задаючих кварцованих генераторів  $f_{OR}$  та  $f_{OB}$ ). У результаті автопідстройки частота немодульованої піднесучої дорівнює 4,25 МГц у строках  $D_R$  та 4,4 МГц у строках  $D_B$ .

Під час активної подовжності строк піднесуча модулюється по частоті відповідальним кольорорізничним сигналом.

Полярність сигналу  $D_R$  (від'ємна) обрана з таким розрахунком, щоб підвищення насиченості червоних ділянок зображення викликали зменшення частоти кольорової піднесучої. Це підвищує перешкодостійкість системи т. я. в каналах зв'язку часто виникає зріз верхньої смуги спектру частот телевізійного сигналу.

Модульована по частоті піднесуча проходить смужковий фільтр, де її спектр обмежується смугою  $\pm 1,5$  МГц; амплітудний обмежувач, який устраняє виброси від перехідних процесів та поступає на блок комутації фази (КФ), який містить електронний комутатор ЕК3 та

фазоінвертор на  $180^\circ$ . Фаза піднесучої інвертується через дві строки на третю та у кожному другому полі для пригнічення перешкод від сигналів кольоровості на екрані телевізора. В блок комутації фази подаються меандри напруг півстрокової та кадрової частот, з яких за допомогою схем логіки формується сигнал, який керує комутатором ЕКЗ. У результаті комутації фази зменшується помітність перешкоди, яка створюється піднесучими кольоровості на екрані.

Потім сигнал поступає на фільтр високочастотних передперекручень, який створює найбільше послаблення сигналу на частоті  $4,286 \text{ МГц}$ , що ще зменшує візуальну стежимість піднесучих.

За допомогою каскаду гасіння (ключ К2) канал кольоровості запирається на час проходження строкових та кадрових синхроімпульсів, щоб кольоровий сигнал не робив перешкод у ланцюгах синхронізації приймача.

Повний кольоровий телевізійний сигнал отримуємо в результаті складання сигналу кольоровості та яркісного сигналу (затриманого на  $0,7 \text{ мкс}$ , які відповідають часу проходження кольорового сигналу по шляху його формування). Сінхросуміш приймача підмішується в яркісний сигнал.

5.2.8. Структура декодуючого пристрою системи СЕКАМ відповідає загальнодіючому стандарту.

Повний кольоровий телевізійний сигнал поступає на модуль кольоровості, де подається на канал яркості та підсилювач сигналів кольоровості ПСК, на вході якого знаходиться фільтр з характеристикою зворотної кривої  $A_{BC}(f)$ ; що забезпечує компенсацію високочастотних передперекручень, внесених у сигнал при передаванні сигналів кольоровості  $D_R$  та  $D_B$ .

Мета декодуючого приладу - з двох сигналів кольоровості сформувати кольорорізничні сигнали.

Виділення сигналів  $D_R$  та  $D_B$ , розміщення їх в часі, демодуляція (перенос у початковий спектр) у кольорорізничні сигнали  $E_{R-Y}$  та  $E_{B-Y}$  виробляється у сумбодулі кольоровості.

З підсилювача кольоровості сигнал кольоровості подається на електронний комутатор. Звернемо увагу, що на один вхід комутатора сигнал поступає безпосередньо, на другий вхід - через лінію затримки ( $t_{затр} = 64 \text{ мкс}$ ). При цьому сигнали текучої та попередньої строки зміщуються за часом.

Виходи комутатора зв'язані з частотними детекторами  $4D_R$  та  $4D_B$ . Розглянемо, яким чином кольорові сигнали  $D_R$  та  $D_B$  попадають кожен на свій демодулятор.

Нехай у цей момент часу передається сигнал  $D_R$ . У відповідності з положенням перемикача, який показаний на рисунку, цей сигнал попадає на частотний детектор  $4D_R$ , в канал частотного детектора  $4D_B$  попадає сигнал попередньої строки, яка була затримана на 64 мкс.

При передаванні наступної строки необхідно, щоб без затримки пройшов сигнал  $D_B$ , а сигнал  $D_R$  пройшов через лінію затримки. При цьому для влучення сигналів кольоровості кожного на свій демодулятор необхідно перемкнути комутатор.

Перемикання комутатора здійснюється генератором комутуючих імпульсів, який перекидується імпульсами строкової синхронізації.

На виходах частотних детекторів отримуємо сигнали  $E_{R-Y}$  та  $E_{B-Y}$ , у початкових сектора, при цьому полярність сигналів  $D_R$  додатня,  $D_B$  - від'ємна, т. я. АЧХ детектора  $4D_B$  має від'ємний нахил. Потім кольорорізничні сигнали поступають на коректуючи підсилювачі, де компенсуються низькочастотні передперекручення, які були внесені при передаванні.

Далі з кольорорізничних сигналів  $E_{R-Y}$  та  $E_{B-Y}$  пасивним матрицуванням формують сигнал  $E_{G-X}$  згідно співвідношенню

$$E_{G-X} = -0.51E_{R-X} - 0.19E_{B-Y}.$$

Розглянемо уважніше керування роботою комутатора. На виході підсилювачів (після детектування) поруч з сигналами кольоровості будуть виділятися сигнали упізнання кольору у вигляді імпульсів від'ємної полярності. При передаванні імпульси упізнання строків  $D_B$  - від'ємної полярності. При прийманні сигнал у каналі  $D_R$  змінює полярність один раз (в коректуючому підсилювачі), сигнал у каналі  $D_B$  - двічі (в коректуючому підсилювачі та у частотному детекторі).

При невірному розташуванні каналів  $D_R$  та  $D_B$  двічі буде змінюватись полярність сигналу  $D_R$ , т. я. він попадає в канал синього та один раз полярність  $D_B$ , т. я. він попадає в канал червоного. При цьому імпульси упізнання будуть додатньої полярності. Виправляється помилка розстановки схеми кольорової синхронізації.

Генератор допоміжних імпульсів ГДІ, керований імпульсами кадрової синхронізації, формує прямокутний імпульс від'ємної

полярності, яка починається у кінці сигналу упізнання кольору. Цей імпульс, пройшовши через диференціюючий ланцюг ДЛ, створює два виброси - від'ємний та додатний (відповідно передньому та задньому фронту). Від'ємний встановлює тригер Шмідта ТШ в положення, при якому на частотні детектори подається відмикаючий потенціал. Якщо відсутня кольорова передача, то додатний виброс знову перебрасує тригер Шмідта й на частотні детектори подається запираючий потенціал  $U_{зап}$ . При кольоровому передаванні, якщо комутатор "переплутав" канали, на виході підсилювачів образується, як вже показано, додатні імпульси опізнання, які не перешкоджують перебрасуванню тригера.

При влученні сигналів кольоровості у "свій" канали сигнали кольорової синхронізації від'ємної полярності сумуються та після інтегруючого ланцюга ІЛ створюють від'ємний імпульс, який співпадає за часом з додатним вибросом від заднього фронту імпульсу.

У результаті останній компенсується та тригер другий раз не перебрасується. При цьому канали кольоровості залишаються відкритими.

### 5.3 Опис лабораторного стенду

Лабораторний стенд складається з телевізійного приймача, генератора випробувальних телевізійних сигналів та осцилографа С1-81.

На передній панелі телевізора розміщено роз'єми, на які виведені сигнали від контрольних крапок модуля кольоровості. Опис роботи модуля кольоровості, принципова схема та осцилограми сигналів у контрольних крапках подані у додатку до даної інструкції.

### 5.4 Порядок проведення лабораторної роботи

5.4.1 Вивчити організацію, структуру тракту передачі та прийома сигналів кольора по системі СЕКАМ.

5.4.2 Ознайомитися з роботою модуля кольоровості телевізійного приймача.

5.4.3 Відкрити телевізійний приймач, осцилограф та генератор випробувальних сигналів.

- а) Зняти осцилограми у контрольних крапках, які виведені на роз'єм. Перелік контрольних крапок, номери осцилограм, рекомендоване положення ручьок регулювання осцилографа подані у таблиці 5.1. Режими роботи генератора - кольорові смуги. Порівняти кольори смуг та осцилограми кольорорізнаних сигналів по стандартно - заданим у системі СЕКАМ .
- б) Цей пункт роботи виконувати сумісно з викладвчем. Змінити співвідношення кольорорізнаних сигналів  $E_{R-Y}$  та  $E_{B-Y}$  (R19, R20). Зняти осцилограми у контрольних крапках 3, 4, 5. Вимірювання зробити для 4-х випадків (мін та мах положення R19 та R20), звертаючи увагу на зміну кольорових смуг на екрані телевізора та сопоставляючи з осцилограмами.

## 5.5 Контрольні питання

1. Чим користуватися під час вибору основних кольорів для телевізійної системи?
2. Навіщо та як організується кольорорізнані сигнали?
3. Поясніть процеси матрицювання:
  - 3.1 Сигналів основних кольорів в яскравісній;
  - 3.2 Сигналів основних кольорів та яскравісного у кольорорізнані;
  - 3.3 Сигналів  $E_{R-Y}$  та  $E_{B-Y}$  у сигнал  $E_{G-Y}$ .
4. Обґрунтуйте вибір сигналів кольоровості системи СЕКАМ, поясніть як організована передача сигналів кольоровості.
5. Як організований спектр повного кольорового сигналу у системі СЕКАМ?
6. Обґрунтуйте необхідність передперекручень:
  - 6.1 Низькочастотних;
  - 6.2 Високочастотних.
7. Поясніть роботу системи кольорової синхронізації.
8. Навіщо потрібні імпульси гасіння, як вони виробляються?
9. Особливості схемного рівняння прив'язки рівня чорного у телевізійних приймачах

Таблиця 5.1 – Осцилограми ТВ сигналів

| №<br>КТ     | Сигнал                                                             | Регулювки осцилограм |                       |                  | Примітка              |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
|             |                                                                    | Сінхр.               | розв.                 | чутлив.,<br>В/см |                       |
| 1<br>2<br>6 | ПЦТС<br>Яркісної<br>Яркісної з опорним<br>імп.                     | БВС<br>-^<br>авт.    | 50 мкс.<br>-^<br>2 мс | 1<br>-^<br>0,2   |                       |
| 11<br>12    | Сигнал кольоровості<br>прямий<br>Сигнал кольоровості<br>Затриманий | авт.<br>авт.         | 10мс<br>10мс          | 1<br>1           |                       |
| 13<br>14    | Імпульс упізнання<br>Імпульс симетричн.<br>Тригера                 | авт.<br>авт.         | 1..2мс<br>0,5мс0,2    | 0,1<br>2         |                       |
| 17<br>18    | Кольорорізн.<br>Кольорорізн.                                       | авт.<br>авт.         | 5мс<br>5мс            | 0,1<br>0,1       |                       |
| 3<br>4<br>5 | Первинні<br>кольорорізничні<br>сигнали                             | авт.<br>-^<br>-^     | 2мс<br>-^<br>-^       | 0,2<br>-^<br>-^  |                       |
| 10<br>32    | Імпульс гасіння<br>Кадровий імп. гасіння                           | авт.<br>авт.         | 0,5мс0,2<br>5мс       | 5<br>2           |                       |
| 35          | Строковий імп. строб.                                              | авт.                 | 0,5мс0,2              | 2                |                       |
| 42          | Строковий імпульс<br>оберненого руху                               | авт.                 | 0,5мс0,2              |                  | Потрібен<br>подільник |
| 7<br>8<br>9 | Первинні кольори                                                   | авт.                 | 2мс                   |                  | Потрібен<br>подільник |

## 6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

### Формування сигналу синхронізації телевізійних приймачів

#### 6.1 Мета роботи

Ознайомитися з методами формування імпульсів складної форми, що використовуються у телебаченні в якості сигналу синхронізації приймальних пристроїв.

#### 6.2 Загальні відомості

Для синхронізації рядкової та кадрової розгортки приймача у повному телевізійному сигналі на рівні чорніше чорного розміщено рядкові та кадрові синхроімпульси. Ці імпульси розрізняються між собою за тривалістю та слідуєть: рядкові з частотою  $f_p = 15625$  Гц, кадрові з частотою  $f_K = 50$  Гц. Для того, щоб синхронізація генератора рядкової розгортки не порушувалася під час передачі кадрового синхроімпульсу, у останньому робляться врізки з частотою рядків. Різницю у структурі кадрових синхроімпульсів при черезрядковій розгортці для сусідніх полів можна уяснити ( 1,7 ).

Інтервал часу між початками рядкового та кадрового синхроімпульсів у парному та непарному полі не однаковий, що призведе до порушення чіткості роботи схеми кадрової синхронізації у телевізорі, та до повної або часткової втрати черезрядкової розгортки. Ідентичність імпульсної картини у парному та непарному напівкадрах досягається введенням урівнюючих імпульсів подвійної рядкової частоти на кадровому гасячому сигналові та врізок із подвійною рядковою частотою у кадровому синхросигналі.

Тривалість імпульса синхронізації кадрової розгортки та кількість урівнюючих імпульсів до та після нього вибирається у залежності від вимог до точності синхронізації. Тривалість врізок та урівнюючих імпульсів, як правило, удвічі менша, ніж тривалість рядкових імпульсів.

Лабораторний макет призначено для формування синхросуміші, що складається з рядкових синхроімпульсів та кадрових синхронів - імпульсів із врізками рядкової та подвійної рядкової частоти. На вхідні

гнізда 1, 7, 12 макету поступають з центральної стійки, відповідно, імпульси рядкової  $f_p$ , подвійної рядкової  $2f_p$  та кадрової  $f_k$  частоти. Формувальць Ф1 створює нормовані за тривалістю (10мкс) імпульси рядкової частоти, які після інвертування у схемі Іn1 потрапляють на схему співпадіння СС1. Аналогічно за допомогою Ф2 та Іn2 формуються імпульси рядкової частоти тривалістю 5мкс, які також потрапляють на схему співпадіння СС1.

У результаті на вході СС1 утворюються імпульси рядкової частоти тривалістю 5 мкс, які у подальшому використовуються для формування у кадровому синхроімпульсі врізок з рядковою частотою. На схему співпадіння з інвертором СС-Іn1 потрапляють додатні імпульси рядкової частоти тривалістю 10мкс зі входу Іn1 та інвертовані по відношенню до них імпульси подвійної рядкової частоти тривалістю 5 мкс з виходу Ф2. У результаті на виході СС-Іn1 утворюються імпульси рядкової частоти тривалістю 5мкс зсунуті за часом відносно імпульсів на виході СС1 на 5мкс. Таким чином, передній фронт цих імпульсів співпадає з заднім фронтом імпульсів на виході СС1. Імпульси з виходу СС-Іn1 використовуються у подальшому для відтворення у синхросуміші рядкових синхроімпульсів. Кадрові синхроімпульси, що потрапляють з центральної стійки, затримуються за допомогою інтегруючого кола приблизно на 10 мкс та інвертуються (схема СЗ-Іn), а надалі вхідні та вихідні й затримані імпульси потрапляють на схему співпадіння СС3, на виході якої утворюється послідовність імпульсів кадрової частоти з тривалістю імпульса приблизно 10 мкс. Ці імпульси разом з імпульсами подвійної рядкової частоти з виходу Ф2 утворюють на вході схеми співпадіння СС4 імпульси частоти кадрової розгортки тривалістю 5мкс, передній фронт яких зсунуто відносно початку кадрових синхроімпульсів, що поступають з центральної стійки, на 5мкс. Передній фронт імпульсів з виходу СС4 визначає початок кадрового синхроімпульса, який формується у Ф3. У схемі СС-Іn2 у послідовність кадрових синхроімпульсів додаються рядкові синхроімпульси та після конвертування сигнал подається на схему співпадіння СС2.

### **6.3 Порядок проведення лабораторної роботи**

1. Ознайомтесь з функціональною схемою макету та спробуйте карандашем намалювати осцилограми сигналів у кожній контрольній точці. В ході проведення експерименту ці осцилограми можуть бути уточнено.
2. Увімкніть стенд та осцилограф.
3. Підключить осцилограф до гнізда 6 та за допомогою блоку виділення рядка (БВР) досягніть отримання на екрані осцилографу зображення синхросуміші на ділянці кадрового синхроімпульса.
4. Не перемикаючи розгортки осцилографа, продивіться осцилограми напруг в усіх контрольних точках схеми та скорегуйте заздалегідь намальовані вами осцилограми.
5. Продивіться та замалуйте осцилограми синхросигналу для парного та непарного полів із врізками рядкової та подвійної рядкової частоти.

### **6.4 Зміст звіту**

1. Функціональна схема лабораторного макету.
2. Осцилограми напруг в усіх контрольних точках для одного поля.
3. Осцилограми вихідного сигналу для парного та непарного полів із врізками рядкової та подвійної рядкової частоти (4 осцилограми).

### **6.5 Контрольні запитання**

1. В чому укладається призначення врізок у кадрових імпульсах?
2. Як відрізняються форми кадрових синхроімпульсів для парного та непарного полів?
3. Для чого роблять у кадровому синхроімпульсі врізки з подвійною рядковою частотою?
4. Як відрізнити синхроімпульси парного та непарного полів при наявності врізок із подвійною рядковою частотою?
5. Для чого при формуванні врізок рядкові синхроімпульси затримують на час, рівний тривалості імпульсу?

6. Як відрізнити синхроімпульс парного та непарного полів при наявності врізок із подвійною рядковою частотою та урівнюючих імпульсів

## **7 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7**

### **Побудова супутникового телевізійного мовлення**

#### **7.1 Мета роботи**

Вивчити загальну характеристику систем безпосереднього прийому супутникового телевізійного мовлення, набути навичок розрахунку енергетичних співвідношень на трасі “геостационарний супутник – Земля”

#### **7.2 Теоретичні відомості**

Супутникове телевізійне мовлення - це передача телевізійних та радіомовних програм від наземних передавальних станцій до приймальних пристроїв через космічний супутник-ретранслятор. Відмінною особливістю супутникового телебачення (СТБ) є можливість для телеглядача приймати будь-яку програму із різних супутників. При наземному ТБ глядач приймає програми з телецентру, який знаходиться в зоні радіобачення, що не перебільшує 100 км.

Супутникове телевізійне мовлення здійснюється двома способами:

- 1 Сигнал який приймається з супутника, передається на місцевий телецентр, який забезпечує його подальшу ретрансляцію. В цьому випадку можуть використовуватися супутники з невеликою потужністю передавача та достатньо низькою точністю утримання космічного апарата (КА) на орбіті. Такі сигнали, як правило, не приймаються на індивідуальні приймальні пристрої через велику вартість та складність приймальної апаратури.
- 2 Прийом супутникового телевізійного сигналу здійснюється на індивідуальну приймальну установку з антеною малого розміру.

Для забезпечення такого прийому необхідно використовувати супутник з відносно великою потужністю передавача та високою точністю утримання на орбіті, щоб виключити приймальні слідкувальні пристрої. Такий варіант мовлення називається безпосереднім телевізійним мовленням (БТМ)

У середині 90-х років активну участь у супутникових проектах почали брати деякі східноєвропейські країни, наприклад, Польща займає третє місце в Європі по охопленню супутниковим телебаченням.

Найпопулярнішим супутником є EUTELSAT II F-I/Hot Bird I ( $13^0$  с.д.). Після його запуску весною 1995 р приймання з нього стало можливим на більшій частині європейської території колишнього СРСР антеною розміром до одного метра. На цей час (весна 1997 р) в позиції  $13^0$  с.д. знаходяться при супутники і їх кількість за найближчі 1,5-2 роки повинна зрости до шести. Зараз з цієї орбітальної позиції в залежності від точки прийому можна приймати від 15 до 28 аналогових некодованих програм.

В 1965 р перший радянський супутник зв'язку «Молния» було виведено на навколоземну орбіту. Завдання перед ним були дуже актуальні -забезпечення безперебійного теле- радіотелефонного та телеграфного зв'язку. Для трансляції програм з супутника була створена наземна приймальна система «Орбита».

Супутник ретранслятор обертається на витягнутій еліптичній орбіті з апогеєм у північній частині Землі. Висота апогею становить 40 тис км, перигею - 500 км, кут нахилу площини орбіти відносно площини земного екватора -  $63,4^0$ . Період обертання супутника «Молния» навколо Землі досягає 12 годин. При цьому протягом 8-9 год на кожному витку супутник охоплює більшу частину території країни 3 другого закону Кеплера впливає, що відносно нерухомого земного спостерігача супутник на великій висоті переміщується повільно, а в перигеї, на маленькій висоті, навпаки, дуже швидко. Для забезпечення цілодобової дії такого виду зв'язку потрібно мати на орбіті три супутники із зміщенням на 7-8 годин. Але використання такої системи буде обходитися досить дорого. Тому стали використовувати геостационарну орбіту.

Найголовніша властивість геостационарної орбіти полягає в тому, що вона має форму кола і лежить в площині екватора Землі з відстанню до Землі 35875 км; напрямок обертання супутника збігається з

напрямком добового обертання Землі, яке дорівнює 24 год. Тоді для нерухомого глядача на земній поверхні супутник здається нерухомим і "висить" у визначеній точці небосхилу (рисунок 7.1).

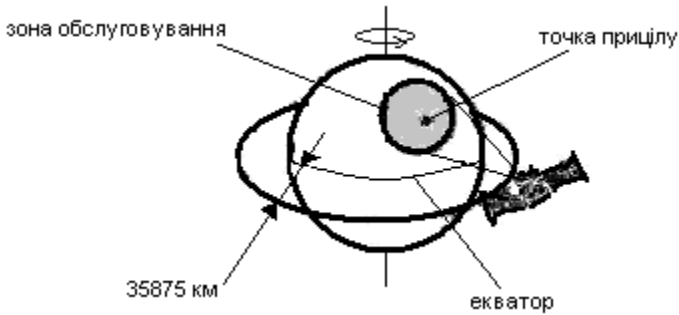


Рисунок 7.1 - Геоестаціонарна орбіта супутникового ретранслятора

Коли з'явилися потужні ракетносії, з'явилася можливість використовувати їх для виводу супутників на геоестаціонарну орбіту. Спочатку ракетносії виводить супутник на проміжну орбіту, а потім, за допомогою допоміжного блока - на геоестаціонарну орбіту.

Перший в СРСР стаціонарний супутник «Молнія» був виведений на орбіту 29 липня 1974 р і мав експериментальне значення. Пізніше відбувся запуск супутника зв'язку «Радуга» для передачі програм Центрального ТБ на мережу станції «Орбита». Супутник знаходився на орбіті, близько до колової - період обертання становив 23 год 54 хв, а 26 жовтня р на геоестаціонарну орбіту вперше був виведений штучний супутник Землі, який був призначений для розподільної системи «Екран».

І ще однією позитивною властивістю побудови супутникових систем зв'язку за допомогою геоестаціонарної орбіти є відсутність ефекту Доплера (при переміщенні радіопередавача відносно приймача здійснюється зміна частоти сигналу, що передається) та наявність високої стабільності рівня вхідного сигналу, що дуже важливо. При цьому відпадає необхідність переналагоджуватися з одного супутника на другий, як у випадку високоеліптичної орбіти.

Супутники виведені на геостационарну орбіту, погано обслуговують приполярні області. Ще однією проблемою є місце розміщення космодрому. Чим далі він знаходиться від екватора, тим більш потужний носій необхідний, що збільшує витрати на виведення супутника. Незважаючи на ці недоліки, все це відшкодовується простотою приймального комплексу.

В цілому використання супутника-ретранслятора на геостационарній орбіті має такі переваги:

- пристрій та експлуатація наземного комплексу спрощуються, оскільки не потрібне безперервне стеження за супутником;
- збільшується надійність систем електроживлення, оскільки супутник знаходиться за радіаційним полем Землі, яке шкідливо діє на його сонячні батареї;
- незмінна (35875 км) відстань від супутника до Землі забезпечує постійний рівень сигналу на вході приймальних пристроїв;
- спрощується використання супутника-ретранслятора як ланцюга в сітці зв'язку.

Особливо важливою проблемою в галузі космонавтики є утилізація вже відпрацьованих КА. Звичайно такі супутники поступово наближаються до кмлі і згорають у атмосфері. Але іноді відбувається падання останків апаратів на рпш місця. Геостационарна орбіта і тут має свої переваги. Після прийняття рішення про закінчення експлуатації супутника його на залишках пального переводять на так звану "цвинтарську орбіту", яка знаходиться на 200 км вище геостационарної. Тут він не являє небезпеки для своїх сусідів по орбіті. Крім нього, після проведення такої корекції КА поступово віддаляється від Землі тоді як, перебуваючи нижче геостационарної орбіти, він би наближувався до неї.

Серед основних показників систем супутникового зв'язку можна виділити такі:

#### *Діапазон частот на прийом та передачу*

Більшість супутників працюють у діапазонах 4ГГц або 14ГГц на прийом та 6ГГц або 14ГГц на передачу сигналу.

#### *Добротність станції на прийом*

Це відношення тислення антени (в дБ на частоті прийому) до сумарної шумової температури станції (в дБ відносно 1К) -  $G/T$ .

Діаметр антени визначає розміри, відносну вартість наземної станції та її просторову селективність. Розрізняють повноповоротні та неповноповоротні антени

Зона обслуговування це частина території, яку необхідно охопити мовленням, забезпечивши заданий рівень сигналу.

У супутниковому телебаченні рівень випромінюваного з КА сигналу прийнято характеризувати добутком потужності  $P_{\delta}$  у ваттах, яка підводиться до антени, на коефіцієнт її підсилення  $G_{\delta}$  відносно ізотропного випромінювача в децибелах

$$EIBП = P_{\delta} \cdot G_{\delta}$$

Цей рівень називають *еквівалентною ізотропно-випромінювальною потужністю* (ЕІВП), яка вимірюється в дБВт

Підсилення антени з еліптичним головним променем залежить від кутів розкриття  $\varphi_{01}$  та  $\varphi_{02}$  головного променя діаграми направленості і визначається за формулою:

$$G_{\delta} = 44,45 - 10 \lg(\varphi_{01} \cdot \varphi_{02}), \text{ дБ}$$

Рівень сигналу в точці прийому визначається *щільністю потоку потужності*  $W$  і визначається за формулою:

$$W = EIBП / 4\pi d^2 L_{\text{доод.}} \text{ (Вт/м}^2\text{)},$$

де  $d$  - відстань супутника до точки розміщення приймальної установки;

$L_{\text{доод.}}$  - додаткові згасання які обумовлені атмосферними опадами тощо.

Потужність сигналу на вході приймальної земної станції буде визначатися як:

$$P_{\text{с.вх.}} = W \cdot S_{\text{эф.}}$$

де  $S_{\text{эф.}}$  - ефективна поверхня приймальної антени, яка дорівнює:

$$S_{\text{эф.}} = S_{\text{геом.}} \cdot \eta,$$

де  $S_{\text{геом.}} = \pi D_a^2 / 4$ ,  $D_a$  - діаметр антени, а  $\eta$  - коефіцієнт використання антени (0,6-0,7).

Розрахункова формула для діаметра приймальної антени буде мати вигляд:

$$D_a = \sqrt{\frac{10.5(T_A - T_{\text{МШП}})}{\eta}} 10^{-0.1[EIBП - (P_c / P_{\text{ш}})_{\text{вх}} - L_{\text{одд}}]},$$

$T_A$ ,  $T_{\text{МШП}}$  - шумова температура антени та малошумового підсилювача,

$P_c/P_{\text{ш}}$  - відношення потужності сигналу до потужності шуму і визначаються пороговими якість демодулятора та якістю зображення (8-13 дБ).

Додаткові згасання  $L_{\text{одд}}$  мають приблизно такі значення для діапазону частот 11...12 ГГц - 1,5-2,5 дБ, 4ГГц - 0,8 дБ; 2,6ГГц - 0,5 дБ.

Зона обслуговування залежить від кута розкриття антени. Так, при куті  $1^\circ$  зона обслуговування, якщо її центр знаходиться на екваторі, являє собою коло діаметром 650 км. Якщо зона обслуговування зміщена на південь або на північ від екватора, то вона буде мати яйцеподібну або більш складну форму. Для обслуговування поверхні заданої форми на КА використовуються антени складної конструкції.

Таким чином, для характеристики КА наводять зону його обслуговування або кут розкриття передавальної антени і її напрямки. Практично, сучасні КА забезпечують площину зони покриття 2-3 тис км<sup>2</sup>. Передавальна антена супутника завжди направлена в точку прицілювання, за цим слідкують спеціальні пристрої. Згідно з міжнародними угодами кожний супутник-ретранслятор може обслуговувати тільки суворо визначену територію, при чому з достатньо суворими обмеженнями.

*Ствол ретранслятора або земної станції* - це прийомопередавальний тракт, в якому радіосигнал проходить через загальні підсилювальні елементи в деякій виділеній частотній смузі частот, його часто називають каналом.

Кількість СТВОЛІВ визначає *пропускну спроможність супутника*. Звичайно ця кількість становить близько 6-12, більш потужні супутники мають 27 - 48 стволів.

Супутникові системи, які передають телевізійні програми, за функціональним призначенням можна поділити на дві служби фіксовану та радіомовну. В першій з них частотно-модульовані телевізійні сигнали, що передаються КА, приймаються з високою якістю спеціальними земними станціями, які знаходяться у визначених фіксованих пунктах. З цих станцій через наземні ретранслятори телевізійний сигнал доставляється до індивідуальних споживачів. В другій службі сигнали, які передаються, призначені для безпосереднього (як індивідуального, так і колективного) прийому населенням на порівняно прості та недорогі установки з абонементською якістю. До першої служби відносяться системи «Орбита», «Экран» і «Москва», які почали працювати з 1976 р, до другої - система, яка розгортається в наш час і складається з супутників сери «Галс». Планується Біддати в оренду канали на цих КА різним телекомпаніям. Вже почалось мовлення гелекомпанп «БТМ+» (4 канали).

Нині для розподшу телепрограм на території країн СНД експлуатуються системи «Орбита» «Экран» та «Москва», в яких використовуються геостационарні супутники зв'язку типу «Горизонт». Ці апарати розроблялись в 1978-79 рр і за останні п'ятнадцять років практично не розвивались. Ретранслятори системи «Горизонт» мають дуже малу ємкість - всього шість стволів в С-діапазоні (6/4 ГГц) та один ствол в діапазоні Ku (14/11 ГГц). Антени супутника мають невинправдано широкі діаграми направленості, через це він випромінює за зоною обслуговування. Через відсутність системи утримання супутника в заданій позиції по широті площина його орбіти під діями гравітаційних полів Сонця та Місяця повільно нахилиється зі швидкістю  $0,8^\circ$  за рік. Крім цього, супутник переміщується за добу відносно направленої на нього антени земної станції за траєкторією типу «вісімка», а це знижує рівень сигналу, що приймається, якщо не використовувати спеціальні системи слідкування. Для забезпечення стабільності роботи сітки наземних станцій потрібно замінити супутник кожні 3-4 роки, незважаючи на працездатність його ретрансляторів. Бажання переробити ці та інші недоліки супутників «Горизонт» стимулювало розробку супутника нового покоління типу «Экспресс». Три типи антен дають можливість вирішувати як національні, так і міжнародні завдання телебачення. Перший супутник «Экспресс» був запущений у жовтні 1994 р,

другий - у вересні 1996 р. Не дивлячись на деякі поліпшення параметрів, супутники «Експрес» все ж таки не відповідають сьогоднішньому дню. Можливо, на орбіту буде виводитися наступна модифікація моделі - «Експрес-М» Технічні характеристики супутників «Експрес» наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Технічні характеристики супутників «Експрес»

| Характеристика                    | "Експрес"                                   | "Експрес-М"                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| Кількість                         | 12                                          | 20                          |
| Робочий діапазон                  | C,Ku                                        | C,Ku                        |
| Ширина смуги<br>транспондера. МГц | 34                                          | з 8 до<br>72                |
| Максимальна ЕІВП                  | 43,7 дБВт (C - діапазон)<br>36,2 дБВт (Ku - | 44,9 (C -<br>діапазон) 46,9 |

З 1994 р почалися роботи по розгортанню супутникової системи «Галс», яка буде складатися з п'яти КА. «Галс-1» був виведений на орбіту 20 січня 1994 р, «Галс-2» виведено 17 жовтня 1995 р. На даний момент проведені тестові іспити і супутники активно експлуатуються. В зв'язку з тим, що апарати почали розроблюватись досить давно, вони мають всього три стволи.

Слід відмітити, що успішний розвиток техніки надвисоких частот останнім часом дозволяє створювати відносно прості і не дуже дорогі телевізійні установки з антенами невеликих розмірів для індивідуального прийому програм безпосередньо з супутника на телевізійний приймач. Системи, які відповідають цим вимогам, як вже відмічалось, одержали назву систем „Безпосереднього телевізійного мовлення” – БТМ (Direct Broadcast System - DBS). Для здійснення БТМ потрібно, щоб параметри випромінюваного КА сигналу відповідали параметрам сигналу, на прийом яких розраховані телевізійні приймачі: діапазон довгих хвиль, спосіб модуляції, рівень сигналу, тощо. Але в метровому та дециметровому діапазонах, в яких працює наземна телевізійна передавальна мережа, здійснити безпосередній прийом за технічних причин неможливо. Наприклад, для трансляції передач на частоті третього телевізійного каналу на супутнику довелося б встановити антену діаметром 500 м і мати джерело живлення потужністю 1кВт, а на частоті 37 каналу діаметр

антени був би 60 м, але потужність джерела збільшилась б до 30 кВт, томк для БТМ використовують сантиметровий діапазон.

Розглянемо спрощену схему індивідуальної приймальної установки (рисунок 7.2).

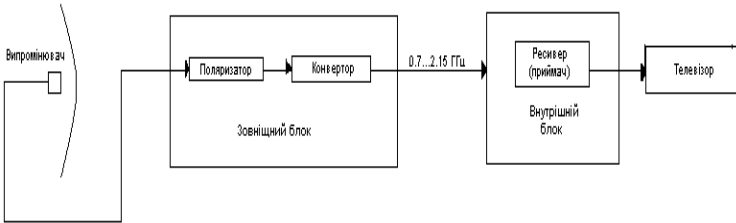


Рисунок 7.2 – Спрощена схема індивідуальної приймальної установки

Індивідуальна приймальна установка складається з параболічної приймальної антени діаметром 0,6-2,0 м. Він може бути встановлений на даху, балконі або на стіні будинку, але необхідно забезпечити відсутність предметів, які затіняють, в межах кута, мінімум  $10^\circ$ , від направлення максимального рівня сигналу. Сигнал, який передається супутником-ретранслятором, приймається антеною і надходить на поляризатор, який забезпечує відділення сигналу згідно з його поляризацією (вертикальною, горизонтальною або коловою). Потім сигнал надходить на конвертор, який забезпечує підсилення і перетворення сигналу в першу проміжну частоту 0,7-2,15 ГГц. Випромінювач, поляризатор і конвертор разом складають зовнішній блок, який називається конвертором. Цей пристрій розташовується в герметичному корпусі, що запобігає проникненню вологи.

Після першого перетворення прийнятий сигнал по кабелю надходить в ресивер (приймач), який, як правило, знаходиться біля телевізора. У ньому здійснюється підсилення сигналу, його друге перетворення, вибір подрібного каналу, демодуляція, розділення відео- та звукового сигналів та їх перенесення в діапазон частот одного з стандартних телевізійних каналів. Слід відмітити, що напруга живлення на конвертор надходить по ВЧ кабелю з ресивера.

У сучасних закордонних супутникових приймальних установках широко використовуються спеціальні мікросхеми, які виконують функції окремих вузлів ресивера, таких як селектор каналів, синхронний фазовий детектор, канал звуку, формувач радіосигналу. Велика увага приділяється сервісним функціям автоматичному вибору потрібного каналу і поляризації, керуванню положенням антени, дисганційному керуванню ресивера. Деякі канали закордонних систем мають комерційний характер і цьому сигнали в них закодовані. Для їх приймання потрібен *дешифратор*. До ресивера можна під'єднати кілька таких пристроїв.

Для систем супутникового мовлення виділені смуги частот, наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Смуга частот супутникового мовлення

| Назва діапазону | Діапазон частот, ГГц      |
|-----------------|---------------------------|
| L -             | 1,452-1,55 і 1,61-1,71    |
| S -             | 1,93-2,70                 |
| C -             | 3,40-5,25 і 5,75-7,075    |
| X -             | 7,25-8,40                 |
| Ku -            | 10,70-12,75 і 12,75-14,80 |
| Ka -            | 15,40-26,50 і 27,00-50,20 |
| K -             | 84,00-86,00               |

Використання смуги частот 10,7-12,75 ГГц значно розширило можливості супутникового телевізійного мовлення. Одним з важливих факторів є те, що вони найбільш економічні. На рисунку 7.3 зображено грошову залежність  $C$  в умовних одиницях використання того чи іншого діапазону частот.

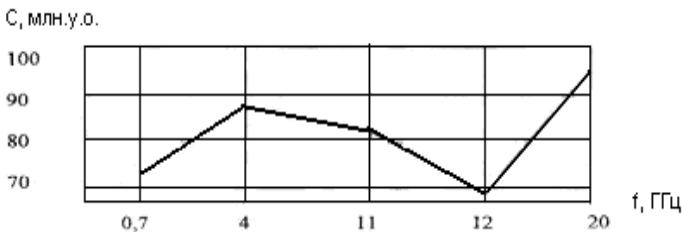


Рисунок 7.3 – Порівняльна характеристика оптимальних супутникових телевізійних систем в різних діапазонах частот

Два останні діапазони (Ka та K) широко не використовуються, їх можна вважати експериментальними. При використанні цих діапазонів в системах супутникового телебачення можливе значне зменшення діаметра антени. Наприклад, якщо антени Ku -діапазону (10,7-12,75 ГГц) мають задані розміри, то антени K-діапазону (84,00-86,00 ГГц) при тому ж значенні коефіцієнта підсилення будуть мати розмір 10-15 см. Крім цього, інформаційна ємність каналу на цих частотах значно вища.

Під поняттям інформаційної ємності розуміють кількість телевізійних каналів, які можна розмістити в даному діапазоні частот.

Основна складність освоєння цих діапазонів - економічна, а саме проблема створення дешевих індивідуальних приймачів.

Основними технічними характеристиками, які використовуються при плануванні смуги частот 12 ГГц, є щільність потоку потужності на межі зони обслуговування, коефіцієнт якості приймального пристрою, параметри передавальних і приймальних антен.

Максимальна щільність потоку потужності на межі зони обслуговування обирається, виходячи з необхідності забезпечення спільної роботи, без перешкод радіо-супутникової служби та наземних служб, які використовують спільну смугу частот з урахуванням забезпечення можливості приймання сигналів на достатньо прості приймальні установки. Типовий приймальний пристрій складається з антени, малощумового вхідного пристрою, який включає перетворювач з пониженням частоти, каскади проміжної частоти, селектор програм і телевізійний приймач.

Коефіцієнт якості приймального пристрою прийнято характеризувати величиною  $G/T$ , тобто відношенням коефіцієнта підсилення антени до повної температури шуму. Ця величина зручна для планування, бо одночасно відображає комплекс параметрів приймального пристрою підсилення антени, втрати у фідері, температуру шуму антени та приймача. Прийняті такі значення коефіцієнта якості  $G/T$  приймального пристрою 14 дБ для приймальних пристроїв I класу і 6 дБ для приймальних пристроїв II класу. При цьому щільність потоку потужності на межі зони обслуговування в смузі частот каналу 27 МГц не повинна

перевищувати  $111 \text{ дБВт/м}^2$  для приймальних пристроїв I класу і  $103 \text{ дБВт/м}^2$  для приймальних пристроїв II класу.

У системі БТМ передбачена частотна модуляція комплексним сигналом з загальною девіацією  $6,5 \text{ МГц}$  Комплексний сигнал складається з відеосигналу з сигналом дисперсії та частотно-модульованої шднесучої звукового супроводження.

У виділеній смузі частот  $11,7 - 12,75 \text{ ГГц}$  розташовано 40 частотних каналів шириною до  $27 \text{ МГц}$  з розносом між центральними частотами  $19,8 \text{ МГц}$  Канали нумеруються з першого по сороковий.

Щільність потоку потужності в зоні обслуговування не повинна перевищувати  $103 \text{ дБВт/м}^2$  для індивідуального приймання і  $111 \text{ дБВт/м}^2$  для колективного.

### 7.3 Порядок виконання лабораторної роботи

1 За допомогою матеріалів, наданих викладачем, визначте  $EIBП$  для зони, яку охоплює супутник Hot Bird I ( $13^\circ \text{ с.д.}$ ) для вашої місцевості.

2 Розрахуйте необхідний діаметр приймальної антени  $D_a$  для прийому сигналу задовільної якості. Побудуйте залежність  $D_a$  від шумової температури малошумового підсилювача та відношення "сигнал/шум".

3 Розрахуйте щільність потоку потужності  $W$  в точці прийому.

4 Визначте потужність сигналу на вході вашої супутникової приймальної станції. Побудуйте залежність  $P_{\text{с.вх.}}$  від ефективної поверхні приймальної антени.

5 Визначте з економічної точки зору оптимальний для використання частотний діапазон а також перспективи розвитку, обґрунтуйте їх.

### 7.4 Зміст звіту

- 1 Мета та завдання роботи.
- 2 Основні формули та розрахунки.
- 3 Висновки про роботу.

### **7.5 Контрольні питання**

- 1 Класифікація супутникових орбіт та їх особливості.
- 2 Основні властивості геостаціонарної орбіти її позитивні та негативні сторони.
- 3 Основні енергетичні показники супутникового зв'язку.
- 4 Структурна схема індивідуальної приймальної установки.
- 5 Як залежить якість зображення від діаметра приймальної антени та діапазону приймальних частот

## 8 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

### Користування індивідуальним комплектом супутникового телебачення

#### 8.1 Мета роботи

Набути навичок практичної роботи з індивідуальним комплектом супутникового телебачення.

#### 8.2 Теоретичні відомості

Одним із важливих елементів супутникового комплекту є ресивер (приймач). Під його невеликими розмірами прихований складний радіотехнічний пристрій, який має велику кількість різних технічних характеристик та настроень. Для одержання на телевізорі зображення високої якості, а також при виборі ресивера необхідно знати технічні характеристики сучасних моделей і вміти правильно використовувати настроєння та різні режими їх роботи.

Як правило, всі ресивери мають блок дистанційного керування. Розглянемо основні функції кнопок на панелі такого блока та основні характеристики ресиверів супутникового телебачення.

*Audio de-emphasis* - тип попередніх спотворень аудіосигналу, виправлення яких здійснюється ресивером. Аудіосигнали з різних супутників надходять з різними видами спотворень. Наприклад, стандартом програм з супутників Astra є спотворення 50 мкс, французьких Telekom-програм - 75 мкс. Якщо ресивер може оброблювати всі види спотворень, то крім цих існують ще J17 та Panda 1, і у вас є можливість якісного декодування звуку практично з будь-якого супутника.

*Dolby pro logic* - система, яка забезпечує аудіоефект присутності. Дозволяє створити реальний домашній театр зі звуковими ефектами за типом «стадіон», «клуб», «концертний зал» та «космос».

*Scart-poz'em* – роз'єми, які необхідні для підключення різних зовнішніх пристроїв відеоманітофона, телевізора, декодера.

*Автофокус* - функція автоматичного настроєння антени за максимальним рівнем сигналу.

*Активний фільтр* - система покровокового зменшення смуги частот першої ПЧ відеотракту з метою збільшення вхідного співвідношення "сигнал/шум".

*Аудіошумопониження* - система зниження шуму, яка використовується для збільшення якості звуку.

*Можливість перейменування програм* - функція програмування назви програм у ресивері для зручності пошуку та ідентифікації.

*Діапазон звукової піднесучої (МГц)* - діапазон аудючастот, який може оброблювати ресивер. Більшість каналів передають на кількох мовах одночасно, при цьому сигнали звукового супроводження рознесені по частоті.

Тому, чим ширший цей діапазон, тим краще.

*Діапазон змінення частоти гетеродина конвертора (ГГц)* - цей параметр визначає можливість сумісності з різними типами конверторів - LNB (*Low Noise Blockonvertor*). Він дозволяє виявити, чи здатний ресивер працювати з тим чи іншим типом конвертора. Існують чотири типи LNB, працюючих в Ku-діапазонах, кожен з визначеною фіксованою частотою гетеродина FSS A (розширені) - 9,75 ГГц, FSS B (стандартні) - 10,00 ГГц, DBS - 10 75 ГГц Telecom - 11,475 ГГц.

Якщо діапазон зміни частоти гетеродина включає в себе всі ці часі ота, то даний ресивер може працювати з усіма типами конверторів. У протилежному разі деякі типи конверторів доведеться вилучити з користування.

*Діапазон настроєння UHF каналу* - номери каналів телевізійного приймача, які можуть використовуватися для перегляду програм.

*Дисплей на передній панелі* в залежності від конструктивного виконання може відображати інформацію не тільки про номер, який с в пам'яті ресивера, але і про його назву, частоту сигналу тощо.

*Запам'ятовування розлагодисення по поляризації на кожному каналі* можливість налагодження та запам'ятовування кута поляризації для кожного каналу з послідовною автоматичною установкою при перемиканні програм.

*Запам'ятовування розлагодисення частоти на кожному каналі* - можливість налагодження частоти для кожного каналу та запам'ятовування цього значення з послідовною автоматичною установкою при вмиканні програм.

*Перемикач 22 кГц* - спеціальний вихід сигналу частотою 22 кГц, призначений для перемикання конвертора на інший діапазон або для керування іовніпшіми пристроями.

*Плавне регулювання частоти гетеродина* дозволяє компенсувати неточності заводського налагодження LNB. При цьому деякі типи ресиверів дозволяють запам'ятовувати це значення для всіх каналів, а також підстроювати і запам'ятовувати відхилення для кожної конкретної програми.

*Роз'єм «дзвіночок»* існує для тої ж мети, що і роз'єми типу Scart.

*« Батьківський ключ »* - можливість замикати деякі канали та програмні функції за допомогою пароллю.

*Статичний поріг, (дБ)* - параметр, який характеризує мінімальне щдношення "сигнал/шум" на вході ресивера та дозволяє йому забезпечити щдонільне зображення. Цей параметр показує, який мінімально можливий за ріннем сигнал може бути прийнятий, оброблений та виведений без поганої чкосі і зображення. Відмітимо, що чим менше значення цього параметра, тим краше, особливо при використанні антен невеликого діаметра. Цей параметр цуже важливий, особливо якщо врахувати, що більшість українських міст імнчшшыя для багатьох європейських супутників в зонах невпевненого прийому. Значення статичного порога сучасних ресиверів лежить в межах від 3,4 до 8 дБ. Нормальним значенням статичного порога вважається 6 дБ.

При цьому кількість каналів, яку може прийняти ваш ресивер, може бути розширена за допомогою конвертора з меншим коефіцієнтом шуму та антени більшого діаметра.

*Таймер* - внутрішній програмований таймер для видачі сигналу керування відеомагнітофоном на роз'єм SCART VCR. Цим сигналом можна дистанційно ввімкнути ВМ на запис потрібної супутникової ТВ програми.

*Телетекст* - можливість підтримки телетексту, яка аналогічна такій же функції в телевізорі.

*Керування поляризатором* здійснюється напругою при використанні діодних поляризаторів і дозволяє здійснювати двопозиційну установку поляризації (вертикальну - V або горизонтальну - H). Такий спосіб керування призначений для систем з нерухомою антеною. Керування струмом використовується в

механічних та магнітних поляризаторах і дозволяє здійснити плавне регулювання поляризації.

*Частотний діапазон на вході* (МГц) - діапазон вхідних частот, які приймаються ресивером. Це один з важливих параметрів ресивера. Діапазон може бути вузьким (950-1750 МГц), розширеним (950-2050 МГц) та широким (700-2150 МГц). Відповідно, чим ширша смуга проміжної частоти, тим більший частотний діапазон може обробити ресивер і тим більшу кількість програм він може прийняти без заміни конвертора.

*Число входів LNB* - кількість СВЧ-роз'ємів на задній панелі ресивера, які задають кількість одночасно підключених виходів з LNB, або це можлива кількість підключених конверторів.

*Число каналів* - це кількість теле- та радіопрограм, які можуть бути записані в ресивері. Ця функція аналогічна такій же функції в телевізорі і дозволяє перемикаати програми без використання ручного настроєння. Сучасні моделі мають, як правило, можливість занесення в пам'ять від 99 до 400 каналів.

*Число картоприймачів* - кількість слотів для декодуючих карт Smart Card.

*Число позицій позиціонера* - кількість дискретних положень антени.

*Ширина смуги ПЧ аудіоканалу* - ряд значень ширини смуги першої ПЧ радіоканалу ресивера. Зменшення смуги приводить, з одного боку, до зниження завад, а з другого - до зменшення смуги відтворюваних частот.

*Ширина смуги ПЧ відеосигналу* (МГц) - одне або кілька встановлених значень ширини смуги першої ПЧ відеотракту ресивера. Зменшення смуги приводить, з одного боку, до зменшення завад, а з другого - до поганої якості зображення. При поганому прийомі ширину смуги можна налагоджувати під кожну конкретну передачу. Можливі значення тут лежать в межах від 10 до 31 МГц. Ширина смуги може змінюватися плавно з кроком 1 МГц або переключатися на фіксоване значення, наприклад, 15/27 МГц. Дана характеристика безпосередньо пов'язана зі статичним порогом: чим менша смуга, тим нижчий поріг.

*Екран 16:9/4:3* - функція перемикання режиму перегляду для формату 16:9 та 4:3.

*Екранне меню* дає можливість програмування ресивера і відображає інформацію на різних мовах на екрані телевізора. Для зручності самостійного настроювання ресивера в момент експлуатації в більшості сучасних супутникових приймачів (всі моделі Amstrand SRX, Pace MSS, EchoStar SR) передбачена можливість відображення на екрані телевізора екранного меню або екрана графіка. При цьому можна надавати ім'я каналам, а також виводити цю інформацію на екран телевізора під час прийому програми та дисплей на передній панелі ресивера (якщо він є).

Іноді деяка частина каналів відводиться під радіопрограми. У деяких моделях ресиверів є можливість виділення улюблених програм в окрему групу для зручності і простоти їх пошуку. Таку можливість мають всі ресивери фірми PACE з серії Echostar, Amstrad та Strong.

Деякі сучасні телевізори обладнані сучасним ресивером (телевізори фірми „Grundig”), тому необхідність в його купуванні може відпасти сама собою.

Одним з важливих елементів антени є пристрій її кріплення. Антена може бути встановлена як нерухомо і приймати проірамі тільки з одного супутника, на який вона орієнтована (азимутально-кутомісна), так і на спеціальний пристрій для перенаправлення її з супутника на супутник. У цьому плані цікавим є розглядання полярної підвіски (керування може здійснюватися тільки одним двигуном замість двох). Для такого керування призначені два пристрої: актюатор (для повороту антени) та позиціонер (для керування актюатором). Для зручності в управлінні антеною користуються позиціонером. Але насамперед його треба запрограмувати, тому детальніше розглянемо це питання.

Позиціонери фірми Pace можуть бути як внутрішні в ресивері, так і у вигляді самостійного блока. В останньому випадку фірма пропонує дві моделі MSP200 та MSP200R. Остання з моделей має схему керування магнітним поляризатором. На жаль, моделі MSP200 та MSP200R не мають функції «Автофокус», який забезпечує автоматичне налагодження положення антени на максимум сигналу.

Програмування систем з позиціонером складніше, ніж систем з фіксованою антеною і вимагає акуратного послідовного виконання операцій програмування. Рекомендується така послідовність виконання операцій.

Перевірте правильність підключення провідників актюатора, поляризатора та інших SCART і кабельних з'єднань. Перевірте правильність запису параметрів конвертора (тип, діапазон, спосіб перемикання діапазонів тощо).

Встановіть через меню тип поляризатора, введіть тип антени - Steerable.

Перевірте, що ваша антена повертається при натисненні на кнопки  $>$ ,  $<$  і при цьому на дисплеї змінюється цифра позиції антени.

Зітріть раніше встановлені значення меж переміщення антен: натисніть MENU, 6, 5, STORE.

Таблиця 8.1- Призначення кнопок на пульті управління ресивером MSS1034GP

| Кнопка          | Функція                                                           | Кнопка               | Функція                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------|
| TV/SET          | Перемикання між ресивером, відеоманітофоном і ефірними програмами | NORM                 | Повернення в режим перегляду супутникових програм |
| O               | Вкл /Викл                                                         | I                    | Виклик інформації про програму Виклик допомоги в  |
| 0...9           | Вибір програм<br>Виклик пункту меню<br>Введення значень           | FAV                  | Виклик меню фаворитних програм                    |
| AV              | Вибір зовнішніх аудіо/відео джерел                                | RADIO                | Виклик радіопрограми                              |
| RCL             | Виклик попередньої програми                                       | MUTE                 | Відключення звуку                                 |
| F               | Виклик команд, вказаних над цифровими кнопками                    | SHAPE                | Виклик варіанта АЧХ                               |
| MENU            | Виклик меню                                                       | LEVEL                | Виклик меню регулювання рівня по каналах          |
| $\Delta \nabla$ | Переміщення по пунктах меню                                       | $< >$                | Виклик меню установки режиму Dolby                |
| $< >$           | Вибір сусідньої програми<br>Змінення значень параметрів           | EFFECT               | Виклик меню, спецефекти                           |
| STORE           | Переміщення антени Запис введених значень                         | $\Delta$<br>$\nabla$ | Регулювання гучності                              |

Встановіть межі переміщення антени, виконавши такі операції:

Натисніть кнопки MENU, 6, 3. З'явиться меню установки меж. Натисніть > до досягнення необхідного крайнього східного положення. Натисніть STORE.

Натисніть > до досягнення необхідного крайнього західного положення. Натисніть STORE.

Слідкуйте, щоб існував достатній запас по механічній межі переміщення антени.

Визначіть позицію відомого супутника, виконавши таку послідовність операцій:

- встановіть частоту і поляризацію для однієї з програм на відомому супутнику східного положення;
- увійдіть у меню запису параметрів програми, натиснувши MENU, 4, 4;
- знайдіть вільну позицію «Position Not Set»;
- натисніть 5 і переміщуйте антену натисненням кнопки > від крайнього східного положення до появи сигналу;
- перевірте, що ви дивитесь необхідну програму. Два рази натисніть F для увімкнення режиму «Автофокус»;
- використовуючи меню, введіть всі необхідні параметри програми і ініцію супутника. Для зміни номера програми використовуйте кнопки <, >;
- натисніть STORE.

Якщо параметри інших програм з даного супутника записані в пам'яті ресивера, то їх можна переписати за допомогою меню Satellite Allocation. Для цього натисніть MENU, 6, 2 і використовуйте кнопки <, > для пошуку необхідного імені супутника і номерів програм. Натисніть STORE.

Якщо параметри інших програм з даного супутника не записані в пам'яті ресивера, можна використати режим авто пошуку. Для цього натисніть MENU, 4 і встановіть нижню можливу частоту сигналу. Натисніть F, >. Після появи зображення скоректуйте параметри (аудіочастоти, струму поляризатора гошо), запишіть ім'я програми. Повторіть операцію для всіх програм в одній поляризації, потім в іншій.

Визначіть позицію інших супутників і запишіть параметри програм.

Встановіть режим «Автофокус». Для цього натисніть MENU, 6, 4, встановіть межі пошуку і підтвердіть автоматичний пошук при переорієнтації антени. Натисніть STORE.

Рекомендується самостійно вивчити меню і опис ресивера. Неправильні установки параметрів і незнання можливостей не дозволить вам одержати повне задоволення від перегляду всього набору різних супутникових програм.

### **8.3 Порядок виконання роботи**

Вивчіть дані теоретичні відомості та інструкцію по використанню вашого ресивера.

Підготовте до роботи телевізійний приймач та супутниковий ресивер.

- 1 Переключіть супутниковий ресивер на один з вільних незапрограмованих каналів.
- 2 За довідковими даними введіть в ресивер параметри однієї з програм, наданої викладачем, які можна дивитися з даного супутника на дану апаратуру приймання. Якщо ви все зробили правильно, то на екрані телевізора має з'явитися ця програма. Для введення частоти радіосигналу в ресивер треба від довідкової величини відняти частоту першого гетеродина, який «знаходиться в конверторі (як правило, це 9,75 ГГц).
- 3 Проекспериментуйте за допомогою блока дистанційного керування вплив різних спотворень сигналу на його якість.
- 4 Запрограмуйте всі можливі канали, які приймаються з даного супутника.

### **8.4 Зміст звіту**

- 1 Мета та завдання роботи.
- 2 Алгоритм налагодження супутникового ресивера.
- 3 Список програм з їх параметрами (частота, поляризація, діапазон мова), які вдалося запрограмувати на вашому ресивері.
- 4 Висновки відносно користування різними типами спотворень

сигналу.

### **8.5 Контрольні питання**

- 1 Призначення ресивера та його основні функції.
- 2 Призначення та типи попередшх спотворень сигналу.
- 3 Особливості діапазону звукового каналу.
- 4 Типи антен та їх кріплення. Особливість полярних підвісок.
- 5 Вплив типу конвертора та його шумової температури на кількість програм, які можна приймати .
- 6 Методика програмування позиціонера.

**РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

- 1 Телевидение: Учебник для вузов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; Под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Радио и связь, 1997. – 640с.
- 2 Домбругов Р.М. Телевидение: Учебник для вузов. – К.: Высшая школа, 1979. – 176с.
- 1 Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. Основы цветного телевидения. – М.: Радио и связь, 1983. – 160с.
- 2 Хохлов Б.Н. Декодирующие устройства цветных телевизоров. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 1992. – 368с.
- 3 Проектирование и техническая эксплуатация телевизионной аппаратуры / Безруков В.Н., Беляев В.С., Дерибас Г.Т. и др.; Под ред. С.В.Новаковского. – М.: Радио и связь, 1994. – 360с.
- 4 Спутниковая связь и вещание: Справочник / Под ред. Л Я Кантора.- М.: Радио и связь, 1981. - 220 с.
- 7 Радиорелейные и спутниковые системы передачи. / Под ред. А.С.Немировского - М.: Радио и связь, 1986. – 350с.
- 8 Банкет В.Л., Дорофеев В.М. Цифровые методы в спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 1988. – 150 с.
- 9 Основы технического проектирования аппаратуры систем связи с помощью ИСЗ / Под ред. Фортушенко. – М: Связь, 1972. – 240 с.
- 10 Левченко В.Н. Спутниковое телевидение в вашем доме. - СПб.: Полигон, 1997. - 272 с.