

Міністерство транспорту та зв'язку України
Державна адміністрація зв'язку
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

Кафедра Телекомунікаційних систем

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу СПЕЗ

**"Цифрові багатоканальні системи передачі
первинної мережі плезіохронної ієрархії"**

Для студентів факультета ТкС

Напрямок підготовки: Телекомунікаційні системи і мережі

Спеціальність – 7. 092. 401

Одеса – 2010

Розроблено авторами: В.О. Брескін, Т.С. Бунчужна, І.В. Макаров, О.П. Єгупова

Схвалено на засіданні кафедри ТкС і рекомендовано до друку.

Протокол № 16 від "17" травня 2010 р.

Затверджено методичною радою академії.

Протокол № 6 від "30" березня 2010 р.

Зміст

<i>Вступ</i>	4
<i>1 Структура модулів</i>	
1.1 Лекційна частина модулів.....	5
1.2 Лабораторно-практичні заняття.....	5
1.3 Контрольні питання та завдання модуля М-3.....	7
1.4 Контрольні питання та завдання модуля М-4.....	8
1.5 Контрольні питання та завдання модуля М-5.....	9
<i>2 Методичні вказівки</i>	
2.1 Аудиторні заняття.....	10
2.2 Комплексне завдання.....	10
 <i>Додаток 1</i>	20
<i>Додаток 2</i>	22
 <i>Рекомендована література</i>	69

Вступ

У модулях 3, 4 та 5-го курсів СПЕЗ розглядаються:

1. Принципи побудови багатоканальних систем передачі (БСП) з ЧсРК, що використовують імпульсно-кодovu модуляцію (ІКМ) та характеристики каналів цих БСП.

2. Групоутворення в цифрових системах передачі плезіохронной ієрархії (ЦСП - PDH).

3. Принципи побудови лінійних трактів (ЛТр) ЦСП.

Модуль 6 присвячений, здебільшого, радіорелейним системам передачі прямої видимості (РРСП). Проте частина важливих питань побудови ЛТр і систем передачі в цілому (ЛТр ВОСП; синхронний прийом сигналів в ЦСП) переноситься в модуль 6. В лабораторному циклі модуля 6 вивчаються принципи побудови ВОСП на прикладі ВОСП-PDH вітчизняної розробки – ОМ-8.

У модулі 6 закінчується робота над курсовим проектом (КП), присвяченому ескізню проектуванню нетипової ЦСП–PDH. На захист КП виносяться всі питання попередніх модулів.

Сучасні волоконно–оптичні системи передачі (ВОСП) – ЦСП синхронної ієрархії (ЦСП-SDH) і ВОСП, що використовують спектральне розділення стволів (WDM) вивчаються в курсі МТ, а багатосигнальні системи, що використовують пакетну передачу – в курсі ІЦСС.

1. Структура модулів

1.1. Лекційна частина модулів

Модуль № 3. МСП – ЧсРК - ІКМ

Структурні схеми цифрової системи передачі і лінії передачі. Достоїнства ЦСП; ЧсРК-АІМ, ЧсРК-АІМ-ІКМ. Лінійні і нелінійні кодеки ІКМ. ЦСП з безпосереднім кодуванням. КТЧ ЦСП.

Модуль № 4. ЦСП - PDH

Ієрархія ЦСП-PDH. Асинхронне спряження мультиплексованих цифрових потоків у ЦСП- PDH. Види і фрейми ПЦП і ВЦП.

Модуль № 5. Лінійний тракт ЦСП

Регенератори і кодери лінійного тракту електропровідного кабелю. Довжина ділянки регенерації. Відмінні особливості лінійного тракту ВОСП. Види і характеристики підсилювачів ВОСП. Лінійний тракт ВОСП з оптичними підсилювачами.

1.2. Лабораторно–практичні заняття

Семестр 3.3

Модуль 3

№ тижня	Лабораторні роботи	
	Підгрупа 1	Підгрупа 2
1	2/1 Ф. схема макета	
2	2/2 Вимірювання	2/3 МСІ
3	2/3 МСІ	2/2 Вимірювання
4	115/1	128/1
5	115/2	128/2
6	128/1	115/1
7	128/2	115/2
8	128/3	
9-10	Екзаменаційна сесія	

Лр–2. Принципи розділення каналних сигналів за часом (ЧсРК) [11].

Лр–115. Кодер ІКМ [12].

Лр–128. Канал ТЧ цифрових систем передачі [15].

Семестр 3.4**Модуль 4**

№ тижня	Лабораторні роботи	
	Підгрупа 1	Підгрупа 2
1	130/1	118/1
2	130/2	118/2
3	130/3	118/3
4	118/1	130/1
5	118/2	130/2
6	118/3	130/3
7	122/1	122/2
8	122/2	122/1
9	Цифрова ємність ЛП	
10 -11	Екзаменаційна сесія	

Лр–130. ЦСП з безпосереднім кодуванням на прикладі ІКМ-30 [17].

Лр–118. ЦСП з безпосереднім кодуванням на прикладі ІКМ-15 [16].

Лр–122. ЦСП вторинної ієрархії на прикладі ІКМ-120 [13].

Семестр 4.1**Модуль 5**

№ тижня	Лабораторні роботи	
	Підгрупа 1	Підгрупа 2
1	122 / 3 - ВЦСП	
2		
3	116	120
4	регенератор	регенератор
5	120	116
6	регенератор	регенератор
7	124 - КЛТ	
8		
9 -10	Екзаменаційна сесія	

Лр–116. Регенератор ЦСП на прикладі ІКМ-30 [18].

Лр–120. Регенератор ЦСП на прикладі ІКМ-15 [19].

Лр–124. Кодери лінійного тракту ЦСП (КЛТ) [14].

1.3 Контрольні питання та завдання модуля М-3

Питання лекційної частини курсу

1. Цифрова система передачі: визначення, основні елементи (структурна схема), достоїнства ЦСП.
2. Структурна схема кінцевої станції ЦСП-PDN (загальний випадок). Призначення вузлів схеми.
3. КС ЦСП з безпосереднім кодуванням. Призначення вузлів функціональної схеми АЦО.
4. КС ЦСП з безпосереднім кодуванням. Призначення вузлів функціональної схеми КАЛТ.
5. Часовий розподіл каналів (ЧсРК): суть методу, спрощена функціональна схема ЧсРК-АІМ, часові діаграми.
6. Еквівалентна схема одного каналу ЧсРК-АІМ. Спектральне пояснення вимог до аналогових закінчень КТЧ; правильний вибір частоти дискретизації за часом f_d .
7. Цикл передачі ОС ЦСП з безпосереднім кодуванням: тимчасові діаграми АІМ та ІКМ групового багатоканального сигналу, визначення тактової частоти та швидкості передавання.
8. Вплив лінійних спотворень тракту на переходи між каналами при ЧсРК. АЦО з груповим та індивідуальним кодами ІКМ.
9. Вплив нелінійних спотворень тракту на переходи між каналами при ЧсРК і ЧРК.
10. Призначення і принцип роботи ІКМ (етапи і часові діаграми ІКМ). Структурна схема лінійного кодера ІКМ.
11. Призначення і принцип роботи ІКМ (етапи і часові діаграми ІКМ). Структурна схема лінійного кодера ІКМ.
12. Призначення і принцип роботи ІКМ (етапи і часові діаграми ІКМ). Структурна схема лінійного декодера ІКМ. Суматор з вагою.
13. Алгоритм і спрощена структурна схема лінійного кодера замкнутого типу.
14. Алгоритм і спрощена функціональна схема лінійного кодера замкнутого типу.
15. Нелінійний кодер ІКМ: призначення, варіанти побудови, амплітудні характеристики. Нелінійний кодер з аналоговим компресором на вході.
16. Структурна схема й алгоритм роботи нелінійного кодера з цифровим компресором на виході. 13- сегментна АХ нелінійного кодера типу-«А».
17. Структурна схема й алгоритм роботи нелінійного кодера з компресуючою логікою в ланцюзі зворотного зв'язку кодера.
18. Структурна схема й алгоритм роботи декодувального пристрою нелінійного кодера ІКМ.
19. Помилки квантування, захищеність від помилок квантування при нелінійній ІКМ.
20. Шуми квантування, захищеність від шумів квантування при нелінійній ІКМ.
21. Шуми квантування ІКМ. Потужність шумів квантування. Вимір шумів квантування з використанням гармонійного сигналу.
22. Шуми квантування ІКМ. Потужність шумів квантування. Вимір шумів квантування з використанням псевдовипадкового сигналу.
23. Характеристики каналу ТЧ. Відмінність характеристик КТЧ ЦСП від характеристик КТЧ АСП.

Типи завдань модуля 3

1. Визначення цифрової ємкості (кількості ПЦП або кількості КТЧ) в лінії передачі, обладнаної заданою ЦСП.
2. Визначення необхідної частоти дискретизації за часом сигналу з обмеженим спектром.
3. Визначення параметрів шаблонів ФНЧ закінчень тракту передачі і прийому каналу МСП-ЧсРК-АІМ.
4. Визначення тривалості каналного інтервалу, що виділяється в МСП-ЧсРК на задану кількість каналів ТЧ і службових каналних інтервалів.

5. Визначення тактової частоти, тактового інтервалу і швидкості передавання групового сигналу ЦСП на задану кількість каналів ТЧ і службових каналних інтервалів.
6. Визначення тривалості імпульсу групового ІКМ сигналу ЦСП (МСП-ЧсРК-ІКМ) в коді RZ (NRZ) на задану кількість каналних інтервалів.
7. Визначення кодової комбінації сигналу на виході лінійного кодера заданого типу, якщо відома величина вхідного кодованого сигналу.
8. Визначення кодової комбінації сигналу на виході нелінійного кодера заданого типу, якщо відома величина вхідного кодованого сигналу.
9. Визначення величини імпульсу АІМ сигналу на виході лінійного декодера ІКМ.
10. Визначення величини імпульсу АІМ сигналу на виході нелінійного декодера ІКМ.

1.4. Контрольні питання і завдання модуля М-4

Питання лекційної частини курсу

1. Характеристика часових інтервалів циклу ПЦП. Одновимірне зображення циклу та надциклу ПЦП, призначення службових каналних інтервалів (Time Slot (TS)) циклу ПЦП.
2. Характеристика часових інтервалів циклу ПЦП. Структура каналного інтервалу KI-0 в надциклі ПЦП.
3. Характеристика часових інтервалів циклу ПЦП. Структура каналного інтервалу KI-16 в надциклі ПЦП. Методи передачі сигнальної інформації в МСП.
4. Плезіохронне мультиплексування в мережі. Структурна схема ВВГ (призначення основних блоків).
5. Структурна схема ВЧГ (призначення основних блоків). Призначення і місце установки пристроїв формування первинного і вторинного стику.
6. Структурна схема ВЧГ (призначення основних блоків). Види службового зв'язку і призначення СЛЗ, що вводиться в блоці ВВГ.
7. Структурна схема ВЧГ. БАС: призначення, види. Часові діаграми ДУШ; момент виникнення невизначеності (Н).
8. Структурна схема ВЧГ. БАС: призначення, види. Часові діаграми ВУШ; момент виникнення невизначеності (Н).
9. Структурна схема і принцип дії БАС-пер.
10. Структурна схема і принцип дії БАС-пр.
11. Структурна схема ВВГ (призначення основних блоків). Методи захисту сигналу КУШ.
12. Фрейм ВЦСП по рекомендації G.745 (принцип побудови, призначення та спосіб розміщення службових біт).
13. Методи введення ДІ в груповий тракт ЦСП. Суть методу накладення.
14. Апаратура ІКМ-30 (технічна характеристика і фрейм цієї ЦСП).
15. Апаратура ІКМ-30 (технічна характеристика). Надцикл (необхідність використання надциклу, його характеристика).
16. ВЦСП (структурні схеми системи передачі і кінцевих станцій цієї ЦСП для організації сполучних ліній між цифровими й аналоговими комутаційними станціями).

Типи завдань модуля 4

Використовуючи задані вихідні дані визначити:

1. Швидкість передавання групового сигналу.
2. Ширину смуги частот групового сигналу.
3. Тактову частоту ЦСП.
4. Швидкість передавання сигналу каналу службового зв'язку.
5. Пропускную спроможність одного цифрового каналу ВУШ, виділеного в циклі передачі цієї ЦСП.

6. Пропускнну спроможність усіх цифрових каналів ВУШ, виділених в циклі передачі цієї ЦСП.
7. Частоту слідування кодового слова сигналу ЦС цієї ЦСП.
8. Пропускнну спроможність цифрового каналу, що виділяється в циклі цієї ЦСП, для передачі ДІ.
9. Тривалість імпульсів групового сигналу цієї ЦСП при використанні коду RZ (або NRZ).
10. Цифрову ємкість (сумарну швидкість передавання) лінії передачі, обладнаної ІКМ, – ... на кабелі (дуплекс заданий двокабельний або однокабельний).

1.5 Контрольні питання і завдання модуля М-5

Питання лекційної частини курсу

1. Регенератор ЦСП: функції регенератора, вимоги до КПідс регенератора; види і сфера застосування різновидів КПідс.
2. Регенератор ЦСП: функції регенератора, око-діаграма регенератора. Оцінка працездатності (погіршення захищеності) регенератора по око-діаграмі.
3. Регенератор ЦСП: функції регенератора. Оцінка якості ділянки регенерації по коефіцієнту помилок – $K_{\text{ош}}$ (BER), вірогідність помилок, ESR, SESR
4. Регенератор ЦСП: функції регенератора, спосіб регулювання і відмінність АРР регенератора ЦСП від АРР підсилювачів АСП.
5. Регенератор ЦСП: функції регенератора, види регульованих елементів (РЕ) АРР регенератора ЦСП; вплив РЕ на завадостійкість регенератора і сферу застосування цих РЕ.
6. Регенератор ЦСП: функції регенератора. Призначення і принцип дії ФТЧ.
7. Регенератор ЦСП. Призначення регенератора й основних вузлів його схеми на прикладі регенератора апаратури ІКМ–30.
8. Регенератор ЦСП. Призначення регенератора й основних вузлів його схеми на прикладі регенератора апаратури ІКМ–15.
9. Структура лінійного тракту ЦСП. Варіанти включення і види КЛТ. Сфера застосування різних варіантів КЛТ.
10. КЛТ–ЦСП: призначення і класифікація. Вимоги до КЛТ, що витікають з особливостей проходження цифрового сигналу по лінії.
11. КЛТ–ЧПП. (Призначення, алгоритм роботи, спрощена схема; часові діаграми роботи і енергетичні спектри).
12. КЛТ–ВДО. (Призначення, алгоритм роботи, часові діаграми роботи, спрощена схема, АЧХ схеми ВЗС, достоїнства і сфера застосування цього варіанту КЛТ).
13. КЛТ–КВЦ-3. (Призначення, алгоритм роботи, спрощена схема; часові діаграми роботи; спектральні характеристики).
14. КЛТ–2В1Q. (Призначення, алгоритм роботи; часові діаграми; ширина спектра).
15. Визначення довжини ділянки регенерації з рівняння захищеностей на металевому кабелі. Накопичення помилок в ЛТр ЦСП (порівняйте з АСП).

Типи завдань модуля 5

1. Визначити тривалість відкоректованого імпульсу (на рівні) на виході КПідс регенератора нетипової ЦСП, що забезпечує швидкість передавання $V = \dots$ Мбіт/с.
2. Визначити як зміниться (збільшиться або зменшиться і на скільки дБ) захищеність сигналу регенератора від завад, якщо відомо, що розкрив око-діаграми змінився на%.
3. Визначити послідовність двійкових (трійкових) символів на виході ПСС, якщо відомо, що величина відкоректованого імпульсного сигналу на вході ПСС дорівнює... В, і послідовність відліків регенованого сигналу на вході порогового елемента ПСС має вигляд:

4. Визначити BER (коефіцієнт помилок, вірогідність помилки) у первинному цифровому потоці, якщо відома кількість помилкових біт прийнятих за заданий час виміру, і швидкість передавання цифрового потоку.
5. Визначити BER (коефіцієнт помилок, вірогідність помилки) у лінійному тракці ЦСП, що складається з кількості ділянок регенерації, якщо відомо BER (коефіцієнт помилок, вірогідність помилки) на одній ділянці регенерації.
6. Визначити швидкість передавання (частоту слідування імпульсів, смугу частот) результуючого ЦП або окремих (вказаних в завданні) службових сигналів (каналів) фрейма за заданими параметрами фрейма.
7. Визначити послідовність символів і замалювати сигнал на виході КЛТ (ЧПІ, КВЩ-3, 2B1Q) заданої послідовності символів двійкового сигналу, якщо відомо, що використовується код (RZ, NRZ).
8. Визначити тривалість імпульсу лінійного сигналу нетипової ЦСП, що забезпечує швидкість передавання $B = \dots$ Мбіт/с, якщо відомий тип лінійного коду.

2. Методичні вказівки

2.1. Аудиторні заняття

Зміст аудиторних занять (лекцій, лабораторних робіт і практичних занять) відображений питаннями, які виносяться на іспит, і типами відповідних завдань.

Цей зміст відображений також ілюстративним матеріалом додатка 2.

У додатку рисунками, графіками, діаграмами відображаються основні розділи курсу, які вивчаються студентами на аудиторних заняттях.

Матеріал додатка за термінологією [10] — є «опорні сигнали». Багатократне використання цих «опорних сигналів» у різного роду навчальних заняттях, підвищує сприйняття програми курсу, полегшує ведення конспекту лекцій і складання іспитів.

2.2. Комплексне завдання

Тема: ЦСП з безпосереднім кодуванням

Зміст пояснювальної записки КЗ

Завдання та вихідні дані

Вступ

Частина 1. *"Формування каналних сигналів в ЦСП"*

1. Кінцева станція ЦСП.

- 1.1. Структурна схема КС.
- 1.2. Вимоги до фільтрів аналогової частини каналів.
- 1.3. Функціональна схема КС.

2. Кодек ІКМ каналу ТЧ.

- 2.1. Структурні схеми кодера і декодера ІКМ.
- 2.2. Відгук кодера ІКМ на синхронний випробувальний сигнал.
- 2.3. Захищеність від шумів квантування кодера.

МР-3

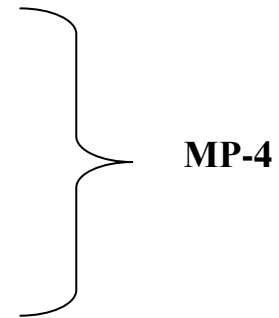
Частина 2. *"Формування і передача групового сигналу в ЦСП"*

3. Цикли передачі ЦСП.

- 3.1. Структура циклу передачі.
- 3.2. Структура надциклу передачі.

4. Лінія передачі ЦСП.

- 4.1. Структура лінії передачі.
- 4.2. КАЛТ и ПС ЦСП.
- 4.3. Цифрова єнкість лінії передачі.



Висновок.

Список використаних джерел.

Примітки:

1. Розд.1 і 2 КЗ виконуються та захищаються як модульна робота **МР-3** в модулі 3 (семестр 3.3) і приносяться на іспит;
2. Розд. 3 і 4 КЗ виконуються та захищаються як модульна робота **МР-4** в модулі 4 (семестр 3.4);
3. На іспит у семестрі 3.4 приноситься вся пояснювальна записка (т.ч. частині 1 і 2 КЗ).

Завдання:

Розробити цифрову систему передачі типу ЧсРК-ІКМ з безпосереднім кодуванням на задану кількість КТЧ, ОЦК та інших каналів (мовлення ШВ, телебачення ТВ) згідно з вихідними даними, передбачити передачу в груповому цифровому тракті:

- сигналів циклової сигналізації ЦС;
- надциклової синхронізації НЦС;
- сигналів управління і взаємодії (СУВ) з заданою кількістю розрядів у визивному каналі;
- даних (ПД);
- аварійної сигналізації (АС).

Перелік вихідних даних:

Кількість КТЧ..... .

Кількість ОЦК..... .

Канал мовлення

– Тип каналу мовлення

– Кількість каналів мовлення

Груповий тракт АСП (ГТ)

– Тип групового тракту АСП.....

– Кількість ГТ

Кількість каналів передачі сигналу телевізійного мовлення ТВ і звукового супроводження ЗС.....

Кількість розрядів ВСК $N_{\text{вск}} = \dots$ (2 або 3)....

Тип кодера ІКМ...(2 або 3).....

Рівень гармонійного випробувального сигналу ВС $p = \dots$ дБ.

Частота гармонійного випробувального сигналу ВС $f = \dots$ (2 або 4) ...

кГц.

Тип КЛТ ... (ЧП, ВДО, КВЩ-3).

Кількість біт, які виділяються під циклову синхронізацію $N_{\text{цс}} = \dots$

Кількість біт, які виділяються для надциклової синхронізації $N_{\text{нцс}} = \dots$

Вказівки з виконання розділів КЗ

Вступ

У цьому розділі наголошується тенденція повсюдного використання ЦСП при побудові нових ліній передачі первинної мережі і заміні АСП існуючих ліній передачі на ЦСП; коротко пояснюється зміст розділів записки пояснення.

1. Кінцева станція ЦСП

У підрозділі 1.1 цього розділу надана структурна схема кінцевої станції ЦСП з безпосереднім кодуванням (тобто без вищих рівнів групоутворення) так, щоб було видно, як виконуються вихідні дані.

Нехай, наприклад, вихідними даними задана ЦСП з безпосереднім кодуванням на 10 КТЧ, 5 ОЦК і один канал ШМ-2.

Структурна схема КС такої ЦСП складається з двох блоків:

- індивідуального обладнання (ІО), яке являє собою первинний мультиплексор **ПМ**;
- кінцевої апаратури лінійного тракту **КАЛТ**.

У підрозділі 1.2. необхідно надати характеристики первинних сигналів, заданих вихідними даними, і сформулювати вимоги до фільтрів аналогової частини цих каналів.

Такими фільтрами є ФНЧ у вхідних/вихідних частинах каналів, що обмежують смугу частот передаваного сигналу і що затримують усі позасмугові спектральні складові.

Для пояснення цих вимог зручно навести спектральну діаграму АІМ сигналу на виході ключа передавача і нижче під нею шаблони АЧХ усіх типів використовуваних фільтрів. На шаблонах мають бути вказані допустимі значення нерівномірності АЧХ у СП, необхідний перепад загасання в СЗ, частотні межі СП і ПО, розрахунок відносних перехідних областей фільтрів з оцінкою отриманих величин.

Відомо, що для КТЧ частота дискретизації $f_d = 8$ кГц (тобто період дискретизації $T_d = 125$ мкс).

Для інших каналів f_d обираємо кратним 8 кГц, тобто

$$f_d = 8 \times [(2.3 \cdot f_{cm}) / 8],$$

де f_{cm} – найвища частота спектру висхідного сигналу, а $[\cdot]$ – більше ціле.

У підрозділі 1.3 надається функціональна схема первинного мультиплексора (ПМ) цієї КС, на якій необхідно показати:

- по одному з різних типів заданих каналів (у нашому прикладі КТЧ, ОЦК, ШМ-1);
- місце підключення і кількість таких каналів;
- типи фільтрів, які використовуються в каналах, частоти їх зрізу, частоти імпульсних сигналів, які керують дискретизуючими ключами.

2. Кодек ІКМ каналу ТЧ

У підрозділі 2.1 необхідно намалювати структурні схеми заданих варіантів кодера і декодера та пояснити їхню роботу.

У підрозділі 2.2 необхідно:

– розрахувати ІКМ сигнал на виході кодера в каналних інтервалах одного каналу ТЧ для трьох відліків випробувального сигналу (ВС) цього каналу вважаючи, що випробувальний сигнал ВС фазований за максимумами відліків ВС. При кодуванні використовувати алгоритм роботи заданого кодера;

– замалювати часові діаграми: випробувального гармонійного сигналу ВС; три підряд наступних відліка ВС на виході ключа, що дискретизує; ІКМ сигнал в трьох каналних інтервалах, що відповідають вибраним раніше відлікам ВС. При цьому вважатимемо, що символ «1» формується прямокутним імпульсом, тривалість якого дорівнює половині періоду слідування (код RZ);

– визначити тривалість імпульсів «1» і період слідування біт;

– визначити максимальну і мінімальну помилки квантування усередині кроку квантування за рахунок неточної установки рівня ВС, а також відповідну захищеність максимального з передаваних імпульсів від шумів квантування при синхронному введенні випробувального сигналу ВС.

У підрозділі 2.3 необхідно:

– визначити середню потужність шуму квантування усередині кроку квантування і відповідну їй захищеність максимального з імпульсів передаваного сигналу при несинхронному введенні ВС по відношенню до частоти дискретизації, вважаючи, що розподіл вірогідності амплітуд АІМ сигналу усередині кроку квантування рівномірний;

– зробити висновок про те, який вигляд випробувального сигналу ВС (синхронний або несинхронний) необхідний для вимірювання захищеності від шумів квантування і для функціонального контролю правильності роботи кодера ІКМ по часових діаграмах.

3. Цикли передачі ЦСП

У розд. 3 необхідно визначити структуру циклу (фрейма) і надциклу (суперфрейма), нетипової ЦСП, що розглядається, а також тимчасові параметри відповідних циклів. Для цього:

У підрозділі 3.1 знаходимо:

- необхідну швидкість передавання кожної групи однотипних каналів;
- кількість додаткових байт, що виділяються в циклі для передачі ЦС, СУВ та інших службових сигналів, а також сумарну швидкість результуючого цифрового потоку;
- наводимо графічне зображення фрейма (див. рис. 52) і рисунок, що характеризує структуру службових байт фрейма.

У підрозділі 3.2 наводимо:

- графічне зображення суперфрейма (див. рис. 53);
- тривалість надциклу, задавшись тривалістю циклу передачі $T_{\text{ц}} = T_{\text{д}} = 125 \text{ мкс}$;
- тривалість каналних інтервалів (слотів);
- тривалість тактових інтервалів і тактових імпульсів у коді RZ;
- чисельні значення тактової частоти і смуги частот лінійного сигналу;
- таблицю з параметрами фрейма і суперфрейма передачі.

Необхідно визначити:

♦ Швидкість передавання кожної групи однотипних каналів

$$B_i = f_{\text{дi}} * m_i * N_i \text{ для аналогових каналів;}$$

$$B_i = 64 * N_{\text{оцк}} \text{ для ОЦК,}$$

де $f_{\text{дi}}$, m_i і N_i відповідно частоти дискретизації, кількість розрядів коду ІКМ і загальна кількість каналів в даній групі.

Для каналів ТЧ, ШВ і ТВ

$$m = 8.$$

У групових трактах необхідний рівень шумів (а значить і рівень шумів квантування) має бути менше, ніж у каналах ТЧ, і тому кількість розрядів коду ІКМ повинна бути більше. Тому зазвичай для ПГТ вибирають $m = 9-10$, а для ВГТ $m = 11-12$. В індивідуальному завданні (з метою його спрощення) для групових трактів (ПГТ, ВГТ) вважаємо

$$m = 16.$$

◆ Швидкість результуючого цифрового потоку

$$B = \sum B_i + B_{\text{дод}},$$

де $B_{\text{дод}}$ – додаткова швидкість, яка виділяється для передавання службової інформації

$$B_{\text{дод}} = 64 \cdot N_{\text{дод}},$$

тут $N_{\text{дод}}$ – кількість додаткових байт, що виділяються в циклі для передачі ЦС, НЦС, СУВ та інших службових сигналів. Оскільки сигнали СУВ різних каналів передаються в різних циклах надциклу, то величина $N_{\text{дод}}$ залежить від вибраної структури надциклу (суперфрейма).

Припустимо $N_{\text{сув}}$ – загальна кількість каналів, яка потребує передачі СУВ. Такими каналами є КТЧ, ОЦК. Тому

$$N_{\text{сув}} = N_{\text{тч}} + N_{\text{оцк}}$$

Припустимо $n_{\text{вск}}$ – кількість біт, які виділяються в циклі передачі для організації одного каналу СУВ ($n_{\text{вск}} = 2 - 3$).

Позначимо $N_{\text{сув/байт}}$ – кількість каналів СУВ, які можна організувати в одному байті цикла передачі

$$N_{\text{сув/байт}} = [8 / n_{\text{вск}}]_{\text{м}}.$$

Тут знак $[.]_{\text{м}}$ означає округлення до меншого цілого.

Логічно в проектуванні ЦСП зберегти тривалість надциклу 2 мс, щоб залишити колишнє співвідношення між частотою слідування сигналів СУВ і пропускну здатністю каналу СУВ у ЦСП. Це означає, що і кількість циклів, що виділяються для передачі сигналів СУВ, у надциклі передачі повинно бути 15, а загальна кількість циклів у надциклі – 16 (один цикл виділяється для передачі НЦС).

Тому кількість каналів СУВ, яке можна організувати одним байтом у надциклі передачі такої ЦСП дорівнює $N_{\text{сув/байт}} \cdot 15$. Отже

$$N_{\text{дод}} = [1 + N_{\text{сув}} / (15 \cdot N_{\text{сув/байт}})].$$

Тут знак $[.]$ означає округлення до ближчого більшого цілого, а «1» в $[.]$ – ЦС.

Зайві біти службових слотів, які виходять при округленні $[.]$, можна використовувати для передавання даних (ПД).

◆ Графічне зображення фрейма і суперфрейма

Оскільки при побудові фрейма ми всі біти зробили кратними 8, то можна як елементарну ячейку фрейма прийняти один байт.

Кількість байт в одному рядку суперфрейма (тобто в одному фреймі) визначається кількістю біт у циклі $N_{\text{ц}}$ і рівне

$$N_{\text{байт/фрейма}} = N_{\text{ц}} / 8 = B / 64.$$

Кількість байт, що відводяться у фреймі для передачі сигналу одного вигляду каналу зі швидкістю B_i дорівнює

$$N_{\text{байт/канал}} = B_i / 64.$$

Кількість рядків у суперфреймі дорівнює кількості циклів – 16.

Розглянемо приклад.

Припустимо згідно з ВД

$$N_{\text{СУВ}} = 10 \cdot \text{КТЧ} + 5 \cdot \text{ОЦК} = 15 \text{ каналів.}$$

$$N_{\text{вск}} = 3.$$

Тоді

$$N_{\text{СУВ/байт}} = [8 / n_{\text{вск}}]_{\text{м}} = 2.$$

Тому

$$N_{\text{дод}} = [1 + 15 / (15 \cdot 2)] = 2.$$

Швидкості передавання B_i і необхідна кількість байт $N_{\text{байт}}$ у циклі передачі окремих видів сигналів дорівнюють відповідно:

для КТЧ і ОЦК – $B_i = 64 \text{ кбіт/с} \cdot N_{\text{кан}}; N_{\text{байт}} = 1;$

для ШМ-2 – $B_i = [6,4 \cdot 2,3 / 8] \cdot 8 \cdot 8 = 128 \text{ кбіт/с}; N_{\text{байт}} = 128/64=2.$

Результуюча швидкість цифрового потоку ЦСП приклада, який розглядається, дорівнює

$$B = 64 \cdot 10 + 64 \cdot 5 + 128 + 64 \cdot 2 = 1216 \text{ кбіт/с.}$$

Загальна кількість байт в циклі передачі

$$N_{\text{байт}} = 1216 / 64 = 19.$$

Таким чином, фрейм ЦСП прикладу, який розглядається, може мати вигляд, наведений на рис. 52.

Можливі й інші варіанти фрейма даного прикладу, що відрізняються розташуванням (не кількістю, а *розташуванням!!*) байтів каналів і СУВ усередині циклу передачі.

Суперфрейм прийнято представляти в зручнішому, двовимірному зображенні у вигляді таблиці, кожен рядок якої відображує відповідний фрейм усередині суперфрейма.

Інформаційні байти 1-17 у кожному циклі передачі суперфрейма розташовані однаково; нульовий байт можна використовувати так само, як це зроблено у ІКМ-30, тобто в парних циклах передавати ЦС + ПД, а в непарних циклах – контроль, сигналізацію (КС) й іншу службову інформацію. 18-й байт нульового циклу використовується для передачі сигналу надциклової синхронізації НЦС, а в останніх циклах – для передачі СУВ і ПД.

Далі в підрозділі 3.2 необхідно визначити перераховані раніше часові параметри циклу і надциклу передачі, а також тактову частоту і ширину смуги частот лінійного цифрового сигналу.

Результати цих розрахунків звести в наступну таблицю:

Таблиця 3.1 – Характеристики цикла и надцикла передачі ЦСП -

№ д/п	Параметри циклу і надциклу передачі	Значення параметрів
1	Кількість символів у ЦП — Інформаційних — службових — всього	
2	Циклова синхронізація — положення — частота слідування кодових слів сигналу ЦС	
3	Надциклова синхронізація — положення — частота слідування синхрослів	
4	Сигнали управління й взаємодії — положення — частота слідування кодових слів СУВ одного КТЧ — результуюча швидкість передавання СУВ одного КТЧ	
5	Тактова частота лінійного сигналу, кГц	
6	Ширина полоси частот лінійного сигналу, кГц	
7	Швидкість передавання лінійного сигналу, кбіт/с	

4. Лінія передачі ЦСП

У підрозділі 4.1:

- дати визначення: «лінія передачі»;
- вибрати середовище розповсюдження і спосіб організації дуплекса (*);
- визначити кількість систем у лінії передачі;
- навести структурну схему лінії передачі, зазначивши на ній УП, основні елементи ЦСП [КС, НРП і ОРП (КАЛТ «спиною до спини»)], а також кількість СП у лінії передачі.

У підрозділі 4.2:

- навести структурну схему КАЛТ і пояснити призначення її вузлів;
- дати пояснення місця установлення КЛТ;
- показати подачу струму ДЖ і СЛЗ.

У підрозділі 4.3:

- дати визначення: «цифрова ємність лінії передачі»;
- визначити цифрову ємність лінії передачі.

Висновок

У висновку зазначається, що в КЗ розроблена нетипова ЦСП з безпосереднім кодуванням, яка характеризується наступними параметрами (тут наводиться таблиця характеристик, розробленої ЦСП):

- 1) Ділянка мережі на якій працює БСП.
- 2) Середовище розповсюдження, яке використовується в лінії передачі.
- 3) Тип апаратури за способом обробки і передачі групового сигналу.
- 4) Спосіб організації двостороннього зв'язку.
- 5) Спосіб розділення канальних сигналів.
- 6) Спосіб формування канальних сигналів.
- 7) Швидкість передавання цифрового потоку групового сигналу.
- 8) Ширина смуги частот цифрового групового сигналу.
- 9) Цифрова ємність лінії передачі.
- 10) Види станцій в лінії передачі.

Примітка (*):

У КЗ середовище розповсюдження і спосіб організації дуплекса визначається згідно зі швидкістю передавання лінійного сигналу наступним чином:

Швидкість передавання (В)	Кабель і спосіб організації дуплекса
≤ 10 Мбіт/с	МКС – двокабельний
10 – 100 Мбіт/с	МКТ-4 – однокабельний
≥ 100 Мбіт/с	КМ-4 (для непарних варіантів) або КМ-8 (для парних варіантів) та однокабельний дуплекс

ДОДАТКИ

Додаток 1

Характеристики первинних сигналів

– телефонний (розмовний) сигнал

Звуки мови утворюються в результаті проходження повітряного потоку з легенів через голосові зв'язки і порожнини рота і носа. Згідно з даними МККТТ середня потужність телефонного сигналу в точці з нульовим вимірювальним рівнем складає 32 мкВт, що відповідає рівню -15 дБм0. Динамічний діапазон мовного сигналу складає 35 – 40 дБ, пік-чинник приблизно дорівнює 14 дБ. При цьому максимальна потужність, вірогідність перевищення якої ніщівно мала, дорівнює 2220 мкВт, що відповідає рівню 3,5 дБм0.

Мовою є широкосмуговий процес, частотний спектр якого тягнеться від 50 – 100 до 8000 – 10000 Гц. Проте, установлено, що якість мови виходить повністю задовільною при обмеженні спектра частотами 300 і 3400 Гц. Ці частоти прийняті МККТТ як межі ефективного спектра мови. При вказаній смузі частот складова розбірливості складає близько 90%, розбірливість фраз – понад 99% і зберігається задовільна натуральність звучання.

Основний цифровий канал – ОЦК – являє собою цифровий сигнал разом зі службовими сигналами, що подається на КС ЦСП зі швидкістю 64 кбіт/с. Основними характеристиками цього сигналу є: швидкість передавання даних – 64 кбіт/с; ширина смуги частот – 64 кГц;

– сигнали звукового широкосмугового мовлення (ШМ)

Джерелами звуку при передачі програм мовлення зазвичай є музичні інструменти або голос людини.

Динамічний діапазон сигналів мовної передачі (дБ) – різниця максимального і мінімального рівнів сигналу. Максимальним вважається рівень, вірогідність перевищення якого складає 2%, а мінімальним – рівень, вірогідність перевищення якого дорівнює 98%.

- Мовлення диктора.....25 – 35 дБ.
- Художнє читання.....40 – 50 дБ.
- Вокальні та інструментальні ансамблі.....45 – 55 дБ.
- Симфонічний оркестр.....до 65 дБ.

Значення середньої потужності сигналу мовлення істотно залежить від інтервалу усереднення. У точці з нульовим вимірювальним рівнем середня потужність сигналу мовлення складає 923 мкВт при усередненні за годину, 2230 мкВт – за хвилину і 4500 – за секунду. Максимальна потужність сигналу мовлення в точці з нульовим вимірювальним рівнем складає 8000 мкВт.

Частотний спектр сигналу мовлення розташований в смузі частот від 15 до 20000 Гц. Проте залежно від вимог до якості відтворення смуга частот, що відводиться для передачі сигналів мовлення, може бути обмежена.

Для досить високої якості (канали мовлення першого класу ШМ – 1) ефективна смуга частот повинна складати 0,05 – 10 кГц з амплітудно-частотними спотвореннями не більше 4,3 дБ на краях по відношенню до залишкового загасання на частоті 0,8 кГц і з нерівномірністю часу поширення 80 мс на частоті 0,05 кГц і 8 мс на частоті 10 кГц по відношенню до мінімального значення часу поширення.

Щоб отримати бездоганне відтворення програм мовлення, ефективна смуга частот повинна складати 0,03 – 15 кГц (канали мовлення вищого класу ШМ – В).

Щоб отримати відтворення програм мовлення з середньою якістю, ефективна смуга частот повинна складати 0,05 – 6,4 кГц (канали мовлення другого класу ШМ – 2).

Для досягнення наведених вище ефективних смуг частот, вихідний сигнал відповідно до класу мовлення обмежують смуговими фільтрами.

– **ВГТ (ПГТ)** – це тракт, який при розробці АСП, використовувався для передачі сигналу 60-канальної ВГ (12 канальною ПГ). Основними характеристиками цього сигналу є ефективна смуга частот – 240 кГц (48 кГц).

Основні характеристики каналів ЦСП, розроблюваної в КЗ;

– **Ефективно передається смуга частот для:**

- КТЧ складає 0,3-3,4 кГц;
 - ПГТ 12 – 60 кГц;
 - ВГТ 312 – 552 кГц;
 - ТВ 50 Гц – 6,5 МГц;
 - ШМ-В класу 0,03 – 15 кГц;
 - ШМ-1 класу 0,05 – 10 кГц;
 - ШМ-2 класу 0,05 – 6,4 кГц.
- } 3 урахуванням використання перетворення

– **швидкість потоку ОЦК 64 кбіт/с**

**Частоти дискретизації
для різних аналогових каналів дорівнюють:**

- для КТЧ $f_d = 8 [3,4 \cdot 2,3 / 8] = 8$ кГц;
- для ШМ-1 $f_{c \max} = 10$ кГц $f_d = 8 \cdot (10 \cdot 2,3 / 8) = 24$ кГц;
- для ВГТ $f_d = 8 [252 \cdot 2,3 / 8] = 568$ кГц;
- для ТВ $f_d = 8 [6500 \cdot 2,3 / 8] = 14952$ кГц.

– **ширина перехідної області**

визначається за формулою

$$\delta_{\text{по}} = \Delta f_{\text{по}} \cdot 100\% / f_{\text{сер}}$$

де

$$\Delta f_{\text{по}} = f_d - 2f_{c \max}; \quad f_{\text{сер}} = f_d / 2.$$

Розрахуємо перехідні області.

$$\text{КТЧ} \quad \delta_{\text{по}} = (1,2 / 4) \cdot 100\% = 30\%.$$

$$\text{ШВ-1} \quad \delta_{\text{по}} = (4 / 12) \cdot 100\% = 33,3\%.$$

$$\text{ВГТ} \quad \delta_{\text{по}} = (168 / 636) \cdot 100\% = 26,42\%.$$

З розрахунків видно, що необхідний нам фільтр можливо виконати на *LC* елементах, що значно спростовує їх виконання.

Додаток 2

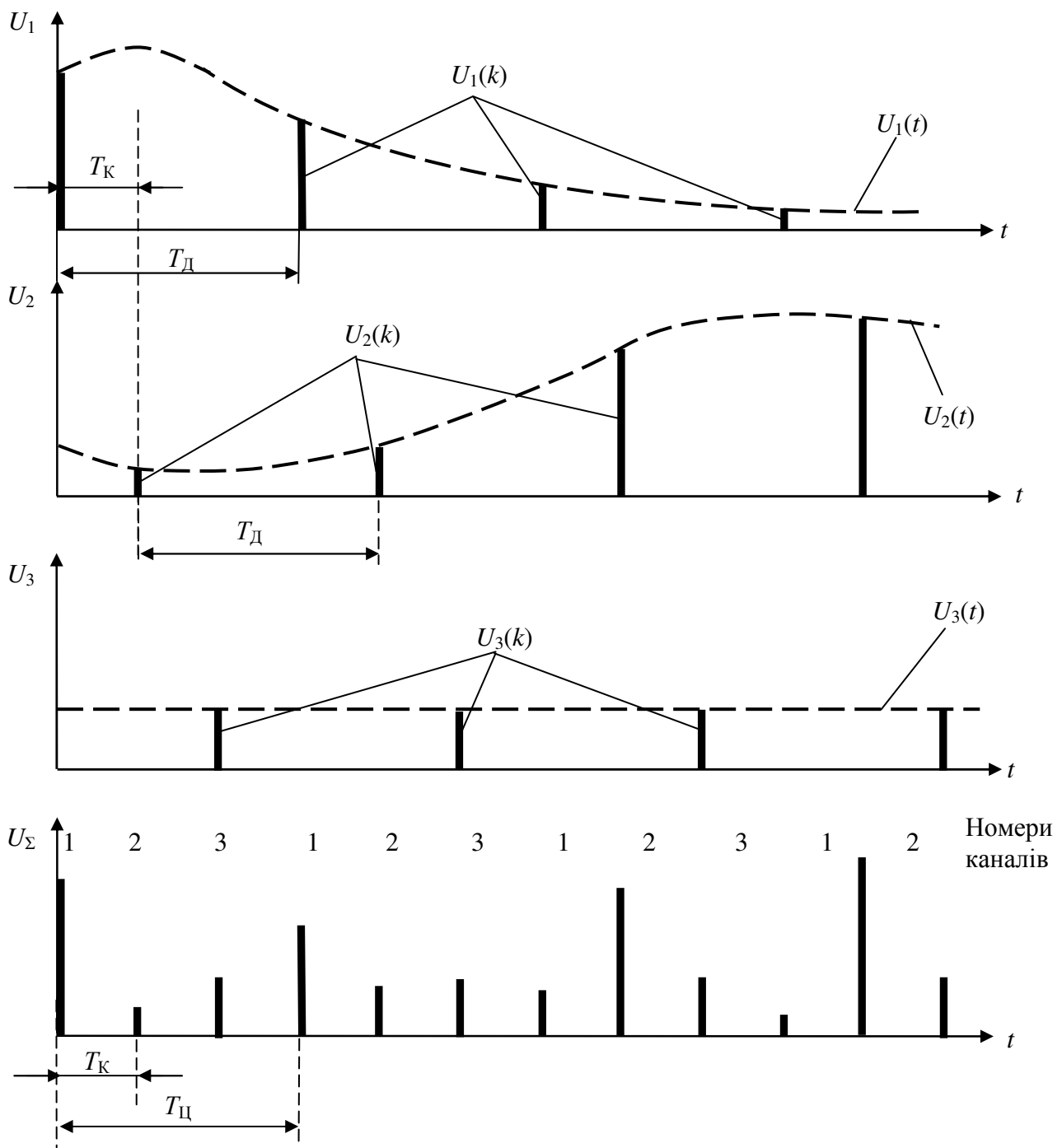


Рисунок 1 – Часовий розподіл каналів (ЧсРК)

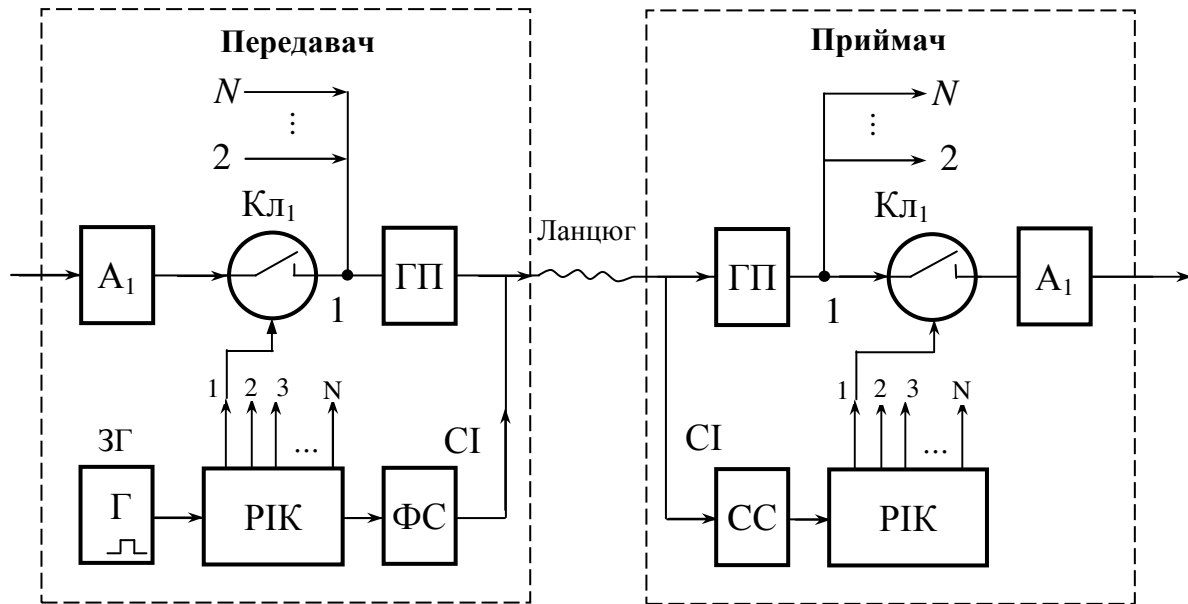


Рисунок 2 – ЧсРК – АІМ

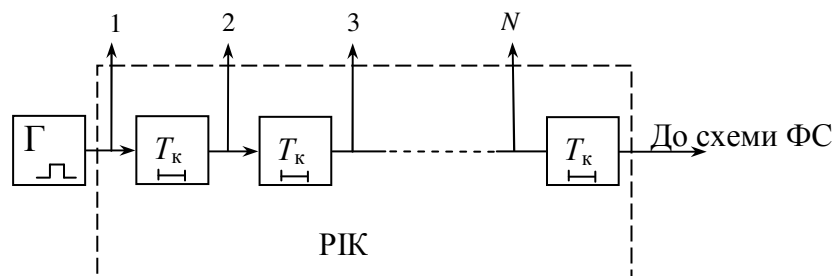


Рисунок 3 – Розподільник імпульсів по каналах (РІК) генераторного обладнання ЧсРК-АІМ

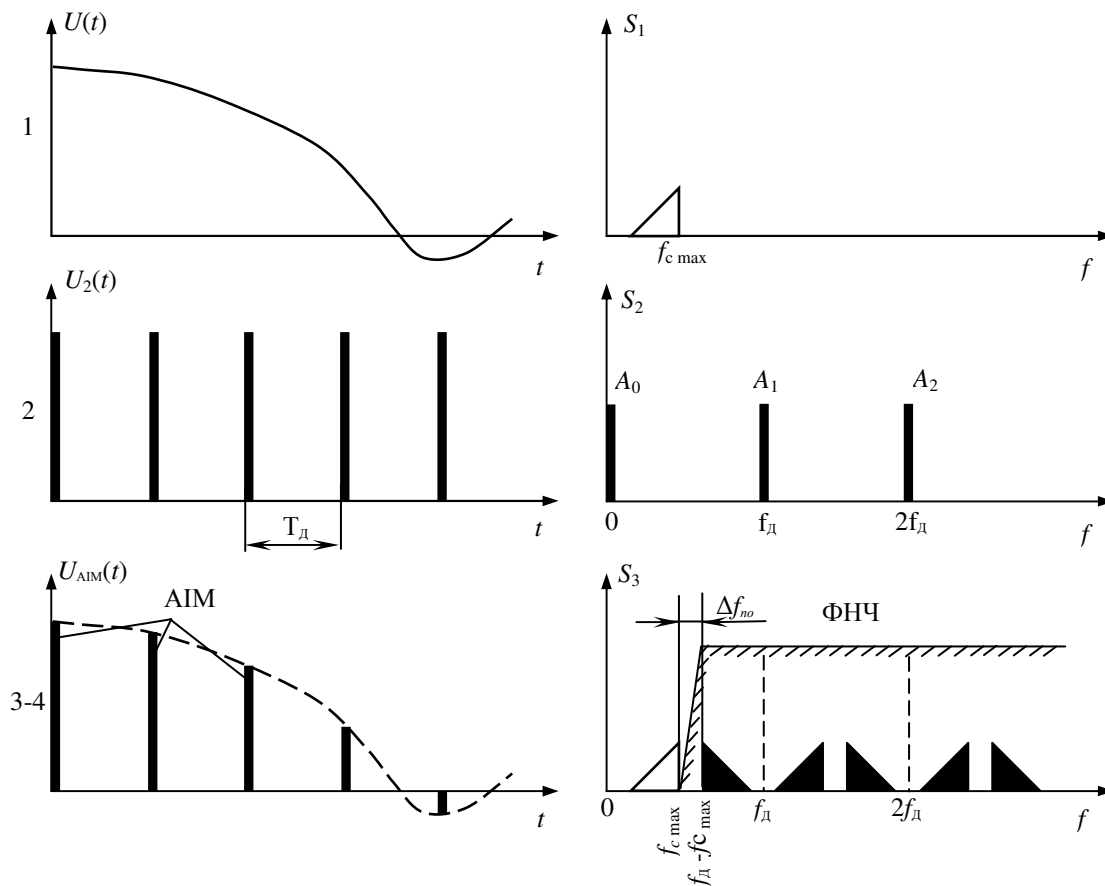


Рисунок 4 – Часові та спектральні діаграми дискретизації за часом безперервного сигналу та відновлення його з дискретизованого

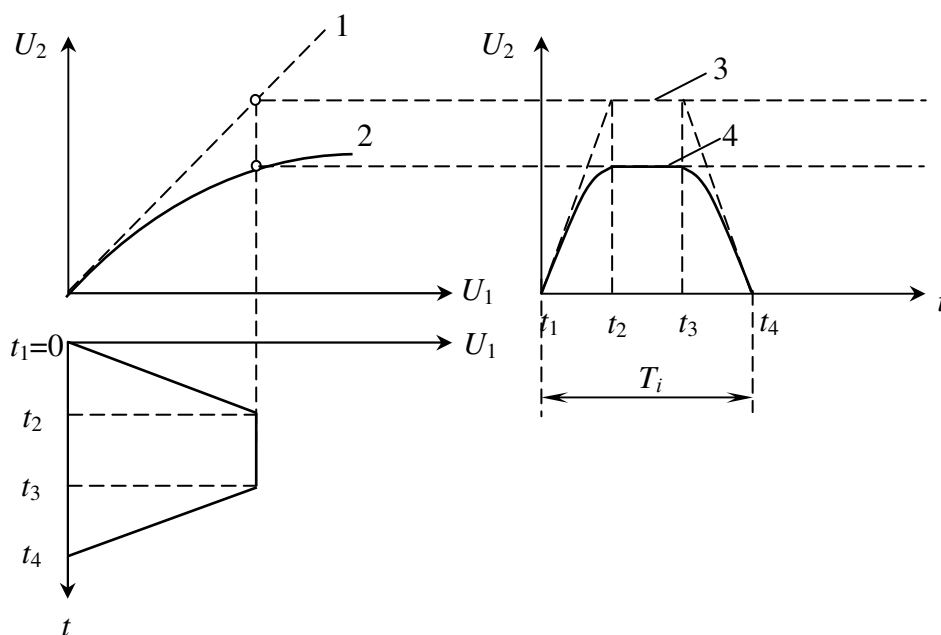


Рисунок 5 – Вплив нелінійних спотворень на ЧсРК

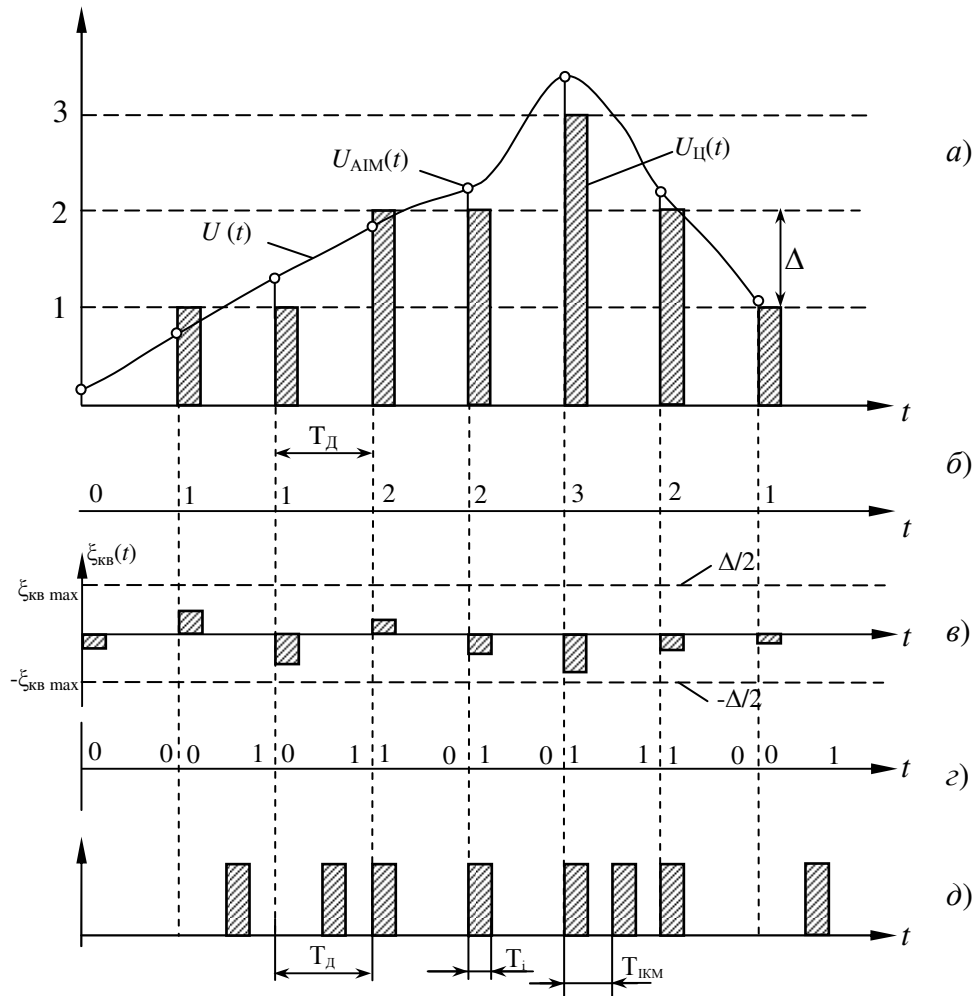
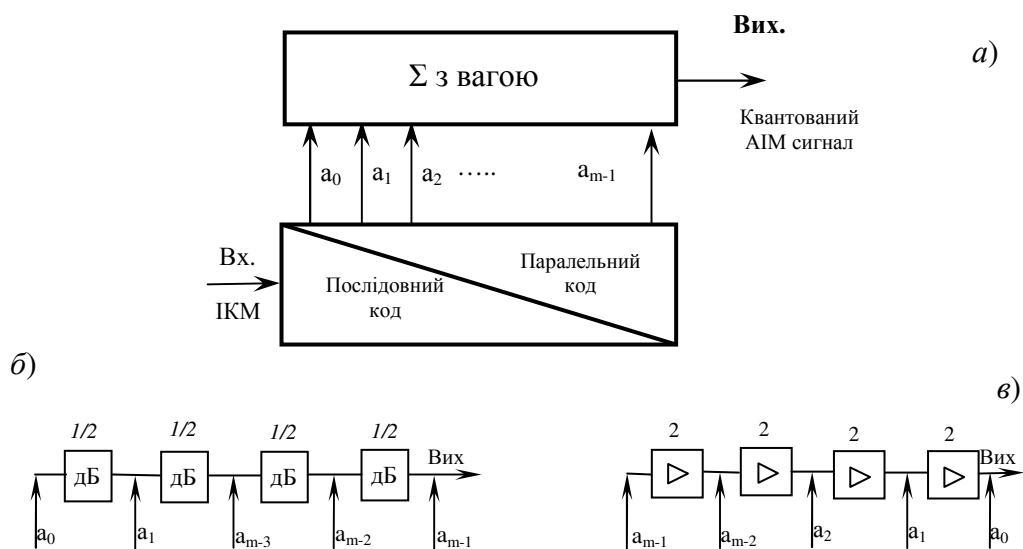


Рисунок 6 – Формування ІКМ сигналу

Рисунок 7 – Схеми а) лінійного декодера; Σ з вагою, реалізованого на подовжувачах б) та підсилювачах в) відповідно

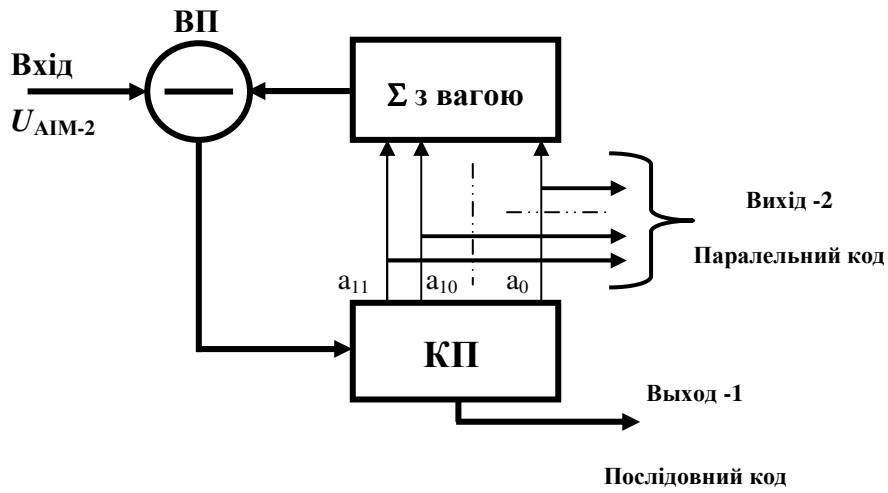


Рисунок 8 – Структурна схема лінійного кодера замкнутого типу з порозрядним зважуванням

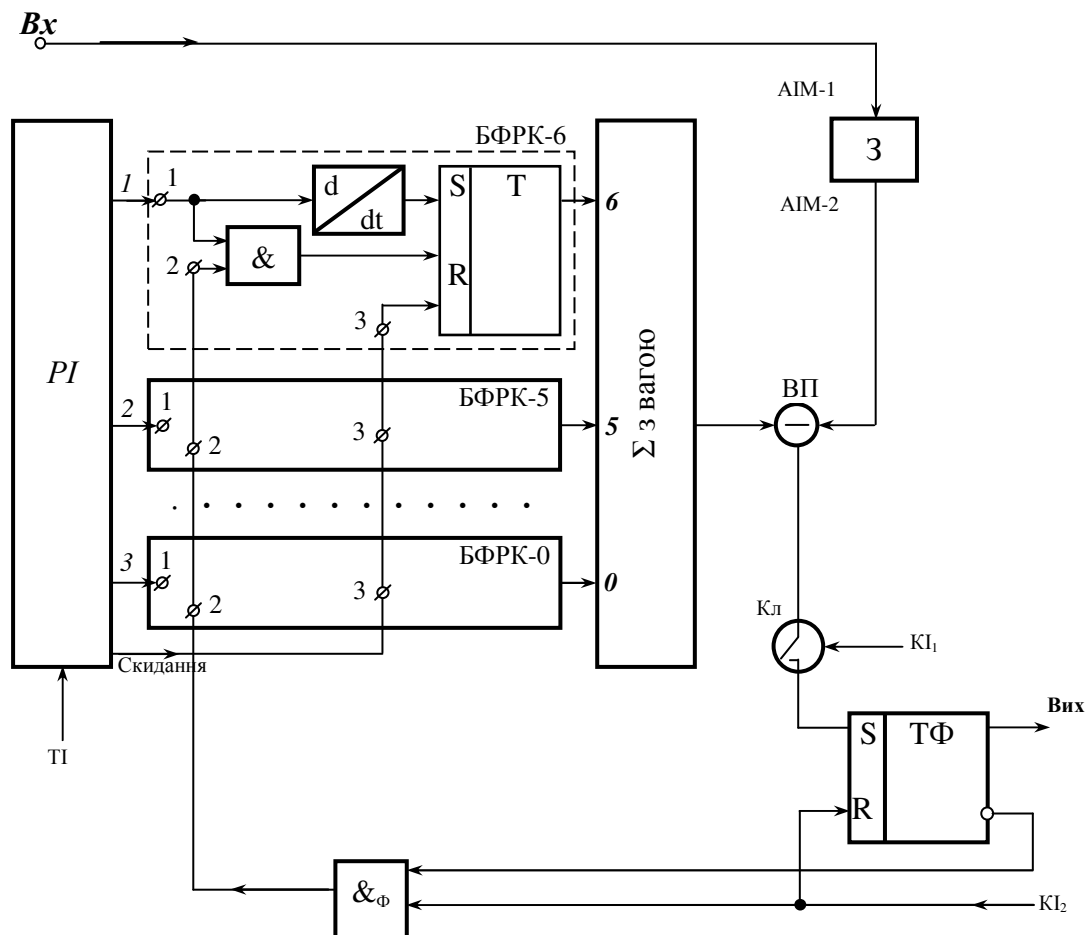


Рисунок 9 – Функціональна схема лінійного кодера замкнутого типу з порозрядним зважуванням

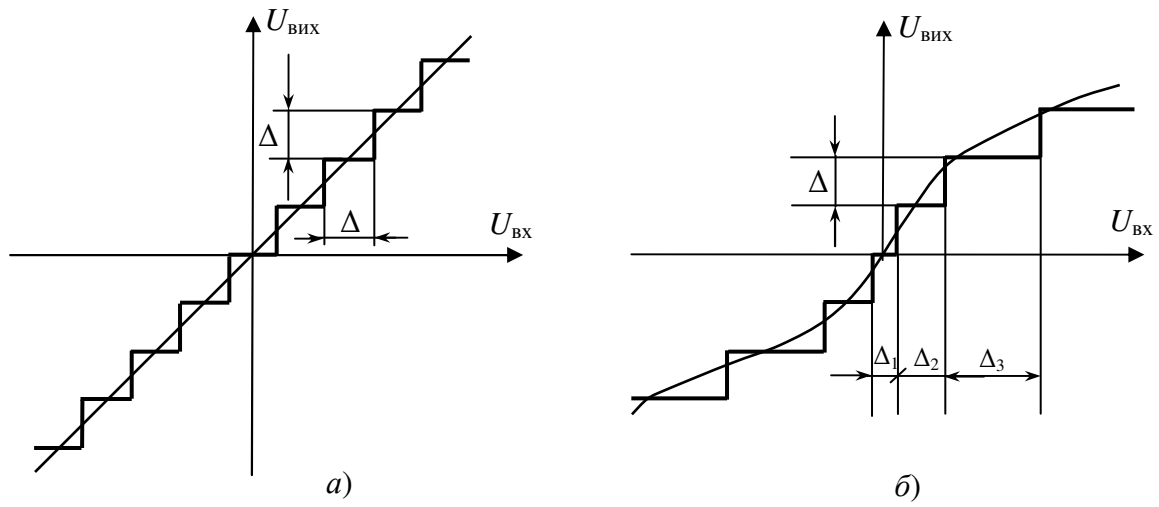


Рисунок 10 – Амплітудні характеристики *а)* лінійного та *б)* нелінійного кодера

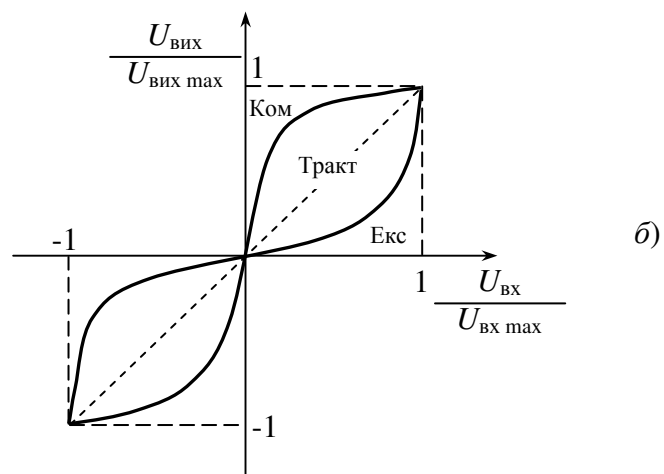
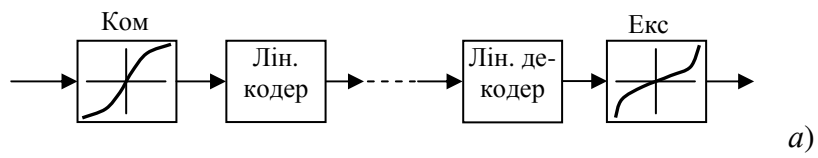


Рисунок 11 – Спрощена схема кодека *а)* та характеристика компандування *б)*

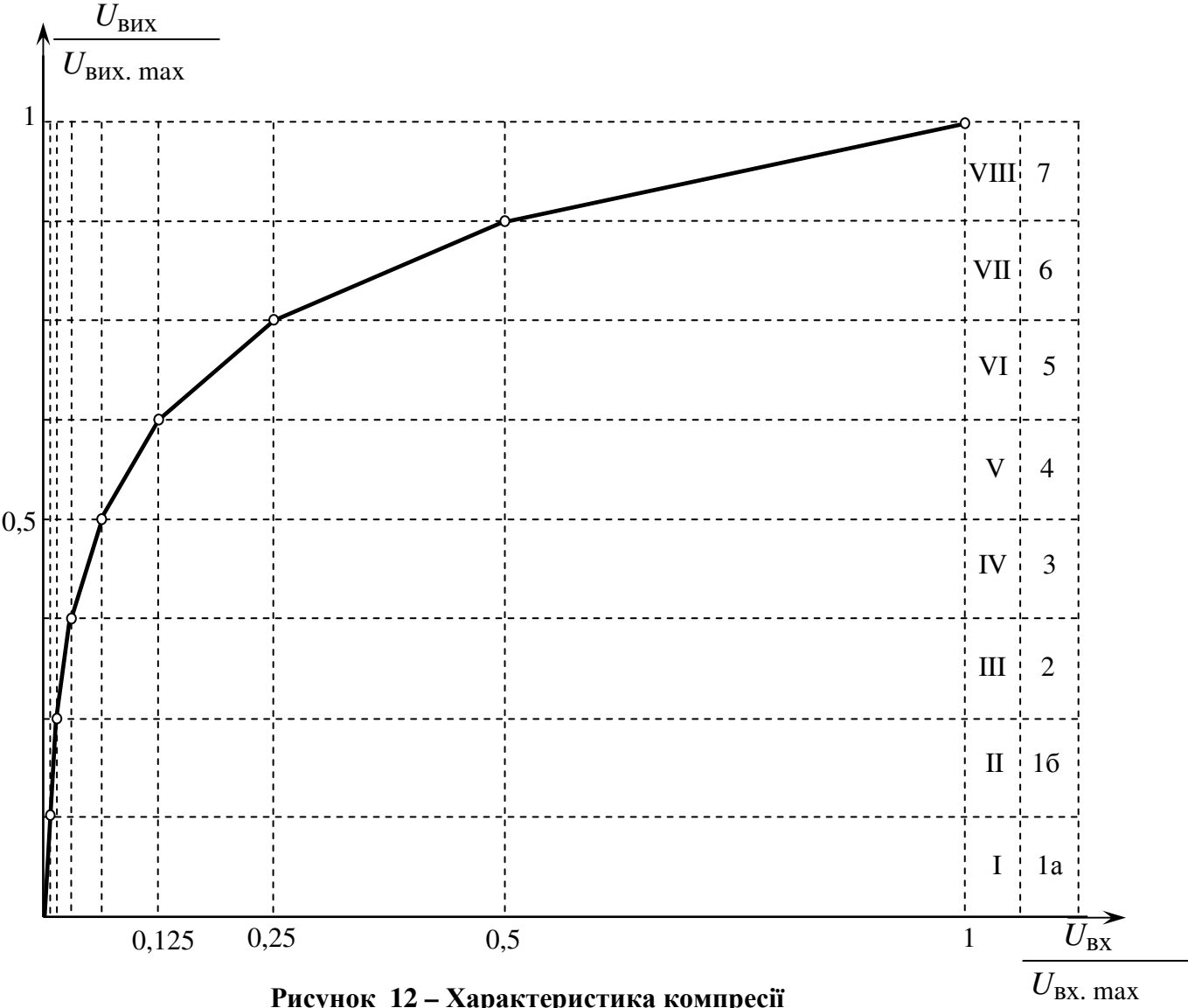


Рисунок 12 – Характеристика компресії

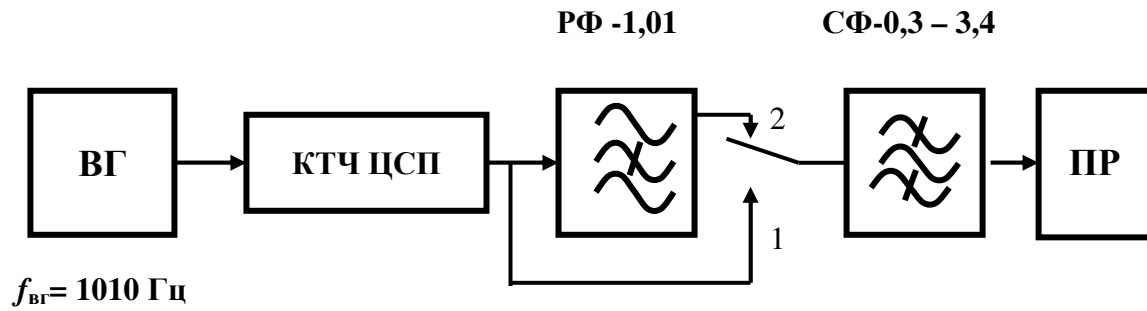


Рисунок 13 – Вимірювання захищеності від шумів квантування на гармонійному сигналі:

ВГ – вимірювальний генератор з частотою $f_{\text{ВГ}} = 1010 \text{ Гц}$;
 ПР – показник рівня

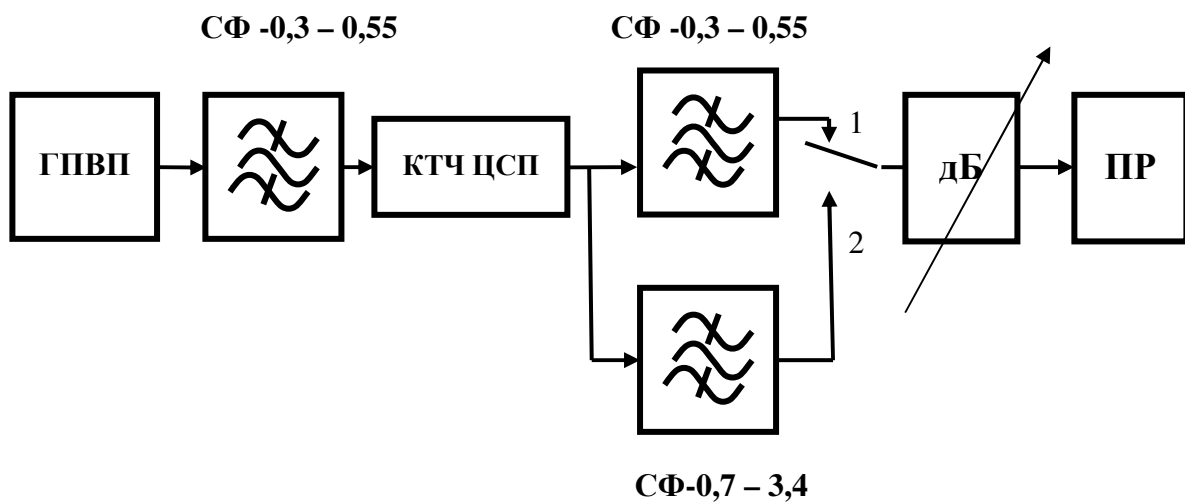


Рисунок 14– Вимірювання захищеності від шумів квантування на псевдовипадковому сигналі:

ГПВП – генератор псевдовипадкової послідовності;
 дБ – регульований подовжувач

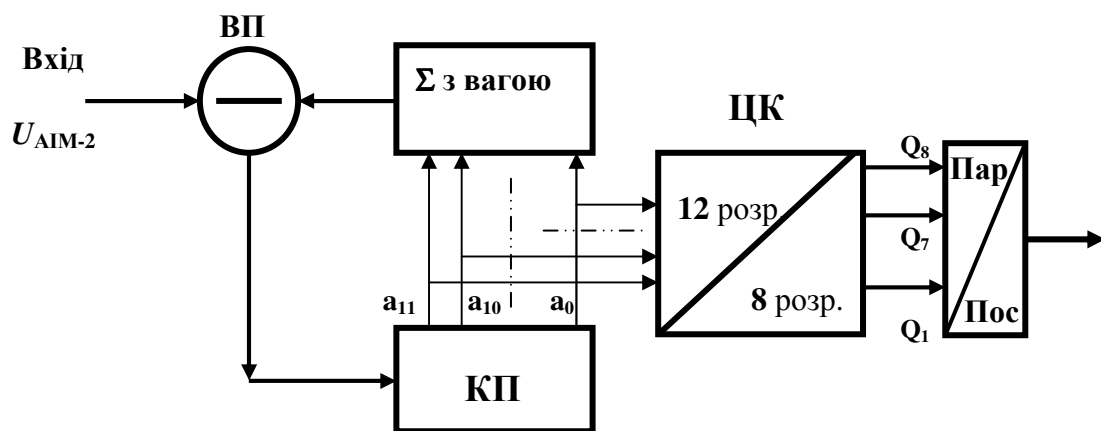


Рисунок 15 – Структурна схема нелінійного кодера з цифровим компресором (ЦК) на виході

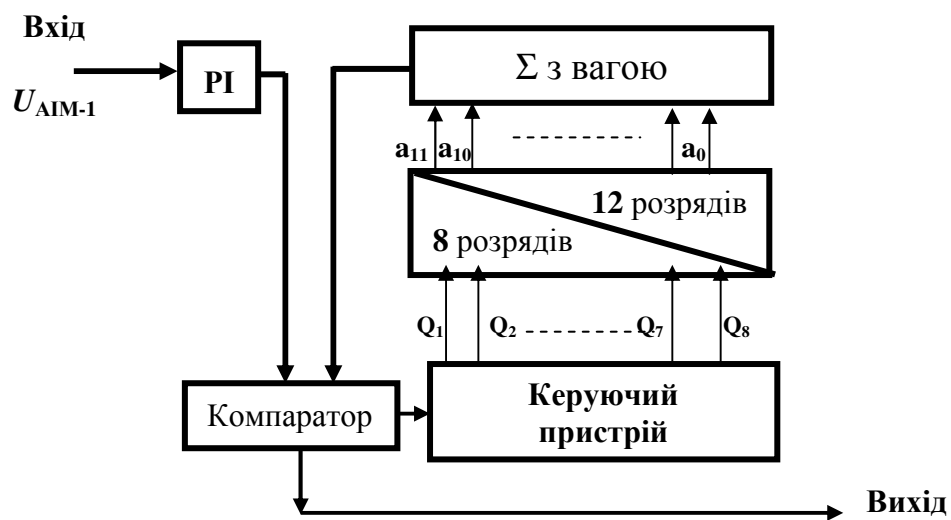


Рисунок 16 – Структурна схема нелінійного кодера з компресуючою логікою в ланцюзі зворотного зв'язку

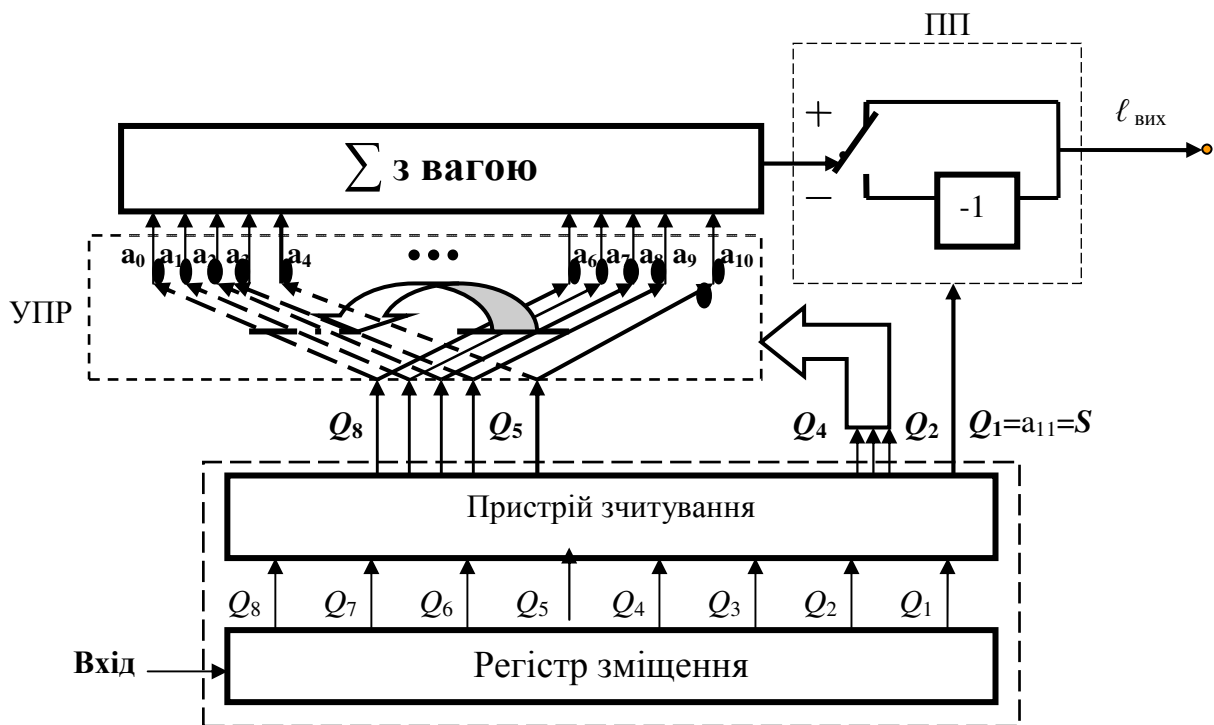
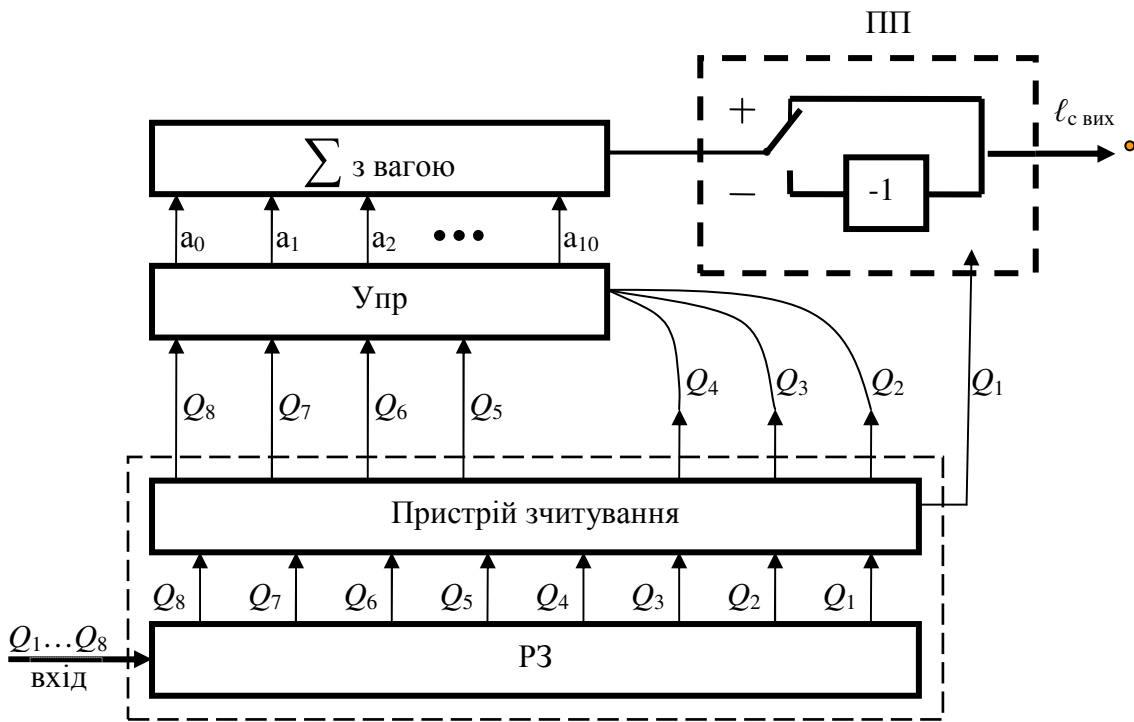


Рисунок 17 – Структурні схеми нелінійного декодера

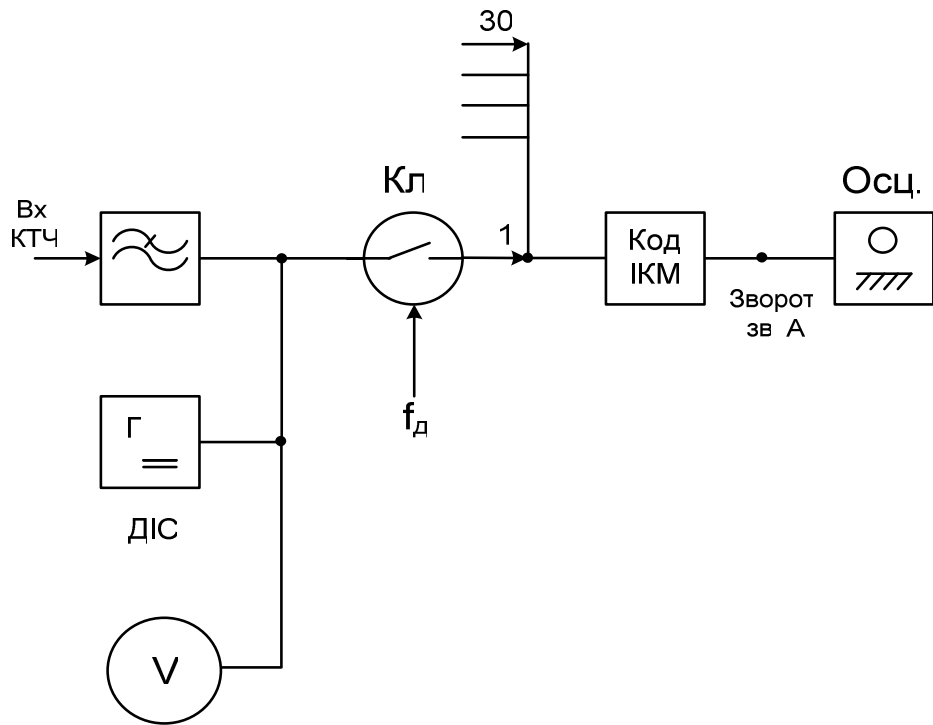


Рисунок 21 – Спрощена схема вимірювання амплітудної характеристики кодера ІКМ апаратури ІКМ-30

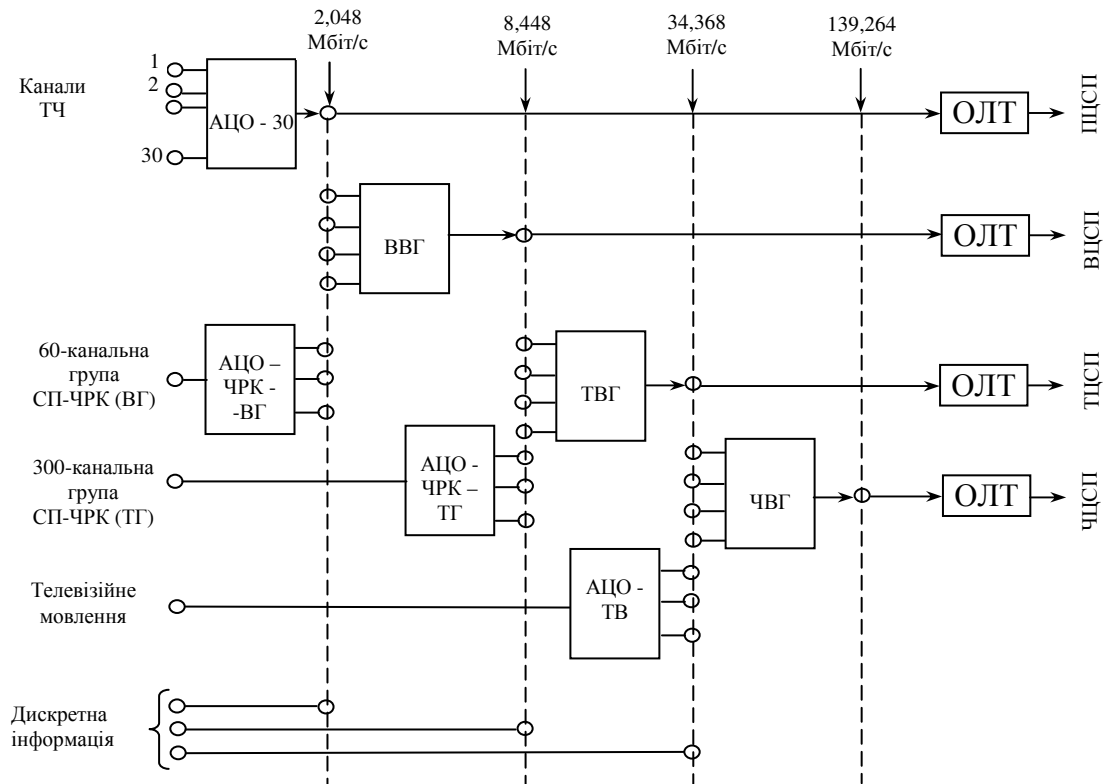


Рисунок 22 – Ієрархія ЦСП-PDH

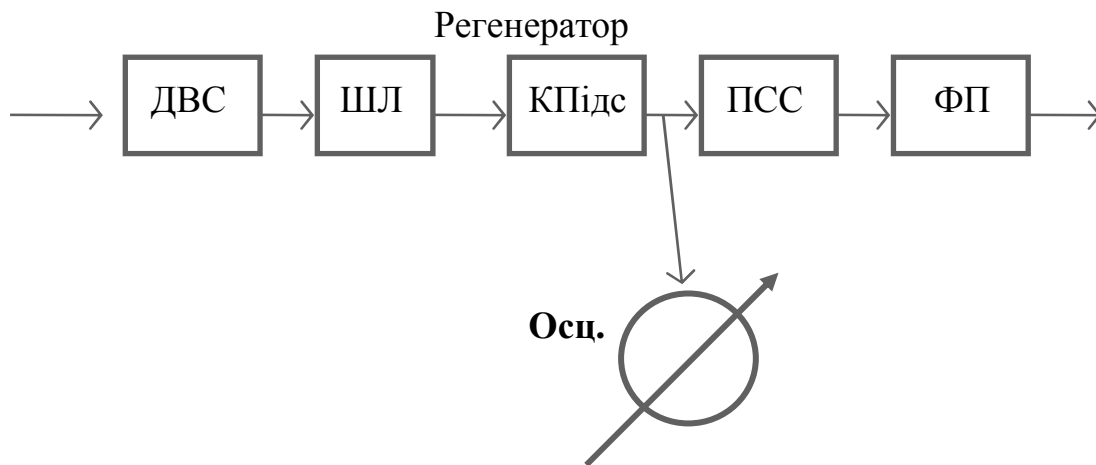


Рисунок 33 – Схема вимірювання око-діаграми

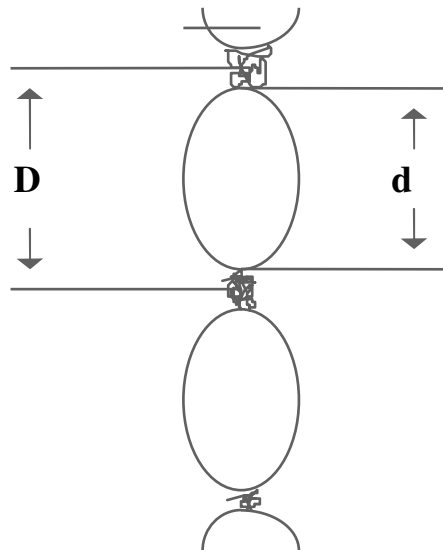


Рисунок 34 - Око-діаграма трійкового сигналу та її амплітудні параметри

Таблиця П 2 – Підготовка апаратури ІКМ-15 до роботи

N з\п	Що зробити	Як зробити	Контроль стану
1	Включити живлення	1.1. Тумблером на комірці ЕЖ блока БУК кожної КС. 1.2. Тумблером на комірці МЖ блоків БКЛТ кожної КС	Горять (світяться) світлодіоди: «РАБОТА» (Зелений) та «АВАРИЯ», «ЛС» (Червоний), якщо протилежна КС відключена.
2	Підключити кінцеву станцію (КС) до лінії	2.1. На комірках ВКП блоків БКЛТ 4-штиркові дужки встановити в положення «РАБОТА ПРД» та «РАБОТА ПРМ». 2.2. Включити дві ШЛ тумблерами ШЛ1 та ШЛ2 на комірках ВКП. 2.3. Встановити лінійні 4-штиркові дужки в положення «ПРД» та «ПР»	

Таблиця П 3 – Організація одностороннього гучномовного службового НЧ зв'язку в апаратурі ІКМ-15

N з/п	Що робити	Як робити
1	Подати живлення	Нажати кнопку «ВКЛ» на блоці сервісного обладнання «СО» кожної кінцевої станції
2	Установити початкове положення підсилювача прийому фантомного ланцюга	Замкнути перемичкою гнізда «10 км» на блоці СО
3	Підключити приймач тонального виклику ПТВ	Установити 4-штиркову дужку на комірці ПТВ блока БКЛТ в положення «Станція - Линия» та нажати кнопку «СЗ»
4	Подати <i>виклик</i> на віддалену станцію	Нажати кнопку «ВЫЗОВ» на комірці ППФ блока СО
5	Відрегулювати рівень гучності прийманого викликуваного сигналу	Плавним регулятором гучності на комірці ППФ блока СО
6	Відрегулювати якість розмовного сигналу	Перемикачем 10, 20, 30, 40, 50 км на комірці ППФ блока СЛ

Залишкове загасання КТЧ № _____ апаратури ІКМ-15

f, Гц	P _{вим} , дБ	Виміряне A _{зал} , дБ	Норма, дБ
			7 ± 1

АЧХ КТЧ № _____ апаратури ІКМ-15

$$\Delta A_{\text{зал}} = -P_{\text{вим}}(f)$$

f, Гц	300	805	1010	3000	3400	4600
P _{вим} , дБ						
ΔA _{зал} , дБ						

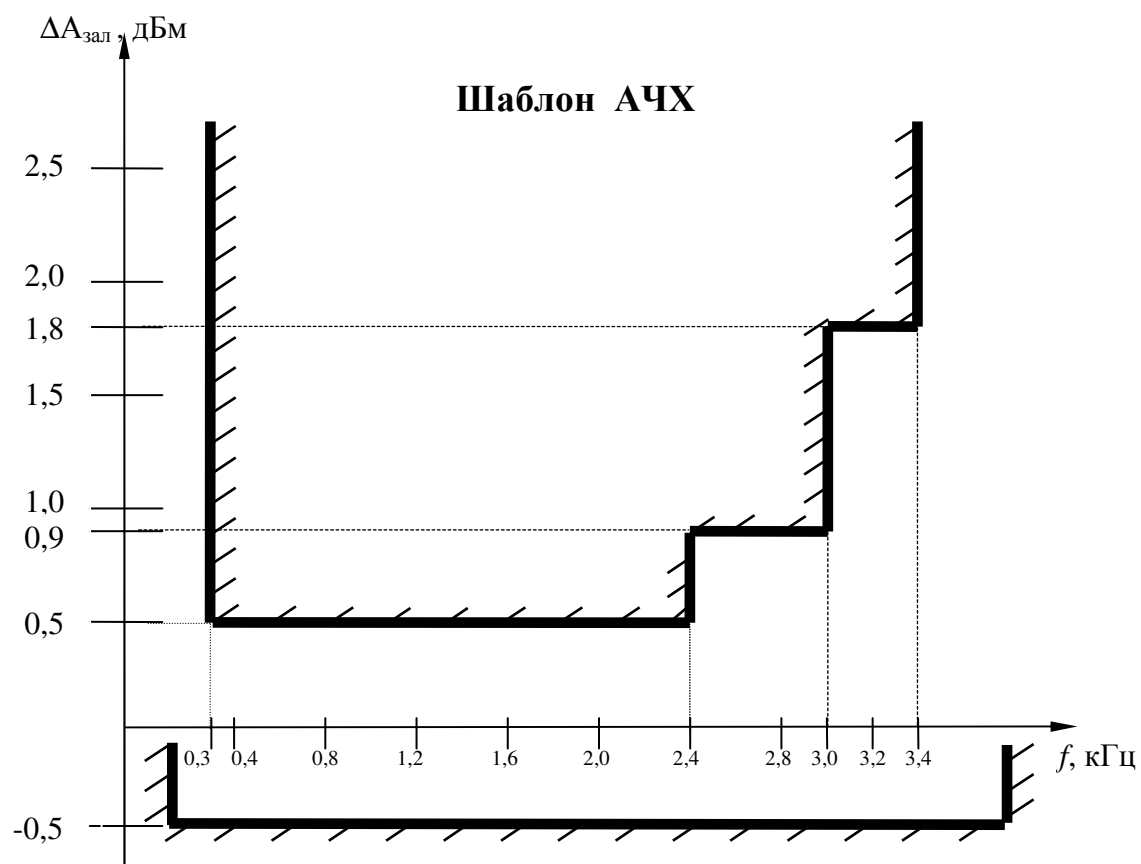


Рисунок 35 – Вимірювання АЧХ КТЧ

$$\Delta A_{\text{зал}}(p_{\text{пер}}) = p_{\text{пер}} - p_{\text{вим}}(p_{\text{пер}})$$

Відносний рівень передачі $p_{\text{пер}}, \text{дБ}_\text{м0}$	-12	0	+5
Вимірювальний рівень $P_{\text{вим}}(p_{\text{пер}}), \text{дБ}_\text{м0}$		0	
Відхилення загасання $\Delta A_{\text{зал}}(p_{\text{пер}}), \text{дБ}_\text{м0}$		0	

Шаблон АХ

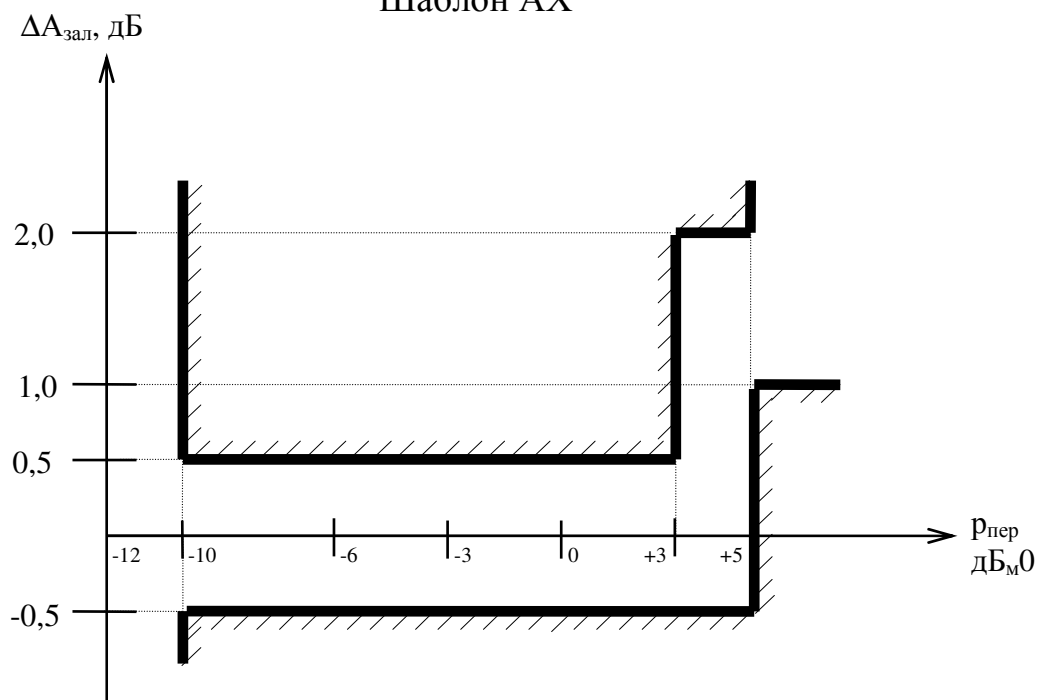


Рисунок 36 – Вимірювання амплітудної характеристики (АХ) відхиленням залишкового загасання $\Delta A_{\text{зал}}(p_{\text{пер}})$

$A_{з ш кв}$ визначається виразом $A_{з ш кв} = -p_{вим}(p_{пер})$, де $p_{вим}$ - рівень вимірюний приладом ПЕВ-ІКМ, а $p_{пер}$ – рівень передачі з виходу генератора приладу ПЕВ-ІКМ

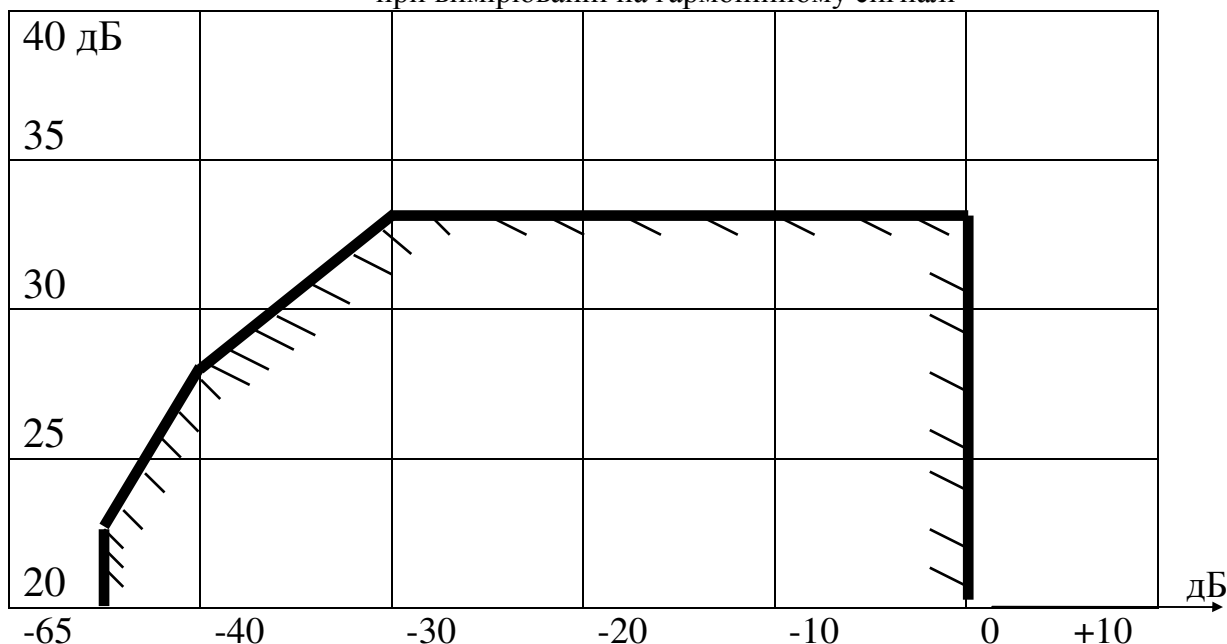
Результати вимірювань заносимо до нижченаведеної таблиці:

Рівень передачі $p_{пер}$, дБмо	-36	-24	-12	-0	+5
Захищеність $A_{з ш кв}$, дБм					

(Вимірювані значення $A_{з ш кв}$ повинні бути вище шаблона).

ШАБЛОН ЗАХИЩЕНОСТІ ВІД ШКВ

при вимірюванні на гармонійному сигналі



Рівень шуму незайнятого каналу (ШНК)	Норма
	Не більше - 65 дБмоп

Висновки:

Рисунок 37 – Захищеність від шумів квантування

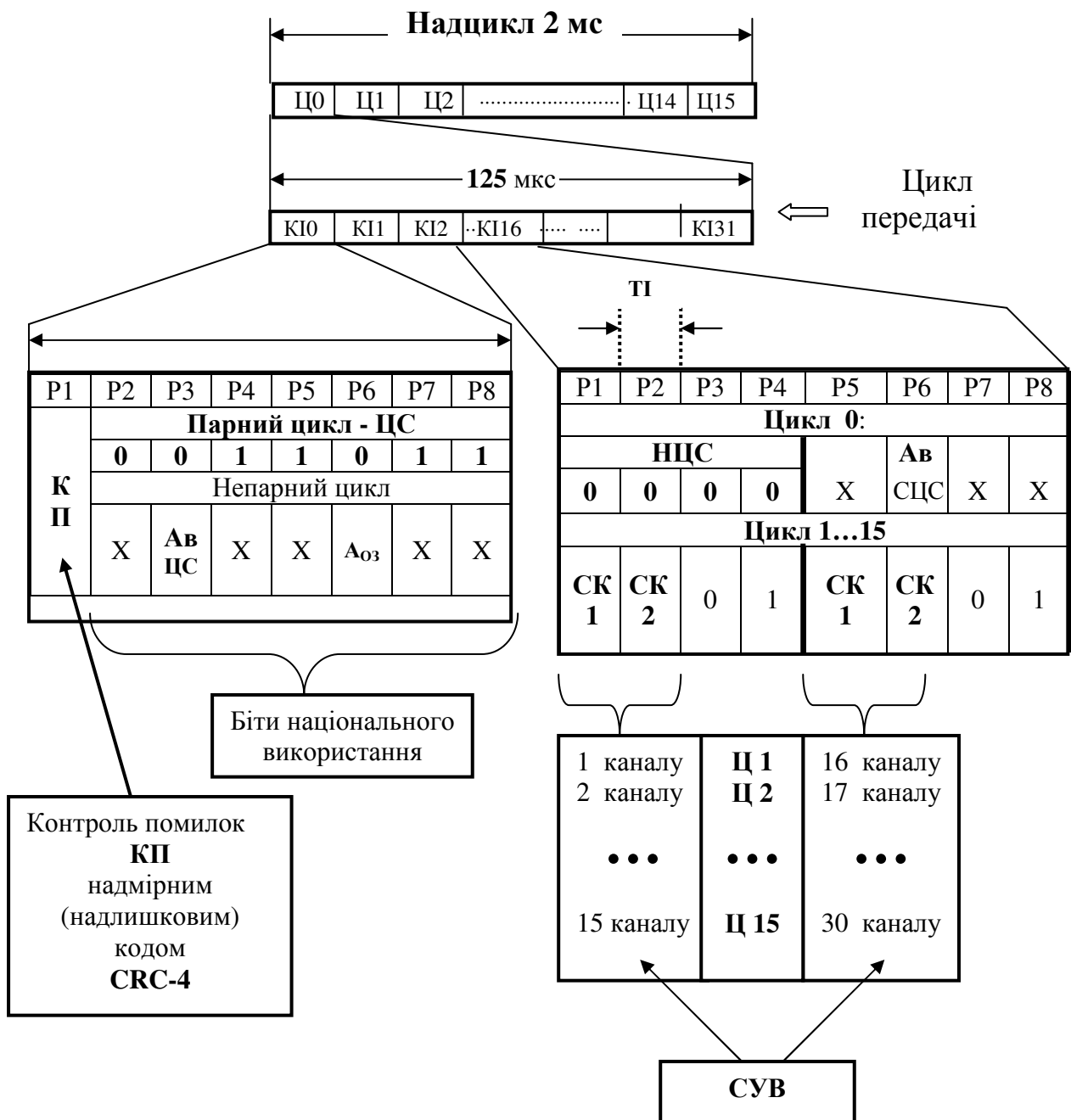


Рисунок 39 – Фрейм та суперфрейм ІКМ – 30

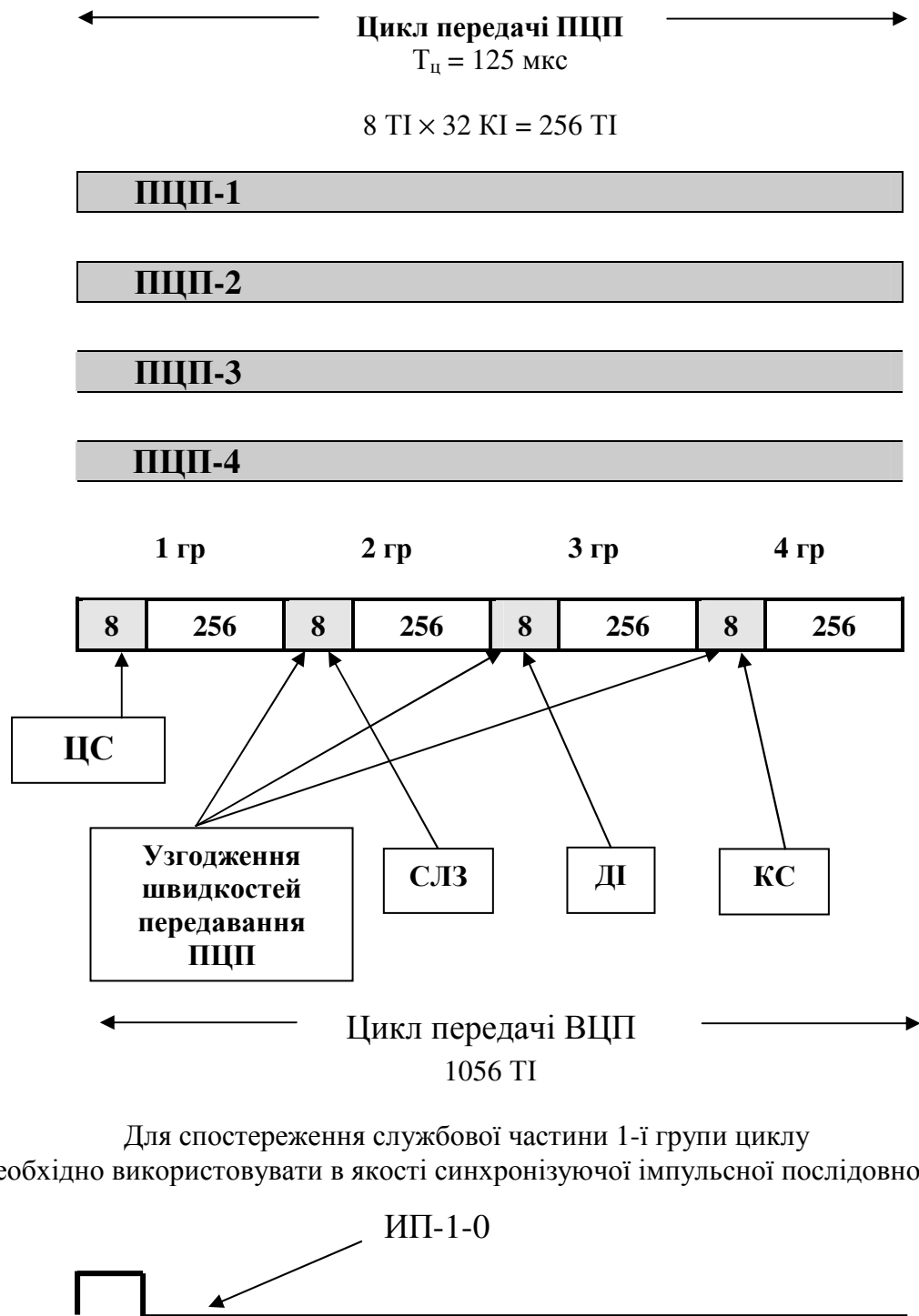
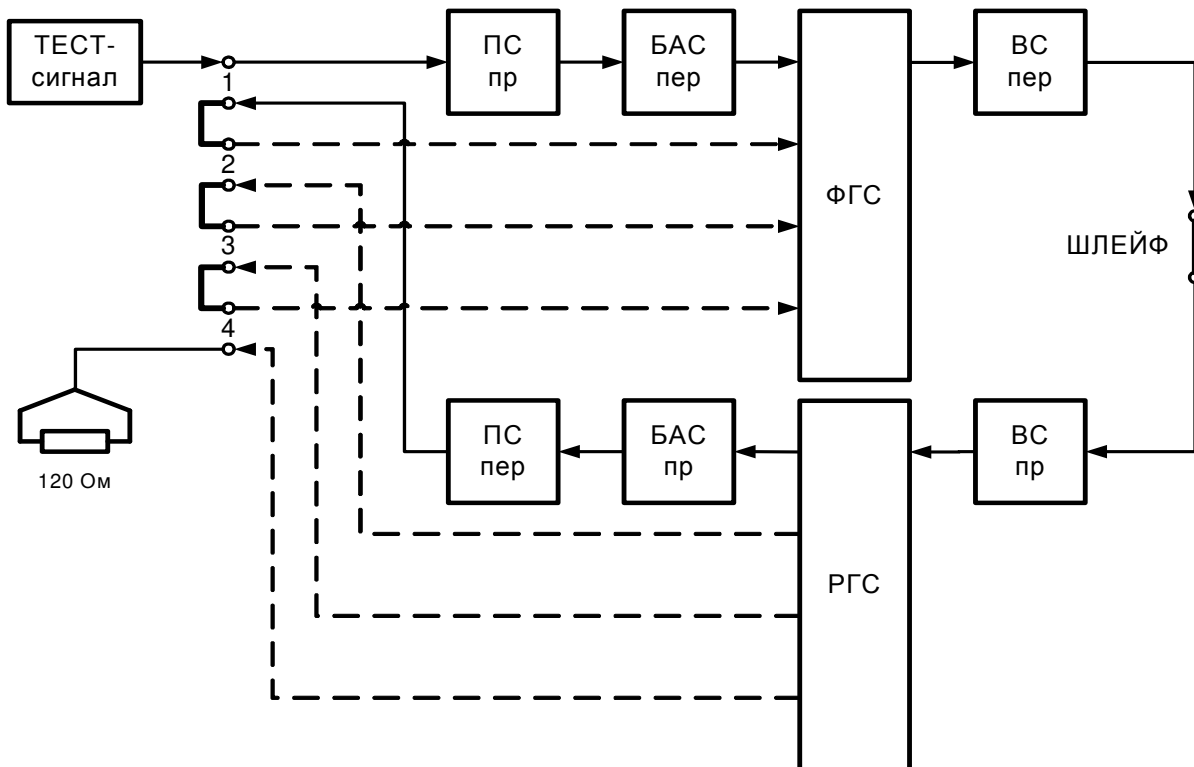
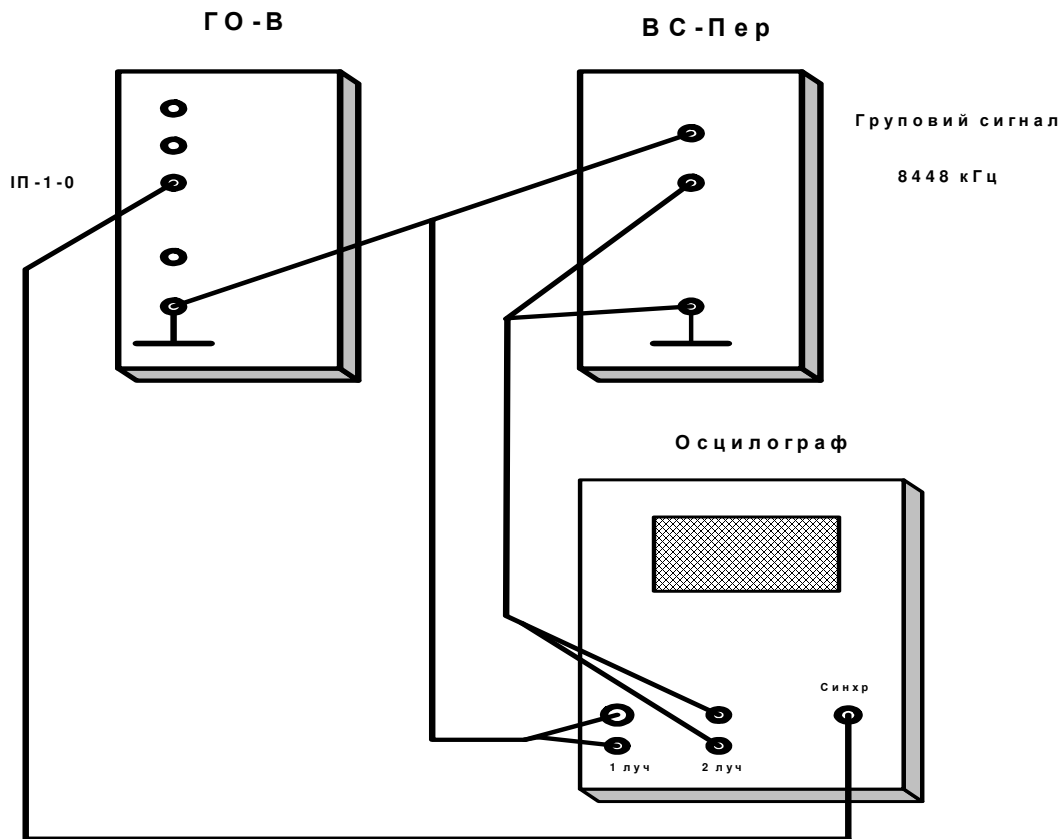


Рисунок 40 – Формування циклу передачі ЦП вторинного ступеня ієрархії ВЦП з ПЦП

Спостереження елементів фрейма



**Рисунок 41 - Схема вимірювання параметрів циклу передачі
ІСМ-120**

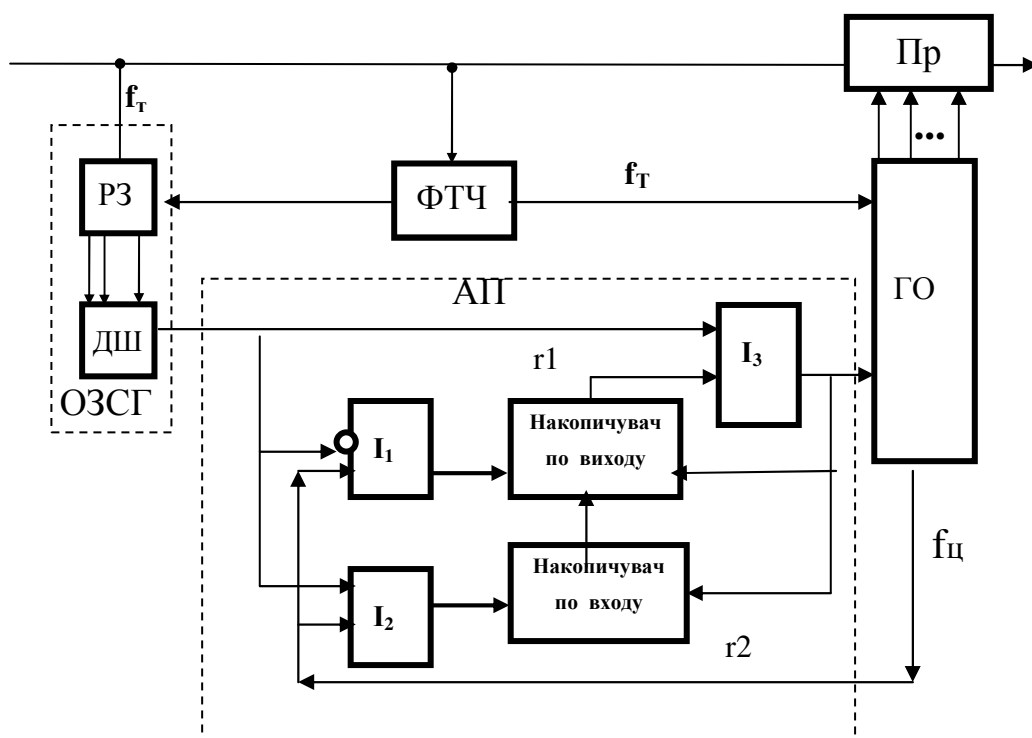


Рисунок 42 – Структурна схема ПЦС з послідовним пошуком стану синхронізму

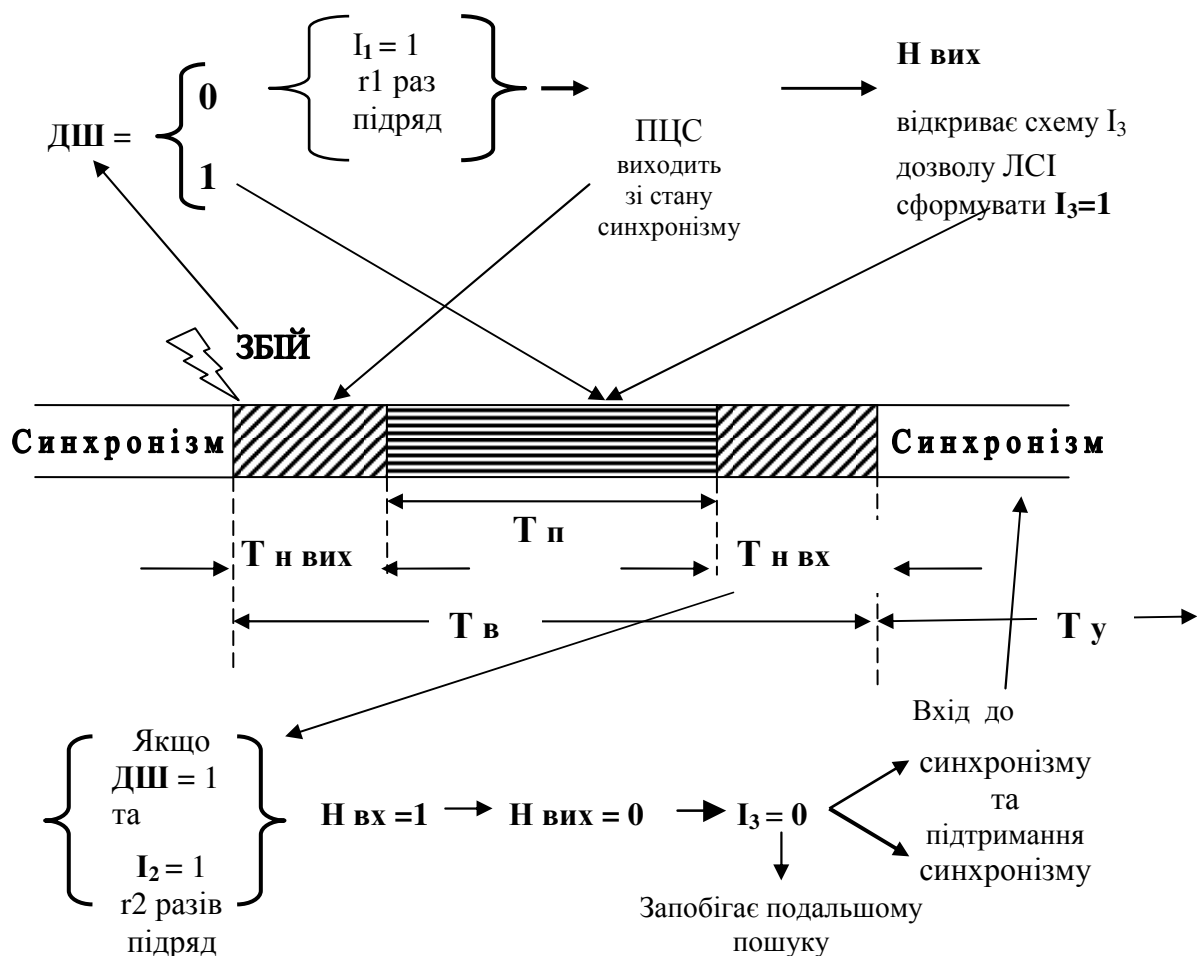
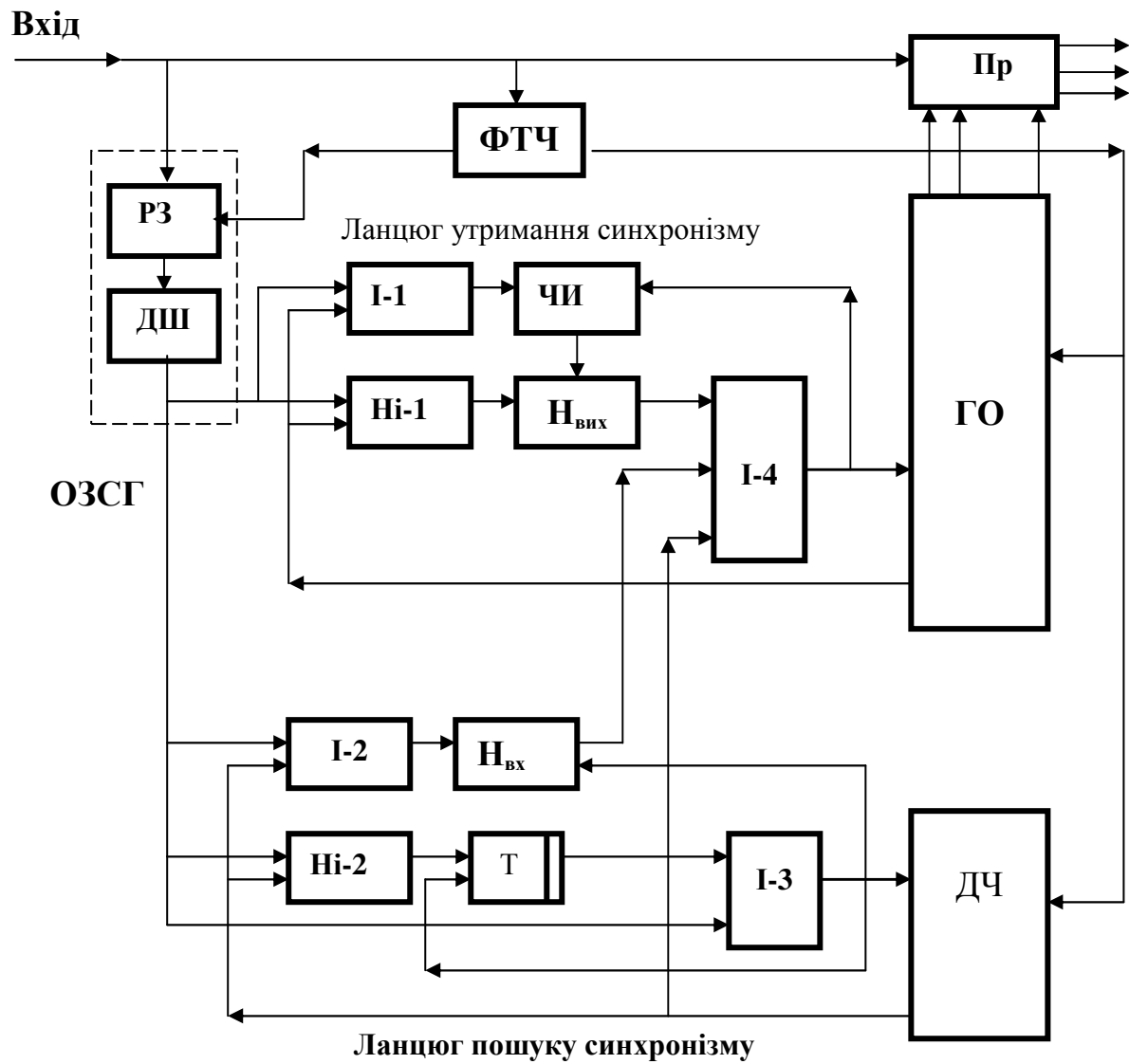


Рисунок 43 – Стани ПЦС



- 1 – накопичувач по **виходу** зі стану синхронізму (r1);
 2 – накопичувач по **входу** в синхронізм (r2)

Рисунок 46 – Структурна схема ПЦС з паралельним пошуком синхронізму

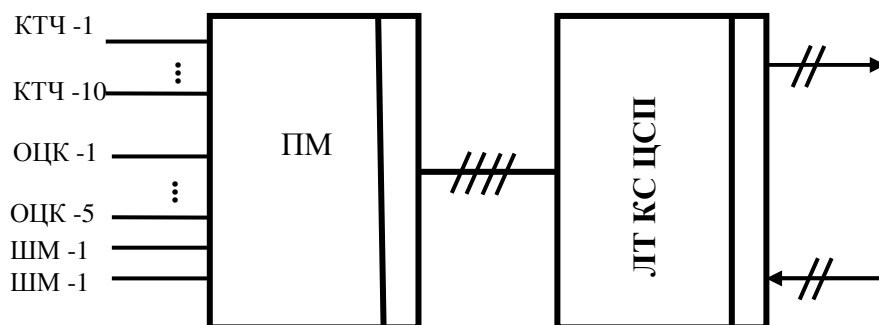


Рисунок 48 – Загальна структурна схема КС ЦСП

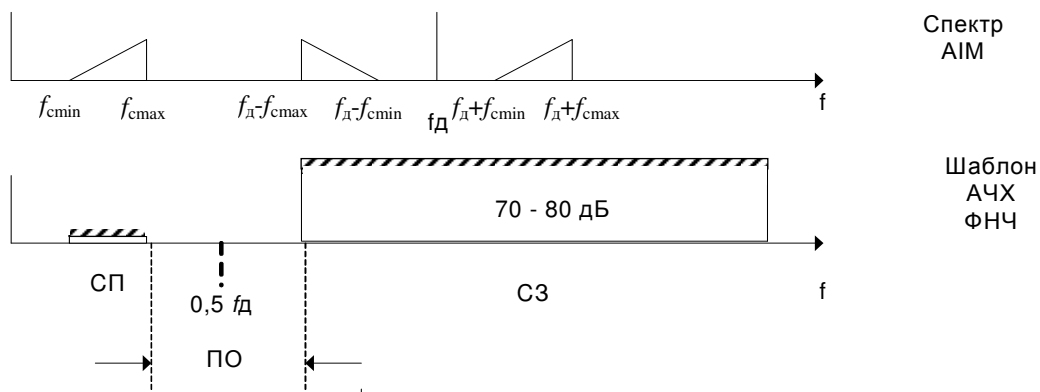


Рисунок 49– Спектр АІМ та шаблон АЧХ ФНЧ

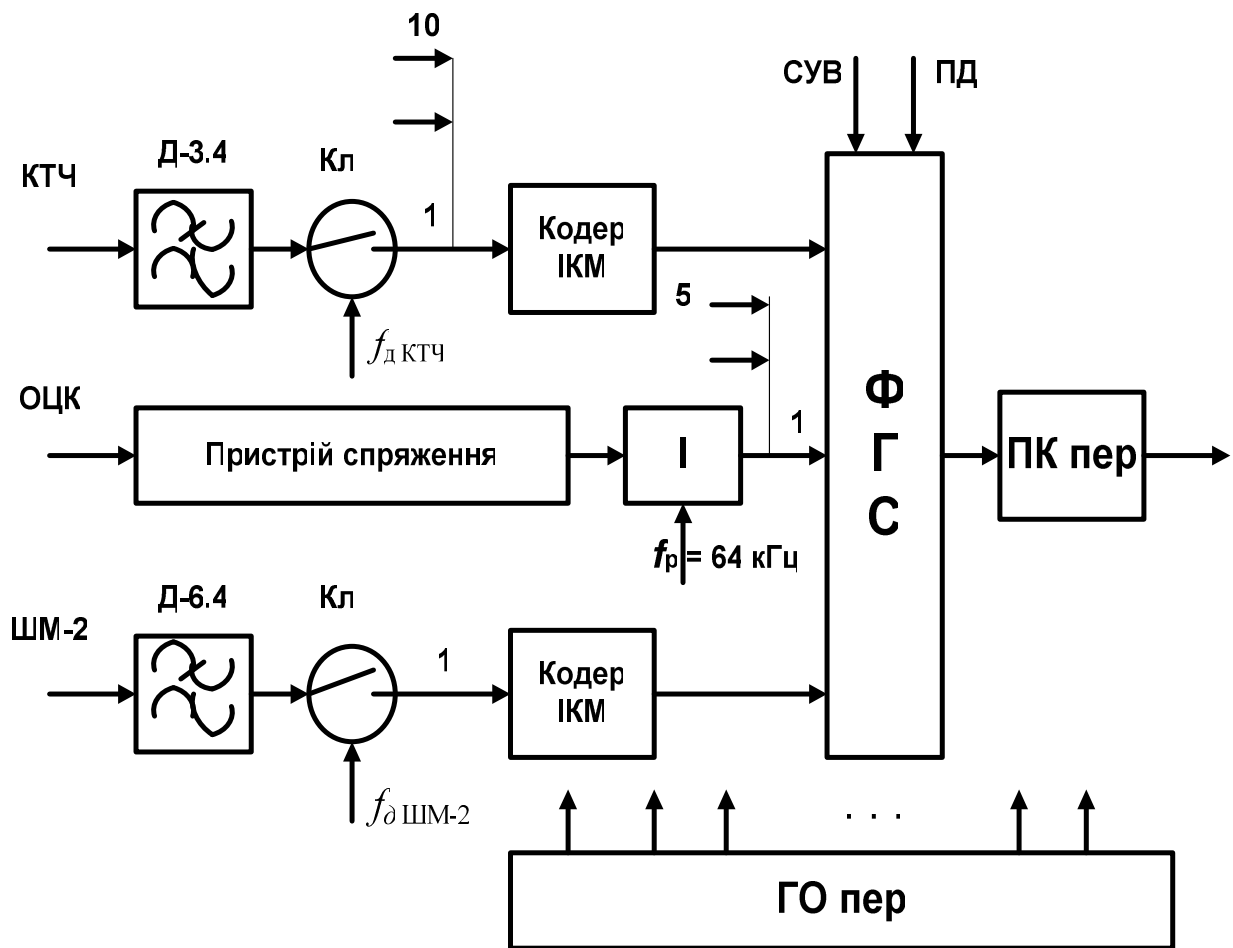


Рисунок 50 – Спрощена функціональна схема тракту передачі ІО

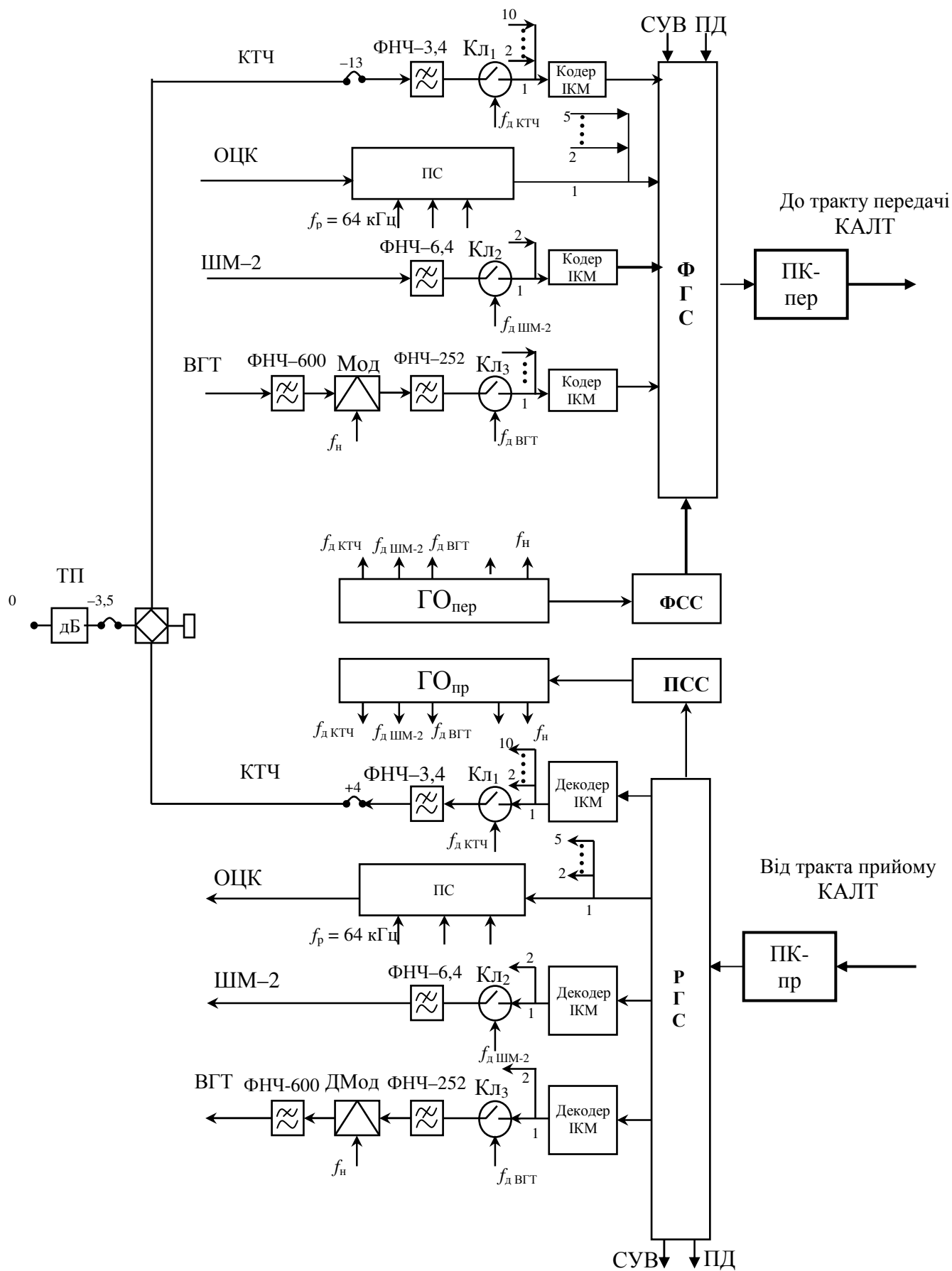


Рисунок 51 – Функціональна схема первинного мультиплексора (ПМ)

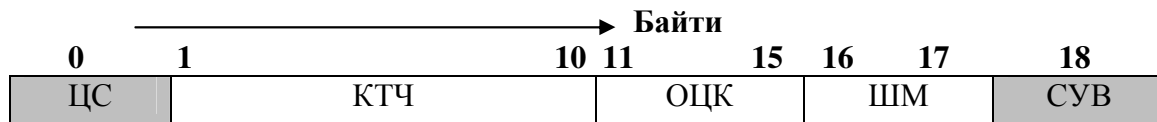


Рисунок 52 – Фрейм ЦСП розглядуваного прикладу

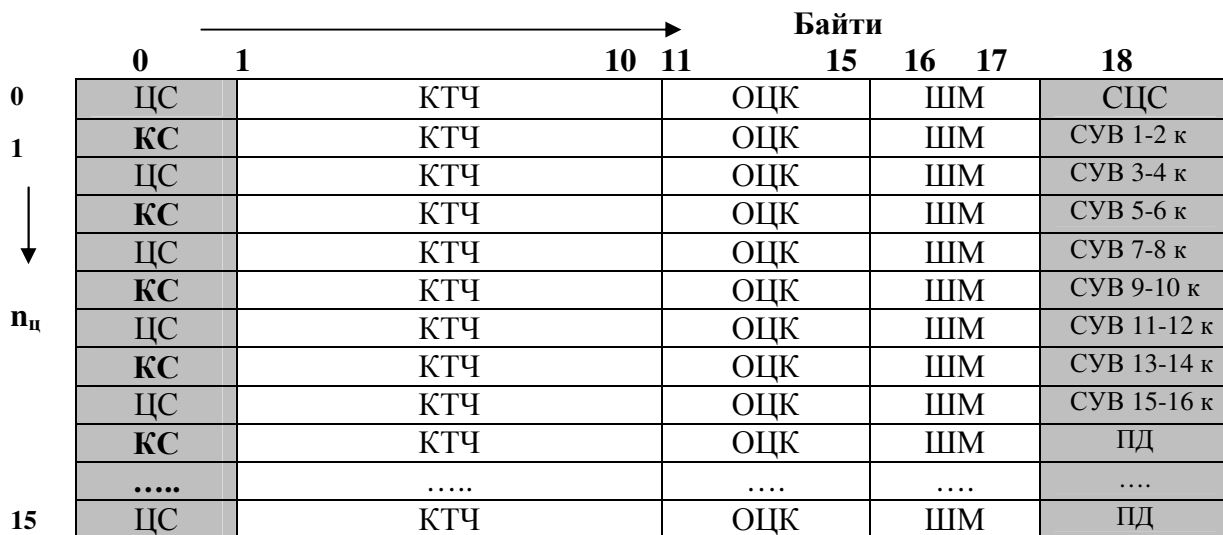
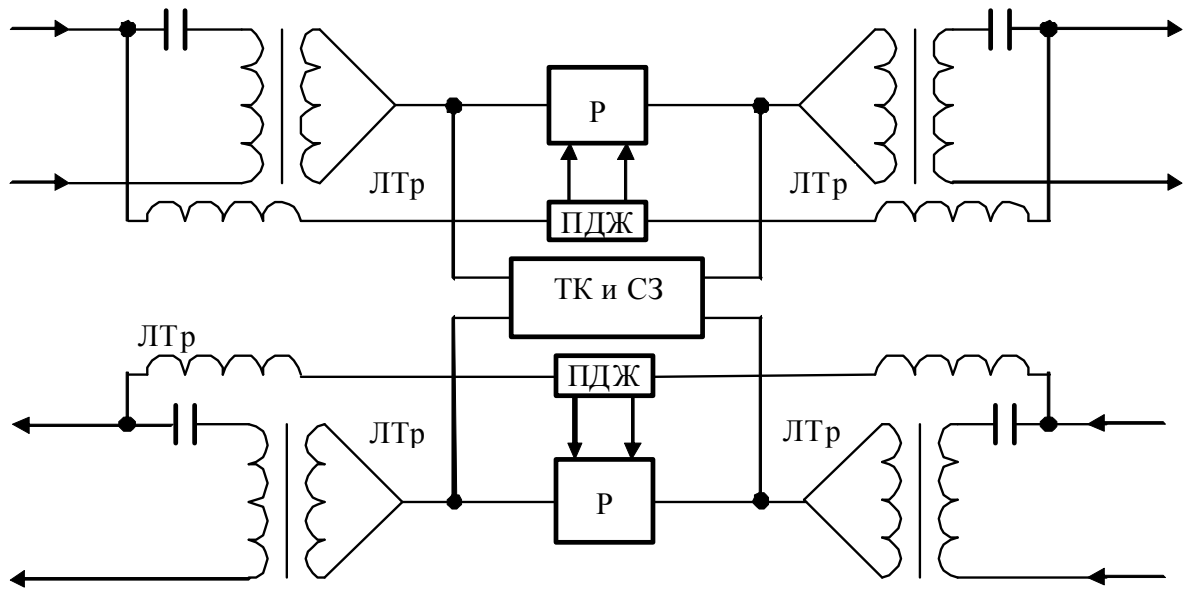
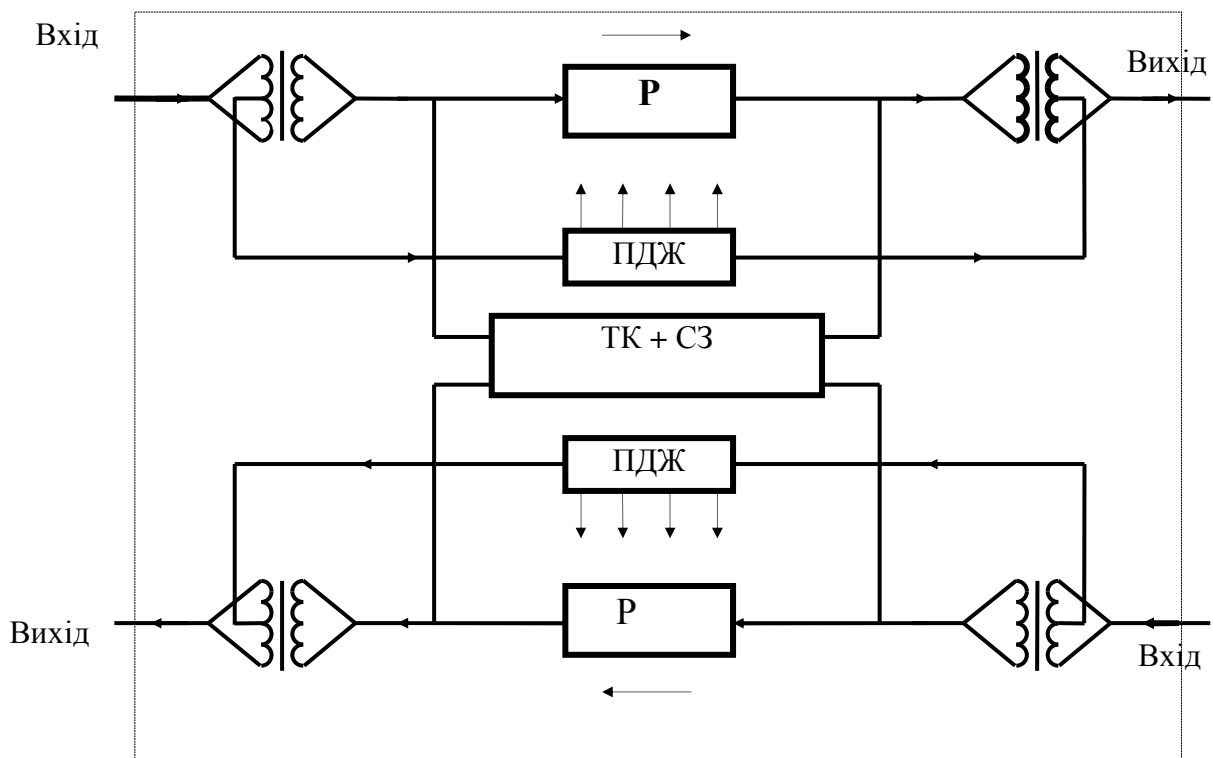


Рисунок 53 – Надцикл ЦСП розглядуваного прикладу

а)



б)



а) для коаксіального кабелю;
б) для симетричного кабелю

Рисунок 55 – Структурні схеми НРП

Рекомендована література

1. Многоканальная связь и РРЛ / [Баева Н.Н, Бобровская И.К., Брескин В.А., Фёдорова Е.Л.]. – М.: Радио и связь, 1984.
2. Основы многоканальной связи: учеб. для вузов / [Баева Н.Н, Бобровская И.К., Брескин В.А., Якуб Ю.А.]. – М.: Связь, 1975.
3. Левин Л.С. Цифровые системы передачи информации / Л.С. Левин, М.А. Плоткин. – М.: Радио и связь, 1982.
4. Скалин Ю.В. Цифровые системы передачи: учеб. для техникумов / Скалин Ю.В., Бернштейн А.Г., Финкевич А.Д. – М.: Радио и связь, 1988.
5. Гитлиц М.В Теоретические основы многоканальной связи: учеб. пособ. для вузов связи / М.В. Гитлиц, А.Ю. Лев. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
6. Брескин В.А. Проектирование магистрали с аналоговой и ИКМ системами частотного и временного разделения: учеб. пособ. / Брескин В.А. – Одесса, 1977.
7. Брескин В.А. Проектирование цифровых систем передачи: учеб. пособ. / Брескин В.А. – Одесса, 1988.
8. Цифровая связь: справочник; под ред. В.К. Стеклова. – К.: Техника, 1992.
9. Бирюков Н.Л. Транспортные сети и системы электросвязи. Системы мультиплексирования: учеб. для студентов вузов связи по специальности "Телекоммуникации" / Н.Л. Бирюков, В.К. Стеклов. – К., 2003. – 352 с.
10. Виноградов С.Н. Открытие Шаталова (Опора на механизм понимания) / Виноградов С.Н. – М.: ЦУП ЦРП, 2004.

Методичні керівництва до лабораторних робіт

11. Теоретические основы многоканальной связи: метод. руководство к лабораторным работам № 1 – 4 / [Антонов Э.М, Брескин В.А., Бритнер Л.П., Захаров В.М.]. – Одесса: ОЭИС им. А. С. Попова, 1978.
12. Пашолок П.О. Дослідження принципу апроксимації амплітудної характеристики в цифрових системах передачі (приклад кодера ІКМ-30): метод. посібник до лабораторної роботи № 135 з курсу “Цифрові системи передачі” / П.О. Пашолок, В.О. Брескін. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2001.
13. Брітнер Л.П. Дослідження характеристик кінцевої станції ЦСП часового групоутворення (приклад ЦСП ІКМ-120): метод. посібник до лабораторної роботи № 122-М / Л.П. Брітнер, П.О. Пашолок. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004.
14. Байдан І.О. Дослідження перетворювачів двійкового ІКМ – сигналу на цифровий лінійний код (приклад апаратури ЦСП ІКМ-120): метод. посібник до лабораторної роботи № 124-М з дисципліни “Системи передачі

електрозв'язку" частина 2 / І.О. Байдан, П.О. Пашолок, С.А. Степовий. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2003.

- 15.Пантелеев В.В. Исследование параметров канала тональной частоты цифровых систем передачи с ИКМ: метод. руководство к лабораторной работе №128 / В.В. Пантелеев, Л.П. Бритнер. – Одесса, 1991.
- 16.Бритнер Л.П. Изучение принципа построения и исследование характеристик ЦСП ИКМ-15: метод. руководства к лабораторным работам № 117...118 / Бритнер Л.П. – Одесса, 1989.
- 17.Брескін В.О. Дослідження принципів побудови кінцевої станції ЦСП з безпосереднім кодуванням: метод. посібник до лабораторної роботи № 130 / В.О. Брескін, П.О. Пашолок. – Одеса, 1990.
- 18.Байдан И.Е., Отливанский А.Л. Исследование линейного регенератора многоканальной системы передачи ИКМ-30: метод. руководство к лабораторной работе № 116 по курсу «Многоканальная электросвязь» / И.Е. Байдан, А.Л. Отливанский. – Одесса: ОЭИС, 1983.
- 19.Брітнер Л.П. Дослідження станційного регенератора ЦСП ІКМ-15: метод. посібник до лабораторної роботи № 120 / Брітнер Л.П. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2001.

ТАБЛИЦЯ СКОРОЧЕНЬ

PDH - плезиохронная цифровая иерархия
PDH- плезіохронна цифрова ієрархія
SDH- синронна цифрова ієрархія
SDH- синронная цифровая иерархия
АИМ- амплитудно- импульсная модуляция
АИМ- амплітудно- імпульсна модуляція
АРР- автоматична регуліровка рівня
АРУ- автоматическая регулировка уровня
АСП- аналогова система передачі
АСП- аналоговая система передачи
АХ- амплитудная характеристика
АХ-амплітудна характеристика
АЦО- аналого- цифрове обладнання
АЦО- аналого-цифровое оборудование
АЧХ- амплитудно-частотная характеристика
АЧХ- амплітудно- частотна характеристика
БАС- блок асинхронного сопряжения
БАС- блок асинхронного спряження
БСП- багатоканальна система передачі
ВВГ- вторичное временное группообразование
ВГТ- вторинний груповий тракт
ВГТ- вторичный групповой тракт
ВОСП- волоконно- оптические системы передачи
ВОСП- волоконно-оптичні системи передачі
ВРК- временное разделение каналов
ВС- випробувальний сигнал
ВЦП- вторинний цифровий потік
ВЦП- вторичный цифровой поток
ВЧГ- вторине часове групоутворення
ДЖ- дистанційне живлення
ДИ- дискретная информация
ДІ- дискретна інформація
ДП- дистанционное питание
ИКМ- импульсно- кодовая модуляция
ИС- испытательный сигнал
ІКМ- імпульсно- кодова модуляція
КАЛТ- кінцева аппаратура лінійного тракту
КИ- канальный интервал
КІ- канальний інтервал
КЛТ- кодер линейного тракта
КЛТ- кодер лінійного тракту
КС- кінцева станція
КТЧ- канал тональної частоты

КТЧ- канал тональной частоты
 ЛТр- линейный тракт
 ЛТр- лінійний тракт
 МСП- многоканальная система передачи
 НЦС- надциклова синхронізація
 ОАЛТ- оконечная аппаратура линейного тракта
 ОМ- оптический модем
 ОМ- оптичний модем
 ОС- оконечная станция
 ОЦК- основной цифровой канал
 ОЦК- основной цифровой канал
 ПГТ- первинний групповой тракт
 ПГТ- первичный групповой тракт
 ПМ- первинний мультиплексор
 ПМ- первичный мультиплексор
 ПЦП- первинний цифровой потік
 ПЦП- первичный цифровой поток
 СЛЗ- службовый зв'язок
 СЛС- служебная связь
 СПЕЗ- системы передачи электрозв'язку
 СПЭС- системы передачи электросвязи
 СУВ- сигналы управления и взаимодействия
 СУВ- сигналы управления и взаимодействия
 СЦС- сверхцикловая синхронизация
 ТкС- телекоммуникационные системы
 ТкС- телекомунікаційні системи
 ФНЧ- фильтр нижних частот
 ФНЧ- фільтр нижніх частот
 ФТЧ- формирователь тактовой частоты
 ФТЧ- формувач тактової частоти
 ЦС - циклова синхронізація
 ЦС- цикловая синхронизация
 ЦСП- цифровая система передачи
 ЦСП- цифровая система передачи
 ЧРК- частотное разделение каналов
 ЧРК- частотний розподіл каналів
 ЧсРК- часовий розподіл каналів

Здано в набір 11.10.2010 Підписано до друку 23.10.2010
Формат 60х90/16 Зам. № 43
Тираж 150 прим. Обсяг 4,5 друк. арк.
Віддруковано на видавничому устаткуванні фірми RISO
у друкарні редакційно-видавничого центру ОНАЗ ім. О.С. Попова
м. Одеса, вул. Старопортофранківська, 61
Тел. 720-78-94
ОНАЗ, 2010