

Міністерство транспорту та зв'язку України  
Державний департамент з питань зв'язку та інформатизації  
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

Кафедра ТКС

## **Системи передачі електрозв'язку (СПЕЗ)**

Модуль 1. "ТКС та їхні складові"  
Модуль 2. "БСП-ЧРК"

Державний департамент з питань зв'язку та інформатизації  
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

### **Багатоканальні системи передачі первинної мережі з частотним розподілом каналів.**

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу СПЕЗ

За напрямком підготовки "Телекомунікаційні системи та мережі"

Спеціальності 7. 092. 401

Затверджено  
методичною радою  
факультету.  
Протокол №8  
від 24.03.08 р.

Одеса – 2008

Укладачі: Брескін В.О., Бунчужна Т.С., Барба І.Б., Мазур Г.Д.

В навчальному посібнику розглянута структура модулів М1 і М2 курсу СПЕС для студентів ТКС, додаються вказівки по модулям цих розділів і приводиться в додатках допоміжний матеріал уточнюючий і пояснюючий основні питання цих розділів курсів.

Схвалено  
на засіданні кафедри ТКС  
і рекомендовано до друку  
Протокол №14  
від 12.02.08 р.

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Структура модулів.</b> .....	5
1.1. Розподіл навчальних годин модулів. ....	5
1.2. Зміст лекційної частини курсу. ....	5
1.3. Перелік лабораторно-практичних занять. ....	6
1.4. Контрольні питання і завдання з модуля 1(М-1) .....	6
1.5. Контрольні питання і завдання з модуля 1(М-1) .....	9
1.6. Виконання самостійної роботи й індивідуальних завдань	12
<b>2. Методичні вказівки.</b> .....	13
2.1. Лекційна частина курсу. ....	13
2.2. Лабораторно-практичні заняття. ....	16
2.3. Комплексне завдання. ....	17
Тема. Багатоканальна система передачі з ЧРК. Зміст.	17
Завдання. Перелік вихідних даних. ....	18
Методичні вказівки до розділів КЗ. ....	19
Розрахунок довжини підсилювальної ділянки АСП. ...	23
<b>Додатки.</b> .....	25
<b>Література.</b> .....	58
<b>Таблиця скорочень.</b> .....	60

## Вступ

Системи передачі є основними елементами мережі електрозв'язку, за допомогою яких організується передача електричних сигналів на великі, задані відстані з заданою якістю. Студенти факультету Телекомунікаційних Систем (ТкС) вивчають загальні принципи побудови цих систем у курсах СПЕЗ(Системи передачі електрозв'язку), МТ (Мультиплексні технології) і ЩСЗ(Інтегральні цифрові системи зв'язку) відповідно на 3-му, 4-му і 5-му курсах. Крім того, більш детальне вивчення окремих важливих питань побудови, проектування й обслуговування цих систем вивчаються в курсах:

-АД (Абонентський доступ) і ТО-ТкС (Технічне обслуговування телекомунікаційних систем) - на **4-му курсі**;

-СД (Системи доступу), ТЕ-БСЗ (Технічна експлуатація багатоканальних систем зв'язку), П-БТС (Проектування багатоканальних ТкС), П-ВОСП (Проектування волоконно-оптичних систем передачі ВОСП), КВОСП (Когерентні ВОСП), ТБ-ТкС (Теорія багатоканальних ТкС) - на **5-му курсі**.

Відповідно до виділених навчальних годин курс СПЕЗ для студентів факультету ТКС розбивається на 6 модулів (див. Табл. 1):

Таблиця 1- Характеристика модулів СПЕЗ.

№ модуля	Кіл-ть кредитів	Зміст модуля	Семестр здачі
1	2		3.1
2	2	Принципи побудови багатоканальних систем передачі (БСП) з ЧРК і характеристики каналів цих БСП.	3.2
3	2	Принципи побудови багатоканальних систем передачі (БСП) з часовим розподілом каналів ЧсРК, що використовують імпульсно-кодovu модуляцію (ІКМ) і характеристики каналів цих БСП.	3.3
4	2	Групоутворення в цифрових системах передачі плезіохронної ієрархії (ЦСП- PDH).	3.4
5	1	Синхронізація. Принципи побудови лінійних трактів (ЛТр) провідних ЦСП.	4.1
6	1	Принципи побудови радіорелейних систем передачі РРСП.	4.2

Модулі СПЕЗ факультету ТКС не відбивають останніх досягнень техніки ТКС. Сучасні волоконно-оптичні системи передачі (ВОСП) - ЦСП синхронної ієрархії (ЦСП-SDH) і ВОСП, що використовують спектральний поділ стовбурів (WDM) вивчаються, в подальшому, у курсі МТ, а багатоканальні системи, що використовують пакетну передачу - у курсі ЩСЗ (див. діаграму модулів цих дисциплін на рис Д-1).

## 1. Структура модулів

### 1.1. Розподіл навчальних годин модулів

Вид заняття	Семестр 3.1 (Модуль 1)									Сесія	Семестр 3.2 (Модуль 2)									Сесія			
	Годин	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15	16	17		18	19	20
Лекції	16	2	2	2	2	2	2	2	2	Екзамен	16	2	2	2	2	2	2	2	Канікули		2	Екзамен	
Вправи	8	2	-	2	-	2	-	2			8	2	-	2	-	2	-	2					
Лабораторні заняття	16	2	2	2	2	2	2	2	2		16	2	2	2	2	2	2	2					2
Всього аудит. годин	40	6	4	6	4	6	4	6	2		40	6	4	6	4	6	4	6					4
Самост.	25	1	2	2	4	4	4	4	4		30	3	3	4	4	4	4	4					4
Разом	65	13	10	14	12	16	12	16	10		70	15	11	16	12	16	12	16					12

### 1.2. Зміст лекційної частини модулів

#### Модуль № 1. ТКС і її складові

Види й основні елементи мережі електрозв'язку (МВ, ЛП, СП, КС, ПС).

Складові мережі електрозв'язку.

Види систем передачі (Призначення і класифікація СП). Необхідність ПС.

Рівні передачі. Діаграма рівнів передачі.

Способи організації двостороннього зв'язку в БСП.

Види каналів АСП (КТЧ, ЗМ, ШК, ТБ); поняття про канали ЦСП.

Закінчення і номінальні відносні рівні в закінченнях КТЧ. Характеристики КТЧ.

Дифсистема. Стійкість КТЧ. Транзитні з'єднання КТЧ.

Структурна схема КС СП-ЧРК. Групоутворення. Види груп. Переваги групоутворення.

#### Модуль № 2. БСП – ЧРК

Апаратура спряження кінцевих станцій багатоканальних систем передачі симетричного і коаксіального кабелів. Генераторне обладнання. Структура й основні елементи лінійного тракту (ЛТр) БСП-ЧРК. Проміжні станції (ПС), шуми ЛТр і КТЧ, довжина підсилювальної ділянки. Виділення і транзит КТЧ і груп каналів КТЧ.

### 1.3. Перелік лабораторно - практичних занять Семестр 3.1 Модуль 1

№ л.р	№. Л.р	Найменування лаб. робіт	Кіл. годин
1	51	Рівні передачі	2
2	12	Вимір рівнів передачі	2
3	1	ЧРК	2
4	5	Модулятори перетворювачів частоти	2
5	4	Дифсистема	2
6	28/1	СПП-60. Перетворювач частоти СПП-60	2
7	28/2	Канал ТЧ	2
8	10	Характеристики КТЧ	2

№ тижня	№ заняття	Найменування практичного заняття	Кіл. годин
1	1	Модуляція в БСП-ЧРК	2
3	2	Перетворення частоти. АП	2
5	3	КС БСП-ЧРК	2
7	4	КТЧ	2

### Семестр 3.2 Модуль 2

№ п.п	№.. Лр	Найменування лаб. робіт	Кіл. годин
1	60	Групоутворення в БСП-ЧРК на прикладі апаратури К-60П	2
2	36/1	АП з двома ступінями перетворення	2
3	36/2	АС - БСП-ЧРК	2
4	8 (37)	Корекція в ЛТр БСП	2
5	8/2	ПАК - Боде	2
6	7(77)	ГО БСП	2
7	7/2	Генератор гармонік ГО БСП	2
8	61	Попереднє спотворення рівнів передачі БСП	2

№ тижня	№ заняття	Найменування практичного заняття	Кіл. годин
1	1	БСП К-60П	2
3	2	АС БСП	2
5	3	ЛТр БСП-ЧРК	2
7	4	Структура ЛТр БСП	2

### 1.4. Контрольні питання і завдання з модуля 1 (М-1)

#### На екзамен з М-1 виносяться:

- всі питання обов'язкової частини лекційного курсу і лабораторно - практичних занять, а також, питання для підвищеної оцінки;
- питання самостійного вивчення.

### **Питання з обов'язкової частини програми модуля 1**

1. Складові мережі електрозв'язку та первинної мережі загального користування (визначення).
2. Види МВ і їх функційне призначення.
3. Системи передачі, лінія передачі (визначення). Призначення систем передачі первинної мережі.
4. Види БСП (класифікація). РРСП прямої видимості.
5. Призначення кінцевих станцій БСП.
6. Призначення проміжних станцій провідних і радіорелейних СП.  
Зовнішня діаграма рівнів провідної БСП.
7. Способи організації двостороннього зв'язку в провідних системах передачі (ПСП). Область застосування і спектральні діаграми двопровідних двосмугових БСП.
8. Способи організації двостороннього зв'язку в провідних системах передачі (ПСП). Область застосування і спектральні діаграми чотирипровідних односмугових БСП.
9. Канал БСП (визначення). Види каналів БСП.
10. Канал тональної частоти (КТЧ). Закінчення КТЧ (функціональна схема, номінальні відносні рівні).
11. Характеристики КТЧ, що відображають його лінійні властивості.  
Шаблон АЧХ.
12. Характеристики КТЧ, що відображають його нелінійні властивості.
13. Шумові характеристики КТЧ.
14. Дифсистема (призначення, схема трансформаторної ДС і її властивості).
15. Суть методу ЧРК. (Спрощені функціональні схеми; спектральні діаграми). Призначення каналних смугових фільтрів передавача і приймача.
16. Перетворення частоти (односмугова модуляція). Призначення основних вузлів спрощеної функціональної схеми перетворювача частоти.
17. Модулятори перетворювачів частоти. Призначення, принципова схема і основні характеристики пасивного балансного модулятора (БМ).
18. Модулятори перетворювачів частоти. Призначення, принципова схема і основні характеристики пасивного подвійного балансного модулятора (ПБМ).
19. Використання перетворення частоти на прикладі формування спектра ПГ з одним ступенем перетворення.
20. Використання перетворення частоти на прикладі формування спектра ПГ з двома ступенями перетворення і передгрупою.
21. Використання перетворення частоти на прикладі формування спектра ПГ з двома ступенями перетворення і однотипним каналним смуговим фільтром.

## Типи задач з модуля - 1

### Лінія передачі, система передачі

1. Визначити число каналів в лінії передачі при повному заповненні її кабеля, якщо задані кількість каналів в АСП і тип кабеля.

### Перетворення частоти, модулятори перетворювачів частоти, ЧРК

2. Визначити межі спектра сигналу на виході перетворювача частоти і намалювати відповідні спектральні діаграми вхідного і вихідного сигналів, якщо відома несуча частота і заданий порядок слідування частот на виході.

3. Намалювати спектр групового сигналу  $N = \dots$  каналної нетипової ОБС-ЧРК, що використовує фільтровий метод формування ОБС і надає споживачам КТЧ, якщо відомо, що несуча частота першого каналу  $f_1 = \dots$  кГц, порядок слідування частот спектрів каналних сигналів *прямий* (інверсний), а їх розташування в спектрі *зростає* (зменшується) із збільшенням номера каналу. Визначити точні значення меж смуги частот цієї багатоканальної групи.

4. Визначити тип модулятора перетворювача частоти (активний або пасивний; балансний або подвійний балансний), якщо відомі величини робочого загасання, захищеності від залишку сигналу на виході модулятора і захищеності від залишку несучої на виході модулятора.

### Рівні передачі, загасання, захищеність сигналу від перешкод

5. Визначити абсолютний рівень, якщо задана потужність (напруга) на опорі ....

6. Визначити потужність (напругу), якщо заданий абсолютний рівень.

7. Визначити рівень за потужністю  $P_m$ , якщо рівень по напрузі на навантаженні  $R = \dots$  Ом дорівнює  $P_n = \dots$  дБн.

8. Визначити рівень на виході 600 Ом подовжувача погоджено включеного з джерелом і навантаженням, якщо потужність гармонійного сигналу на його вході  $P = \dots$  мВт, а загасання  $A = \dots$  дБ.

9. Визначити рівень сигналу в точці з номінальним відносним рівнем ..., якщо заданий рівень цього сигналу ... в точці з номінальним відносним рівнем .....

10 Рівень на 2 пр (4 пр) вході КТЧ рівний  $P_{\text{вх}} = \dots$  дБ. Визначити рівень цього сигналу на 2 пр (4 пр) виході КТЧ.

11. Визначити залишкове згасання КТЧ між заданими закінченнями....

12. Визначити захищеність сигналу від заданого за величиною (потужність або рівень) шуму в каналі ТЧ, якщо рівень цього сигналу заданий на певному вході цього КТЧ.

13. Визначити захищеність сигналу від шумів на вході першого НПП, якщо відомо, що рівень передачі на виході кінцевої станції КС  $P_{\text{пер}} = \dots$  дБ; коефіцієнт загасання кабеля  $\alpha = \dots$  дБ/км, довжина підсилювальної ділянки ..... км, а рівень шумів на вході цього НПП  $P_{\text{ш}} = \dots$  дБ.



### **При поглибленому вивченні програми М-1 необхідно:**

1. Звернути увагу на не тільки засвоєння фактів, передбачених програмою, але і на відповідні пояснення і докази.
2. Показати уміння *самостійно* пропрацювати один з розділів курсу. Для самостійного вивчення з модуля 1 пропонуються наступні питання:
  - Стійкість простого КТЧ з двопровідним закінченням.
  - Двопровідні транзитні з'єднання КТЧ. Стійкість складеного КТЧ з двопровідним закінченням.
  - Чотирипровідні транзитні з'єднання КТЧ.
  - Стійкість складеного КТЧ при чотирипровідних транзитних з'єднаннях.

Для самостійного вивчення можна використовувати [5]. За цією літературою необхідно вивчити наступні сторінки: 40, 41; 99 - 101; 109 - 110.

## **ТИПИ ЗАВДАНЬ РЕКТОРСЬКОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З МОДУЛЯ 1**

1. Привести функційну схему і спектральну діаграму перетворювача частоти, якщо відомі межі спектра вхідного сигналу, частота несучого коливання і порядок слідування частот на виході.
2. Привести схему закінчень КТЧ з вказівкою номінальних відносних рівнів в усіх точках цього каналу і розрахувати рівень сигналу в заданій точці на виході КТЧ, якщо відомий рівень цього сигналу в заданій точці на його вході.
3. Визначити кількість каналів в лінії передачі, якщо відомі кількість каналів в системі передачі і тип повністю заповненого кабеля.

### **1.5. Контрольні питання і завдання з модуля 2(М-2)**

#### **На екзамен з М-2 виносяться (\*)**

- всі питання обов'язкової частини лекційного курсу і лабораторно-практичних занять, а також, питання для підвищеної оцінки;
- питання самостійного вивчення.

(\*) Контрольні питання М-1 в М-2 не повторюються, проте знання ключових питань М-1 і питань ректорської перевірки М-1 є обов'язковим для позитивної оцінки М-2.

#### **Питання з обов'язкової частини програми модуля 2**

1. Функційна схема АП (АП-1; АП-2 або АП-3). Призначення вузлів схеми (ОА, ПНЧ; мод/дем; фільтрів; паралельна робота фільтрів).
2. Характеристики КТЧ.
3. Стійкість простого КТЧ з двопровідним закінченням.
4. Двопровідні транзитні з'єднання КТЧ. Стійкість складового КТЧ з двопровідним закінченням.

5. Чотирипровідні транзитні з'єднання КТЧ. Стійкість складового КТЧ з чотирипровідним закінченням.

6. Структурна схема кінцевої станції МСП-ЧРК. Переваги і спосіб багатоступінчастої побудови перетворювального обладнання КС.

7. Фазорізнисна схема формування ОБС (ФРС): принцип дії, відмінні особливості від ОБС-Ф, область застосування.

8. Функційна схема тракту передачі кінцевої станції апаратури (К-60П; В-12-3;). Зв'язок вузлів цієї функціональної схеми з вузлами відповідної структурної схеми.

9. Апаратура спряження КС. Вимоги до меж лінійного спектру БСП на симетричному кабелі. Формування лінійного спектру АС на прикладі апаратури індивідуального завдання.

10. Апаратура спряження КС. Вимоги до меж лінійного спектра БСП на коаксіальному кабелі. Формування лінійного спектра АС на прикладі апаратури індивідуального завдання.

11. Апаратура спряження КС БСП для ВЛЗ. Необхідність двох ступенів в апаратурі спряження на прикладі ОВ-12-3.

12. Кінцева апаратура лінійного тракту КАЛТ (спрощена функційна схема трактів передачі і прийому при чотирипровідному односмуговому дуплексі; призначення вузлів схеми).

13. Кінцеве обладнання лінійного тракту КАЛТ (спрощена функційна схема трактів передачі і прийому при двопровідному двосмуговому дуплексі; призначення вузлів схеми).

14. Структура лінійного тракту ЛТр. Призначення і види проміжних станцій АСП. Зовнішня діаграма рівнів.

15. Структура лінійного тракту ЛТр. Спрощена функційна схема ПС при чотирипровідному односмуговому дуплексі (призначення вузлів схеми).

16. Структура лінійного тракту ЛТр. Спрощена функційна схема ПС при двопровідному двосмуговому дуплексі (призначення вузлів схеми). Стійкість такої ПС.

17. Структура лінійного тракту ЛТр. Організація ДЖ, СЗ і ТЕ.

18. Коректори лінійних спотворень ЛТр. Призначення і види АРП.

19. Шуми лінійного тракту АСП. Види і нормування шумів ЛТр. Псофометричні шуми.

20. Довжини підсилювальної ділянки. Чинники, що визначають розрахункову довжину підсилювальної ділянки.

## Типи завдань з модуля - 2

### Стійкість

1. Визначити стійкість простого (складеного) КТЧ з двопровідним (чотирипровідним) закінченням у гіршому випадку, якщо відомі... (ВД)

2. Визначити стійкість проміжної станції при двопровідній, двосмуговій системі двостороннього зв'язку, якщо відомі ... (ВД)

### Перетворення частоти в апаратурі БСП-ЧРК

3. Визначити частоту сигналу на виході всіх ступенів перетворення тракту передачі апаратури ..... (К-60П; В-12-3; апаратура в КЗ) якщо відомо, що .... (ВД).

#### Рівні передачі, загасання, захищеність сигналу від перешкод

4. Рівень сигналу на ..... (2-пр; 4-пр) вході КТЧ дорівнює номінальному. Визначити для гіршого випадку рівень цього сигналу (захищеність сигналу від перешкод) на вході підсилювача прийому першої проміжної станції лінійного тракту БСП-ЧРК, межі спектра якої рівні  $F_1 = \dots$  ;  $F_2 = \dots$  (та ін. ВД).

5. Рівень сигналу на ..... (2-пр; 4-пр) вході КТЧ рівний ..... дБ. Визначити для гіршого випадку рівень цього сигналу (захищеність сигналу від перешкод) на вході підсилювача прийому першої проміжної станції лінійного тракту БСП-ЧРК, межі спектра якої рівні  $F_1 = \dots$  ;  $F_2 = \dots$  (та ін. ВД).

### Апаратура спряження БСП-ЧРК

6. Визначити орієнтовні значення граничних частот лінійного спектра БСП-ЧРК ..... кількість КТЧ для роботи по СК (КК).

7. Привести спрощену функційну схему тракту передачі КС, вказавши частоти несучих і граничні частоти зрізу фільтрів, якщо задані граничні частоти спектра вхідного і вихідного сигналів ОС.

### Кінцева апаратура лінійного тракту(КАЛТ) БСП-ЧРК

8. Визначити орієнтовні значення лінійної контрольної частоти (ЛКЧ) БСП-ЧРК з двочастотною АРП і частоти сплесків загасань відповідних РФ, якщо граничні частоти плану частот чотирипровідної односмугової БСП-ЧРК дорівнюють відповідно .....кГц.

9. Визначити орієнтовні значення частоти зрізу вилки направляючих фільтрів, якщо граничні значення частот прямого і зворотного напрямів передачі двопровідної двосмугової БСП-ЧРК дорівнюють відповідно.....кГц.

### Шуми ЛТр БСП-ЧРК

10. Рівень сигналу на ... (2-пр; 4-пр) вході КТЧ. .... дорівнює ..... дБ. Допустима потужність шумів ЛТр в КТЧ рівна ..... пВтОп/км. Визначити захищеність цього сигналу від допустимих шумів ЛТр, якщо відомо, що довжина лінії дорівнює ..... км.

### При поглибленому вивченні програми М-2 необхідно:

1. Звернути увагу не тільки на засвоєння фактів, передбачених програмою, але і на відповідні пояснення і докази.

2. Показати уміння *самостійно* пропрацювати наступні питання:

- Вимоги до АЧХ і ГЧП не спотворюючого тракту.
- Постійні коректори АЧС лінійного тракту.
- Змінні коректори АЧС лінійного тракту.

- Підчисточні коректори АЧС лінійного тракту.
- Корекція АЧХ в КТЧ.
- Автоматична корекція АЧХ.
- Виділення і транзит стандартних груп каналів.

Для самостійного вивчення можна використовувати [4, 5]. За [4] необхідно вивчити сторінки 247 - 252, а за [5] - сторінки 75 - 95.

## ТИПИ ЗАВДАНЬ РЕКТОРСЬКОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З МОДУЛЯ 2

1. Привести структурну схему нетипової БСП-ЧРК на задану кількість КТЧ, що використовує типові групи каналів, пояснити призначення вузлів цієї БСП.

2. Привести спрощену функційну схему заданого варіанта АП, пояснити призначення вузлів цієї схеми і розрахувати частоту сигналу на виході, якщо відома частота сигналу на вході КТЧ з  $N^0$  ..

3. Привести структурну схему системи передачі МСП-ЧРК і пояснити, користуючись зовнішньою ДУ, призначення проміжних станцій ПС. Розрахувати захищеність сигналу від шумів на вході першої ПС, якщо задані:

- Рівень передачі.
- Загасання підсилювальної ділянки.
- Рівень шумів на вході ПС.

4. Визначити рівень сигналу і захищеність цього сигналу на заданому виході КТЧ, якщо відомий рівень сигналу на заданому вході КТЧ і величина шумів на виході.

### 1.6. Виконання самостійної роботи й індивідуальних завдань

№ п.п.	Види робіт	Кількість годин		
		Усього	М1	М2
1	Пророблення лекцій	$0.5 \times 16 = 8$	4	4
2	Вивчення додаткового матеріалу до лекцій.	$0.5 \times 8 = 4$	2	2
3	Підготовка до практичного заняття.	$0.5 \times 32 = 16$	8	8
4	Підготовка до лабораторної роботи. Складання звіту	27	11	16
5	Виконання комплексного завдання.			
6	Виконання курсового проекту, курсової роботи.			
Всього		55	25	30

## 2. Методичні вказівки

### 2.1. Лекційна частина курсу

Лекційну частину курсу модуля 1 можна розбити на дві частини:

- Основні поняття і визначення телекомунікаційної мережі ТКС.
- Призначення, види багатоканальних систем передачі і наданих ними каналів.

Основні поняття і термінологія ТКС у нашій технічній літературі формувалися в процесі створення Мережі Електрозв'язку СРСР і відбиті в підручниках тих років [2, 5, 6, 7, 11]. Пізніше, поряд зі сталою термінологією, стали використовувати нову, відповідним рекомендаціям Міжнародного Союзу Електрозв'язку (МСЕ) [13]. На рис. Д-2 наведена діаграма, що показує взаємозв'язок між такими поняттями, як:

- Телекомунікаційна Мережа (ТКС).
- Мережа Електрозв'язку (МЕЗ).
- Транспортна Мережа Зв'язку (ТМЗ).
- Комутаційні системи (КС).
- Первинна Мережа Зв'язку (ПМЗ).
- Вторинні Мережі Зв'язку (ВМЗ).
- Телефонна Мережа Загального Користування (ТМЗК).
- Телеграфна Мережа (ТГ).
- Мережа Передачі Даних (ПД).
- Мережа передачі сигналів телевізійного мовлення (ТМ).

Системи передачі (СП) є основними елементами первинної мережі зв'язку (ПМЗ). Розрізняють багато видів СП (рис-3).

Це:

- Аналогові системи передачі – АСП.
- Цифрові системи передачі – ЦСП.
- ЦСП плезіохронної ієрархії - ЦСП- PDH.
- ЦСП синхронної ієрархії - ЦСП- SDH.
- Різновид волоконно-оптичних ЦСП, що використовують спектральний розподіл - ЦСП- WDM.
- Провідні системи передачі – ПСП.
- Системи передачі, що працюють на симетричному металевому кабелі СП-СК.
- Системи передачі, що працюють на коаксіальному металевому кабелі СП-КК.
- Системи передачі, що працюють на волоконно-оптичному кабелі (ВОК) - ВОСП.
- Радіорелейні системи передачі – РРСП.
- Радіорелейні системи передачі прямої видимості - РРСП-ПВ (скорочено просто РРСП).
- Радіорелейні системи передачі, що використовують далеке тропосферне розсіювання – ДТР.
- Супутникові системи передачі - ССС.

Обладнання комутаційних систем (КС) і систем передачі (СП) розміщується на мережних вузлах (МВ) ТКС (Види МВ різних ділянок первинної мережі

зв'язку ПМЗ розглянуті в [7], с. 11 - 14]; [11], с. 9 - 13]. Сполучні лінії між МВ утворюють лінії передачі - ЛП.

Сукупність ЛП утворюють ПМЗ:

$$\text{ПМЗ} = \sum \text{ЛП}_i.$$

Сукупність СП однієї сполучної лінії утворюють ЛП:

$$\text{ЛП} = \sum \text{СП}_k.$$

Система передачі (СП) складається з кінцевих станцій (КС), фізичної лінії (ФЛ), і проміжних станцій (ПС), тобто

$$\text{СП} = \sum \text{КС}_n + \text{ФЛ} + \sum \text{ПС}_k.$$

При вивченні цього матеріалу, сказане вище повинно бути доповнено відповідними структурними і функційними схемами [9], а також поясненнями.

Багатоканальні системи передачі БСП надають споживачам *канали*.

Види каналів АСП, розглянуті в [1], с. 117 - 180]; [5], с. 95 - 109]; [6], с. 53 - 74]; [7], с. 59 - 101] і ін. Основним з них є канал тональної частоти - КТЧ.

Усі БСП і канали цих БСП є дуплексними, тобто каналами двосторонньої дії, що дозволяють організувати одночасну передачу і прийом сигналів. Принципи побудови аналогових систем двостороннього зв'язку розглянуті в [2], с. 92 - 96]; [5], с. 33 - 35] і ін.

Канал ТЧ БСП може бути як з чотирипровідним, так і з двопровідним закінченнями. Для переходу від чотирипровідного до двопровідного закінчення КТЧ використовують спеціальний пристрій, розв'язуючий (РП) - дифсистему (ДС) - див [1], с. 128 - 138]; [2], с. 96 - 103]; [5], с. 36 - 40]; [6], стор. 65 - 71] і ін.

Дуплексні БСП і двопровідні канали цих БСП є замкнутими системами схильними до самозбудження (паразитної генерації). Питання стійкості таких замкнутих систем розглядаються в [2], с. 103 - 112]; [5], с. 40 - 43]; [6], с. 71 - 76] і ін.

Для організації розгалуженої і надійно функціонуючої мережі зв'язку були використані транзитні з'єднання каналів. Організації транзитних з'єднань і аналізу їхньої стійкості присвячені [1], с. 142 - 144]; [4], с. 247 - 251]; [5], с. 109 - 111] і ін.

Кінцеві (КС) і проміжні (ПС) станції систем передачі (СП) утворюють станційне устаткування, а фізичні ланцюги ФЛ, спорудження, в яких вони розміщуються, а також засоби технічного обслуговування цих ФЛ утворюють - лінійно-кабельні спорудження ЛКС.

У курсі СПЕЗ вивчаються призначення і принципи побудови станційного обладнання систем передачі. У передавачах кінцевих станцій БСП здійснюється формування й об'єднання (мультиплексування) каналних сигналів, а на прийомі - зворотнє перетворення (демультиплексування). Теоретичні основи поділу каналних сигналів докладно розглянуті в [2], с. 15 - 43]; [6], с. 78 - 106] і ін.

Використання КС БСП дозволяє здійснити економію дорогих ЛКС, а за допомогою ПС - здійснити зв'язок на велику задану відстань із заданою якістю.

Першими БСП, що експлуатуються ще і в даний час, були аналогові багатоканальні системи передачі - АСП. У них використовують частотний розподіл каналів ЧРК.

Для того щоб полегшити вивчення цього матеріалу на лабораторно - практичних заняттях у 2-му модулі, у лекційній частині курсу 1-ого модуля починається розгляд загальних принципів побудови КС таких БСП (Структурна схема КС БСП-ЧРК; принципи групоутворення, види груп КТЧ). Цей матеріал лекційного курсу докладно розглянутий у [3]; [2] стор. 44 - 67; [5] стор. 20 - 32; [7] стор. 242- 253; і ін..

**У лекційній частині курсу модуля 2** продовжується вивчення принципів побудови БСП на прикладі БСП-ЧРК.

Важливим вузлом КС БСП-ЧРК є апаратура спряження АС. В АС спектри стандартизованих груп каналів ТЧ даної БСП перетворюються в лінійний спектр ЛС. Граничні частоти лінійного спектра визначаються особливостями фізичного ланцюга ФЛ, по якій повинна працювати дана апаратура. При розробці АС, були узаконені стандартні положення вторинних (ВГ) і третинних (ТГ) груп (див. рис. Д-17, Д-18), що і використовуються для формування лінійного спектра ЛС.

На рис. Д-19 приведені лінійні спектри основних БСП-ЧРК, що використовувалися на магістральній і внутрішньозоновій ділянках ПМЗ.

Формування стандартизованих груп каналів ВГ, ТГ, ЧГ із первинної групи ПГ, а також стандартних положень спектрів цих груп здійснюється перетворювальним обладнанням (ПО) кінцевих станцій.

Можна вважати, що усі варіанти ПО відповідають трьом поколінням:

1. Технічні рішення побудови перетворювального обладнання відрізняються в кожному варіанті апаратури БСП, з огляду на особливості даної апаратури.
2. Принципи побудови всіх ступенів перетворення ПО *уніфікуються*; відповідно з'являються УСПП (див. рис. Д-15) - уніфікований стояк первинного перетворення, УСВП - уніфікований стояк вторинного перетворення і т.д.
3. Устаткування ПО (шифр - ОКОП, рис. Д-16) уніфікується, але при цьому з'являються нові вузли, що дозволяють надавати споживачам не

тільки КТЧ, але і мережні тракти, побудовані на відповідних групових трактах ВГТ і ТГТ; крім того враховуються нові принципи децентралізації генераторного обладнання ГО.

Принципи побудови різних типів перетворювального обладнання ПО розглянуті в [3], [8] і ін.

Формування несучих і контрольних частот здійснюється в генераторному обладнанні (ГО) кінцевих станцій. Вимоги, пропоновані до ГО, і принципи його побудови розглянуті в [4, стор. 175 -189.]

Основний внесок у шумові характеристики, наданих споживачам каналів і групових трактів БСП-ЧРК, визначаються лінійним трактом ЛТр цих БСП, що складаються з фізичних ланцюгів ФЛ і проміжних станцій ПС. Найбільш докладно шумові аспекти, а також питання корекції лінійних спотворень ЛТр БСП-ЧРК розглянуті в [4, розд. 2, 3 і 4], а також у [5, розд. 2 і 3] і ін. Вплив цих параметрів на довжину підсилювальної ділянки дивіться, наприклад, у [3].

Зі збільшенням ємності (кількості каналів) БСП - ЧРК виділення і транзит каналів ТЧ, з метою створення розгалуженої мережі зв'язку, стали замінювати виділенням і транзитом стандартизованих груп каналів: [2, с. 249 -253], [4, с. 247 -253], [7, с. 268 -272].

## 2.2. Лабораторно практичні заняття

Лабораторно-практичні заняття першого модуля починаються з використання знань уже відомих студентам з попередніх курсів теорії зв'язку і теорії ланцюгів, але вимагаючих, з огляду на їх практичну важливість, поглиблення і закріплення. Такими питаннями є:

- **Рівні передачі.** (Вивчаються в Лр-51, Лр-12 і використовуються практично у всіх наступних Лр.; перелік основних знань з цього розділу ілюструється діаграмою рис. Д- 7).
- **Перетворення і перетворювачі частоти. Модулятори перетворювачів частоти.** (Вивчаються на практичних заняттях і в Лр-5; використовуються надалі при вивченні принципів побудови провідних БСП-ЧРК, РРСП і деяких ЦСП).
- **Принципи частотного розподілу.** (Вивчаються на практичних заняттях і в Лр-1; використовуються надалі при вивченні принципів побудови провідних БСП-ЧРК, РРСП і новітніх ЦСП-WDM).
- Характеристики, що описують **властивості лінійних і нелінійних чотириполосників.** (Вивчаються на практичних заняттях і в Лр-4, Лр-10, Лр-28; використовуються надалі при вивченні принципів побудови провідних БСП-ЧРК, РРСП і ЦСП).

Лабораторно-практичні заняття **другого модуля** присвячені групоутворенню і багаторазовому перетворенню на прикладах побудови перетворювального обладнання апаратури К-60П, В-12-3 (Лр-60, Лр-36) та ін.



На рис.Д-20 —Д-29 приведені структурні і функційні схеми КС БСП К-60П, В-12-3, КАМА, а також спектральні діаграми, що пояснюють принципи побудови перетворювального обладнання цих БСП.

### 2.3. Комплексне завдання.

Тема: “БАГАТОКАНАЛЬНА СИСТЕМА ПЕРЕДАЧІ з ЧРК”.

#### Зміст пояснювальної записки

#### Вихідні дані

#### Вступ

#### 1. Ділянка первинної мережі

- 1.1. Характеристика первинної мережі.
- 1.2. Схема вузлоутворення.

#### 2. Лінія передачі БСП К-...

- 2.1. Структурна схема системи передачі.
- 2.2. Характеристика лінії передачі.

#### 3. Перетворення частоти в БСП -ЧРК

- 3.1. Частотний розподіл каналних сигналів.

#### 4. Кінцева станція БСП К- ...

- 4.1. Структурна схема кінцевої станції.
- 4.2. Апаратура індивідуального перетворення
- 4.3. Апаратура перетворення груп.
- 4.4. Апаратура спряження.
- 4.5. Кінцева апаратура лінійного тракту.
- 4.6. Функціональна схема КС апаратури К- ...

#### 5. Лінійний тракт БСП К- ...

- 5.1. Довжина підсилювальної ділянки.
- 5.2. Структура лінійного тракту.

#### Висновок

#### Список використаних джерел

M-1

M-2

## Завдання

Привести схему вузлоутворення заданого вихідними даними фрагмента первинної мережі. Розробити, відповідно до вихідних даних, структурні і спрощені функційні схеми станційного обладнання БСП-ЧРК, привести очікувані характеристики проектованої СП і лінії передачі.

Розділи 1,2 і 3 КЗ є підготовкою до екзамену з **модуля 1**;

Розділи 4, 5, а також "Вступ", "Висновок" і вся пояснювальна записка є підготовкою до екзамену з **модуля 2**.

### Перелік вихідних даних

#### До розділу 1:

1. АСП з'єднує пункти А, Б, В и Г.
2. РРСП між пунктами ДЕ перетинає АСП у пункті Б (або В).
3. Пункти ЕГ (або АД, АЕ, ДГ) з'єднані ЦСП.

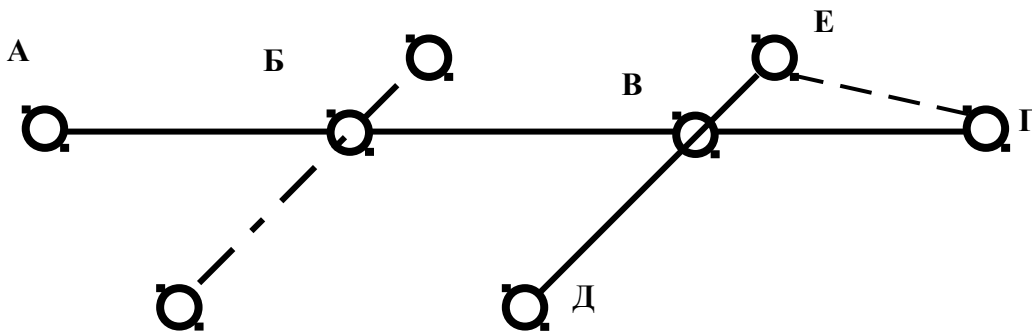


Рис. 1 - Варіанти архітектури заданого фрагмента мережі

#### До розділів 2, 3 і 4:

4. Кількість **КТЧ** проектованої БСП.....
5. Тип **АШ** .....
6. Тип **АПГ** .....
7. Спосіб організації двостороннього зв'язку.....
8. Кабель .....

#### До розділу 5:

9. Довжина ділянки АБ основної лінії передачі.....км.
10. Рівень передачі на виході кінцевої і проміжних станцій  $p_{\text{пер}} = \dots\dots$ дБ.
11. Рівень очікуваних власних шумів, приведені до входу лінійного підсилювача в смузі частот верхнього каналу  $p_{\text{сш-ож}} = \dots\dots$ дБ.
12. Припустима потужність шумів 1 км лінійного тракту  
 $p_{\text{ШЛГ 1 км ДОП}} = \dots\dots$ пВтОп.
13. Температура ґрунту в градусах Цельсія: середня-**8**, а максимальна-18.
14. Діаграма рівнів будується для каналу ТЧ з 2пр. (4пр) закінченням.
15. АРП з КЧ установлюється на кожній проміжній станції.

## Методичні вказівки до розділів КЗ

### Вступ

У вступі необхідно сформулювати мету КЗ і перелічити питання, що розглядаються в його розділах.

### Розділ 1.

У підрозділі **1.1** необхідно дати визначення *первинної мережі* і пояснити її призначення.

У підрозділі **1.2** необхідно привести схему вузлоутворення заданої ділянки мережі, указавши на ній мережні вузли виділення і переключення МВВ, МВП і мережні станції МС, а в тексті пояснити функціональне призначення цих станцій.

Нехай, як приклад, задані наступні вихідні дані:

Таблиця 2 - Приклад вихідних даних за розділом 1.

№ розділу	1	
№ пункту ВД	1.2	1.3
ВД	В	ЕГ

Архітектура фрагмента, заданого вихідними даними прикладу, приведена на рис. 2, а схема вузлоутворення - на рис. 3.

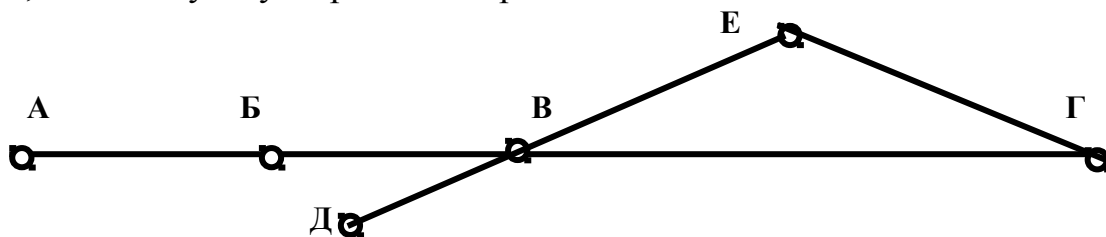


Рис. 2 - Архітектура фрагмента мережі, що відповідає вихідним даним вище приведенного прикладу

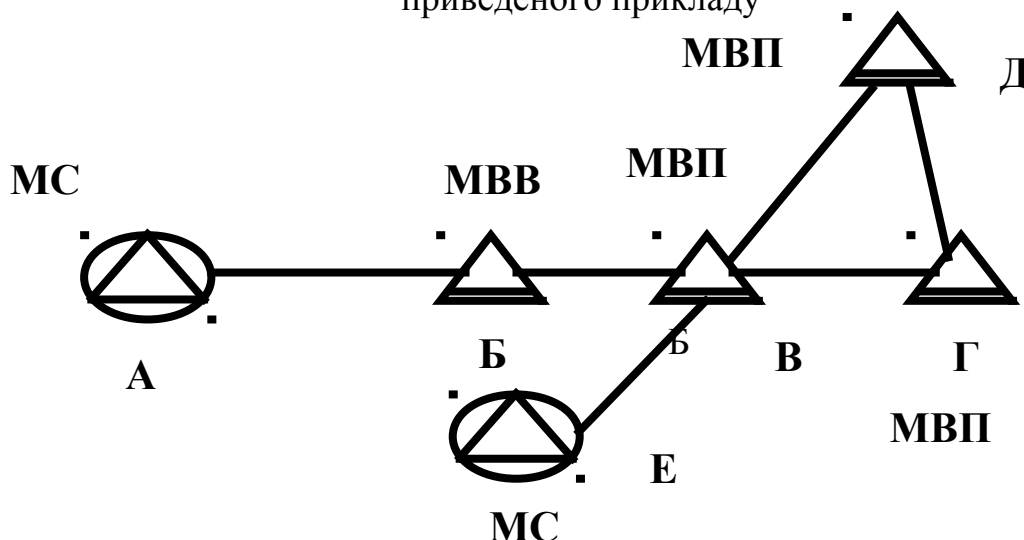


Рис. 3.- Схема вузлоутворення, що відповідає вихідним даним вище приведенного прикладу

## Розділ 2

У підрозділі **2.1** приводиться спрощена структурна схема системи передачі. На ній показуються прийнятими умовними позначками пункти лінії передачі (КП, НПП, ОПП), а під ними відповідні елементи системи передачі станційне обладнання (КС, ПС) і фізичні ланцюги.

У підрозділі **2.2** приводиться спрощена структурна схема лінії передачі. Спрощення полягає в тому, що на ній показуються прийнятими умовними позначками тільки деякі пункти лінії передачі (перші КП і НПП), під ними кінцеві станції лінії передачі, кабелі і проміжна підсилювальна станція першого НПП. Тут же розраховується загальна кількість КТЧ у лінії передачі і пояснюється, як організований дуплекс.

## Розділ 3

У підрозділі **3.1** приводиться структурна схема КС БСП, заданої ВД; на схемі умовними позначками повинні бути зазначені АПП, АПГ, АС і КАЛТ. Пояснюється призначення вузлів структурної схеми.

Структурна схема КС повинна відповідати заданій вихідними даними кількості каналів ТЧ.

## Розділ 4

У підрозділі **4.1** здійснюється вибір стандартизованих груп КТЧ (ПГ, ВГ і т.д.), що будуть використовуватися надалі для побудови лінійного спектра заданої БСП і розраховується необхідна кількість цих груп. Приводяться спектральні діаграми формування вторинної групи ВГ (варіант ВГ вибирається студентом самостійно і вказується в тексті) і, якщо необхідно, то також ТГ і ЧГ; Приводяться спрощені функціональні схеми тракту передачі відповідно АППГ, АПВГ і т.д. відповідно до заданого типу АПГ.

У підрозділі **4.2** приводиться спектральна діаграму формування первинної групи ПГ, а також спрощена функціональна схема тракту передачі АПП. (Розглядатися повинен тільки заданий ВД варіант АПП (1,2 або 3) дивися, наприклад, [3]).

У підрозділі **4.3** приводяться спектральні діаграми формування плану частот лінійного тракту проектованої БСП. Спрощена функціональна схема тракту передачі КС.

Вибір меж плану частот лінійного тракту починається з визначення мінімальної частоти  $F_1$ , що залежить, насамперед, від використовуваного середовища розповсюдження. Далі враховується ширина смуги частот, обумовлена видом і кількістю використовуваних груп, необхідною смугою розфільтровки між групами і бажаним відношенням частот меж лінійного спектра.

Можливі різні варіанти побудови нетипової АС, що задовольняє вихідним даним. При виборі варіанта функціональної схеми необхідно виключити перекриття спектрів вхідного і вихідного сигналів АС.

У підрозділі 4.4 приводиться спрощена схема КАЛТ, що залежить від способу організації двостороннього зв'язку.

У підрозділі 4.4 приводяться повна, але спрощена, функційна схема КС проектованої апаратури БСП з нетиповим лінійним спектром.

Текстові пояснення до схеми можуть бути відсутні або бути зведені до мінімуму.

У тракті передачі і прийому функційної схеми повинні бути показані:

- перетворювачі частоти з зазначенням частот несучих (індивідуальних і групових);

- пристрої, що забезпечують паралельну роботу фільтрів перетворювачів частоти;

- фільтри, що виділяють у приймачі канали і групи каналів;

- точки введення групових (ГКЧ) і лінійних (ЛКЧ) контрольних частот з зазначенням частот цих контрольних;

- основні вузли індивідуального обладнання (Мод/Демод; КПФ, ОА, ПНЧ, а також ДС із гніздами 2пр і 4пр закінчення КТЧ)

- основні вузли КАЛТ (ЛУСпер.і ЛУСпр. й ін; ЛТр; постійні і перемінні коректори).

На фільтрах функційної схеми повинні бути зазначені тип (ФНЧ, ПФ) і частоти зрізу в кГц (наприклад, ФНЧ-125).

## Розділ 5

У підрозділі 5.1 визначається номінальна довжина підсилювальної ділянки, при якій витримується норма шумів лінійного тракту. Приводиться діаграма рівнів (ДР) лінії з пунктами А, Б и С для заданого варіанта розміщення АРП з КЧ (Скорочені ділянки враховуються тільки на секції АБ.) На ДР вказуються її основні параметри.

У підрозділі 5.2 приводиться структура лінійного тракту, що відбиває його функціональне призначення. Спрощена функційна схема проміжного необслуговуваного підсилювального пункту. НПП з АРР по КЧ, тому що в КЗ для спрощення побудови ДР передбачається використання на всіх НПП одночастотної АРП (АРП з плоским регулюванням). При цьому необхідно пам'ятати, що на КПП і КП використовуються АРП з двочастотною (плоскої –«П» і з нахилом-«Н» контрольними частотами) чи з тричастотною АРП (П, Н і криволінійної «Кр» регулюваннями АЧХ попередньої підсилювальної ділянки). Ці КЧ і відповідні АРП необхідно показати на функційних схемах КАЛТ (див. рис. 16-«а» на с.20 навчального посібника [3]). Необхідно також розрізняти функційні схеми КАЛТ і НПП для симетричного (СК) і коаксіального (КК) кабелів, у яких по різному організується подача струму ДЖ:

- на СК – по штучному («фантомному») ланцюгу, що організується по двох чи більше паралельно включених проводах за допомогою трансформатора із середньою точкою, а

- на КК – по центральних жилах двох коаксіальних трубок, що використовуються для організації 4-пр дуплекса.

## **Висновок**

У висновках перелічується, що зроблено в КЗ і дається перелік основних характеристик розглянутої АСП:

- 1) Ділянка мережі, на якій працює БСП.
- 2) Середовище розповсюдження, що використовується в лінії передачі.
- 3) Тип апаратури за способом обробки і передачі групового сигналу.
- 4) Спосіб організації двостороннього зв'язку.
- 5) Спосіб розподілу каналних сигналів.
- 6) Спосіб формування каналних сигналів.
- 7) Межі плану частот лінійного тракту.
- 8) Групи використані для формування плану частот лінійного тракту і їхня кількість за видами:
  - ПГ...
  - ВГ...
  - ТГ...
- 9) Види станцій у лінії передачі.
- 10) Довжина підсилювальної ділянки .

## РОЗРАХУНОК ДОВЖИНИ ПІДСИЛЮВАЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ АСП

Довжина підсилювальної ділянки  $\ell_\delta$  визначається рівнянням довжини

$$\dot{A}_{\zeta, \text{ір}}(\ell_\delta) = \dot{A}_{\zeta, \text{ід}}(\ell_\delta) \quad (1)$$

де

$\dot{A}_{\zeta, \text{ір}}$  - очікувана захищеність;  $\dot{A}_{\zeta, \text{ід}}$  - припустима захищеність.

$\ell_\delta$  - розрахункова довжина підсилювальної ділянки, що є рішенням рівняння (1).

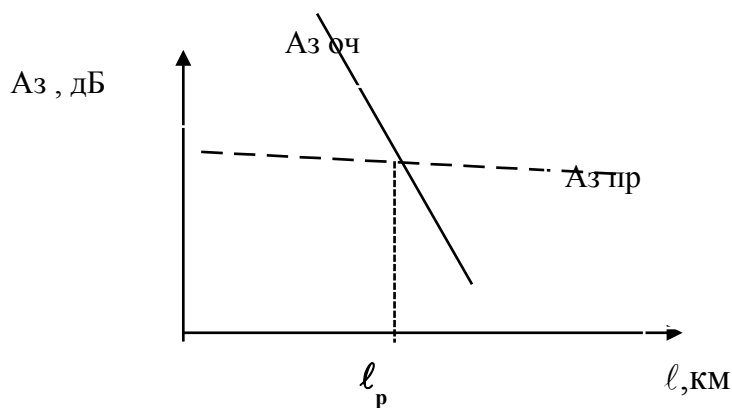


Рис. 19 - Очікувана і припустима захищеності підсилювальної ділянки

Наближене значення  $\ell_\delta$  визначається наступною формулою

$$\ell_\delta \approx \frac{\dot{\delta}_{\text{іаід}} - \dot{\delta}_{\text{о.аі.ір.а}} - 77,5 + 10 \log(\dot{\delta}_{\text{іо.іод.ід}})}{\alpha}, \quad (2)$$

де вихідними даними ВД визначаються значення:

$\dot{\delta}_{\text{іаід}}$  - рівень передачі на виході КП, ОПП і НПП.

$\dot{\delta}_{\text{о.аі.ір.а}}$  - очікуваний рівень шумів у дБ, приведений до входу підсилювача проміжної або кінцевої станції.

$\dot{\delta}_{\text{іо.іод.ід.ілі}}$  - потужність *припустимих власних* шумів 1 км ЛТр у пВтОп..

$\dot{\delta}_{\text{о.іод.ід.ілі}}$  - потужність *припустимих сумарних* шумів 1 км ЛТр у пВтОп..

$$\hat{\delta}_{\theta} = \hat{E}_{\hat{n}} \times \delta_{\theta}$$

У комплексному завданні КЗ

$$K_c = \begin{cases} 0,5 \text{ для КК} \\ 0,25 \text{ для СК} \end{cases} \quad (3)$$

$\alpha$  - коефіцієнт загасання кабеля при середній температурі ґрунту  $t_{\text{cp}}^{\circ} = 8^{\circ}\text{C}$  на розрахунковій частоті.

$$\alpha = \alpha_{20} [1 - \alpha_{\alpha}(20^{\circ} - t_{\text{cp}}^{\circ})] \quad (4)$$

де  $\alpha_{20}$  - коефіцієнт загасання кабелю при температурі ґрунту  $20^{\circ}\text{C}$

$$\alpha_{20}(f) = \text{ДО}_{\alpha} \alpha_{\text{норм}}(f) \quad (5)$$

Частота  $f$  повинна бути виражена в МГц і відповідати частоті верхньої межі лінійного спектра.

Нормоване значення  $\alpha_{\text{норм}}(f)$  апроксимується поліномом:

$$\alpha_{\text{норм}}(f) = \alpha_0 + \alpha_{1/2} * f^{1/2} + \alpha_1 * f \quad (6)$$

Денормуючий множник  $K_{\alpha}$  дорівнює

$$K_{\alpha} = \begin{cases} 1 \text{ для КК} \\ \text{див. табл. 2.2 [10] для СК} \end{cases} \quad (7)$$

Для симетричного кабеля СК	Для коаксіального кабеля КК
$\alpha_0 = 0,003$	$\alpha_0, \alpha_{1/2}, \alpha_1$ див. табл. П 2.1 (*)
$\alpha_{1/2} = 4,625$	
$\alpha_1 = 0,278$	
$\alpha_{\alpha} = \text{див. табл. П 2.2 (*)}$	$\alpha_{\alpha} = 2 * 10^{-3}$

Так як довжина ділянки визначається за наближеною формулою, а також для того щоб забезпечити запас на невраховані фактори, номінальна довжина підсилувальної ділянки береться менше розрахункової і приблизно дорівнює:

$$l_n \cong 0,8 l_p \quad (8)$$



## **Додатки**



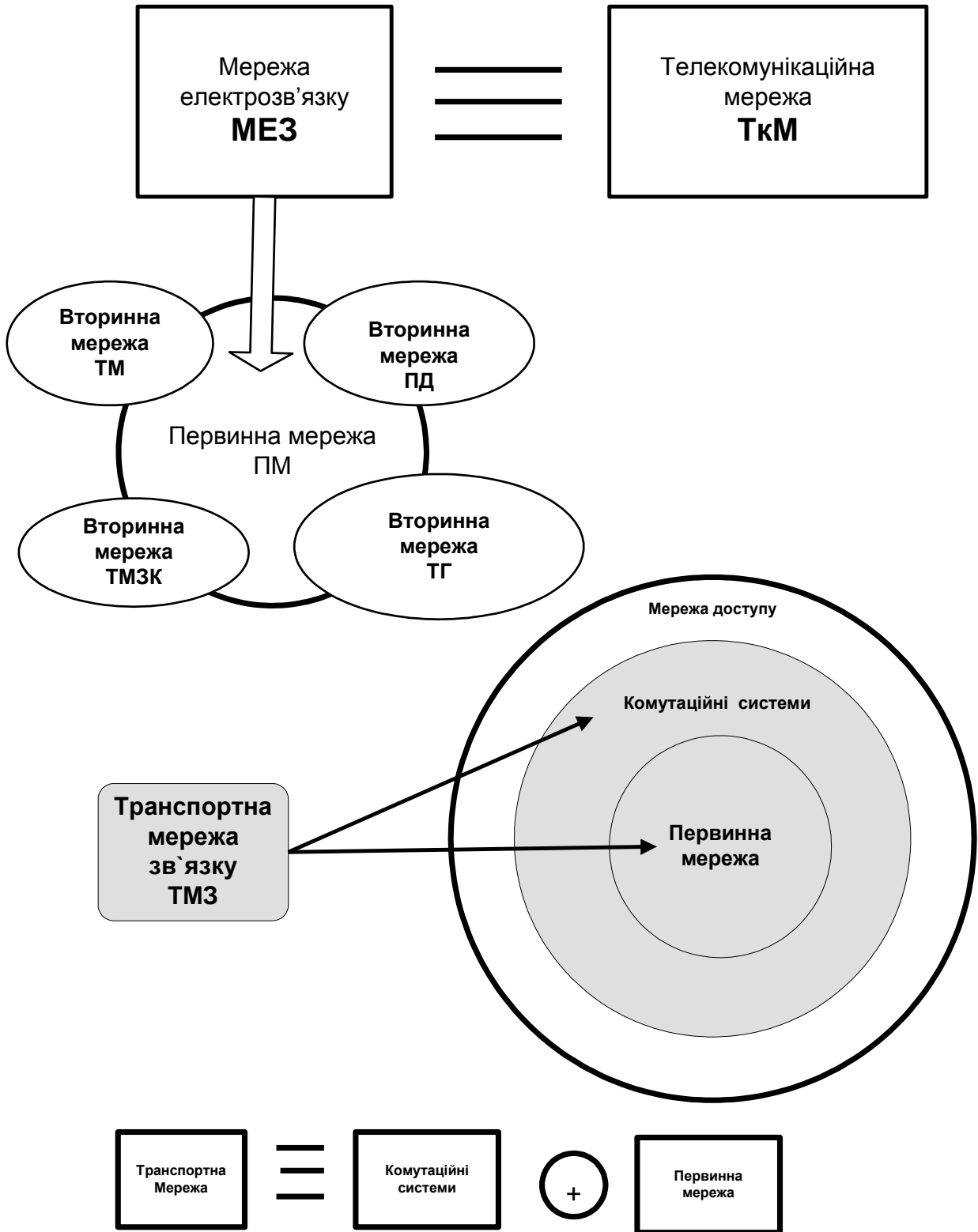


Рис. П-2 - Види мереж зв'язку

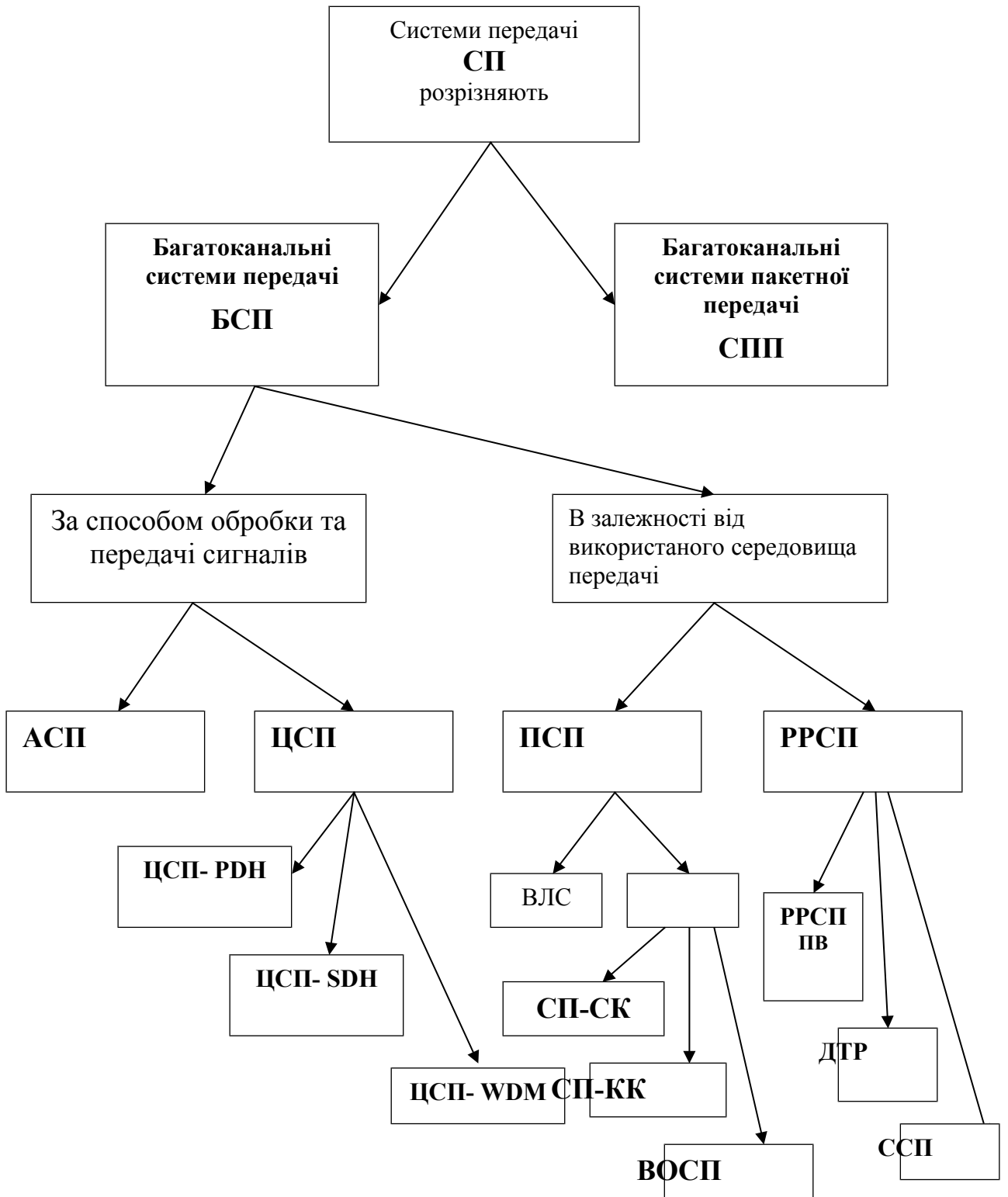


Рис. П-3 - Види систем передачі

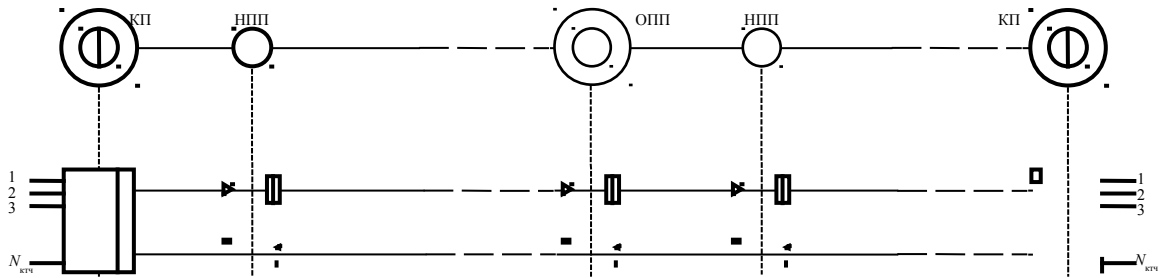


Рис. П-4 - Структурна схема СП

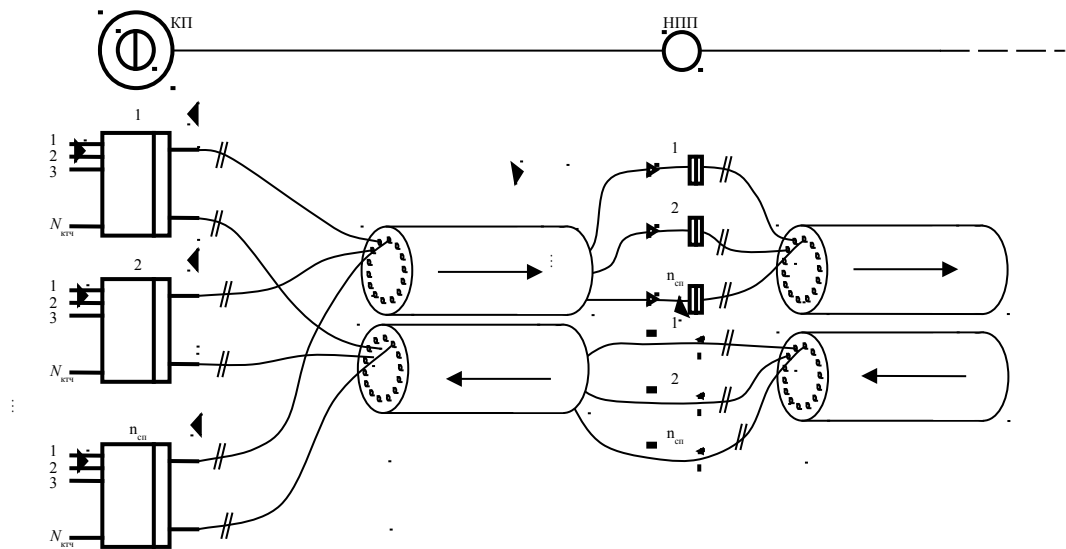


Рис. П-5 - Структурна схема ЛП



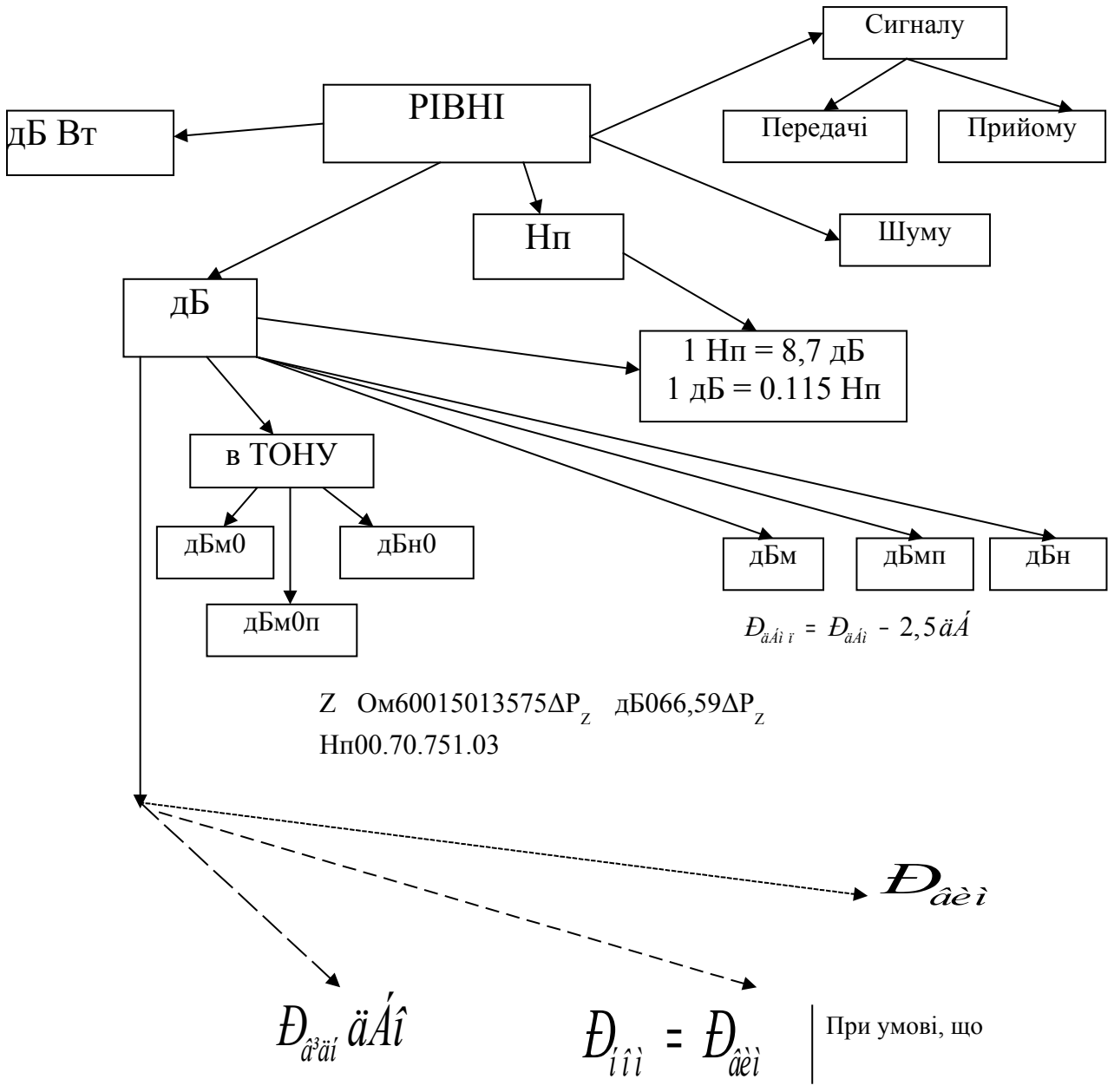
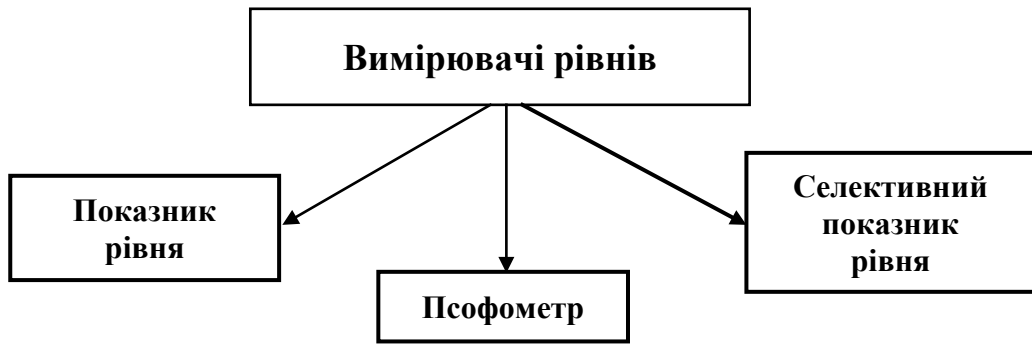


Рис. П-7 Види рівнів передачі



**преобразователей частоты**

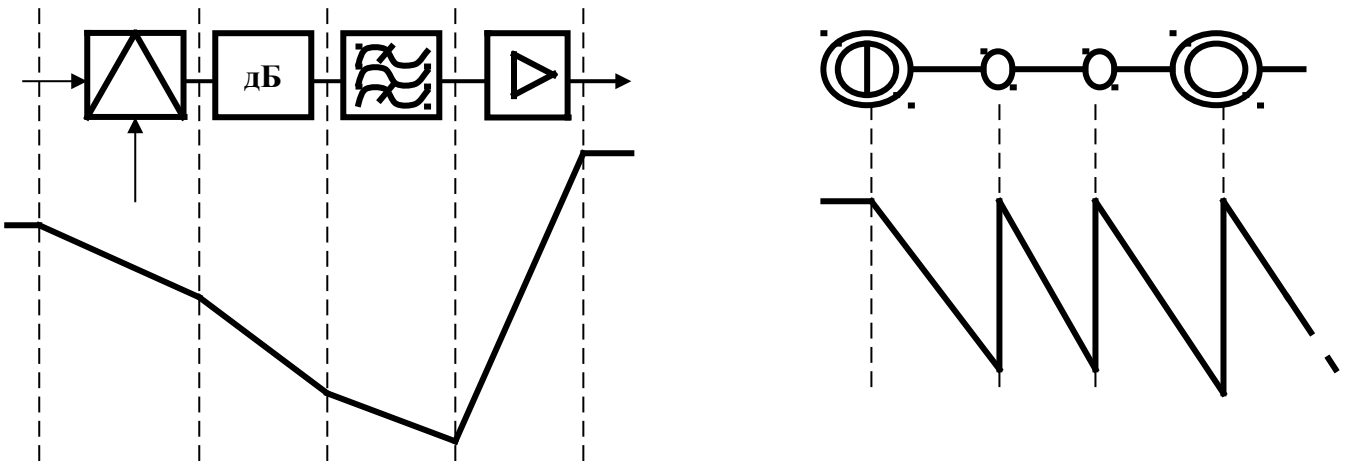
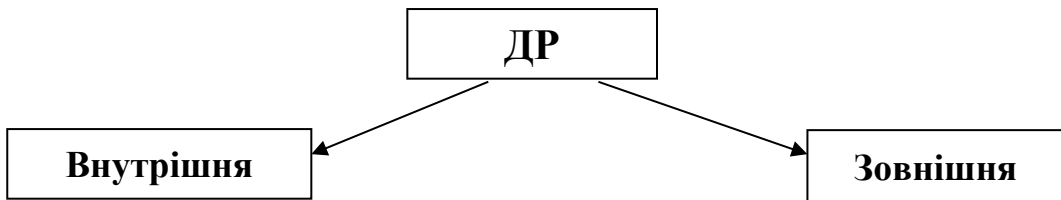
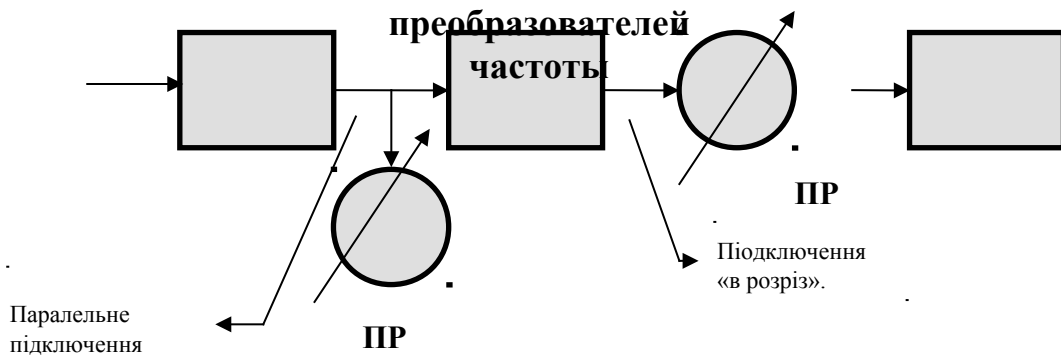


Рис. П-8 - Вимірювання рівнів



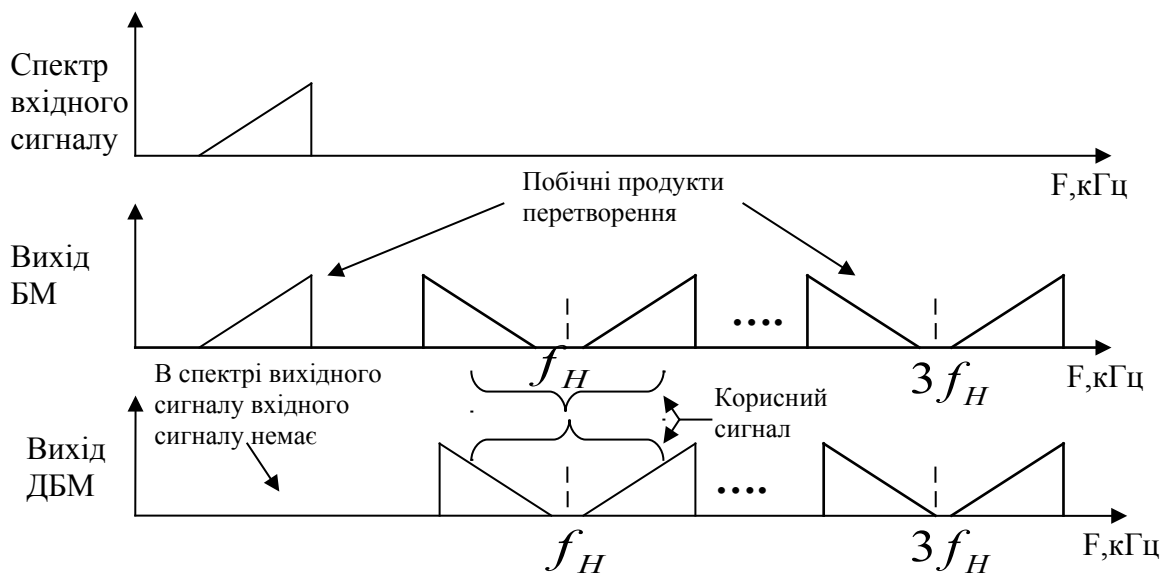
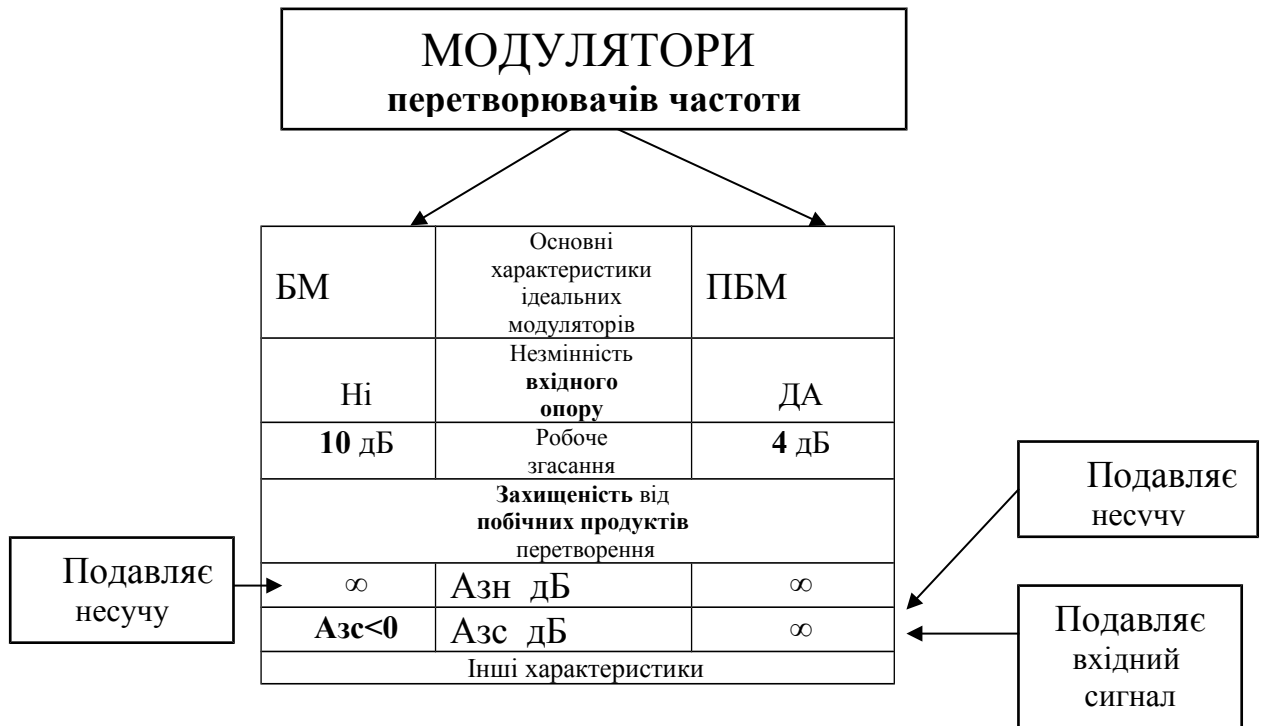


Рис. П-9 - Модулятори

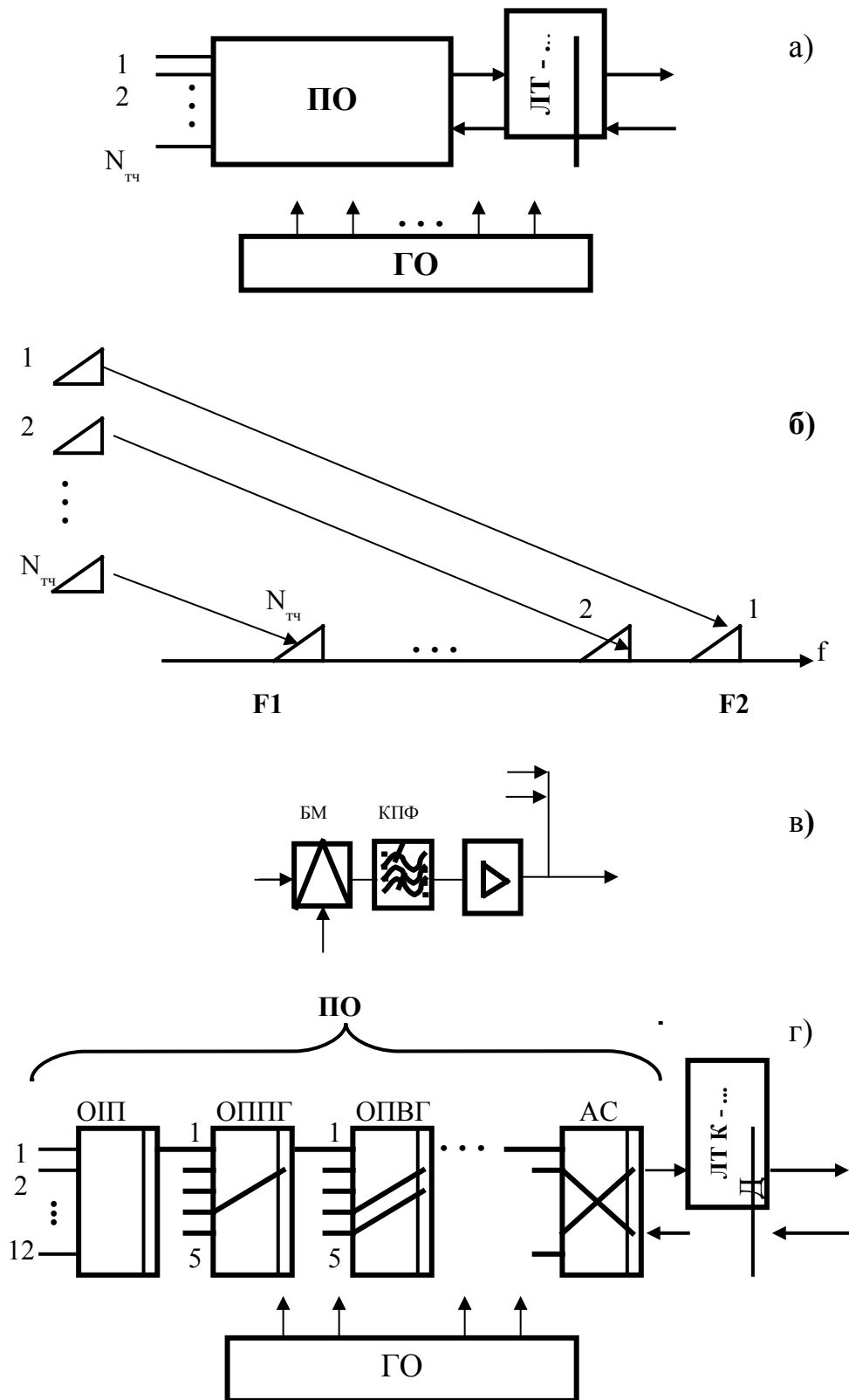


Рисунок. П-10 - КС БСП-ЧРК:

- а) Спрощена структурна схема КС.
- б) Спектральна діаграма вихідного сигналу ПО індивідуального типу.
- в) Функційна схема тракту передачі КС індивідуального типу.
- г) Структурна схема КС БСП-ЧРК з групоутворенням.

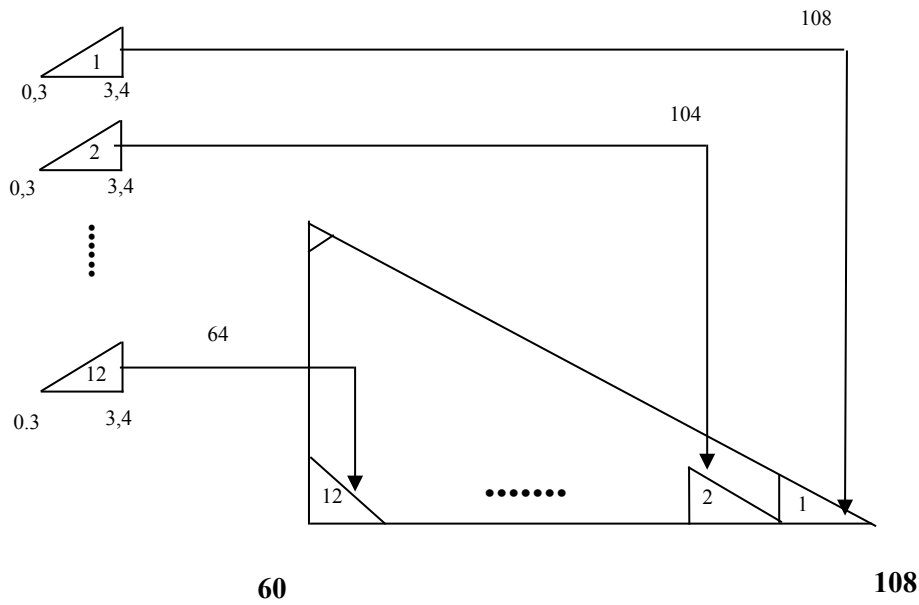


Рис. П-11 - Формування спектра ПГ з одноразовим перетворенням спектрів КТЧ

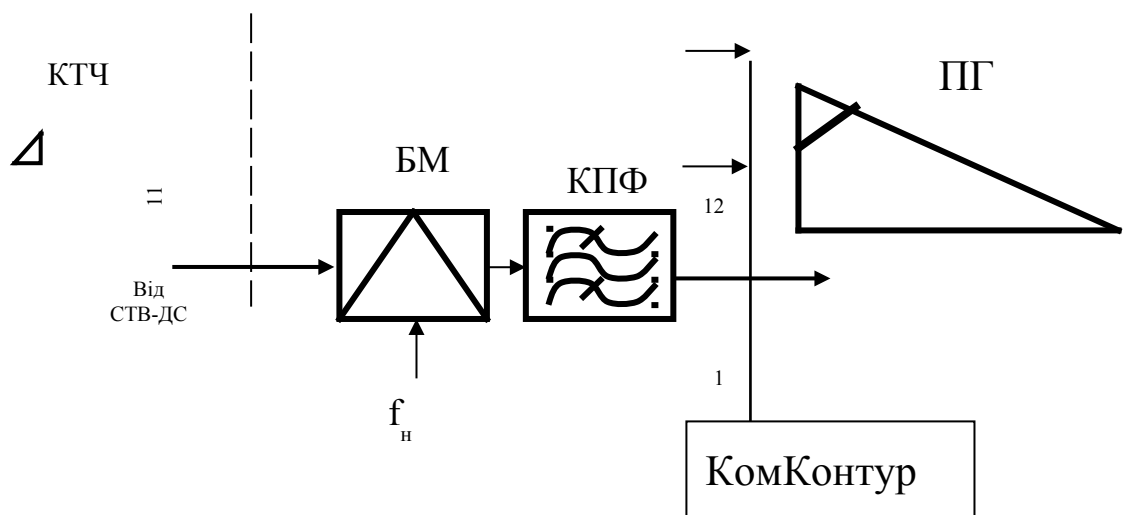
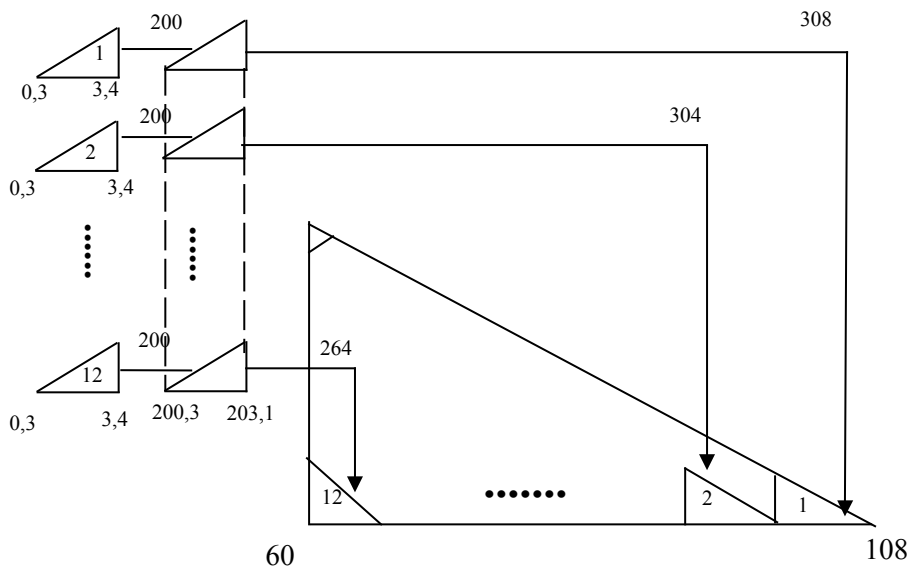
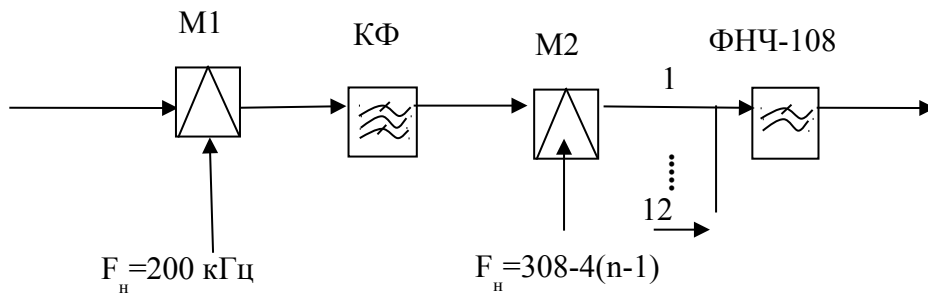


Рис. П-12 - Спрощена функційна схема тракту передачі АП з одноразовим перетворенням



а)



б)

Рис. П-13 - АП з дворовим перетворенням і однотипними КПФ:  
 а) формування спектра ПГ; б) спрощена функційна схема тракту передачі АП

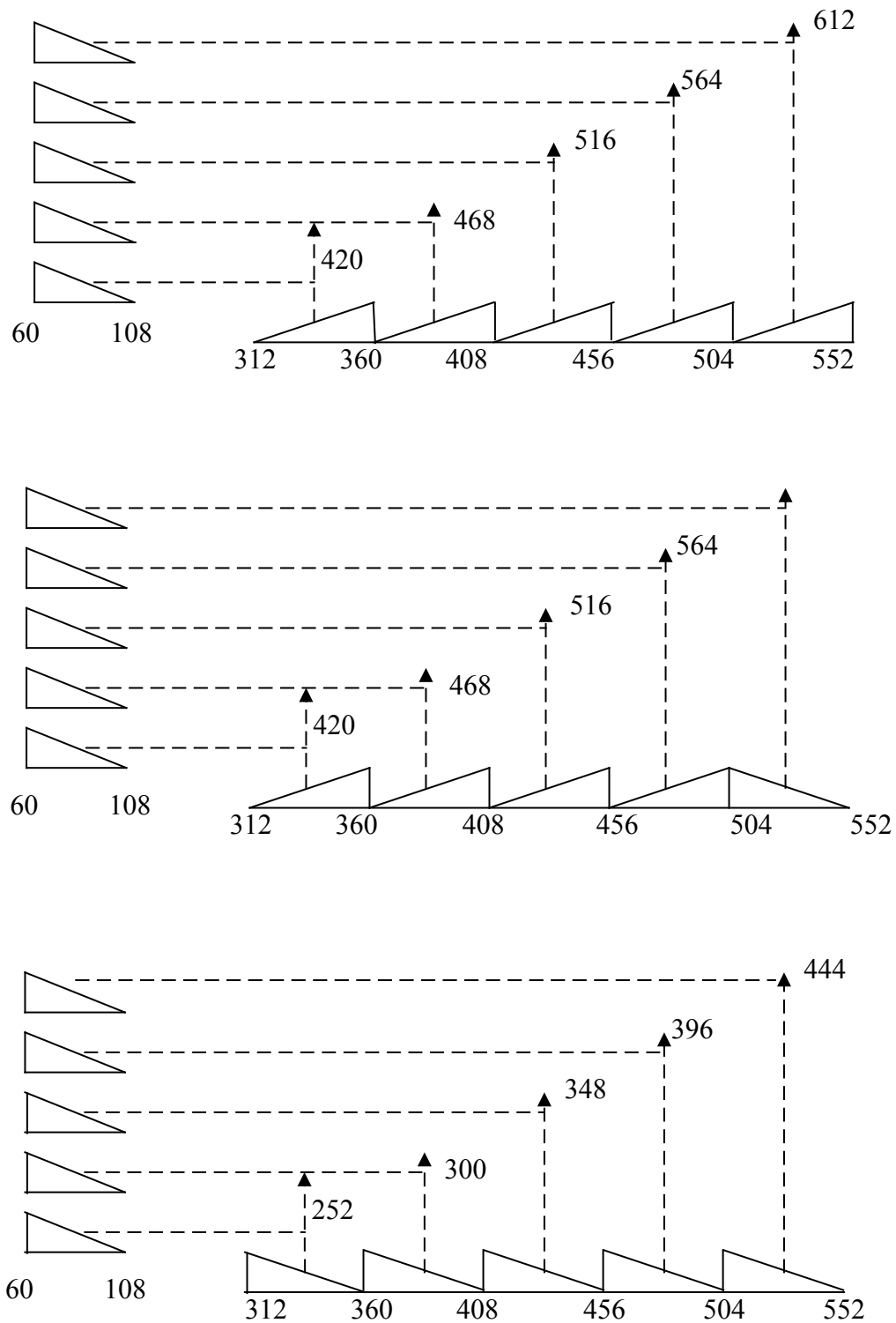


Рис. П-14 - Спектри варіантів вторинної групи ВГ  
 а) основна ВГ; б) ВГ К-60П; в) інверсна ВГ

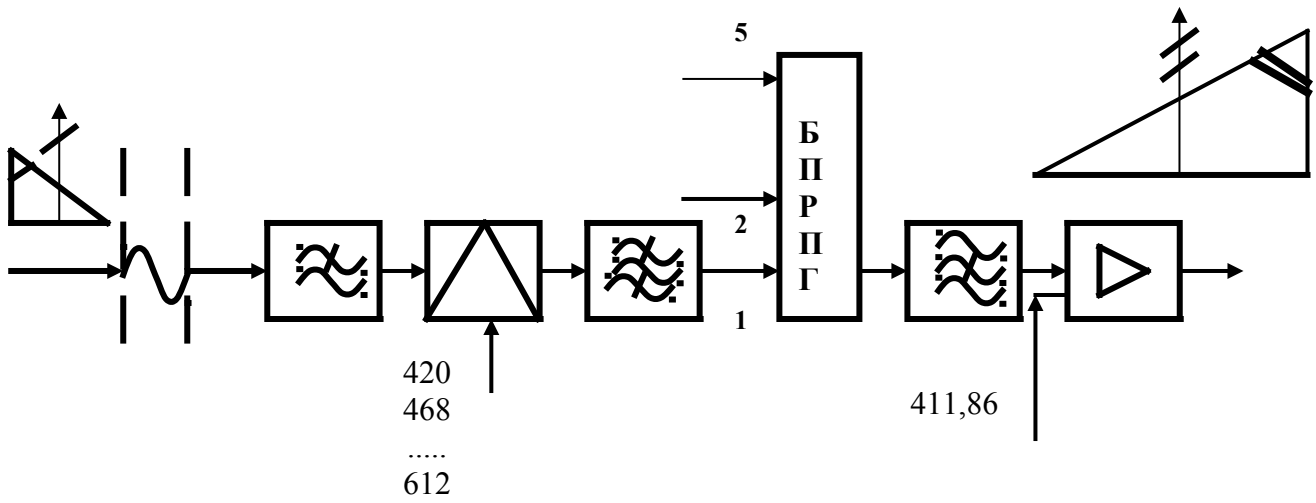


Рис. П-15 - Тракт передачі уніфікованої стійки первинного перетворення УСПП

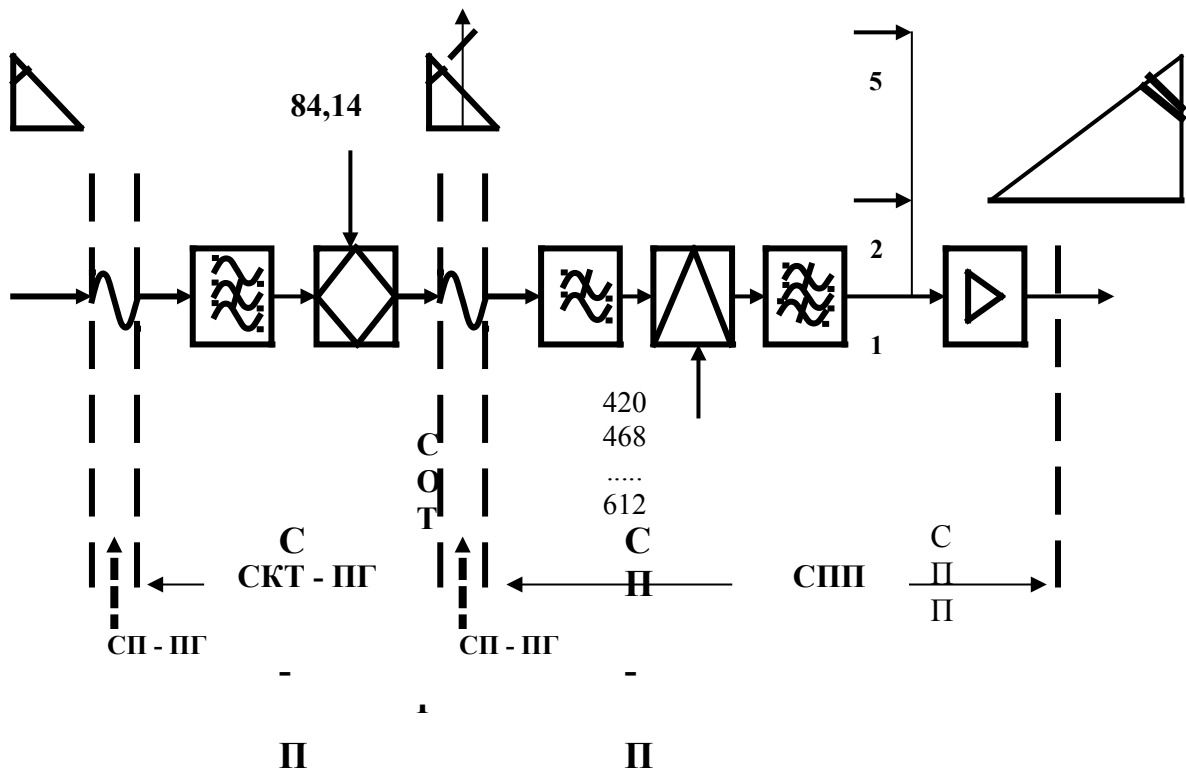


Рис. П-16 - Тракт передачі первинних перетворювань типового обладнання ОКОП









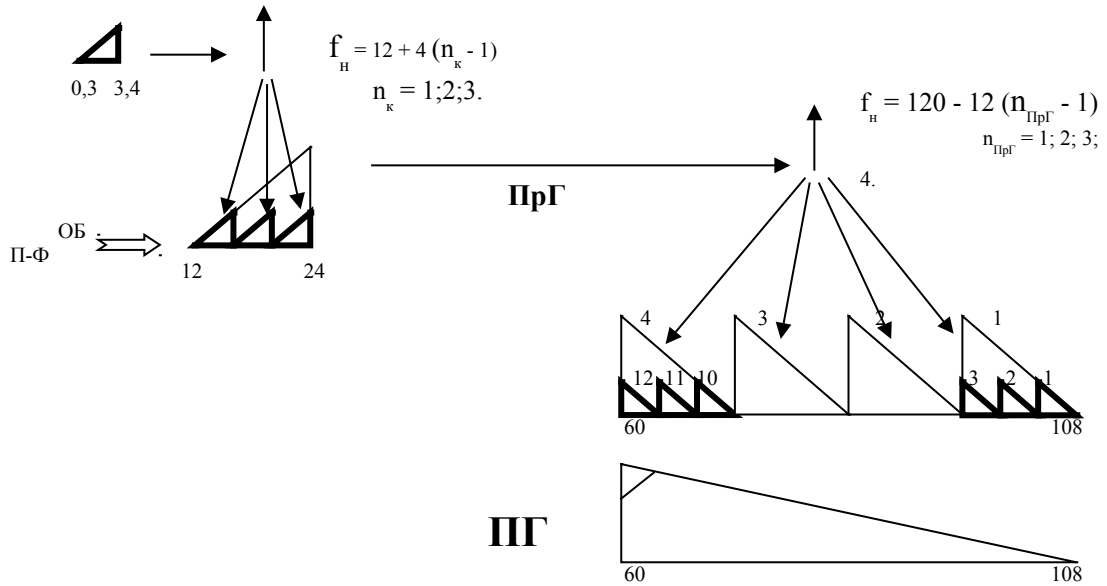


Рис. 20 - Формування спектру ПГ в ІО апаратури В-12-3

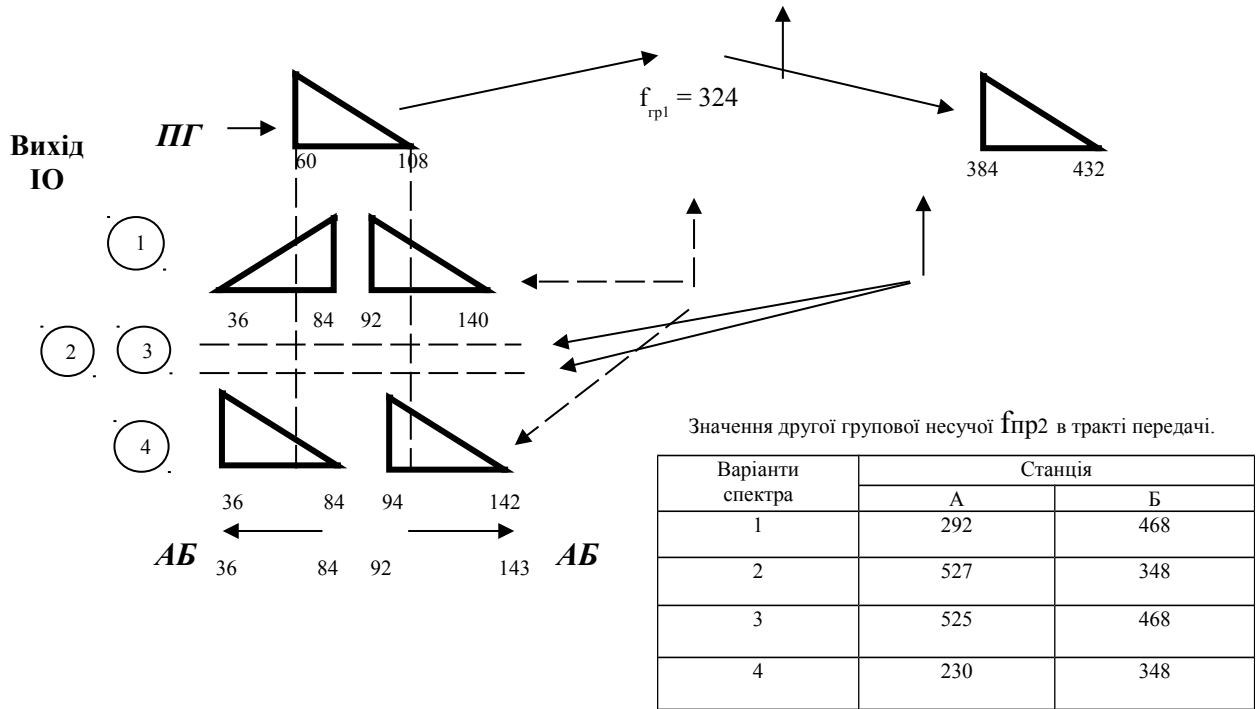


Рис. 21 - Формування планів частот лінійного тракту в апаратури В-12-3

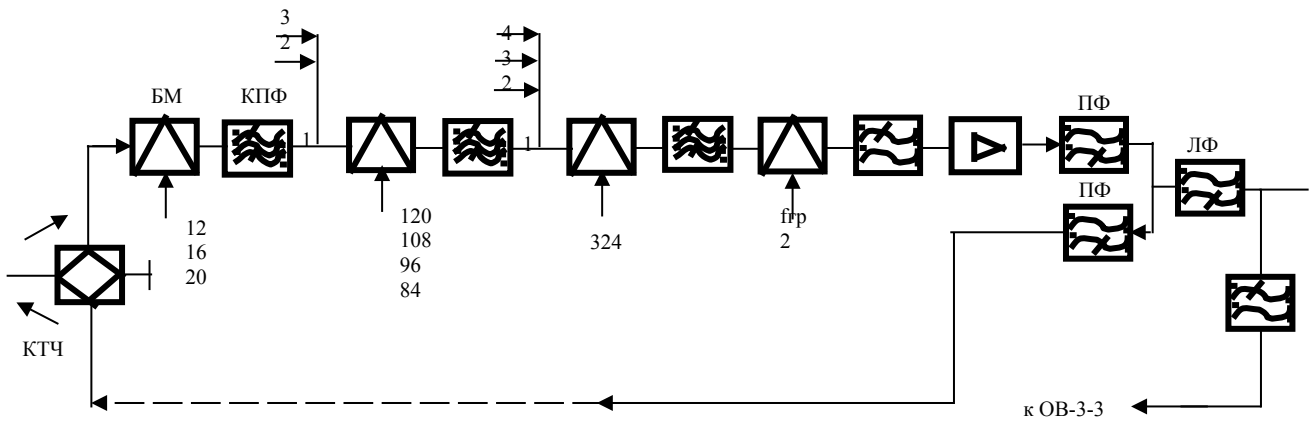


Рис 22 - Спрощена функційна схема тракту передачі ОВ-12-3 ст.А.

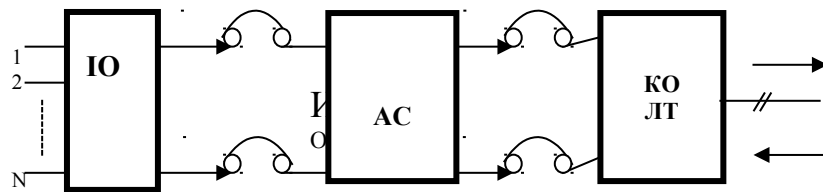


Рис 23 - Структурна схема КС апаратури В-12-3 і КАМА.

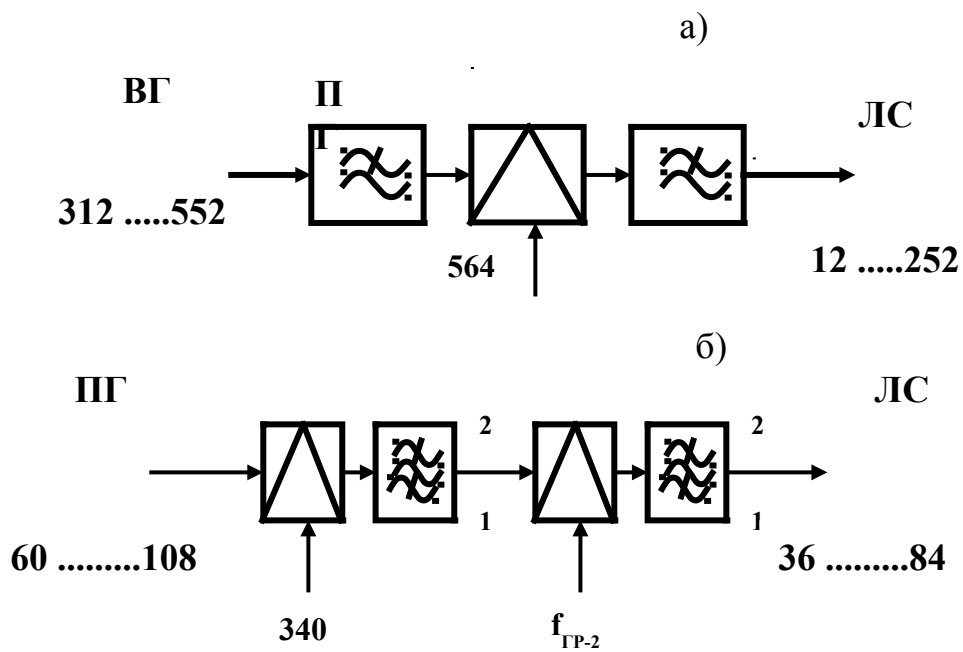


Рис П -24 - Спрощена функційна схема тракту передачі ОС апаратури:  
а) К-60П; б) В-12-3.



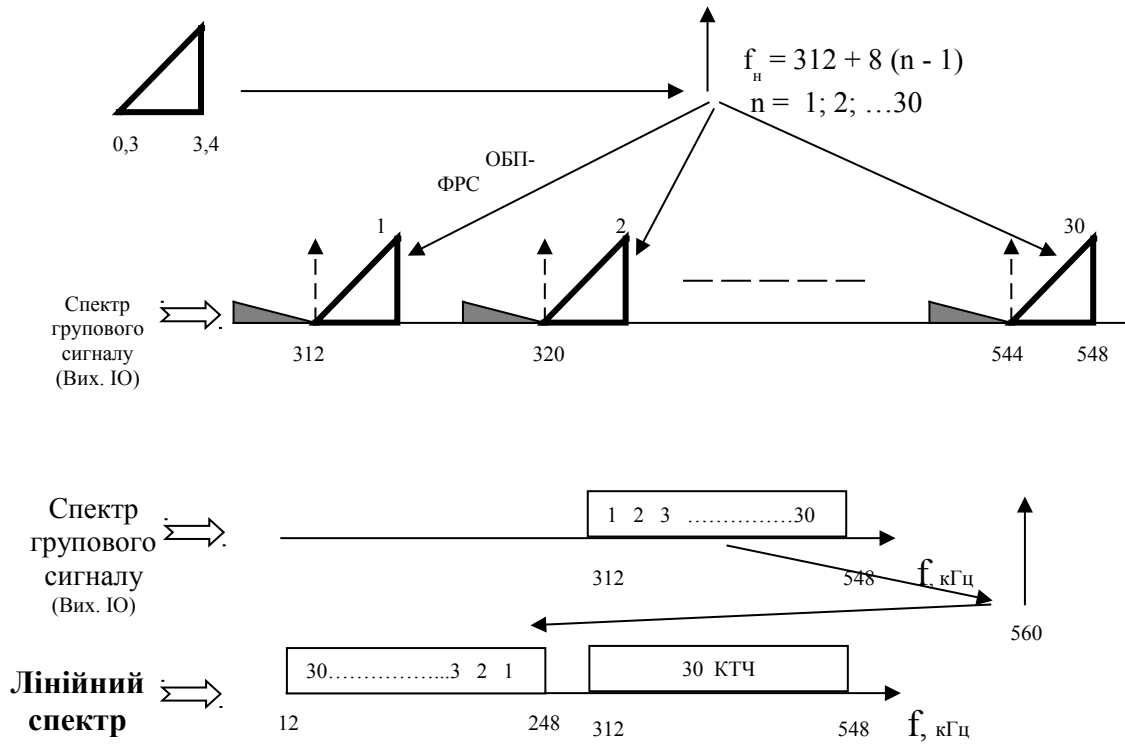


Рис П-26 - Формування спектра 30-канальної групи в апаратурі КАМА

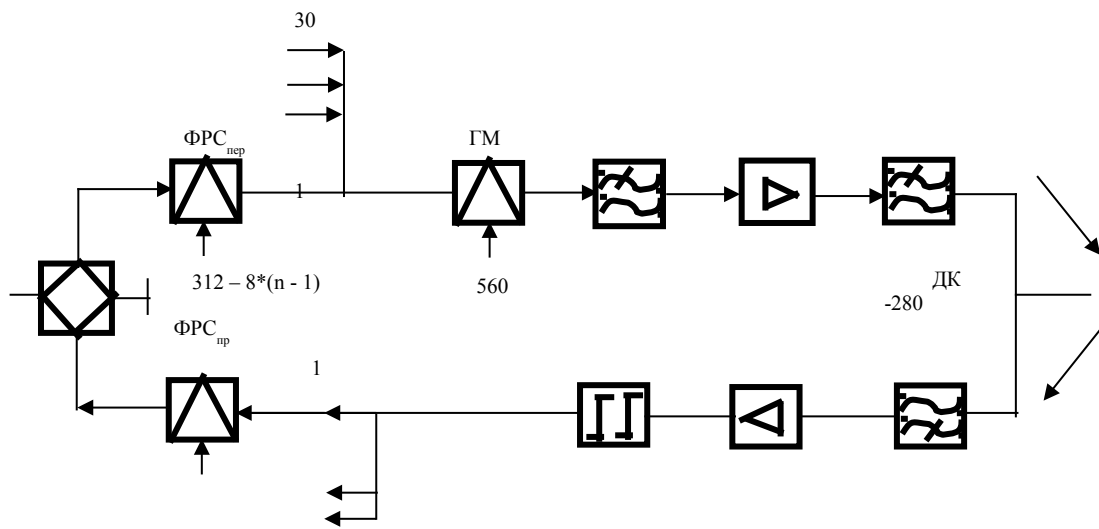


Рис П-27 - Функціональна схема обладнання КАМА ст.А

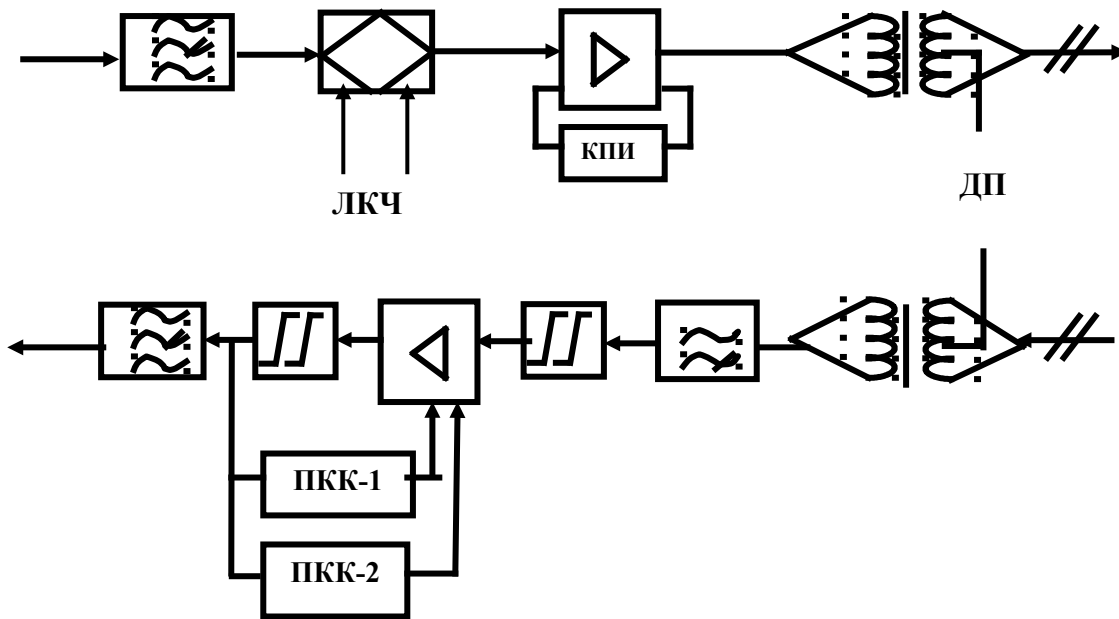


Рис. П-28 - Функційна схема КОЛТ чотирьохпровідної -однополосної системи зв'язку

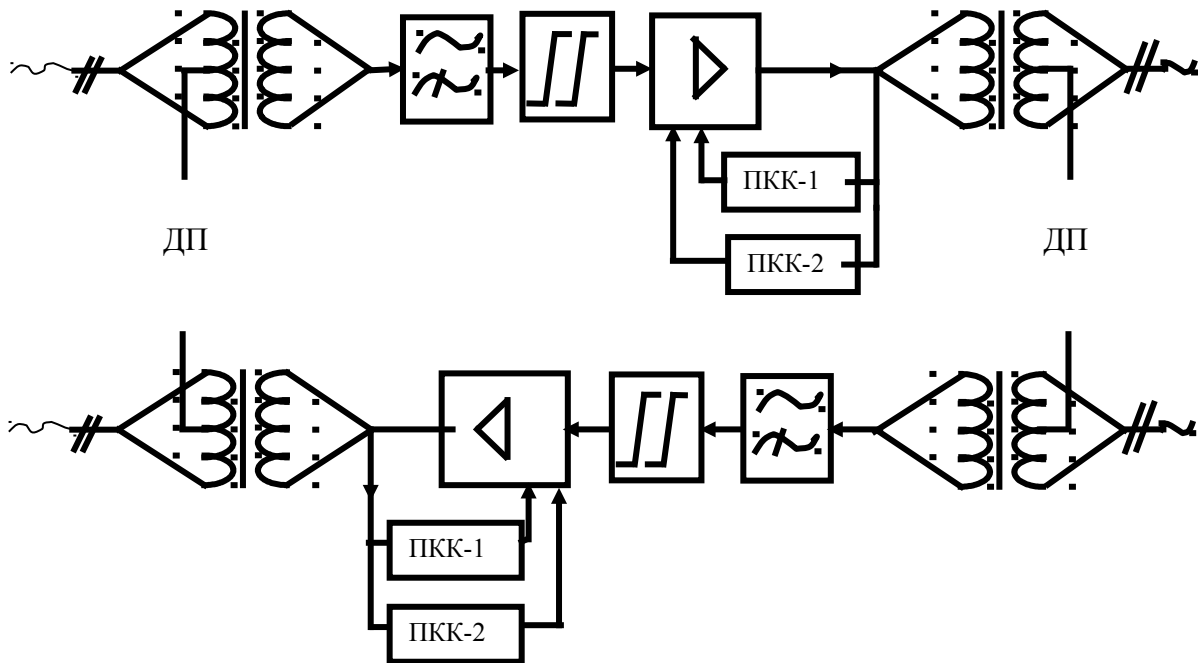


Рис. П-29- Функційна схема ПС чотирьохпровідної - однополосної системи зв'язку

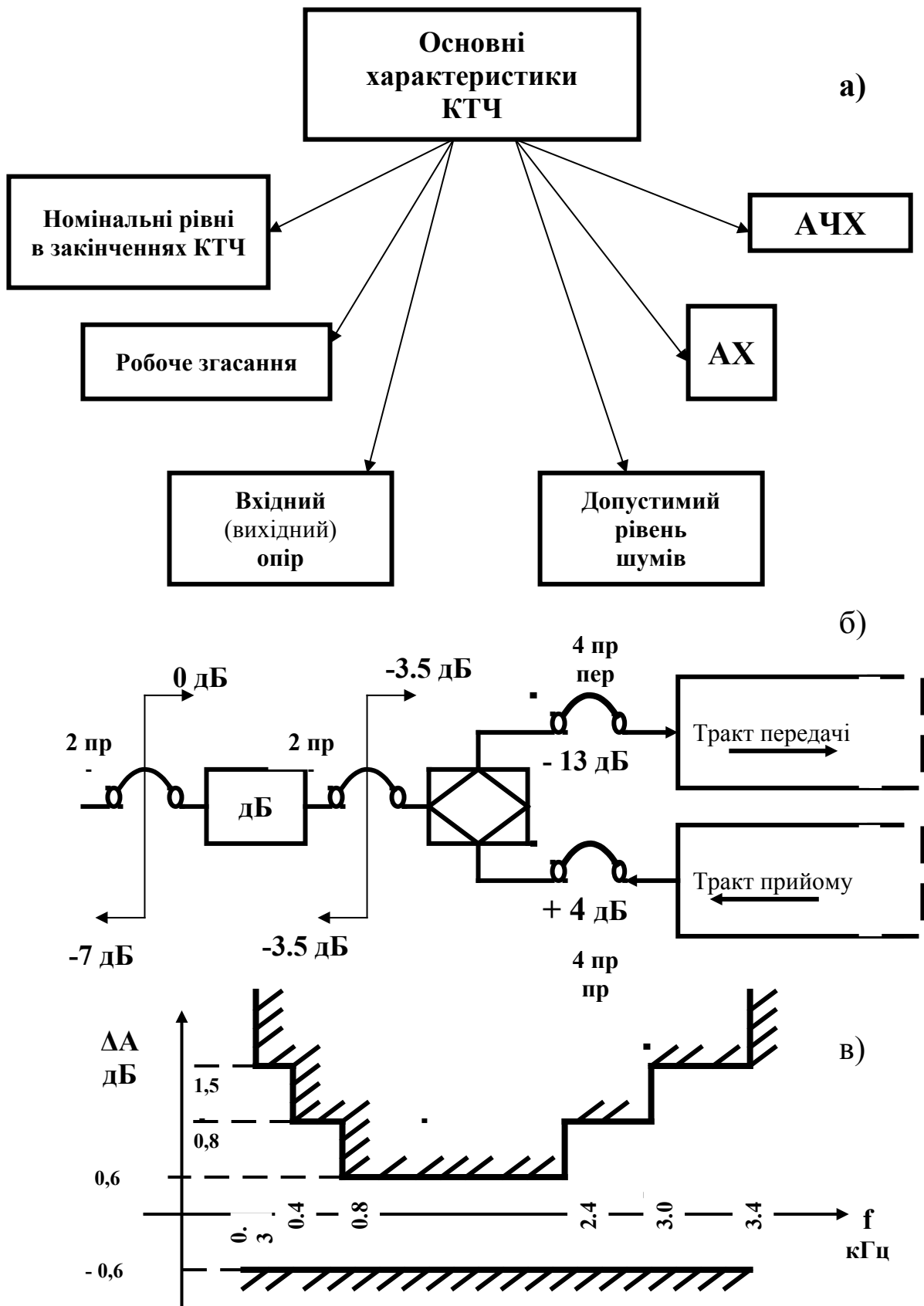


Рис П-30 - Канал ТЧ

а) Характеристики КТЧ; б) Закінчення КТЧ; в) Шаблон АЧХ

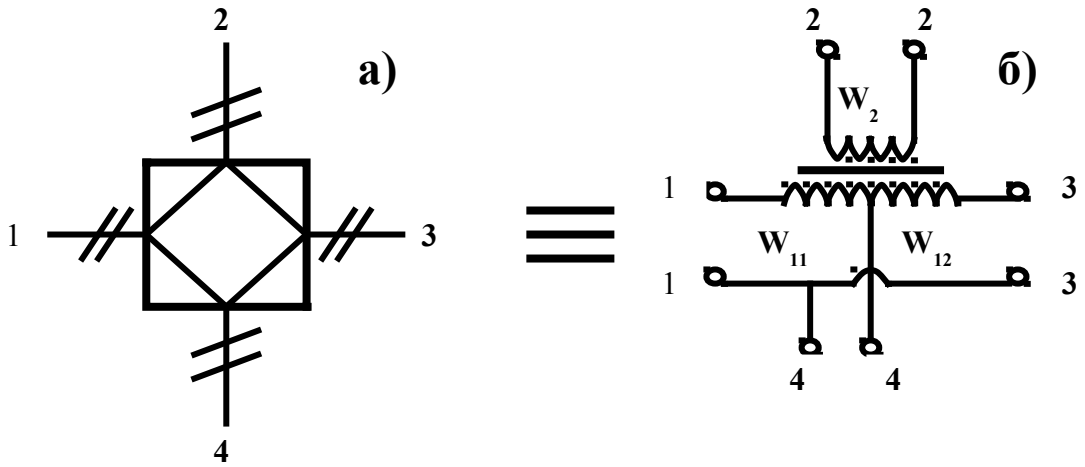


Рис. П-31 - Трансформаторна дифсистема (ДС)  
 а) функціональна схема; б) принципова схема.

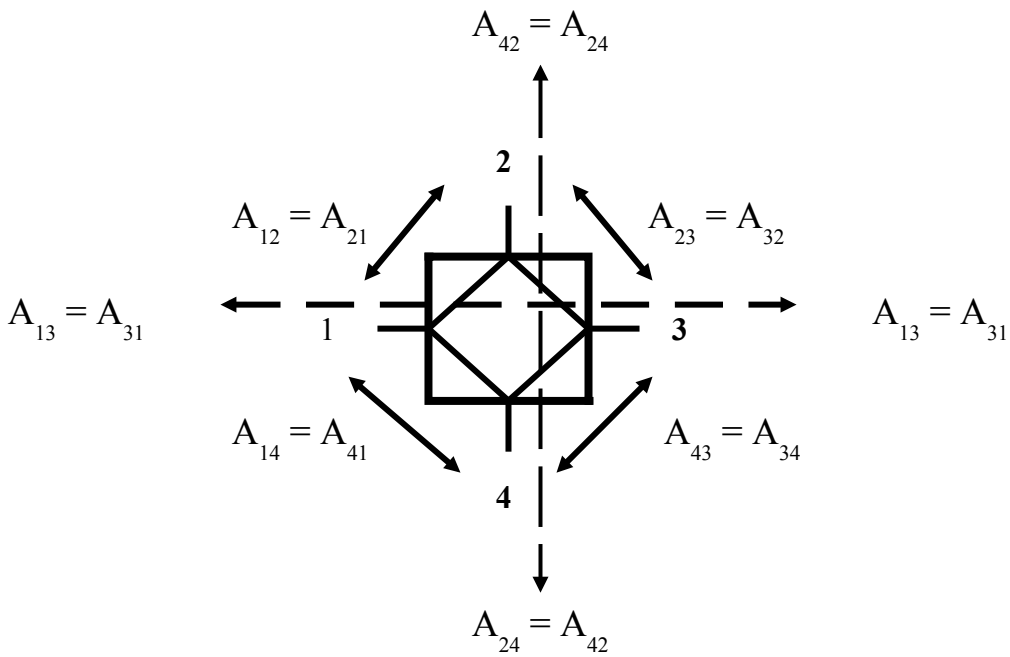


Рис. П-32 Згасання дифсистеми

Згасання в напрямку пропускання  $\longrightarrow$   $A_{пр}$  - малої величини  
 Згасання в напрямку не пропускання  $\dashrightarrow$   $A_{нпр}$  - великої величини



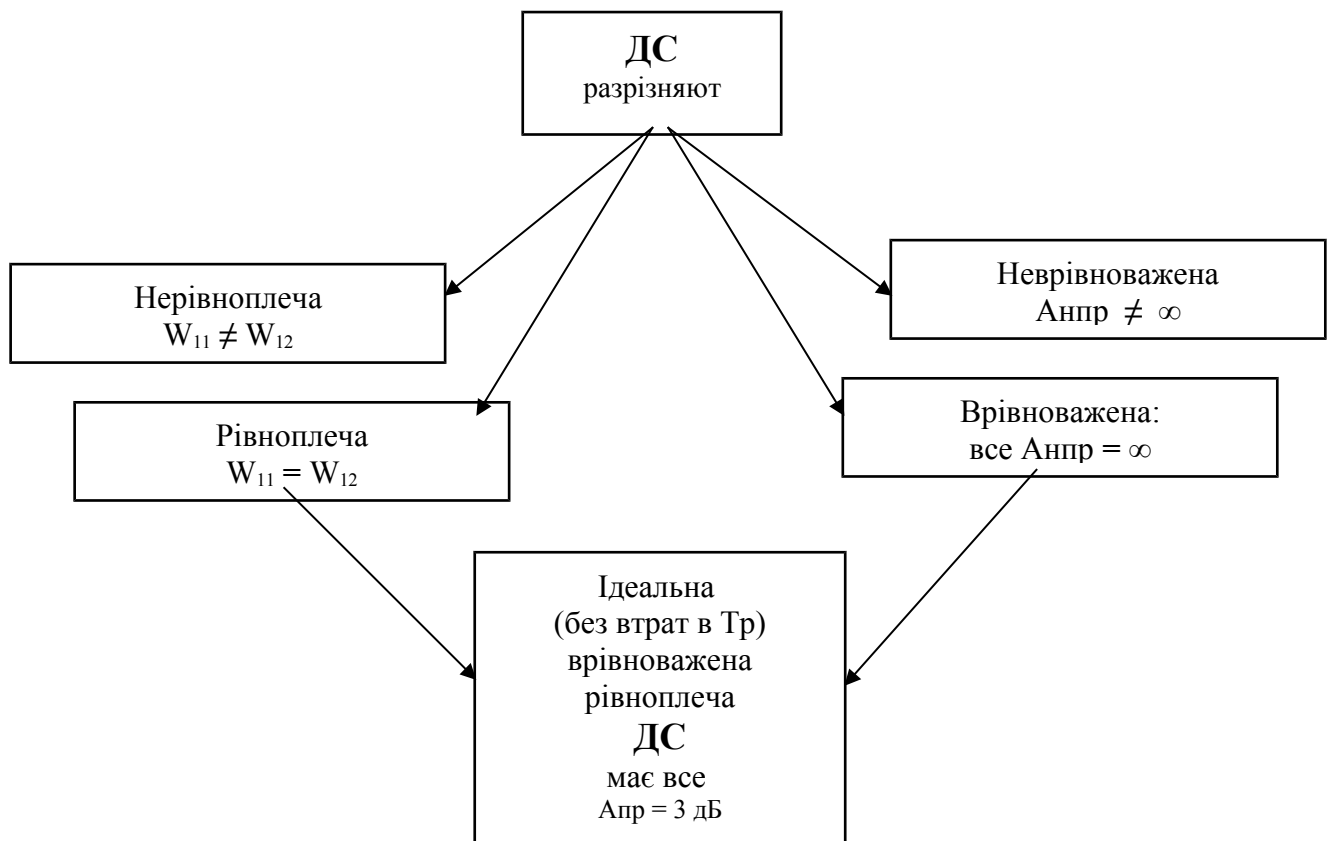


Рис. П - 33 - Види дифсистем

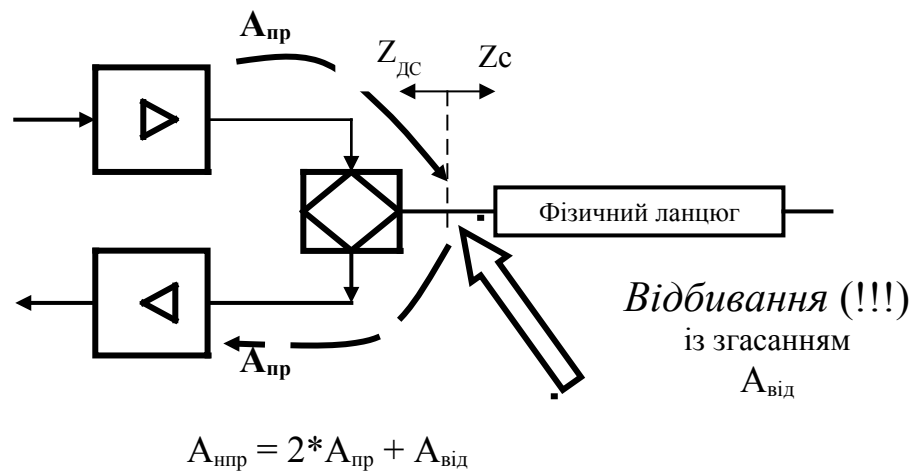


Рис. П-34 - Згасання в напрямку не пропускання дифсистеми

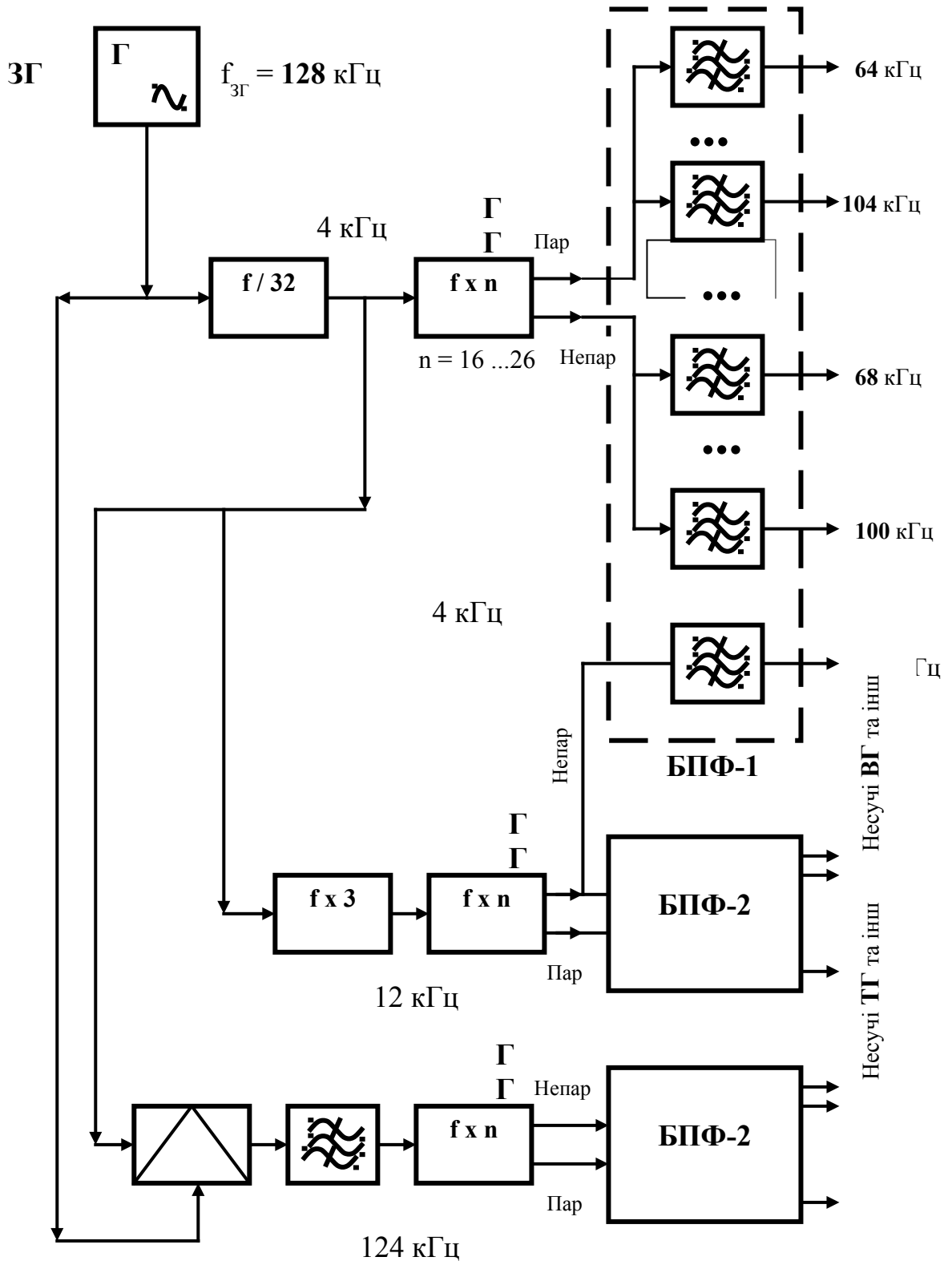


Рис. П-35 Функційна схема уніфікованого ГО

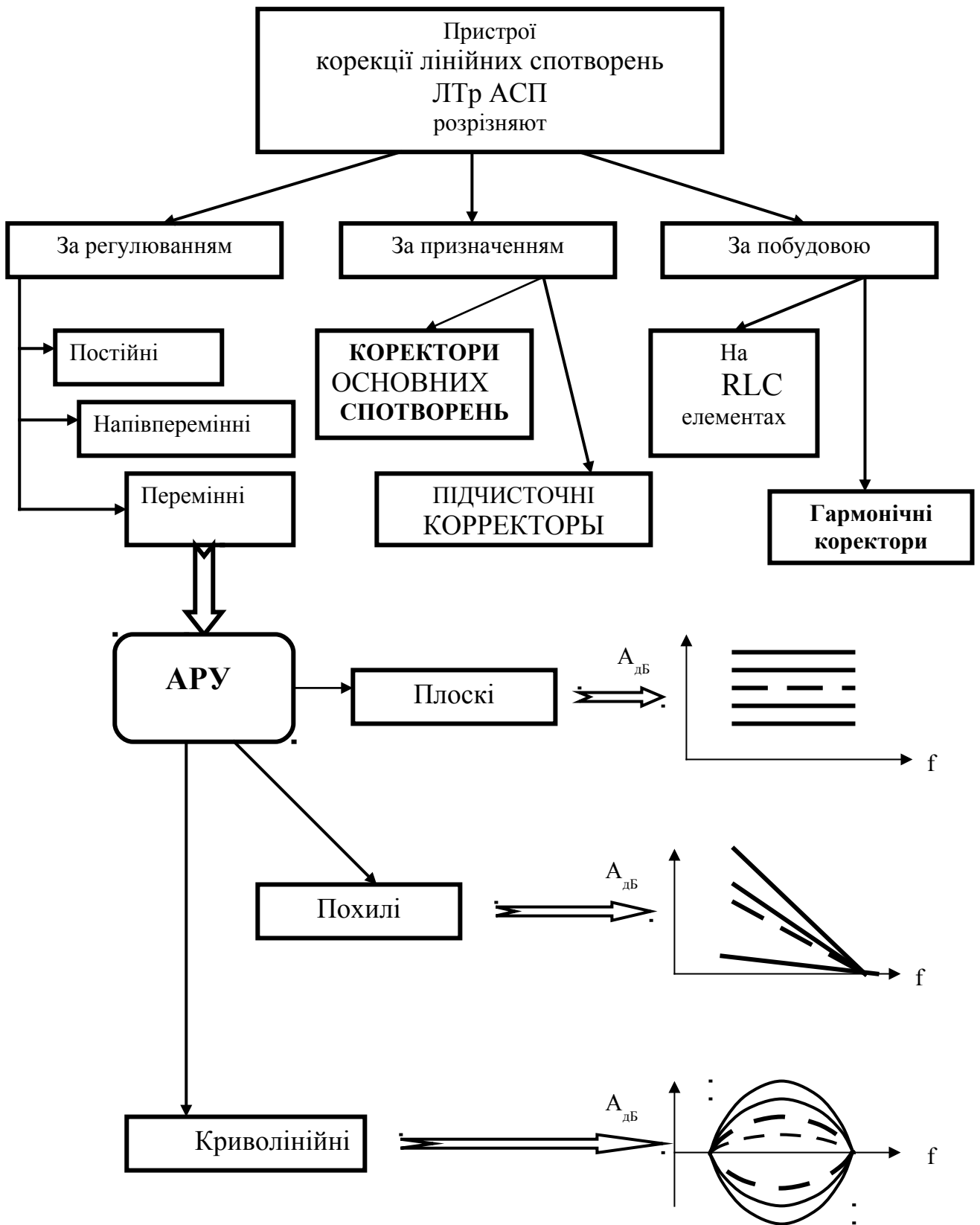


Рис. П-36 - Види лінійних коректорів АСП

Таблиця П-1 - Можливе виділення груп каналів з апаратури аналогових систем передачі

№ пп	Найменування апаратури	Тип и кількість виділяемих груп	Смуга частот виділяемих груп	Дивись в довіднику [10]
1	К – 60П	1 група ПГ	(12...60) кГц	СВПГ (стор.202); стор. 65 прим.
		2 групи ПГ	(12...108) кГц	
2	К – 300	до 3-ьох груп ВГ	(60...804) кГц	нижньої групи. СВВГ; стор. 116, 210
3	ВК – 960	2 групи ВГ	I ВГ + II ВГ	стор. 129
		люба ВГ із 6 ВГ		
4	К – 1920П	1 група ВГ	(312...552) кГц	стор. 144
		2 групи ВГ	(312...804) кГц	
5	VLT – 1920	1 група ВГ	(312...552) кГц	420 каналів для третього варіанта; стор. 157
		2 групи ВГ	(312...804) кГц	
		2гр. ВГ + 1гр. ТГ	(312...2044) кГц	
6	К – 3600	—	—	Необхідно розміщати КС для виділених груп
7	К-120	5 ПГ із 2-ої ВГ	312 - 552	Це - відгалуження, тобто. виділення з втратою спектра

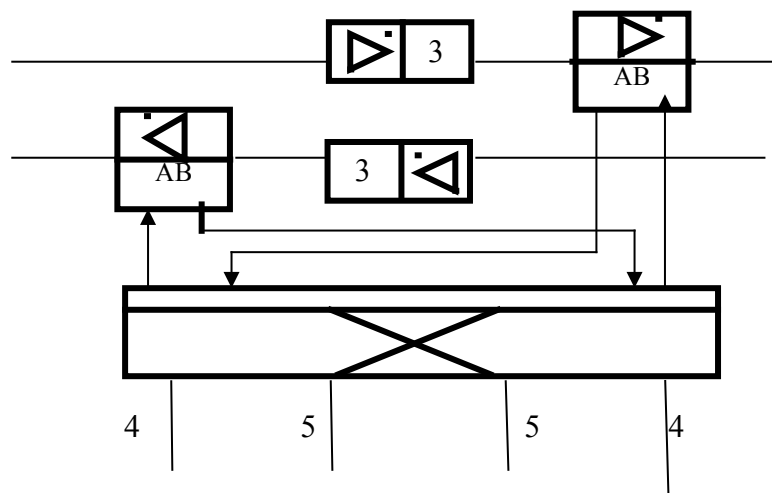


Рисунок П-37 – Приклад умовних позначень апаратури виділення (введення) ПГ № 4, 5 в ОПП К-60П

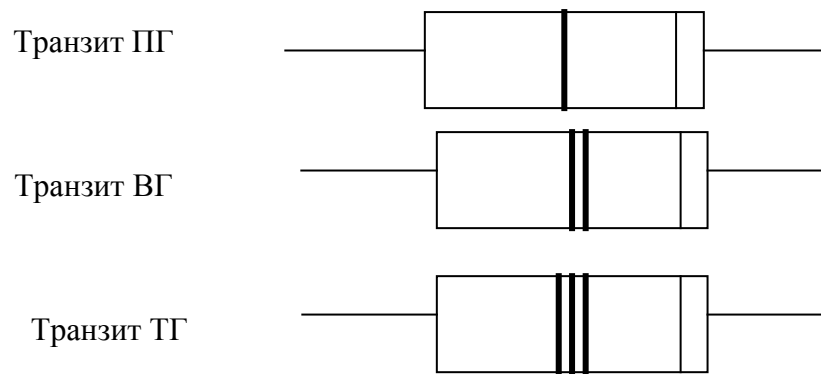


Рисунок П-38 – Умовне позначення транзитного обладнання АСП

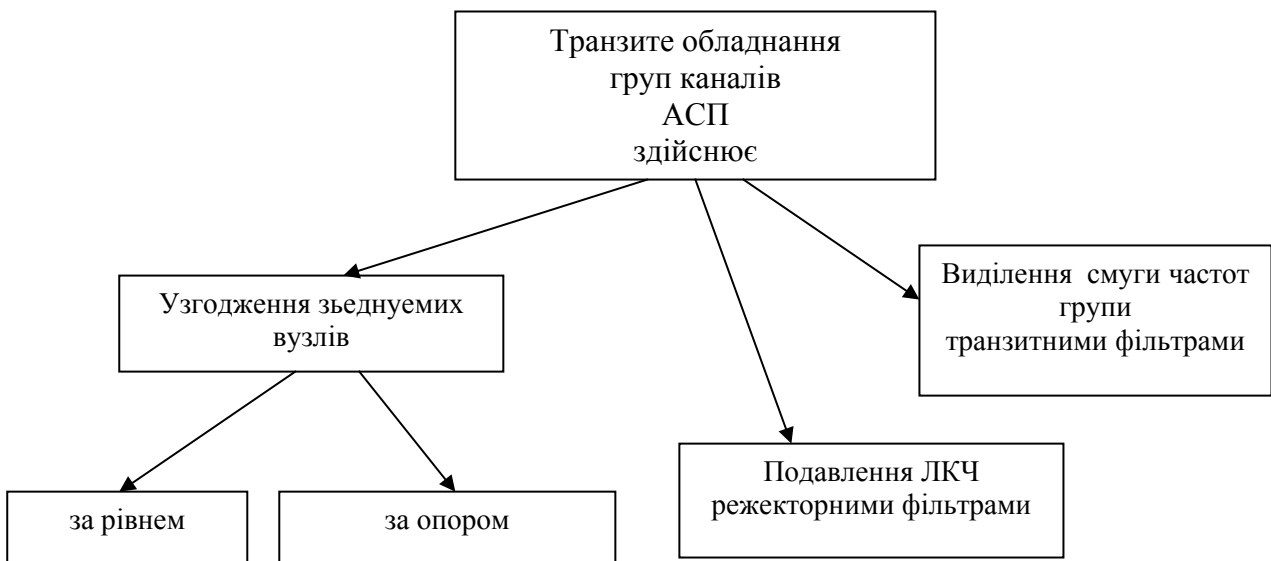


Рисунок П-39– Функції транзитного обладнання АСП

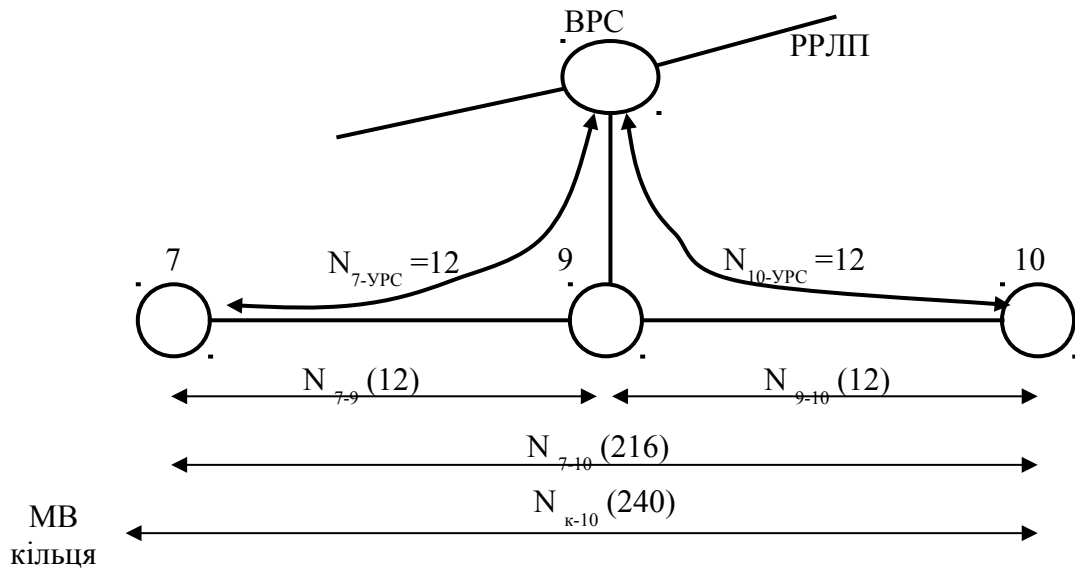


Рисунок П-40 – Схема розподілення КТЧ між мережними вузлами 7 и 10

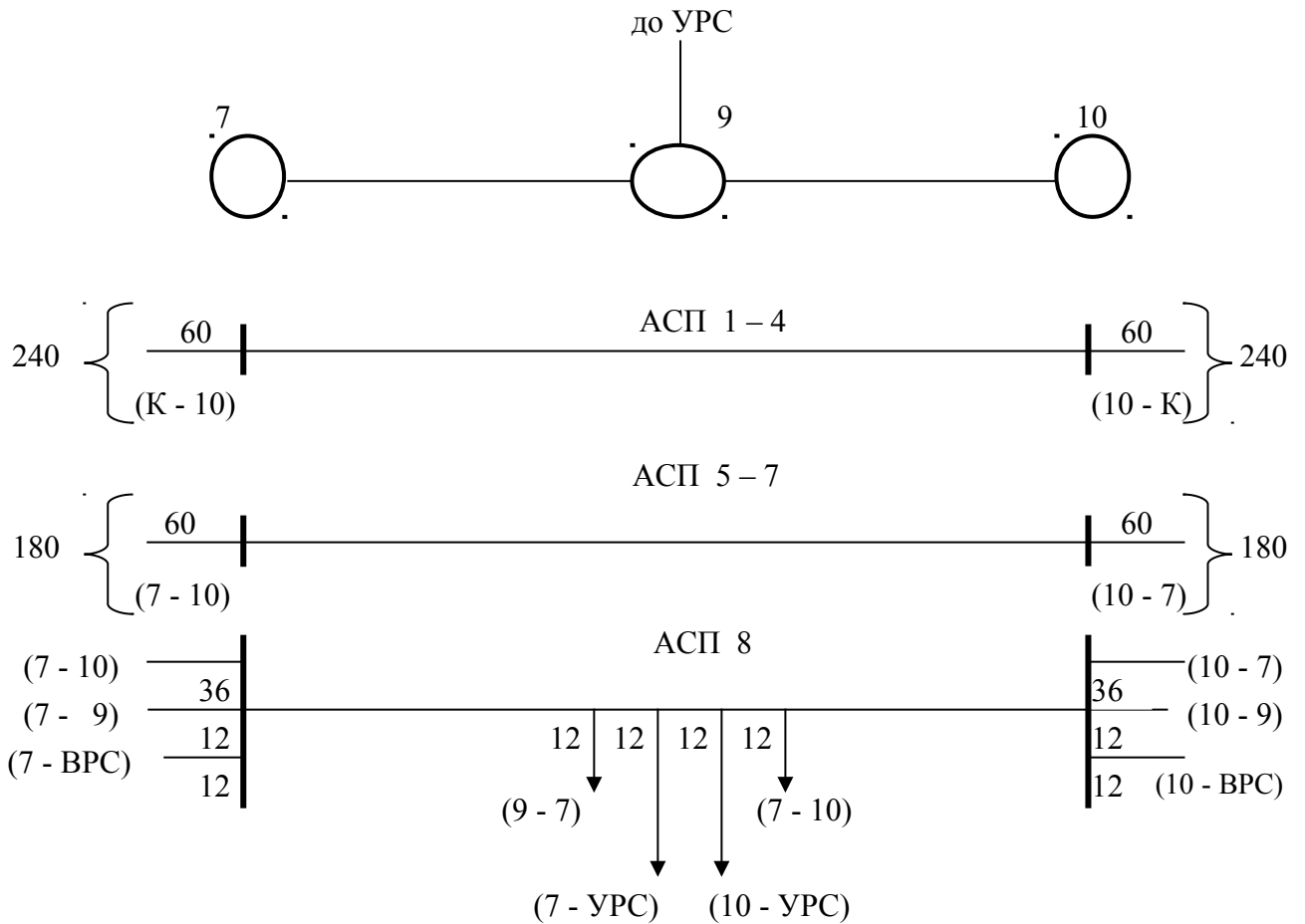


Рисунок П-41 – Ситуаційна схема ЛП між мережними вузлами 7 и 10

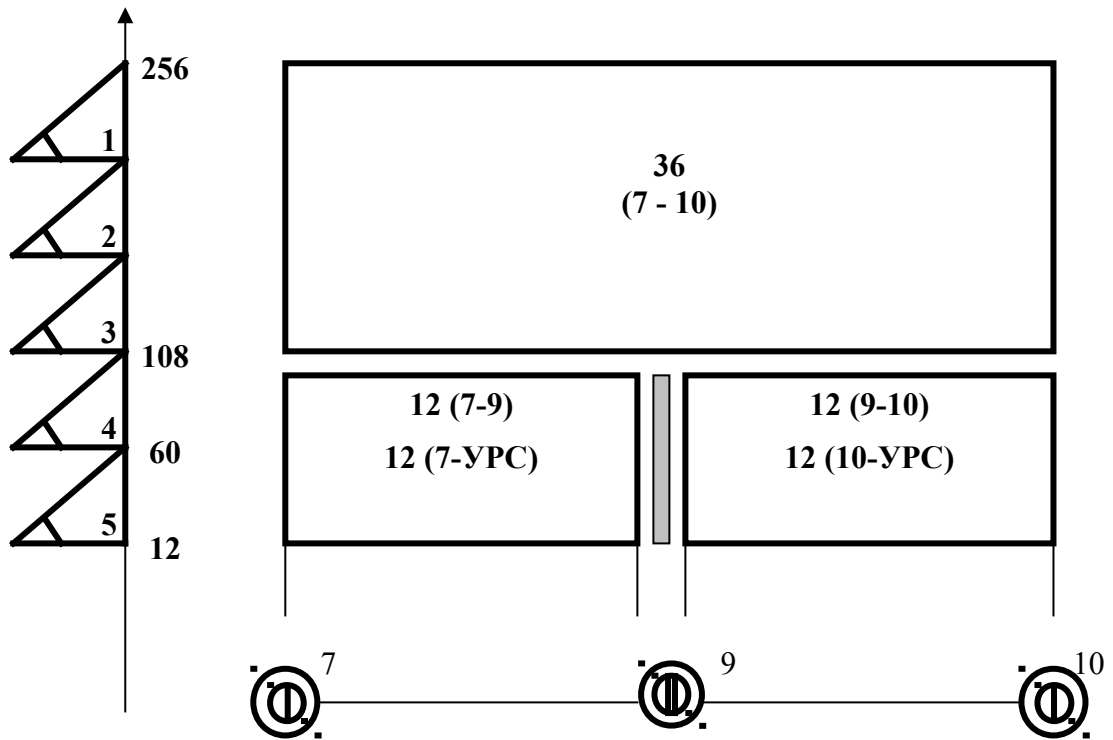


Рисунок П-42 – Виділення ПГ в системі передачі СП-8

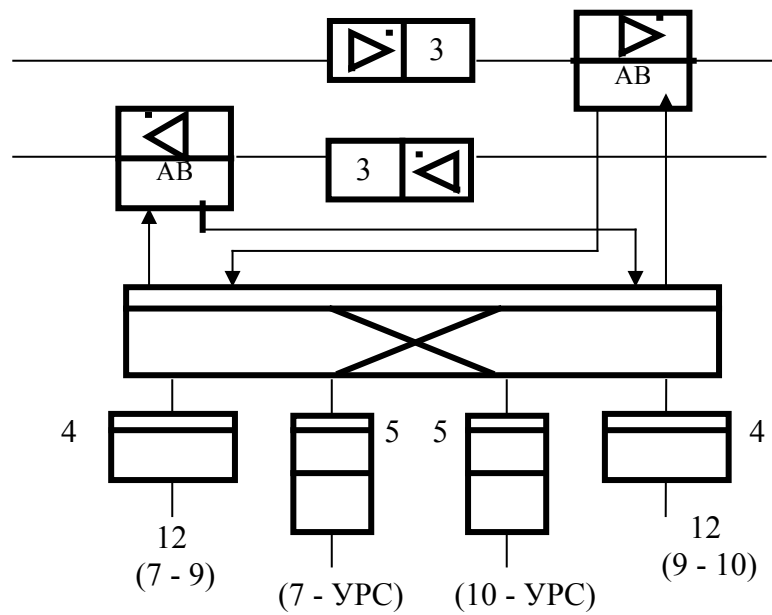
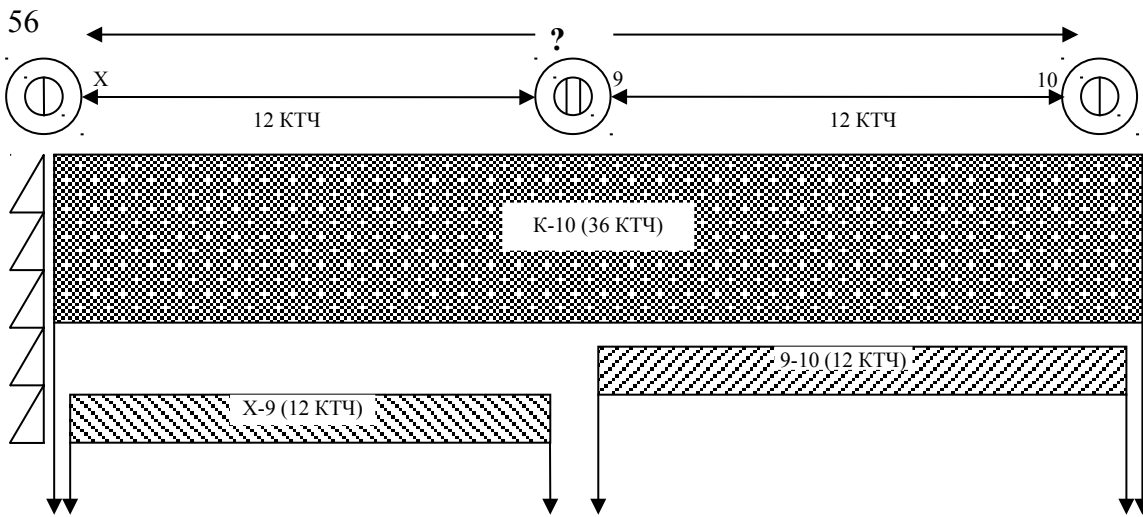
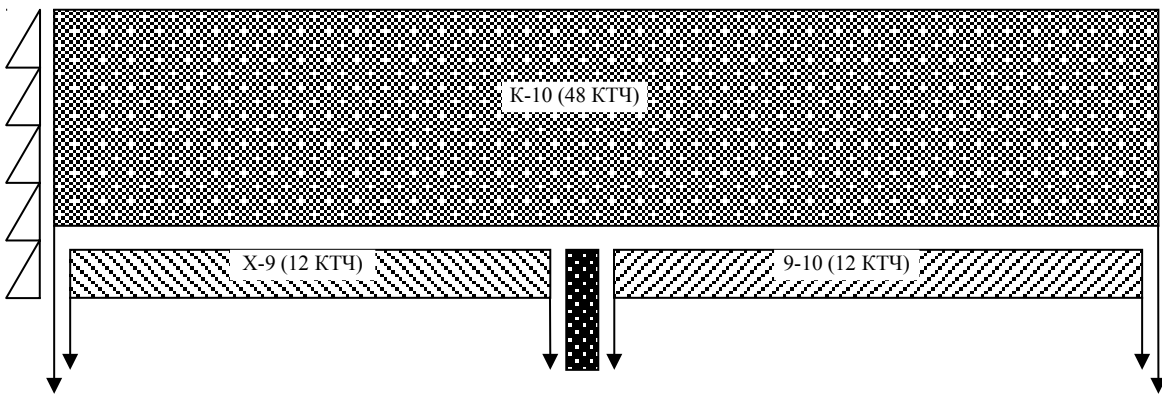


Рисунок П-43 – Структурна схема СП-8 з виділенням і транзитом ПГ в МВВ-9



а)



б)

Рисунок  
Відгалуження;б) виділення / введення

П-44 - а)





## *Література*

1. *Многоканальная связь* / И. А. Аболиц, Г. А. Бенедиктов, А. В. Буйнов, В. А. Брескин и др.: Под редакцией И.А. Аболица. - М.: Связь, 1971. - 493 с.
2. *Основы многоканальной связи* / Н.Н. Баева, И.К. Бобровская, В.А. Брескин, Ю.А. Якуб. - М.: Связь, 1975. - 328 с.
3. *Брескин В.А.* Проектирование магистрали с аналоговой и ИКМ системами частотного и временного разделения: Учебное пособие. - Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1977. - 48 с.
4. *Системы многоканальной связи* / А. М. Зингеренко, Н.Н. Баева, М.С. Тверецкий. - М.: Радио и связь, 1980. 439 с.
5. *Многоканальная электросвязь и РРЛ* / Н.Н. Баева, И.К. Бобровская, В.А. Брескин, Е.Л. Фёдорова. - М.: Радио и связь, 1984. - 217 с.
6. *Гитлиц М. В., Лев А. Ю.* Теоретические основы многоканальной связи: Учебное пособие для вузов связи. - М.: Радио и связь, 1985. - 248 с.
7. *Баева Н.Н.* Многоканальная связь и РРЛ: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1988. - 312 с.
8. *Хромов Е.И.* Основы построения аналоговых систем передачи: Учебник для техникумов. - М.: Радио и связь, 1983. - 280 с.
9. *Фарбер Ю.А., Шадрина С.Ю.* Системы передачи с частотным разделением каналов: Учебное пособие для техникумов. - М.: Связь, 1979. - 280 с.
10. *Аппаратура сетей связи* / М.И. Шляхтер и др.: Справочник - М.: Связь, 1980.- 440 с.
11. *Брескин В.А.* Проектирование цифровых систем передачи: Учебное пособие. - Одесса.: ОЭИС им. А. С. Попова, 1987. - 78 с.
12. *Барон Д А.* Магистральные и внутризональные кабельные линии связи. Линейные сооружения: Учебное пособие. - М.: Радио и связь, 1988. - 296 с.
13. *Бирюков Н. Л, Стеклов В. К.* Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования: Учебник для студентов вузов связи по специальности "Телекоммуникации". - К.: 2003. - 352 с .
14. *Положення щодо підготовки та захисту випускних кваліфікаційних робіт спеціалістів і магістрів* / М.В. Захарченко, В.Ю. Дирда, В.М. Драганов, В.Д. Іванченко, О.С. Редькін. - Одеса: УДАЗ ім. О.С. Попова, 2003. - 34 с.

### *Методические руководства к лабораторным работам:*

15. *Захаров В.М., Кись О. Н.* Преобразование частоты: Методическое руководство к практическому занятию. -Одесса: ОЭИС им А. С. Попова, 1983.
16. *Брескин В. А., Пашолок П. А.* Изучение характеристик усилителя: Методическое руководство к лабораторной работе № 51 по курсу МЭС и РРЛ. - Одесса: ОЭИС им А. С. Попова, 1987.
17. *Бритнер Л. П.* Исследование зависимости уровней передачи сигнала по напряжению от сопротивления нагрузки. Методическое руководство к лабораторной работе № 12 по курсу "Теоретические основы многоканальной электросвязи". – Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1979.

18. **Лев А.Ю.** Изучение принципа построения и основных характеристик канала тональной частоты: Методическое руководство к лабораторной работе № 10. - Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1986
19. **Антонов Э.М., Брескин В. А., Бритнер Л. П., Захаров В. М.** Методическое руководство к лабораторным работам № 1 - 4 по курсу "Теоретические основы многоканальной связи". - Одесса: ОЭИС им А. С. Попова, 1978.
20. **Клименко А.П., Чистяков Ю.И., Бритнер Л. П., Беляева Е. И.** Методическое руководство к лабораторным работам № 5 - 8 по курсу "Системы многоканальной связи". - Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1978.
21. **Раввей В. А.** Исследование группообразования и формирования плана частот линейного тракта системы передачи К-60П. Методическое руководство к лабораторной работе № 60. - Одесса: УГАС им А.С. Попова, 1996.
22. **Захаров В. М.** Исследование принципов построения системы передачи по воздушным цепям на примере системы передачи МСП В-12-3. Методическое руководство к лабораторной работе № 36 по курсу "Теоретические основы многоканальной электросвязи". - Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1984.
23. **Беляева Е.И.** Исследование влияния предискажений уровней передачи на помехозащищённость каналов в МСП с ЧРК. Методическое руководство к лабораторной работе № 61. - Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1984.
24. **Отливанский А.Л.** Исследование усилительных и корректирующих свойств стойки линейных усилителей и корректоров СЛУК ОУП-3 МСП К-60П. Методическое руководство к лабораторной работе № 37. - Одесса: ОЭИС им А. С. Попова, 1982.

## Таблиця скорочень

ТкС	Телекомунікаційні системи
ТкС	Телекоммуникационные системы
МТ	Мультиплексні технології
МТ	Мультиплексные технологии
СПЕЗ	Системи передачі електрозв'язку
СПЭС	Системы передачи электросвязи
ЩСЗ	Інтегральні цифрові системи зв'язку
ИЦСС	Интегральные цифровые системы связи
АД	Абонентський дотступ
АД	Абонентский доступ
ТО-ТкС	Технічне обслуговування телекомунікаційних систем
ТО-ТкС	Техническое обслуживание телекоммуникационных систем
СД	Системи доступу
СД	Системы доступа
ТЕ-БСЗ	Технічна експлуатація багатоканальних систем зв'язку
ТЭ-МКС	Техническая эксплуатация многоканальных систем связи
П-БТкС	Проектування багатоканальних ТкС
П-МТкС	Проектирование многоканальных ТкС
П-ВОСП	Проектування волоконно-оптичних систем передачі
П-ВОСП	Проектирование волоконно-оптических систем передачи
К-ВОСП	Когерентні ВОСП
К-ВОСП	Когерентные ВОСП
ТБ-ТкС	Теорія багатоканальних ТкС
ТМ-ТкС	Теория многоканальных ТкС
БСП	Багатоканальна система передачі
МСП	Многоканальная система передачи
АСП	Аналогові системи передачі
АСП	Аналоговые системы передачи
ЦСП	Цифрові системи передачі
ЦСП	Цифровые системы передачи
ЦСП-ПЩ	ЦСП плезиохронної ієрархії
ЦСП-ПИ	ЦСП плезиохронной иерархии
ЦСП-PDH	ЦСП- Plesiochronous Digital Hierarchy
ЦСП-СІ	ЦСП синхронної ієрархії
ЦСП-СИ	ЦСП синхронной иерархии

ЦСП-SDH	ЦСП Synchronous Digital Hierarchy
ВО-ЦСП-СР	Волоконно-оптичні ЦСП, що використовують спектральне розподілення
ЦСП-WDM	ЦСП Wavelength Division Multiplexing
ПСП	Провідні системи передачі
ПСП	Проводные системы передачи
СП-СК	Системи передачі, що працюють на симетричному металевому кабелі
СП-СК	Системы передачи, работающие на симметричном металлическом кабеле
СП-КК	Системи передачі, що працюють на коаксіальному металевому кабелі
СП-КК	Системы передачи, работающие на коаксиальном металлическом кабеле
ВОСП	Системи передачі, що працюють на волоконно-оптичному кабелі (ВОК)
(ВОСП)	Системы передачи, работающие на волоконно-оптическом кабеле (ВОК)
РРСП	Радіорелейні системи передачі
РРСП	Радиорелейные системы передачи
РРСП-ПВ	Радіорелейні системи передачі прямої видимості
РРСП-ПВ	Радиорелейные системы передачи прямой видимости
РРСП-ДТР	Радіорелейні системи передачі, що використовують далеке тропосферне розсіювання
РРСП-ДТР	Радиорелейные системы передачи, использующие дальнее тропосферное рассеивание
ССП	Супутникові системи передачі
ССП	Спутниковые системы передачи
ЧРК	Частотний розподіл каналів
ЧРК	Частотное разделение каналов
ЧсРК	Часовий розподіл каналів
ВРК	Временное разделение каналов
МВ	Мережний вузол
СУ	Сетевой узел
ЛП	Лінія передачі
ЛП	Линия передачи
СП	Система передачі
СП	Система передачи
КС	Кінцева станція
ОС	Оконечная станция
ПС	Проміжна станція
ПС	Промежуточная станция
КТЧ	Канал тональної частоти
КТЧ	Канал тональной частоты

КЗВ	Канал звукового віщання
КЗВ	Канал звукового вещания
ШВК	Широкооповіщувальний канал
ШВК	Широковещательный канал
ЛТр	Лінійний тракт
ЛТр	Линейный тракт
СП	Стійка індивідуального перетворення
СИП	Стойка индивидуального преобразования
ОС	Обладнання спряження
АС	Аппаратура сопряжения
ГО	Генераторне обладнання
ГО	Генераторное оборудование
МЕЗ	Мережа електров'язку
СЭС	Сеть электросвязи
ТМЗ	Транспортна мережа зв'язку
ТСС	Транспортная сеть связи
КС	Комутаційні системи
КС	Коммутационные системы
ПМЗ	Первинна мережа зв'язку
ПСС	Первичная сеть связи
ВМЗ	Вторинні мережі зв'язку
ВСС	Вторичные сети связи
ТМЗК	Телефона мережа загального користування
ТСОП	Телефонная сеть общего пользования
ТМ	Телеграфна мережа
ТС	Телеграфная сеть
МПД	Мережа передачі даних
СПД	Сеть передачи данных
МПСТВ	Мережа передачі сигналів телевізійного віщання
СПСТВ	Сеть передачи сигналов телевизионного вещания
ФЛ	Фізична лінія
ФЛ	Физическая линия
РП	Ровязуючий пристрій
РУ	Развязывающее устройство
ДС	Диференційна система
ДС	Дифференциальная система
ФЛ	Фізичний ланцюг

ФЗ	Физическая цепь
ЛКС	Лінійно-кабельне спорудження
ЛКС	Линейно-кабельное сооружение
ЛС	Лінійний спектр
ЛС	Линейный спектр
ПП	Перетворювальний пристрій
ПО	Преобразовательное оборудование
ОППГ	Обладнання перетворення первинних груп
АППГ	Аппаратура преобразования первичных групп
ОППГ	Обладнання перетворення вторичних груп
АПВГ	Аппаратура преобразования вторичных групп
ОПТГ	Обладнання перетворення третинних груп
АПТГ	Аппаратура преобразования третичных групп
УСПП	Уніфікована стійка первинного перетворення
УСПП	Унифицированная стойка первичного преобразования
УСВП	Уніфікована стійка вторинного перетворення
УСВП	Унифицированная стойка вторичного преобразования
НПП	Необслуговуваний підсилювальний пункт
НУП	Необслуживаемый усилительный пункт
ОПП	Обслужуваемый подсилювательный пункт
ОУП	Обслуживаемый усилительный пункт
КОЛТ	Кінцеве обладнання кінцевого тракту
ОАЛТ	Оконечная аппаратура линейного тракта
ГКЧ	Групова контрольна частота
ГКЧ	Групповая контрольная частота
ЛКЧ	Лінійна контрольна частота
ЛКЧ	Линейная контрольная частота
КСФ	Канальний смуговий фільтр
КПФ	Канальный полосовой фильтр
ОА	Обмежувач амплітуди
ОА	Ограничитель амплитуды
ПНЧ	Низькочастотний підсилювач
УНЧ	Усилитель низкочастотный
АРР	Автоматичне регулювання рівня
АРУ	Автоматическая регулировка уровня
ДЖ	Дистанційне живлення
ДП	Дистанционное питание

СПП	Система пакетної передачі
СПП	Система пакетной передачи
ДР	Діаграма рівнів
ДУ	Диаграмма уровней
ПР	Показчик рівня
УУ	Указатель уровня
БМ	Баластний модулятор
БМ	Балластный модулятор
ПБМ	Подвійний баластний модулятор
ДБМ	Двойной балансный модулятор
КомК	Компенсуючий контур
КомК	Компенсирующий контур
БПРПГ	Блок паралельної роботи первинних груп
БПРПГ	Блок параллельной работы первичных групп
БПРВГ	Блок паралельної роботи вторинних груп
БПРПГ	Блок параллельной работы вторичных групп
СУТ-ПГ	Стойка утворення тракту первинної групи
СОТ-ПГ	Стойка образования тракта первичной группы
АХ	Амплітудна характеристика
АХ	Амплитудная характеристика
АЧХ	Амплітудно-частотна характеристика
АЧХ	Амплитудно-частотная характеристика

---