Міністерство транспорту та зв'язку України

Державний департамент з питань зв'язку та інформатизації

Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

Кафедра комутаційних систем

І. М. Соловська

Системи комутації електрозв'язку

Модуль 3.4 – Цифрові системи комутації

Частина 1. Навчальний посібник

ЦИФРОВІ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ

Для студентів факультетів ІМ, ТКС, ННІ «Поштовий зв'язок»

Напряму Телекомунікації – 0924

Одеса 2007

Навчальний посібник розроблений

І. М. Соловською

Навчальний посібник розглянуто на засіданні кафедри

Протокол № 6 від 29 грудня. 2006 р.

Зав. кафедрою **проф. Ложковський А. Г.**

Навчальний посібник розглянуто методичною радою факультету ІМ

Протокол № 8 від 8 лютого 2007 р.

Декан фак-ту ІМ **проф. Стрелковська І. В.**

1 ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «***Системи комутації електрозв'язку***» вивчається студентами факультетів ІМ, ТКС, ННІ «Поштовий зв'язок»на модулях 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1 та 4.2 за напрямком бакалаврської підготовки Телекомунікації.

Модуль 3.4 – Цифрові системи комутації

Розподіл навчального часу модуля 3.4 дисципліни «Системи комутації електрозв'язку»

Семестровий контроль – іспит

Вид занять	Кількість годин	Модуль 3.4								
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Лекції	**18**	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Вправи, семінари, практичні заняття	**10**	2		2		2		2		2
Лабораторні заняття	**18**	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Всього аудиторних годин	**46**	6	4	6	4	6	4	6	4	6
Індивідуальна та самостійна робота	**34**	2	4	4	4	4	4	4	4	4
РАЗОМ	**70**	8	8	10	8	10	8	10	8	10
Контрольні заходи модулів		*Вид*$_{СРС}$			*Зд*$_{СРС}$	*Вид*$_{СРС}$			*Зд*$_{СРС}$	

2 ПЕРЕЛІК ЗНАНЬ І ВМІНЬ

Студент **повинен знати** принципи організації групового тракту, визначення понять груповий тракт, канальний інтервал, кодове слово; методи комутації – комутацію каналів та комутацію пакетів; принципи побудови вузькосмугових синхронних цифрових комутаційних полів ЦСК з комутацією каналів – блоків просторової, часової, просторово-часової комутації, принципи та варіанти керування комутаційними блоками; структури та принципи побудови синхронних цифрових комутаційних полів; принципи побудови широкосмугових асинхронних цифрових комутаційних полів ЦСК з комутацією пакетів на базі технологій *ATM* та *Ethernet* – пакетних комутаторів з загальною пам'яттю, з загальною шиною та просторовим розділенням.

Студент **повинен вміти** синтезувати схеми вузькосмугових та широкосмугових цифрових комутаційних полів, аналізувати процедури комутації.

3 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№	Тема та зміст лекції, додатковий матеріал самостійного вивчення	Література по темі
1	**Узагальнена функціональна схема цифрової системи комутації** (ЦСК). Основні підсистеми ЦСК. Призначення та функції. Мережні можливості та номенклатура послуг.	2, 3,5
2	**Підсистема абонентського доступу**. Аналогові абонентські лінії ЦСК – стик *Z*, функції *BORSCHT*. Стандартизовані стики первинного та базового доступу (*PRI* и *BRI*) – стики *R, S_0, T*, U_0, U_{k2}.	1, 2, 3
3	**Підсистема лінійного доступу**. Мережні стики ЦСК – інтерфейси *V1…V4, A, B, C*. Стик з мережею доступу – інтерфейси *V5.1* и *V5.2*.	3
4	**Концентрація абонентського навантаження**. Виносні абонентські та комутаційні модулі ЦСК. Специфіка використання виносних модулів в різних системах ЦСК.	2, 3, 5
5	**Особливості побудови комутаційного поля типових систем ЦСК**. Комутаційні параметри та пропускна здатність.	2, 5
6	**Принципи сигналізації в ЦСК**. Сигналізація виділеним каналом. Сигналізація спільним каналом. Сигналізація в цифрових абонентських лініях *DSS-1*.	2, 4, 5
7	**Процеси та алгоритми встановлення з'єднання в ЦСК**. З'єднувальні тракти та протоколи. Взаємодія ЦСК з обладнанням існуючих мереж стаціонарного та мобільного зв'язку.	1,2,4
8	**Перспективи переходу до мереж наступного покоління *NGN***. Реалізація *IP* та широкосмугових послуг. Конвергенція мереж з комутацією каналів і пакетів. Програмні комутатори *Softswitches.*	

ПЕРЕЛІК МАТЕРІАЛІВ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1 Стовбун Г. В. Цифровая система коммутации «Квант-Е». Блок абонентских линий: Учебное пособие. – Одесса: ОНАС им. А. С. Попова, 2002.

2 Романцов В. М., Соловська І. М., Стовбун Г. В. **Збірник схем до курсу СКЕЗ-2**. Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», SI-2000, EWSD. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004.

3 Долгий С. О. и др. **Современные телекоммуникации**. Технологии и экономика. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.

4 **Борщ В. І., Коршун Є.І., Туманов Ю. Г., Чумак М. О.** Сигналізація й синхронізація в телекомунікаційних системах. – К.: Наукова думка, 2004.

5 Б. И. Крук, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов Телеком-мутационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 - Современные технологии / Под. ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М: Горячая линия - Телеком, 2005.

4 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Завдання 1 Впровадження ЦСК "Квант-Е" на МТМ із п'ятизначною нумерацією

Умова завдання

На районованій міській телефонній мережі (МТМ) із п'ятизначною нумерацією працюють чотири аналогових РАТС:

- РАТС-2 типу АТСК-У, ємністю N_2 = 10 000 номерів;
- РАТС-3 типу АТСК-У, ємністю N_3 = 8 000 номерів;
- РАТС-4 типу АТСК-У, ємністю N_4 = 6 000 номерів;
- РАТС-5 типу АТСКЕ "Квант", ємністю N_5 = 2 048 номерів.

Місто обслуговує цифрова автоматична міжміська телефонна станція (АМТС) типу *EWSD*. Обладнання вузла спецслужб (ВСС) розташоване в автозалі РАТС-3. Відстані між РАТС вибрати самостійно.

Для телефонізації нового житлового масиву вводиться в експлуатацію ЦСК типу "Квант-Е" ємністю $N_{ЦСК}$, що складається з опорного обладнання (ОпО), а також p виносних комутаційних (ВКМ) і z виносних абонентських модулів (ВАМ), кількість яких наведено в табл. 4.1. Ємність ВКМ становить 2048 і 1024 номерів, а для ВАМ – 256 і 512 номерів.

В цифровій системі комутації (ЦСК) для опорного обладнання (ОпО) використовуються аналогові абонентські модулі ємністю $N_{АМ}$, які включено до опорного обладнання цифровими з'єднувальними лініями $V_{ЦЗЛ}$. Числові значення $N_{АМ}$ та $V_{ЦЗЛ}$.наведені в табл. 4.1. Для взаємодії з іншими станціями міської телефонної мережі між ОпО "Квант-Е" і РАТС, АМТС і ВСС утворюються пучки цифрових з′єднувальних ліній (ЦЗЛ), кількість яких $V_{Ц\text{-}J}$ зазначено в табл. 4.1.

Для забезпечення абонентів комутованим доступом до мережі *Internet* (*dial-up*) на МТМ планується організація при ОпО пункту присутності I*nternet – IPOP*[1] та організація зв'язку для групи абонентів за допомогою безпровідного доступу (технологією *DECT*).

Таблиця 4.1 – Вихідні дані $N_{ЦСК}$, $N_{АМ}$, $V_{ЦЗЛ}$, p, z

Цифра **X**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Ємність АМ, $N_{АМ}$	256	192	448	256	448	320	384	192	256	448
Кількість ЦЗЛ до ОпО, $V_{ЦЗЛ}$	80	30	90	45	65	50	60	70	95	103
$N_{ЦСК}$ х 1 000, номерів	12	15	14	13	15	16	10	9	11	16
Кількість ВКМ, p	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Кількість ВАМ, z	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Цифра **Y**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
$V_{Ц\text{-}J}$, якщо J = 2	30	60	90	120	180	150	210	240	270	300
$V_{Ц\text{-}J}$, якщо J = 3	60	90	120	180	150	210	240	270	300	30
$V_{Ц\text{-}J}$, якщо J = 4	90	120	180	150	210	240	270	300	30	60
$V_{Ц\text{-}J}$, якщо J = 5	120	180	150	210	240	270	300	30	60	90
$V_{Ц\text{-}IPOP}$	30	20	30	25	30	22	25	30	20	30
ВСС	60	30	60	120	150	90	60	30	90	120
АМТС	120	150	90	120	150	90	120	120	150	90

[1] *) IPOP (Internet Point of Presence) – пункт присутності Iinternet*

Завдання

1 Зобразити структурні схеми МТМ для існуючої структури міського і міжміського зв'язку та проектовані схеми міського і міжміського зв'язку, показавши всі станції, АМТС, ВСС, *IPOP*. На схемах зазначити типи станцій, код та ємність станцій і нумерацію АЛ. Показати зв'язки між станціями, для пучків з'єднувальних ліній вказати направленість, для ФЗЛ – провідність, для ЦЗЛ – тип групового тракту. Привести короткий опис розроблених структурних схем.

2 Визначити структуру аналогового абонентського модуля (ААМ) для ОпО, кількість ТЕЗ аналогових абонентських комплектів (ААК), групових трактів, відімкнених до ПЧК модуля, обґрунтувати склад необхідного обладнання ААМ. Зобразити структурну схему аналогового абонентського модуля та описати його роботу для заданого в табл. 4.2 етапу.

Таблиця 4.2 – Етапи роботи БАЛ

Цифра **X**	Етап роботи БАЛ
0	Посилання виклику від ТА-А до ААК БАЛ
1	Посилання сигналу «*Відповідь станції*» в ТА-А
2	Набір номеру ДКШІ
3	Набір номеру *DTMF*
4	Встановлення з'єднання в БАЛ
5	Діагностування абонентської лінії абонента Б
6	Посилання *«Сигналу виклику»* і сигналу *«Контроль посиланні виклику»* в ТА
7	Відповідь абонента Б
8	Відповідь абонента А
9	Посилання сигналу «*Зайнято*» безвідбійному абоненту

3 Розрахувати кількість абонентських модулів для впроваджуваної ЦСК "Квант-Е" (на ОпО, ВКМ і ВАМ).

4 Визначити кількість групових трактів від ЦСК до існуючих РАТС, АМТС, ВСС, *IPOP*, від ОпО до ВКМ і ВАМ. Обґрунтувати вибір типу ПКС для проектованої ОпО.

5 Визначити і обґрунтувати типи сигналізації для усіх напрямків зв'язку на МТМ**.** Розробити таблицю типів сигнального обміну між станціями МТМ.

6 Для проектованої ЦСК організувати мережу безпровідного абонентського радіодоступу *DECT* для забезпечення зв'язком групи віддалених абонентів, передбачивши можливість персонального мобільного зв'язку для 80 абонентів (у радіусі 200...300 метрів від БС) і радіодоступ для 128 стаціонарних абонентів (відстань від ОпО становить до 5 км). Врахувати, що кожна базова станція обслуговує одночасно 4 розмовних канали, а кількість абонентів, що обслуговується однією БС, становить 4...16 для мобільних і 4...32 для стаціонарних абонентів.

7 Розробити і зобразити функціональну схему ЦСК типу "Квант-Е". На функціональній схемі показати необхідне обладнання ОпО, ВКМ і ВАМ, кількість модулів і комплектів, вказати обладнання для забезпечення СКС-7 та *IPOP* і всі напрямки зовнішнього зв'язку. Привести коротку характеристику використовуваного обладнання.

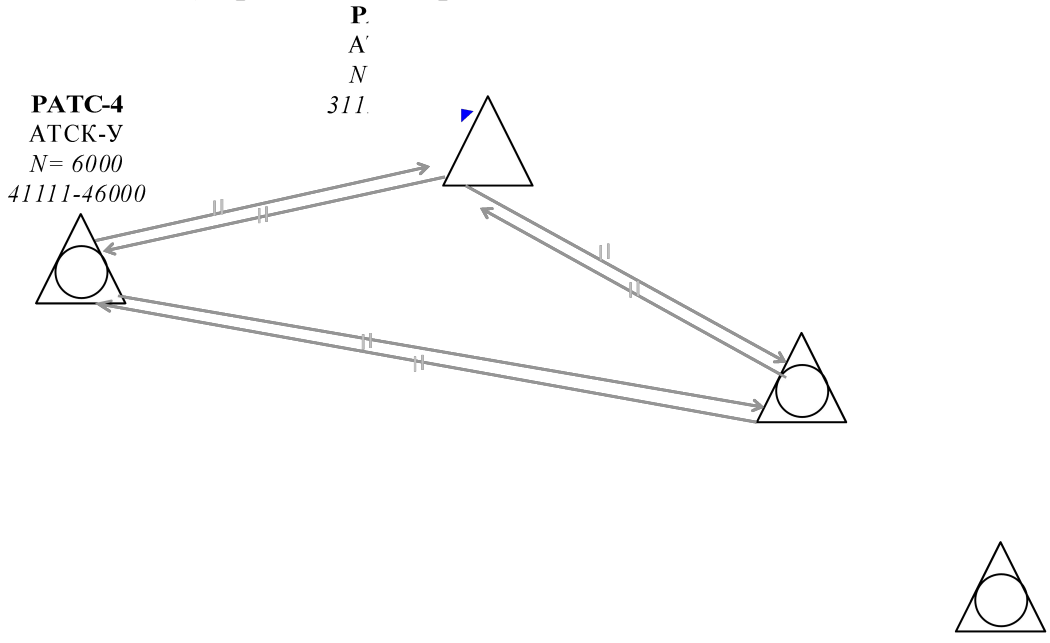
Методичні вказівки

1. Для зображення структурної схеми існуючої МТМ слід розглянути принципи побудови аналогової районованої МТМ з п’ятизначною нумерацією.

При районуванні МТМ територія міста розбивається на телефонні райони, в кожному з яких встановлюється АТС, яка обслуговує абонентів цього району – районна АТС (РАТС). Між собою РАТС зв'язуються за принципом "кожна з кожною" пучками з′єднувальних ліній однобічної дії. Вибір типу ЗЛ між аналоговими АТС залежить від відстані між станціями: якщо $l < 1{,}5$ км застосовуються трипровідні фізичні ЗЛ (ФЗЛ); якщо $1{,}5 > l < 8$ км – двопровідні ФЗЛ; якщо $l > 8$ км – ущільнені системою передачі (СП) типу ІКМ.

Для зв'язку з АМТС використовуються такі типи ЗЛ: ЗЗЛ – замовно-з′єднувальні лінії, ЗЛМ – з′єднувальні лінії міжміські. Для зв'язку з ВСС організується однобічний пучок ЗЛ, тип ЗЛ такий же як і між РАТС, де встановлено ВСС.

Приклад структурної схеми існуючої МТМ для трьох РАТС (РАТС-2, РАТС-3 та РАТС-4) приведено на рис. 4.1.



2. Для зображення структурної схеми проектованої МТМ слід розглянути принципи впровадження ЦСК на МТМ.

Впровадження ЦСК виконується «методом накладення», тобто формуванням нової накладеної цифрової мережі за рахунок встановлення нової ЦСК, яка складається з опорного обладнання (ОпО), виносних абонентських модулів (ВАМ) та виносних комутаційних модулів (ВКМ), при цьому проектоване цифрове та існуюче аналогове обладнання обслуговує одну територію, аналогова і цифрова мережа працюють незалежно одна від одної і взаємодіють між собою через обладнання СП ІКМ.

Опорне обладнання ОпО функціонує в якості ОПС (ОПТС) і централізує функції об’єднання та розподілу вихідних і вхідних міських та міжміських

з’єднань, тому напрямки до інших РАТС мережі, АМТС та ВСС організуються тільки із ОпО.

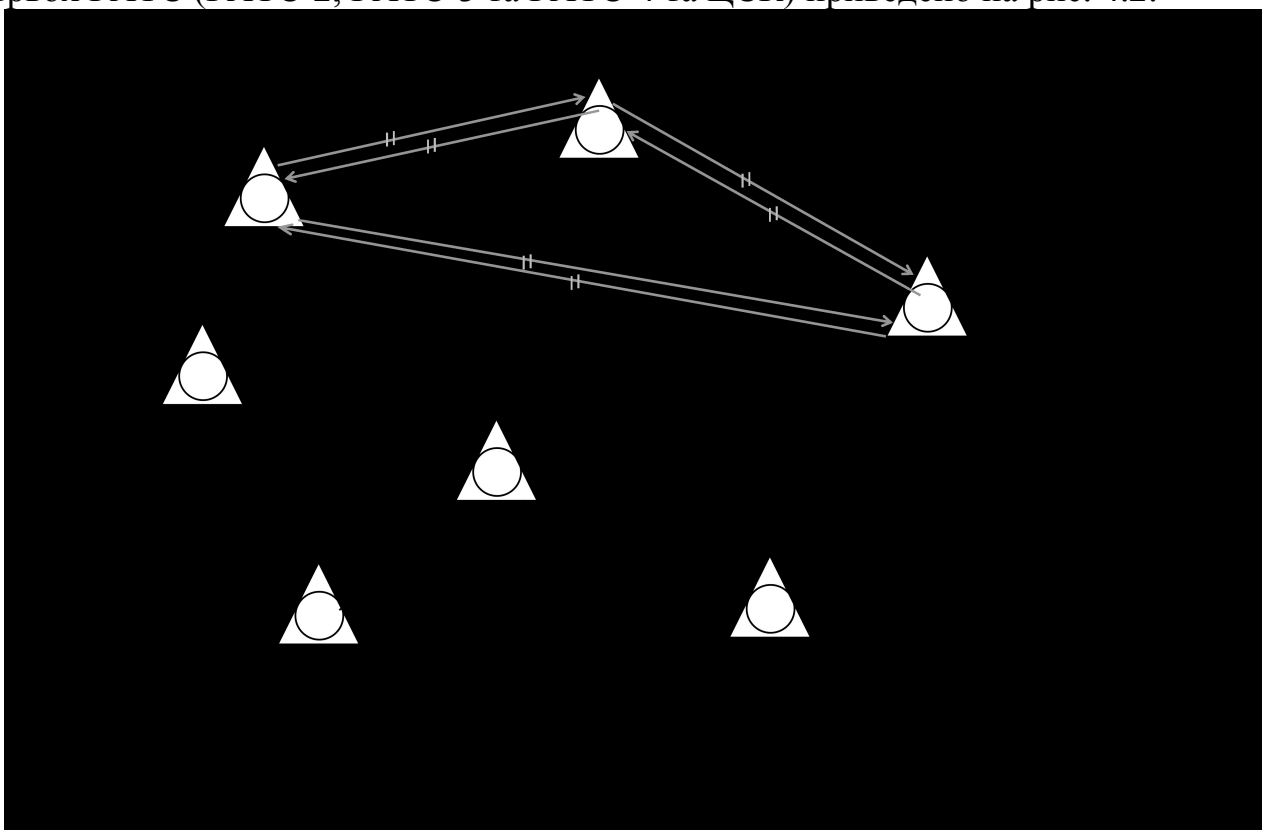
Крім цього, опорне обладнання має центр технічної експлуатації та обслуговування і керування всім обладнанням ЦСК. ВКМ та ВАМ використовуються для концентрації навантаження у віддалених районах від ОпО з метою концентрації абонентського навантаження і скорочення довжини абонентських і з’єднувальних ліній.

Тип з’єднувальних ліній на аналого-цифровій МТМ наступний: між аналоговими РАТС і ЦСК – ущільнені СП ІКМ, збоку аналогової РАТС встановлюється СП типу ІКМ для аналого-цифрового перетворення, між ЦСК і ЦСК – тільки цифрові, ГТ типу Е1, двосторонньої дії. Зв’язок між впровадженою ЦСК та АМТС і ВСС організується пучками ліній від ОпО, вихід абонентів ВКМ і ВАМ до АМТС та ВСС здійснюється через ОпО

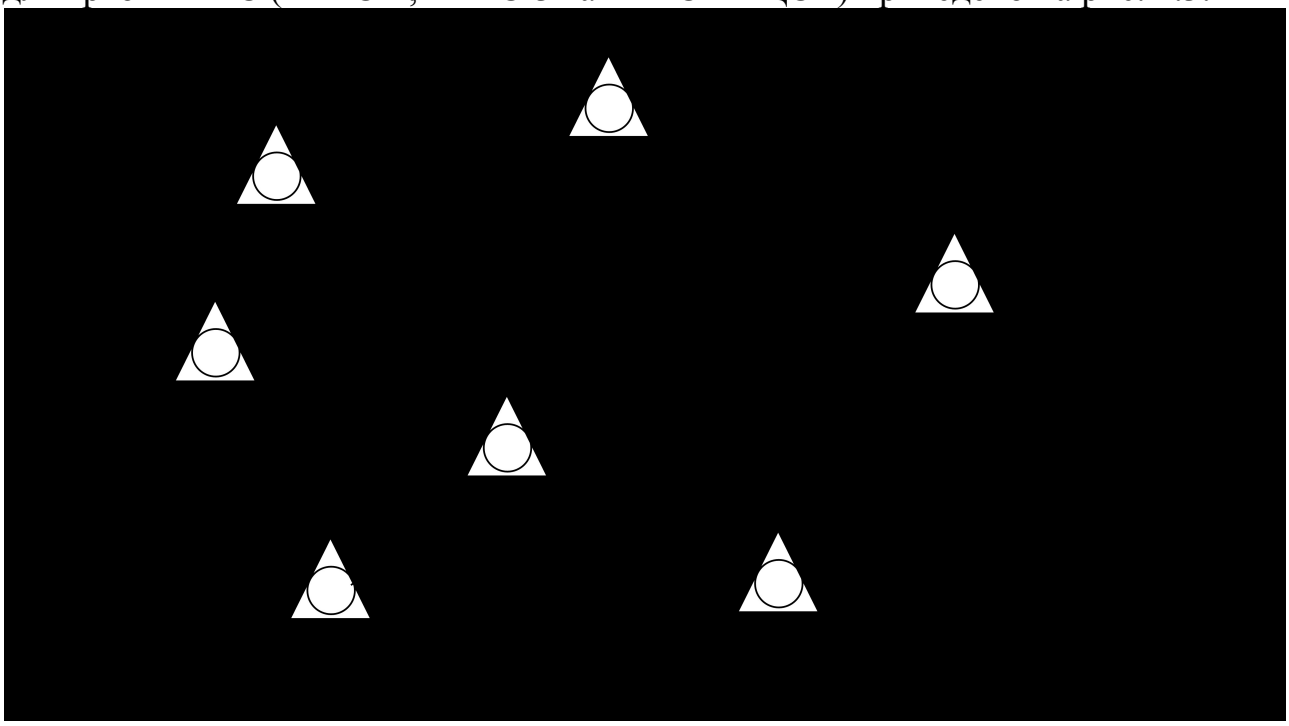
Нумерація – при введенні ЦСК запроваджується новий код нумерації, наприклад, для ОпО 61/71 тоді ВКМ має коди 6×/6×, або і 7×/7× відповідно.

При ОпО організується *IPOP* – пункт присутності *Internet*. Для забезпечення комутованого доступу (*dial-up*) до мережі *Internet.* Для цього встановюються багатофункціональні сервери *Internet*, які забезпечують вихід до *WWW Internet*. Серверу виділяють необхідну пропускну спроможність до мережі *Internet* у напрямку до провайдера, цей напрямок напівпостійно зкомутовано в комутаційному полі ОпО, та передбачають ряд серійних абонентських номерів з модемами для доступу користувачів.

Приклад структурної схеми проектованого місцевого зв’язку МТМ для трьох РАТС (РАТС-2, РАТС-3 та РАТС-4 та ЦСК) приведено на рис. 4.2.



Приклад структурної схеми проектованої МТМ для міжмісього зв'язку для трьох РАТС (РАТС-2, РАТС-3 та РАТС-4 і ЦСК) приведено на рис. 4.3.



3 До складу аналогового абонентського модуля входять наступні пристрої: ТЕЗи абонентських комплектів (ААК); пристрої сигналізації й синхронізації (ПСС); пристрої діагностики (ДГН); цифровий генератор тональних сигналів (ЦГТС) та цифрові приймачі (ЦП); подовжувач на 6 дБ ($ЦП_{ПД}$), ПЧК та контролер КС-8а.

При визначенні кількості ТЕЗ аналогових абонентських комплектів (ААК) $\boldsymbol{n}_{ГТ\ ААК}$ необхідно врахувати, що на одному ТЕЗі розміщується 16 ААК, ТЕЗи ААК включаються до ПЧК абонентського модуля по два у один ГТ використовуючи всі 32 КІ.

Кількість комплектів ПСС і відповідно кількість ГТ (типу Е1) до опорного обладнання визначаються за кількістю каналів (трактів), як $\boldsymbol{n}_{ГТ\ ПСС} = \boldsymbol{V}_{ЦЗЛ}/30$.

Для абонентського модуля пристрої ДГН, ЦГТС-ЦП й $ЦП_{ПД}$ необхідні тількі по одному, і вмикаються в ПЧК одним трактом Е1.

Ємність ПЧК абонентського модуля розраховується як:

$$\boldsymbol{n}_{ГТ\ ПЧК} = \boldsymbol{n}_{ГТ\ ААК} + \boldsymbol{n}_{ГТ\ ПСС} + \boldsymbol{n}_{ГТ\ ДГН} + \boldsymbol{n}_{ГТ\ ЦГТС\text{-}ЦП} + \boldsymbol{n}_{ЦПпд} \qquad (4.1)$$

де $\boldsymbol{n}_{ГТ\ ПЧК}$ – сумарна ємність ПЧК абонентського модуля;

$\boldsymbol{n}_{ГТ\ ААК}$ – кількість ГТ для підключення ТЕЗ ААК;

$\boldsymbol{n}_{ГТ\ ПСС}$ – кількість ГТ для підключення ПСС;

$\boldsymbol{n}_{ГТ\ ЦГТС\text{-}ЦП}$ – кількість ГТ для підключення ЦГТС та ЦП;

$\boldsymbol{n}_{ГТ\ ЦПпд}$ – кількість ГТ для підключення $ЦП_{ПД}$.

Структурна схема ААМ зображається відповідно рис. 5.8 [1]..

Для опису принципів роботи ААМ необхідно розглянути алгоритм роботи БАЛ «Квант-Е» за конспектом (розділ 5.3) або [1].

4 Розрахунок кількості абонентських модулів для ОпО виконується для розрахованої у п. 3 ємності локальних АМ, як $\boldsymbol{q}_{АМ\ ОпО} = \boldsymbol{N}_{ОпО}/\boldsymbol{N}_{АМ.}$

Для ВАМ та ВКМ обираються модулі БАЛ ЦСК «Квант-Е» ємністю 128 ААЛ, тоді $q_{АМ\ ВКМ} = N_{ВКМ}$ /128, $q_{АМ\ ВАМ} = N_{ВАМ}$ /128..

5 Для визначення кількості групових трактів від опорного обладнання до існуючих РАТС, АМТС, ВСС, *IPOP* та від ОпО до ВКМ і ВАМ необхідно згідно загальної кількості каналів (заданої в вихідних даних – $V_{Ц-Д}$) визначити кількість ГТ (кожен ГТ має 30 інформаційних КІ).

При розрахунку ГТ від абонентських модулів враховують, що кожен модуль включається одним ГТ. Також для ВАМ – кожен абонентський модуль включається одним ГТ, для ВКМ кількість ГТ прийняти рівним трьом.

Для вибору типу ПКС для проектованого ОпО розраховують загальну суму трактів від АМ, ЦЗЛ у зовнішніх напрямках (ЦЗЛ може підключити 30 ЦЗЛ тобто 1 ГТ типу Е1, для кожного ГТ в зовнішніх напрямках необхідно один ЦЗЛ), ЦЗЛ до *IPOP*, для включення модуля СКС-7 та модуля технічної експлуатації та обслуговування використовують по два тракти Е1.

Вибір типу ПКС залежить від кількості ГТ, які повинен комутувати ПКС. ЦСК «Квант-Е», він може мати ємність 32×32 ГТ або 128×128 ГТ.

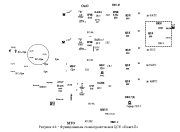
6 Взаємодія ЦСК з аналоговим оточенням ОпО забезпечує узгодження, щодо способів сигналізації в зовнішніх напрямках зв'язку, з ВКМ і ВАМ, а також існуючими РАТС, АМТС і ВСС: ВКМ, ВАМ взаємодіють із ОпО внутрісистемним протоколом ВССК; РАТС типу АТСК-У – обмін лінійними сигналами в КІ-16, а керуючими сигналами БЧК у розмовних КІ відповідних лінійних трактів Е1; до АМТС по СКС-7.

7. Обладнання *DECT* працює в діапазоні 1880-1900 МГц (в цьому діапазоні розміщується 10 радіоканалів з розносом 1,728 МГц). В системі *DECT* може бути організовано 120 дуплексних каналів.

Локальна мобільність організується в межах 200-300 м від базової станції (БС-*Upn*) або репітера базової станції (РБС). При підключенні стаціонарних абонентів за допомогою термінальних абонентських радіоблоков (ТАРБ) забезпечується дальність у межах 1,5…10 км залежно від антен, що застосовуються. Організація радіодоступу *DECT* в "Квант-Е" забезпечується за допомогою контролера базової станції КБС- *Upn*, який може обслуговувати від 10 до 512 абонентів. КБС підключає 16 ліній *Upn* для зв'язку з БС, а також 4 тракти Е1, з яких 2 – для зв'язку з ОпО, а 2 – для зв'язку з мультиплексором БС МБС, якщо він використовується на мережі.

Кожна БС-*Upn* забезпечує 4 розмовних канали. Рекомендоване число абонентів, яких обслуговує одна БС- *Upn*, становить від 4 до 16 для мобільних абонентів (портативних абонентських радіоблоків – ПАРБ), і від 4 до 32 для стаціонарних абонентів (ТАРБ).

8 Функціональна схема ЦСК «Квант-Е» зображується відповідно рис. 4.4. На функціональній схемі показують перший та останній АМ, ЦЗЛ у всіх зовнішніх напрямках зв’язку, обладнання *IPOP*, модуль ОКС-7Д для організації каналу СКС-7 в напрямку до цифрової АМТС, модуль ТЕ та ТО, модуль синхронізації СКС-М.



Завдання 2. Впровадження ЦСК *SI-2000/V.5* на ТМ САР

Умова завдання

У райцентрі сільського адміністративного району працюють центральна станція (ЦС) типу К-100/2000 ємністю $N_{ЦС}$ і одна РАТС типу АТСК-У, ємністю $N_{РАТС}$.

Телефонну мережу сільського адміністративного району (ТМ САР) побудовано за радіально-вузловим принципом, у ЦС включено n вузлових станцій (ВС) типу К-100/2000, ємністю $N_{ВС}$ і m кінцевих станцій (КС) типу К-50/200. В кожну ВС, включено по m_1 КС типу К-50/200 ємністю 50, 100, 150, 200 номерів. Вихідні дані задані у табл. 4.3. Тип з′єднувальних ліній і систем передачі, які будуть використовуватись на ТМ САР, вибрати самостійно.

Обласний центр обслуговує АМТС типу *EWSD*.

Для заданої структури ТМ САР застосовується початковий етап реконструкції, в результаті якого виконуються наступні заходи щодо цифровізації мережі на базі ЦСК *SI-2000/V.5*:

1. Демонтаж ЦС типу К-100/2000 і встановлення в райцентрі ОпО ЦСК *SI-2000/V.5*, що буде виконувати функції ЦС.

2. Демонтаж ВС і встановлення виносних комутаційних модулів (*SAN, miniSAN*) ЦСК *SI-2000/V.5.*

3. Заміна обладнання чотирьох (будь-яких) КС на виносні абонентські модулі (*AN, miniAN*) ЦСК *SI-2000/V.5*.

4. Надати абонентам ЦС доступ до послуг *ISDN* (кількість абонентів задана у табл. 4.3) і забезпечити підключення високошвидкісних ліній *ADSL* (кількість користувачів задано у табл. 4.3) на базі вузлів широкосмугового доступу *BAN, hBAN, mBAN.*

Завдання

1. Зобразити структурну схему існуючої та проектованої ТМ САР, на якій показати всі станції, їх ємність, межі нумерації, зазначити тип з′єднувальних ліній між станціями мережі та в напрямку до АМТС.

2. Вибрати та обґрунтувати тип обладнання для ОпО, ВКМ (*SAN, miniSAN)* і ВАМ (*AN, miniAN*). Вибрати тип абонентських модулів і розрахувати їх кількість для ОпО, ВКМ (*SAN, miniSAN)* і ВАМ (*AN, miniAN*). Як приклад привести функціональну схему модуля *MLC* із вказівкою периферійних плат, що використовуються.

3 Вибрати та обгрунтувати вибір модулів широкосмугового доступу (*BAN, hBAN, mBAN)*, привести структурну схему підключення ЦАЛ *ADSL*.

4 Розрахувати необхідну кількість ГТ (для локального підключення модулів *AN*, а також ВКМ (*SAN, miniSAN)* і ВАМ (*AN, miniAN*), визначити кількість ГТ у всіх заданих напрямках і обґрунтувати вибір ємності комутаційного поля *MCA* і *SAN*.

5 Зобразити архітектуру ЦСК *SI-2000/V.5*, на якій зазначити кількість і ємність всіх модулів, які використовуються, показати всі напрямки відповідно до розробленої структурної схеми проектованої ТМ САР.

6 Розробити структурну і функціональну схеми заданого з′єднувального тракту. На тракті показати розподіл адресної інформації та навести короткий опис процесу встановлення з'єднання.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані

Цифра X	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
$N_{ЦС}$x100, номерів	12	13	14	10	11	14	13	12	11	10
Кількість ВС, ***n***	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2
Кількість КС, ***m***	4	3	2	4	4	4	3	4	4	3
Кількість абонентів *ISDN* на ЦС	32	64	32	64	32	64	32	64	32	64
Ємність КС, номерів	50, 150, 200, 200	100, 150, 200	100, 200	100, 150, 200, 200	200, 50, 200, 200	150, 200, 100, 200	150, 200, 200	50, 150, 100, 200	150, 100, 200, 50,	200, 100, 200
Цифра Y	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
$N_{РАТС}$x1 000, номерів	6	7	8	9	10	5	4	3	7	8
$N_{ВС}$x100, номерів	3 4	4 5	3 5	3 6	4 7	3 7	3 5	3 6	4 7	3 7
Кількість КС у ВР, m_1	3	2	3	4	2	2	3	3	4	3
Кількість абонентів *ADSL* на ЦС	32	96	240	32	64	240	96	32	96	240
Абонента А включено в	*AN*	РАТС	РАТС	ЦС	КС	ЦС	*SAN*	*AN*	РАТС	*SAN*
Абонента Б включено в	РАТС	*AN*	ЦС	РАТС	ЦС	КС	*AN*	*SAN*	*SAN*	РАТС

<u>Методичні вказівки</u>

1 Для зображення структурної схеми існуючої ТМ САР необхідно розглянути принципи побудови аналогової ТМ САР**,** яка може будуватися по радіальному або радіально-вузловому принципу. Особливості ТМ САР: низька щільність і великі відстані; використання універсальних ЗЛ двосторонньої дії; застосування ВС – для зниження витрат на ЗЛ, тому що збільшується використання ЗЛ від ВС до ЦС.

Зв'язок між станціями на ТМ САР здійснюється по двобічним пучкам з’єднувальних ліній. Зв'язок абонентів КС здійснюється через ЦС або ВС.

Нумерація на ТМ САР п’ятизначна**.** При закритій нумерації для виклику абонента набирається п’ятизначний номер, при цьому перші цифри номера дозволяють відрізняти одну станцію від іншої. При відкритій нумерації кількість набраних цифр різна. При внутрішньостанційному зв'язку – скорочений номер – 3 цифри, причому перша цифра скороченого номера не повинна збігатися з першою цифрою п’ятизначного номера, а також не може бути 0 або 8. Може використовуватись індекс зовнішнього зв'язку, який набирається перед п’ятизначним номером (наприклад 9) один для всього району.

Приклад побудови ТМ САР показано на рис. 4.5.

Приклад структурної схеми існуючої ТМ САР радіально-вузлової структури показано на рис. 4.6. ТМ САР має ЦС на базі аналогової РАТС К-100/2000, РАТС АТСК-У ємністю 6000 номерів, та дві ВС (ВС-2, ВС-3). У ВС-2 типу К-100/2000включено три кінцеві станції типу К-50/200, а в ВС-3 - дві КС ємностями 200 номерів. Зв'язок між станціями здійснюється двобічними з'єднувальними лініями універсальної дії. Зв'язок з АМТС здійснюється ЗЗЛ та ЗЛМ від ЦС.

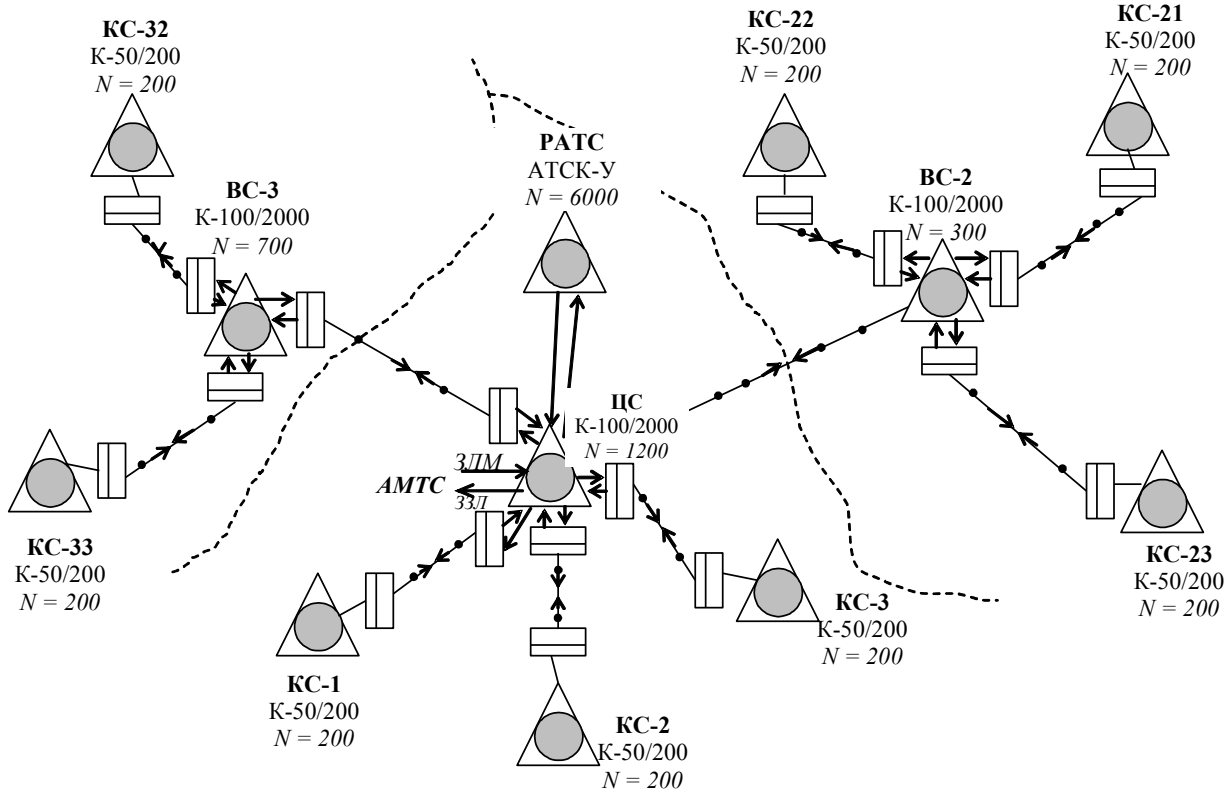


Рисунок 4.6 – Структурна схема існуючої ТМ САР

Для зображення структурної схеми проектованої ТМ САР необхідно розглянути принципи цифровізації ТМ САР. Цифровізація починається з демонтажу аналогового обладнання центральної станції і встановлення опорного обладнання на ЦС. Виносні комутаційні модулі *SAN* ЦСК *SI-2000/V.5* замінять обладнання ВС, яке буде демонтовано. Виносні абонентські модулі *AN* замінять кінцеві станції. Вихід на АМТС абонентів ТМ САР буде здійснюватися через нову ЦС.

Взаємодія проектованої ЦСК із станціями мережі буде наступною: ОпО із ВАМ внутрісистемним протоколом *V5.2*; з РАТС АТСК-У – обмін лінійними сигналами по КІ-16, а керуючі сигнали МЧК у розмовних КІ відповідних трактів Е1; з КС типу К-50/200 лінійні сигнали в КІ-0 тракту Е1/2, цифри номера ДКБІ; у напрямку до АМТС по СКС-7

Приклад структурної схеми проектованої ТМ САР показано на рис. 4.7.

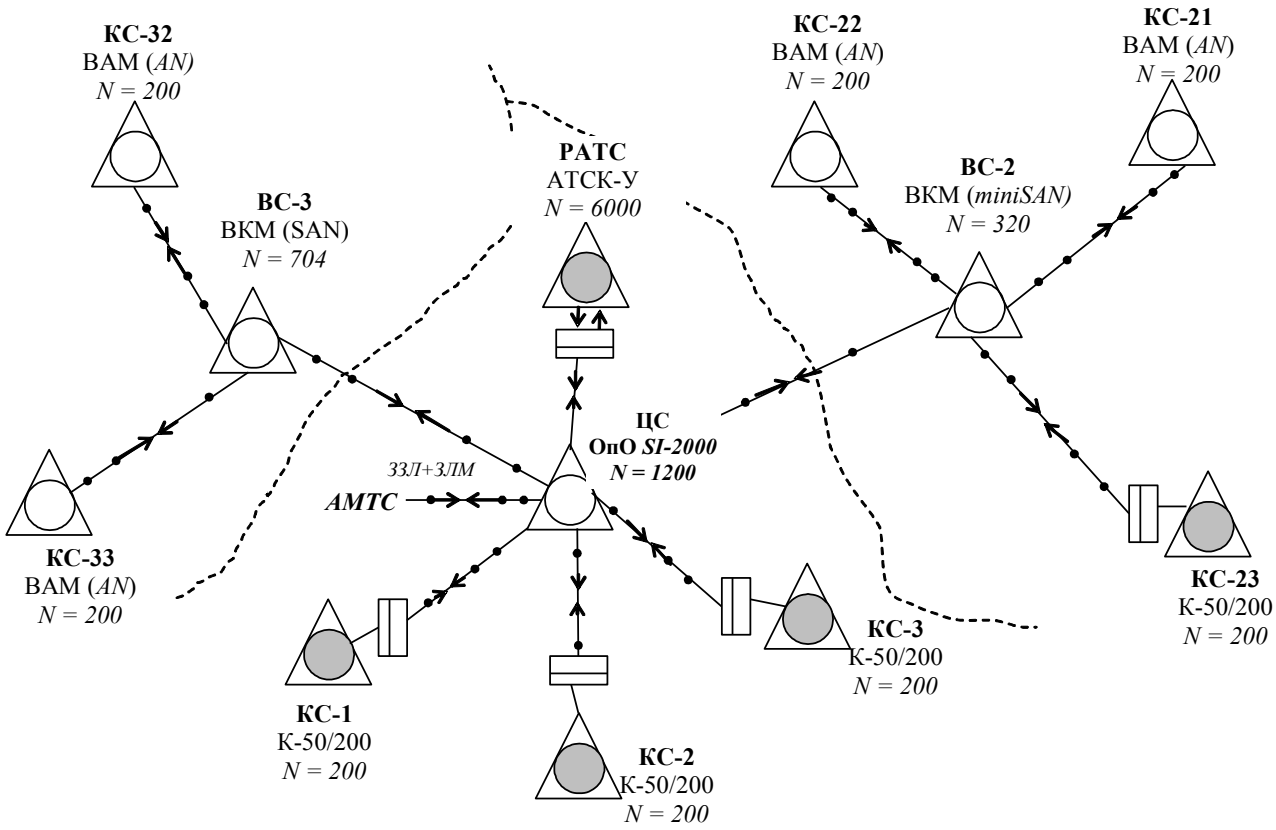


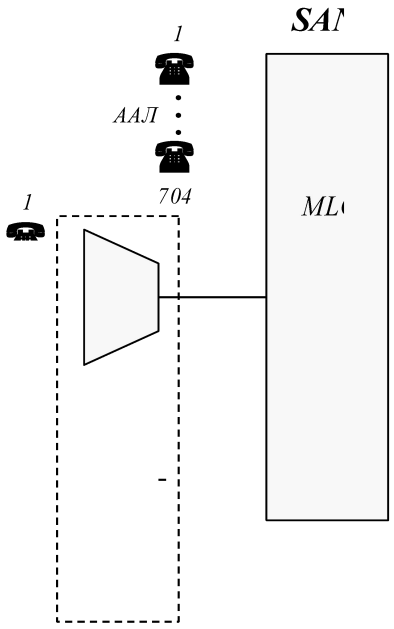
Рисунок 4.7 – Структурна схема проектованої ТМ САР

2 Для вибору типу обладнання для ОпО слід урахувати, що для підключення ААЛ до ЦСК *SI-2000/V.5* використовуються модулі *MLC* ємністю N_{MLC} = 704 ААЛ. $q_{MLC} = N_{ЦС} / 704$. Комплектація плат модуля *MLC* наступна: для підключення ААЛ використовуються плати *SAC*; для підключення абонентів *ISDN* використовуються плати *SBC*, кожна по 16 цифрових абонентських ліній базового доступу $2B+D_{16}$ *ISDN*.

Кожний *MLC* містить монтажні позиції для підключення 22 плат *SAC* і *SBC*. Кількість *MLC* на ОпО розраховується в залежності від комплектації модуля. Кожний *MLC* включається 4 трактами до комутаційного поля МСА.

Для вибору типу обладнання ВКМ (*SAN)* враховують ємність вузлової станції. Можна використовувати *miniSAN* ємністю до 1280 ААЛ. Кожний *miniSAN* може підключити до трьох вузлів доступу *miniAN*. Приклади структури *SAN* та *miniSAN* показані на рис. 4.8.

Ємність *miniAN* становить до 320 ААЛ, тобто модуль *miniMLC* може комплектуватися такими ж платами, що й модуль *MLC* (*SAC, SBC*), але має 10 монтажних позицій. Кількість плат для комплектації модуля *miniMLC* розраховують аналогічно. *miniAN* підключається 2 трактами Е1 до комутаційного поля *SAN*.



Можна використати *SAN*, що має ємність до 2800 ААЛ. Кожний *SAN* може підключити до трьох вузлів доступу *AN*. Для підключення аналогових абонентів ВС, необхідно розрахувати кількість плат для комплектації модуля *MLC*. Для підключення аналогових абонентів використовуються плати *SAC*, кожна на 32 ААЛ.

3 Для вибору модулів широкосмугового доступу (*BAN, hBAN, mBAN)*, потрібно керуватися заданою в умові ємністю модуля і визначити модифікацію *BAN* для забезпечення потрібної структури згідно конспекту лекцій (розділ 5.3). Структурна схема підключення ЦАЛ *ADSL* приведена у розділі 5.3.

4 Для розрахунку необхідної кількість ГТ ВКМ (*SAN)* враховують, що комутаційне поле *SAN* має ємність 32×32 трактів Е1, тому розраховують, яка кількість *miniAN* або *AN* підімкнена до комутаційного поля, кожний *miniAN* вмикається 2 трактами Е1, а *AN* – чотирма, крім цього для підключення до *SN* використовується 6 трактів, і визначають ємність комутаційного поля. Тракти, які залишилися вільними, можуть бути використані для підключення зовнішніх напрямків до *SAN*.

Ємність комутаційного поля *miniSAN* дорівнює 16×16 трактів Е1, розрахунки виконуються аналогічно (для підключення до *SN* використовується 4 тракти).

Для визначення кількості ГТ у всіх заданих напрямках і вибору ємності комутаційного поля *МСА* керуються наступними даними: для взаємодії з аналоговим оточенням і АМТС організовано пучки з′єднувальних ліній, ємність яких становить до АМТС – 3 ГТ, до РАТС – 5 ГТ, до *miniSAN* – 4 ГТ, до *SAN* – 6 ГТ. В напрямку до кожної КС типу К-50/200 виділяється тракт Е1/2.

Загальна кількість ГТ для підключення зовнішніх напрямків в ОпО становить:

$$\boldsymbol{g}_{\Sigma ЗН} = \boldsymbol{g}_{MLC} + \boldsymbol{g}_{SAN} + \boldsymbol{g}_{miniSAN} + \boldsymbol{g}_{AMTC} + \boldsymbol{g}_{PATC} \qquad (5.1)$$

Комутаційне поле МСА може збільшуватися від 64×64, 128×128, 192×192, 256×256 Е1.

5 Для зображення архітектури ЦСК *SI-2000/V.5*, необхідно користуватися функційною схемою ЦСК приведеною на рис. 4.9. На схемі показують перший та останній вузли вузькосмугового доступу *AN-NB* (модулі *MLC*), вузли широкосмугового доступу *AN-BB* (модулі *BAN*), виносні комутаційні модулі *SAN* та показані всі напрямки відповідно до розробленої структурної схеми проектованої ТМ САР.

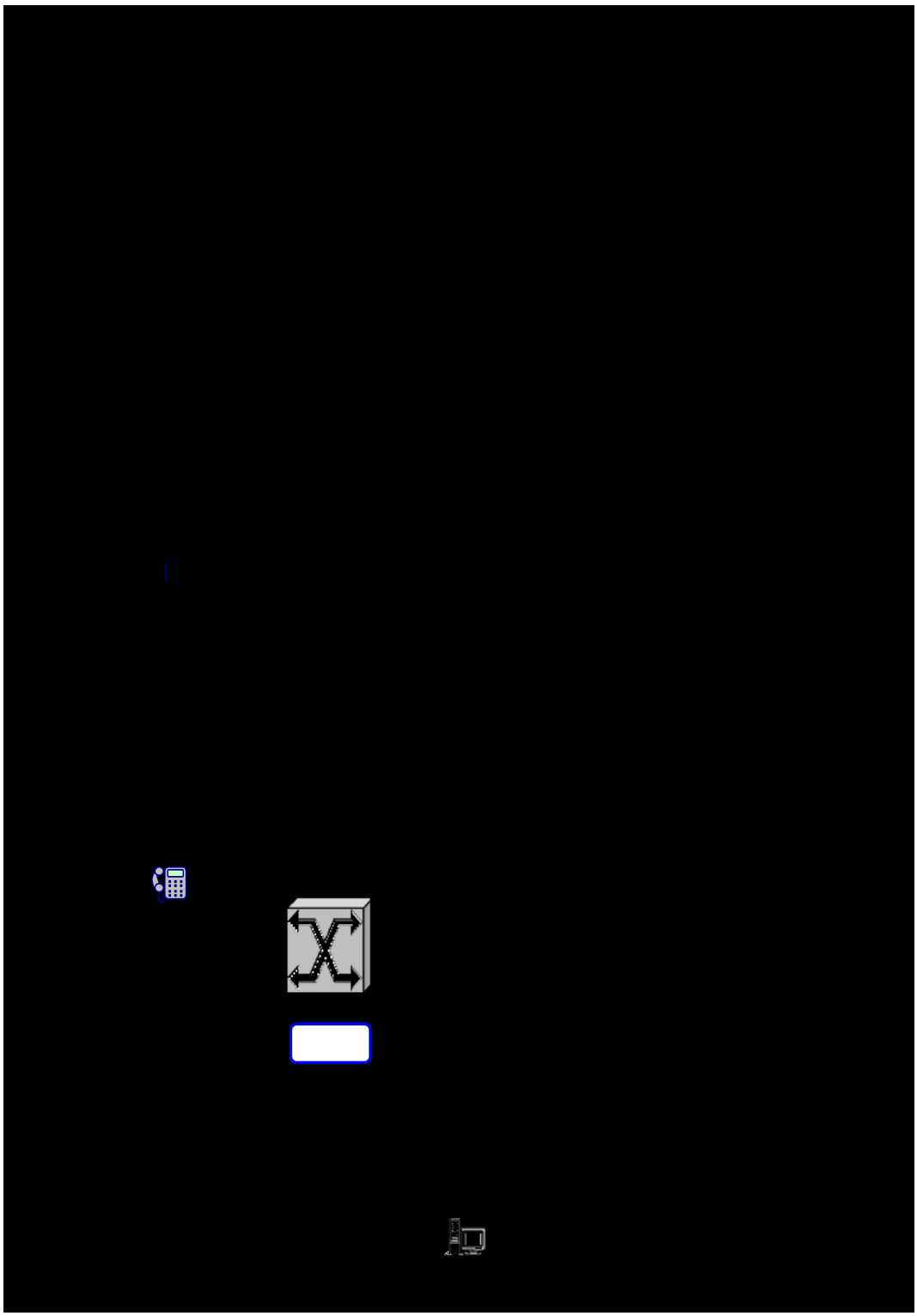


Рисунок 4.9 – Функцій на схема ЦСК *SI*-2000/*V*/5

5 КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

5.1 Узагальнена архітектура цифрової системи комутації (ЦСК)

Цифрова система комутації (ЦСК) – це єдиний територіально-розподілений апаратно-програмний комплекс обладнання, що складається з основного ***опорного обладнання (ОпО***), яке виконує цифрову комутацію, керування і централізує функції технічної експлуатації та обслуговування системи, а також з ***виносних комутаційних модулів (ВКМ***) і ***виносних абонентських модулів (ВАМ***), сполучених з ОпО і, можливо, один з одним цифровими внутрісистемними з'єднувальними лініями.

Під **ВКМ** розуміють автономну частину обладнання ЦСК, здатну незалежно функціонувати на мережі як окрема станція і лише в процедурах технічної експлуатації і керування залежати від ОпО.

Під **ВАМ** розуміють винесену від ОпО або ВКМ частина обладнання системи, яке повністю керується від ОпО або ВКМ і призначено для підключення абонентських ліній (АЛ) за допомогою абонентських концентраторів або мультиплексорів.

Сучасна ЦСК харктеризується:

- ємністю від 100 до 500 тисяч номерів;
- наявністю достатньої номенклатури типів і ємностей ВАМ та повноцінних, з можливостями транзитних з'єднань і замикання, внутрішніх викликів ВКМ;
- широкою номенклатурою абонентських і лінійних стиків та способів сигнального обміну, зокрема наявністю спільноканальної сигналізації СКС-7;
- централізованою технічною експлуатацією і можливістю взаємодії з мережею управління електрозв'язком *TMN (Telecommunication Management Network)* та можливостями взаємодії з моніторинг-центрами*;*
- можливостями широкосмугової пакетної комутації і взаємодії з пакетними мережами *IP*, асинхронного режиму перенесення інформації *ATM (Asynchronous Transfer Mode)*, транслювання кадрів *FR (Frame Relay), Ethernet*; та комутування на вимогу й напівпостійно каналів *B, H_0, H_1* (відповідно 64, 384 та 1920 кбіт/с);
- достатьою номенклатурою послуг, включно з мультисервісними послугами та послугами інтелектуальної мережі *IN (Intelligent Network)*;

Використання – універсальне. ЦСК може одночасно функціонувати як:

- опорна станція (ОПС) або опорно-транзитна станція (ОПТС),
- автоматична міжміська телефонна станції (АМТС),
- міжнародний центр комутації (МЦК),
- вузол спецслужб (ВСС) або інтелектуальний центр обробки викликів (*Call-center*);
- центр комутації стільникової мережі рухомого зв'язку *MSC* (*Mobile Switching Center*);
- пункт присутності Internet *IPOP (Internet Point Presence);*

- шлюз з пакетними мережами *IP, ATM, FR, Ethernet*;
- пункт комутації інтелектуальних послуг *SSP (Service Switching Point*).

ЦСК різних типів відрізняються параметрами і характеристиками конструктивних модулів, але їх архітектура грунтується на однакових принципах. В узагальненому вигляді архітектура ЦСК представлена на рис. 5.1.

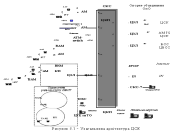


Рисунок 5.1 – Узагальнена архітектура ЦСК

Найбільш значущими архітектурними елементами ЦСК є:

- опорне обладнання (ОпО);
- виносні комутаційні модулі (ВКМ);
- виносні абонентські модулі (ВАМ).

Опорне обладнання містить головне (центральне) комутаційне поле (ЦКП) системи, в яке підключаються локальні абонентські модулі (АМ), комплекти цифрових з'єднувальних ліній (ЦЗЛ), модуль спільного каналу сигналізації (СКС-7), модуль синхронізації СКС, контролер базових станцій (КБС) підсистеми *DECT*, модулі пакетної комутації *ATM*[2], взаємодії з мережею *Internet – IPOP,* інтелектуальною мережею *IN*, керує роботою ОпО і всією територіально розподіленою ЦСК центральний керуючий пристрій.

Виносні абонентські модулі забезпечують стик з абонентською лінією – аналоговою (стик типу ***Z***) або цифровою (стик типу ***U***). Встановлені ВАМ для зменшення витрат на абонентську мережу, як правило, не дозволяють замикати внутрішнє навантаження, тому ВАМ не можуть функціонувати автономно і керуються від ОпО або ВКМ.

Виносні комутаційні модулі містять комутаційне поле (КП) і абонентські модулі – локальні і виносні. Обладнання ВКМ пов'язане з ОпО внутрішньосистемним протоколом сигналізації та встановлення з'єднань і керуванням від ЦКП ОпО, зокрема, адміністративно-експлуатаційних функцій, хоча ВКМ здатне автономно обслуговувати з'єднання між своїми абонентами. Наявність у ВКМ комутаційного поля з деяким числом напрямів зв'язку дозволяє організовувати опорні станції і з'єднувати ВКМ між собою кільцевою транспортною мережею.

Виносні абонентські і комутаційні модулі включаються в комутаційний модуль ОпО цифровими лініями зв'язку – внутрішньосистемними ЗЛ за допомогою протоколу *V5.2*.

Протокол *V5.2* містить від 1 до 16 трактів Е1, з окремим сигнальним каналом в кожному тракті. Для сигналізації використовується КІ-16, але додатково сигнальними також може бути будь-яке КІ, окрім КІ-0. Протокол *V5.2* виконує всі основні і допоміжні функції керування викликами, а також функції мережевої взаємодії. Забезпечує концентрацію навантаження і динамічне призначення КІ, підтримує первинний доступ до *ISDN*. Завдяки наявності протоколу керування трактами і протоколу захисту, забезпечує резервування при відмові тракту шляхом перемикання на інший тракт.

Окрім цього по *V5.2* передається пакет *с*лужбових протоколів (керування сигнальними і розмовними каналами, а також трактами Е1). У нульовому тракті організовується фізичний *С*-канал (набір необхідних протоколів). У будь-якому іншому тракті організовується резервний фізичний *С*-канал (у КІ-16).

Цифрова система комутації має **функціональні підсистеми** різного призначення, що реалізовуються апаратно-програмними засобами.

Підсистема комутації ЦСК:

---

[2] ***ATM*** – (*Asynchronous Transfer Mode*) – це *асинхроний режим переносу*, який забезпечує перенос усіх видів інформації у пакетах фіксованої довжини (комірках) з асинхронним мультиплексуванням потоків комірок від різних користувачів в загальному швидкосному потоці.

➢ ***підсистема вузькосмугової комутації каналів*** призначена для створення неблокованих з'єднань будь-яких канальних інтервалів групових трактів, розподілу інформації за напрямками відповідно до адресної інформації, підтримки і руйнування з'єднань каналів 64 кбіт/с і груп каналів 64 кбіт/с (відповідно 64, 384 та 1920 кбіт/с);

➢ ***підсистема широкосмугової комутації пакетів*** (на базі ***ATM-switch*** або ***Ethernet-switch),*** яка на базі асинхронного режиму перенесення інформації або швидкої комутації пакетів *FPS* [3], або комутації кадрів *Ethernet* забезпечує, комутацію різношвидкісних цифрових потоків (від 2 Мбіт/с, 622 Мбіт/с до 1 Гбіт/с) і використовується для обслуговування широкосмугових абонентських модулів, до яких підключені широкосмугові АЛ (мідні на технологіях *xDSL* і оптичні *PON*), забезпечує концентрацію широкосмугового навантаження та стик з транспортною мережею *ATM/Ethernet*.

Цю підсистему мають не всі ЦСК, хоча для сучасної ЦСК наявність пакетного комутатора *ATM/Ethernet-switch* є необхідною умовою..

Підсистема абонентського доступу ЦСК:

➢ ***підсистема вузькосмугового абонентського доступу*** забезпечує стик з аналоговими (типу ***Z***), цифровими (типу ***U*** або ***S***) абонентськими лініями, погоджує сигналізацію на абонентській ділянці та виконує функції концентрації абонентського навантаження. Для аналогових АЛ використовується двотонова багаточастотна сигналізація *DTMF*[4], для цифрових АЛ – сигналізація типу *EDSS1*[5]. Апаратно підсистема реалізована аналоговими абонентськими комплектами (ААК) і пристроями мережевого *NT (Network termination)* та лінійного *LT (Line termination)* закінчення ЦАЛ доступу до *ISDN* базового доступу *2B+D (Basic Rate Access*);

➢ ***підсистема широкосмугового абонентського доступу*** призначена для стику з високошвидкісними ЦАЛ (симетричними *SDSL* і ассиметричными *ADSL*), що використовують технологію *xDSL,*симметричних ліній із стиком *V5.2* до оптичного лінійного закінчення *OLT*[6] *PON* пасивної оптичної мережі абонентського доступу, оптичних ліній стику з обладнанням синхронної цифрової ієрархії *SDH* для передачі комірок *ATM* на рівні транспортного модуля S*TM-1,* оптичних або мідних симетричних ліній стику з комп'ютерною мережею *Ethernet*. Наявність цієї підсистеми в ЦСК припускає наявність підсистеми широкосмугової комутації *ATM*/ *Ethernet –switch*;

➢ ***підсистема безпровідного абонентського радіодоступу*** призначена для підключення фіксованих абонентів з обмеженою мобільністю і рухливістю абонентів (технології *DECT*) з метою організації радіолінії на абонентській ділянці. До складу підсистеми входить КБС, базові станції (БС), мультиплексори базових станцій (МБС), портативні і термінальні абонентські радіоблоки (ПАРБ і ТАРБ). КБС забезпечує організацію і керування мережею радіодоступу *DECT*[7], Базові станції організовують радіоканали і забезпечують

---

[3] ***FPS*** – (*Fast Packet Switching*) – технологія комутації пакетів

[4] ***DTMF*** – *(Dual-Tone Multi-Frequency)* – двухтонова багаточастотна сигналізація

[5] ***EDSS1*** – European Digital Subscriber Signaling) – цифрова абонентська сигналізація

[6] ***OLT – (****Optical Line Termination)* – оптичне лінійне закінчення,

[7] ***DECT*** – *(Digital Enhanced Cordless Telecommunication*) – стандарт цифрової безпровідного зв'язку.

доступ абонентських радіоблоків до підсистеми. МБС – призначений для роз'єднання/об'єднання і перетворення тракту Е1 від КБС, а також для керування декількома БС. ПАРБ використовуються для забезпечення обмеженої мобільності користувачів при радіодоступі до БС (у радіусі 300-600 м). ТАРБ забезпечують стаціонарний радіозв'язок при радіодоступі до БС (на відстань до 10 км), підключаючи по звичайних проводових АЛ телефонні апарати, таксофони, персональні комп'ютери;

- ***підсистема лінійного доступу забезпечує*** стик із ЗЛ, тобто узгодження внутрішніх трактів, що включаються в підсистему із зовнішніми з'єднувальними лініями зв'язку і утворена лінійними комплектами цифрових з'єднувальних ліній (ЦЗЛ). Стик з ЦЗЛ (типу ***А*** або ***$А_1$***), з аналоговими ЗЛ – стик типу ***$С_2$*** – дво- або трипровідні ФЗЛ, стик типу ***$С_1$*** – з каналами з частотним розділенням;
- ***підсистема сигналізації*** забезпечує обмін лінійними та керуючими сигналами в зовнішніх і внутрішньосистемних напрямках зв'язку, а також абонентської сигналізації. Забезпечує наступні види сигналізацій: абонентську (виклик станції, набір номера, відповідь, відбій); внутрішьосистемну і міжстанційну (на вимогу зустрічної станції, забезпечується модулями стику із ЗЛ. Для взаємодії з АТСК-У використовується БЧК (лінійні сигнали в КІ-16, сигнали керування – в розмовному тракті), з ЦСК – СКС-7 – спільний канал сигналізації, що організовується для групи інформаційних каналів, може обслуговувати до 2000 інформаційних каналів;
- ***підсистема синхронізації*** забезпечує як циклову, так і надциклову синхронізацію цифрових потоків;
- ***підсистема електроживлення*** підрозділяється на первинне (± 60 або ± 48 В) і вторинне електроживлення (± 5, ± 12 В і.т.інш.);
- ***підсистема керування*** керує функціонуванням системи в цілому і складається з центрального керівного пристрою (ЦКП) і керуючих пристроїв кожного модуля системи.
- ***підсистема технічної експлуатації і обслуговування*** забезпечує зв'язок операторів з центром технічної експлуатації (ЦТЕ) для контролю і керування, зокрема здійснюється збір і аналіз пошкоджень, діагностика модулів. Оператор може діагностувати обладнання, вимірювати електричні параметри, параметри телефонного навантаження і. т. інш. ЦТЕ централізує технічне обслуговування і адміністративне керування всім територіально розподіленим обладнанням ЦСК. У мінімальній комплектації ЦТЕ містить комп'ютер технічної експлуатації з відповідною периферією (принтер, накопичувачі) і систему робочих місць персоналу. ЦТЕ повинен мати стик з мережею керування електрозв'язком *TMN (Telecommunication Management Network)*.

Забезпечення **додаткових видів послуг** при ОпО:

Для забезпечення **комутованого доступу до *Internet*** по телефонній лінії (*dial-up*) при ОпО організовується пункт присутності *Internet – IPOP*[8] шляхом установки багатофункціональних серверів мережі Internet, що забезпечують вихід в мережу *WWW*[9]. Серверу *IPOP* виділяється необхідна пропускна

[8] *IPOP – Internet Point of Presence* – пункт присутності Internet

[9] *WWW –(Word Wide Web)* – глобальна павутина

спроможність в комутаційному полі ОпО у напрямі до провайдера послуг *Internet* (цей напрям постійно комутується в ЦКП ОпО). Для доступу користувачів до *Internet* передбачається виділення потрібної кількості серійних абонентських номерів модемів для дозвону до *IPOP*.

Послуги інтелектуальної мережі *Intellegent Network* – обладнання *SSP* встановлюється частіше при АМТС і дозволяє логіку послуг перемістити за межі станції (тобто відокремити від функцій комутації) і надавати можливість швидко створювати новий вид послуг. Сучасна номенклатура послуг *IN* передбачає наступні послуги: оплата зв'язку за рахунок абонента – "Безкоштовний виклик" (*Freephone – FRH)*; Виклик по розрахунковій картці" (*Account Calling Card – ACC); «*Інформаційна послуга за додаткову платню», "Послуга з доданою вартістю" *(Premium Rate – PRM);* "Телеголосування" (*Televoiting – VOT*).

Дуже складне обладнання ЦСК вимагає високої надійності і ремонтопридатності, тому все критично важливе оббладнання – ЦКП, керуючі пристрої, електроживлення і.т.д. - дублюється з метою гарантованої роботи

ЦСК різних типів відрізняються параметрами і характеристиками конструктивних модулів, порівняльна характеристика типів ЦКС, використовуємих на ТмЗК України наведена у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Порівняльні характеристики основних типів ЦСК

Технічні характеристики	*EWSD/V15*	*5ESS*	*SI2000/V5*	Квант-Е	ЄС-11	Дніпро
Область застосування	АМТС, ОПТС, ОПС, *MSC, SSP, Call-center*	АМТС, ОПТС, *MSC, SSP, Call-center*	ОПТС, ОПС, ЦС, ВС, КС, *Call-center*	ОПТС, ОПС ЦС, ВС, КС	ОПС, ЦС, ВС, КС	ОПТС, ОПС,РАТС, ЦС ВС, КС
Максимально припустима ємність, тис. номерів	понад 500	понад 500	100	100	13,5	до 30
Номенклатура ємностей ВАМ, ВКМ, номерів	*RDLU* – до 1984, 3986, *RSU* – до 50 000	*RAIU* – до 3552, *MMRSM* до 12000, *VCDX* – до 25 000	*miniAN*-320, *AN*-704,*SAN*-1408-2800	БАЛ-128, 256,	БАД-150, 240, 480	62, 496, 992, 1488, 1984
Наявність інтегрованого блока широкосмугового доступу з IP, ATM, FR, Ethernet	*IPoP / PHUB DLU-IP SURPASS*	*BAIU*	*BAN, mBAN, μBAN IP BAN*	–	–	–
Кількість реалізованих додаткових послуг	близько 100	близько 100	близько 30	близько 25	близько 15	близько 20
Наявність інтегрованого стику з оптичною транспортною мережею	*STM-1*	*STM-1*	*STM-1*	–	–	*PDH* – E1, E2, E3

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.1

1 ВБН 2.2-01. Споруди станційних місцевоих телефонних мереж.

2 Романцов В. М., Соловська І. М., Стовбун Г. В. Збірник схем до курсу СКЕЗ-2. Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», *SI-2000, EWSD*. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004.

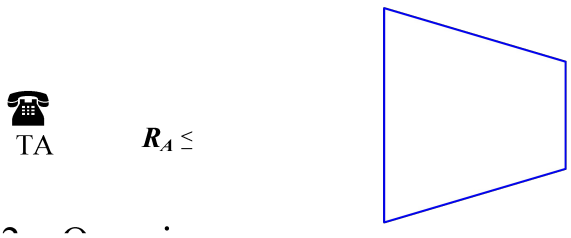
3 Долгий С. О. и др. **Современные телекоммуникации**. Технологии и экономика. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.

5.2 Підсистеми вузькосмугового та широкосмугового абонентського доступу

Сучасна ЦСК має можливості підключення достатньої номенклатури типів абонентських ліній. Абонентський доступ може бути: аналоговим, вузькосмуговим цифровим, широкосмуговим цифровим, оптичним та безпровідним.

Аналоговий абонентський доступ

Підсистема вузькосмугового абонентського доступу дозволяє підключати до абонентських модулів ЦСК аналогові абонентські лінії (ААЛ) зі стиком типу ***Z***, для яких в аналогвому абонентському комплекті (ААК) виконуються функції *BORSCHT*. Приклад підключення ААЛ показано на рис. 5.2.



Аналоговий абонентський комплект (ААК) призначений для підключення аналогового ТА по двопровідній абонентській лінії (проводи ***а*** і ***в***), перетворення аналогового інформаційного сигналу в цифрові і навпаки, і має чотирипровідний вихід (ГТ, КІ).

Аналоговий абонентський комплект виконує наступні функції:

- приймає «*Сигнал виклику»,*
- приймає адресну інформацію від абонента ДКШІ (номер абонента Б),
- живить ТА-А,
- виконує аналого-цифрове і цифро-аналогове перетворення,
- посилає сигнал «*Посилка виклику»* в ТА-Б,
- сприймає сигнал «*Відбій».*

Для ААЛ в абонентському комплекті виконуються функції ***BORSCHT***:

B *(battery feed)* – живлення ТА,

O *(overvoltage protection)* – захист станційного обладнання від високих напруг в абонентській лінії,

R *(Ringing*) – посилання «*Сигнал виклику*» частотою 25 Гц,

S *(Supervision)* – контроль стану АЛ – приймання від абонента сигналу «*Виклик*», набору ДКШІ і сигналу «*Відбій*»,

C *(Coding)* – кодування (АЦП і ЦАП),

H *(Hybrid)* – узгодження двопровідної АЛ з чотирипровідним ГТ,

***T** (Testing)* – діагностика АЛ і тестування АК.

Цифровий абонентський доступ до *ISDN*.

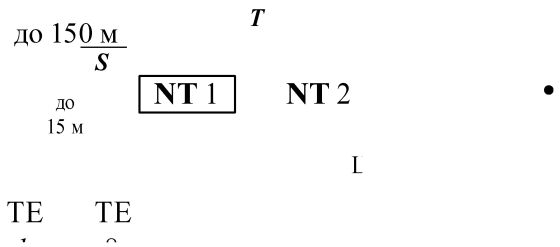
ЦМІО (*ISDN*) – це цифрова мережа інтегрального обслуговування, яка дозволяє об'єднати різнорідні термінали в єдиний територіальний комплекс обладнання і забезпечити взаємозв'язок між терміналами на основі сучасних цифрових систем комутації.

Для доступу *ISDN* стандартизовані наступні типи каналів: ***B*** – цифровий канал 64 кбіт/с – для передачі мовної інформації або даних; ***D*** – цифровий канал 16 або 64 кбіт/с – для передачі сигнальної інформації. Розрізняють цифрові абонентські лінії (ЦАЛ):

- **базового доступу $2B+D_{16}$ (*Basic Rate Access)***, містить два ***B***-канали, кожен з яких має швидкість 64 кбит/с і один ***D***-канал із швидкістю 16 кбіт/с.
- **первинного доступу $30B+D_{64}$ *(Primary Rate Access)***, містить 30 ***B***-каналів із швидкістю 64 кбіт/с і одного каналу ***D*** 64 кбіт/с для сигналізації.

Підсистема вузькосмугового абонентського доступу дозволяє підключати до абонентських модулів ЦСК вузькосмугові цифрові абонентські лінії (ЦАЛ) базового доступу до *ISDN* $2B+D_{16}$ *(Basic Rate Access*) зі стиком типу ***U*** або ***S*** пристроями мережевого *NT (Network termination)* і лінійного *LT (Line termination)* закінчення ЦАЛ до цифрових абонентських комплектів (ЦАК). У абонента $2B+D_{16}$ встановлюється блок мережевого закінчення NT, який полягає їх комплектів NT_1 і NT_2 і ЦАЛ стик ***U***, що має із сторони**,** а з абонентською –стик ***S*** (чотирипровідну пасивну шину).

Приклад підключення ЦАЛ $2B+D_{16}$ до *ISDN* показано на рис. 5.3.



Цифровий абонентський комплект ЦАК призначений для підключення чотирипровідних цифрових АЛ із стиком ***S*** або двопровідних із стиком ***U***. ЦАЛ доступу $2B+D_{16}$ із стиком ***S*** підключають термінали *ISDN* безпосередньо на станції, а для організації ЦАЛ із стиком ***U*** *2B+D**,*** необхідно встановити у користувача блок мережевого закінчення *NT,* який збоку абонентського обладнання має чотирипровідний стик ***S***, до якого підключається до восьми абонентських терміналів *TE (Terminal Equipment*) на відстані до 150 м. ЦАК для кожної ЦАЛ має обладнання лінійного закінчення *LT*, яке забезпечує регенерацію лінійний сигналів, перетворення кодів, взаємодію і живлення *NT*.

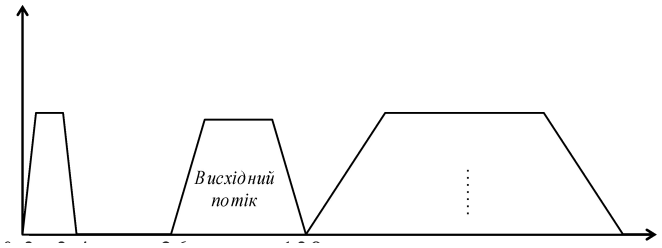
У стику ***U*** з двопровідною ЦАЛ окрім каналів $2B+D_{16}$ є канали синхронізації і техобслуговування. Напрями прийому і передачі розділяють методом адаптивної эхокомпенсациії. У ЦАЛ використовується лінійний код 2*B*1*Q* (заміна двох двійкових символів на один чотирирівневий).

У стику ***S*** є тільки канали $2B+D_{16}$, а дані передаються в квазітрійковій формі (код *AMI*). Блок *NT* регенерує лінійний сигнал, перетворює коди (*AMI-2B1Q***)**, синхронізує *TE*, активізує канал *D*, приймає із службового каналу команди діагностування абонентського обладання, керує доступом *TE* до загальної шини ***S***.

Широкосмуговий абонентський доступ

Підсистема широкосмугового абонентського доступу дозволяє підключати до широкосмугових абонентських модулів ЦСК високошвидкісні цифрові абонентські лінії технології *xDSL*. Технологія *xDSL* дозволяє організовувати на базі аналогової двопровідної лінії високошвидкісні цифрові абонентські лінії асиметричного та симетричного доступу. Асиметрічні ЦАЛ мають різні швидкості передачі від мережі до користувача і навпаки. Симетричні ЦАЛ припускають, що швидкості передачі від мережі до користувача і від користувача до мережі однакові.

- **високошвидкісна асиметрична ЦАЛ *ADSL*** (швидкість передачі від мережі до користувача складає 8 Мбіт/с, від користувача до мережі до 1 Мбіт/с). Ця технологія використовується взагалі домашніми користувачами для отримання послуг відео за замовленням, високошвидкісного доступу до *Internet*, передавання великих об'ємів даних з *Internet*, (відео, мультимедіа), дистанційного навчання.



Технологія *ADSL* використовує метод розділення смуги пропускання аналогової АЛ на декілька частотних смуг (несучих). Різні несучі одночасно переносять різні частини передаваних даних – це принцип *FDM*[10]. При цьому виділяється телефонний діапазон 0,3-3,4 для передачі мови, діапазон для передачі "висхідного" потоку даних, та діапазон для "низхідного" потоку даних. Принцип розподіленя смуги пропускання показано на рис. 5.4.

Технологія *ADSL* має різні види реалізації, які відрізняються швидкістю, кодуванням та довжиною АЛ, для якої їх можна застосовувати. Технічні характеристики різних технологій наведено у табл. 5.2.

[10] *FDM* (*Frequency Division Multiplexing)* – частотне ущільнення

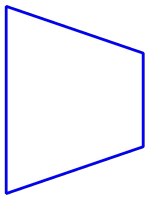
Таблиця 5.2 – Технічні характеристики *ADSL*

Технологія	Швидкість передавання, Мбіт/с		Кіль-кість, пар	Максимальна довжина АЛ, км
ADSL	0,064-0,8	1,554-8,448	1	2,5-5
ADSL.lite	0,440-0,512	1,536	1	5
R-ADSL	0,542	7	1	3
ADSL2	0,800	8	1	0,18
ADSL2+	1	24.5	1	1,5

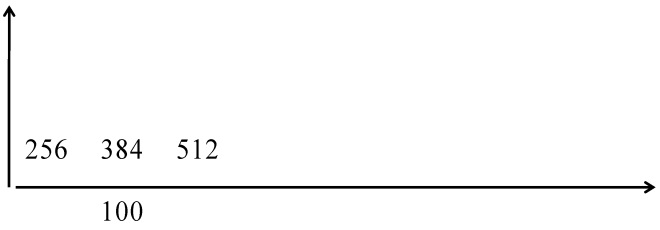
Для розділення смуг частот – для роботи ТА в діапазоні 0,3-3,4 кГц і передачі даних по ААЛ у висхідному і низхідному діапазоні необхідні пристрої для розділення спектра за частотою – *splliter* (сплітери).

Для організації ЦАЛ *ADSL* порібно додаткове абонентське та станційне обладнання. У абонента встановлюються сплітер і модем *ADSL*, в сплітер включається ТА і модем, до якого підключається комп'ютер, комп'ютер повинен мати інтерфейсну плату, наприклад, *Ethernet 10baseT*, на станції також необхідні сплітери, які відрізнять мову від даних, плати *ADSL*, а для концентрації даних необхідний *DSLAM*.

DSLAM – це широкосмуговий модуль доступу цифрових абонентських ліній *xDSL*, призначений для концентрації навантаження і транспортування її до мережі *Ethernet/ATM*.



➢ **високошвидкісна симетрична ЦАЛ *SHDSL*** (швидкості від користувача до мережі і від мережі до користувача однакові – *2 Мбіт/с*). Мідні симетричні ЦАЛ застосовуються користувачами ділової сфери: для відеоконференцій, відправки і приймання електронної пошти при максимальному завантаженні каналу, передачі і приймання великого об'єму інформації. Приклад частотного розподілу спектра для організації ЦАЛ *SHDSL* показано на рис. 5.6.



Для організації ЦАЛ *SHDSL* порібні модеми *SHDSL* у користувача та на станції, ЦАЛ включаються у плати *SHDSL*. Технічні характеристики різних технологій наведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Технічні характеристики *SHDSL*

Технологія	Швидкістть передавання, Мбіт/с	Кіль-сть пар	Максимальна довжина АЛ, км
SDSL	2048	1 (2)	4-12
HDSL	768 1024 2320	1 2 2	4-20
SHDSL	0,192-4,624	1 (2)	2-6
G.SHDSL	0,192-4,624	1 (2)	2-6
VDSL	3,2-6,5 / 13-52 26	1	1,2

Абонентські модулі (АМ) ЦСК апаратно реалізують можливості підключення різних типів абонентських ліній, і поділяються на вузькосмугові та широкосмугові абонентські модулі. ***Вузькосмугові*** забезпечують підключення аналогових абонентських ліній та вузькосмугових цифрових ліній *ISDN*. ***Широкосмугові*** – забезпечують підключення високошвидкісних ліній *xDSL* та оптичних ліній абонентського доступу.

Вузькосмуговий аналоговий абонентський модуль призначений для підключення аналогових абонентських ліній, концентрації абонентського навантаження, забезпечення абонентської та внутрішньостанційної сигналізації. Структурна схема вузько смугового аналогового абонентського модуля (на прикладі АМ ЦСК «Квант-Е») приведена на рис. 5.7. Абонентський модуль працює в двох режимах:

- **при вихідному зв'язку** підключає абонентський комплект (АК) до будь-якого *вільного* канального інтервалу ($КІ_i$), групового тракту (ГТ);
- **при вхідному зв'язку** підключає канальний інтервал $КІ_i$ групового тракту (ГТ) до потрібного АК згідно трьом останнім цифрам (СДО) абонентського номера.

До входу АК підключається двопровідна аналогова абонентська лінія (ААЛ), вихід АК займає певний канальний інтервал в одному з чотирьох 32–канальних групових трактів (ГТ-1, 2, 3, 4) до ПЧК.

Просторово – часовий комутатор (ПЧК) 8×8 комутує вісім 32 – канальних ГТ, призначення яких наступне:

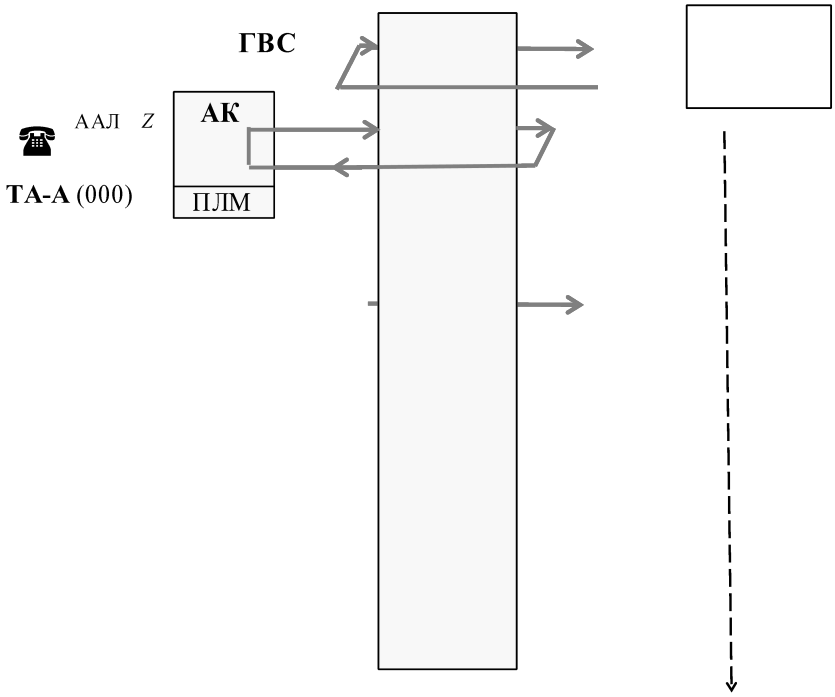
0 ГТ – для підключення пристроїв сигналізації і синхронізації (ПСС);

1-4 ГТ – для підключення 128 АК, при цьому кожному АК виділяється свій канальний інтервал;

5 ГТ – для підключення комплекту діагностики (ДГН);

6 ГТ – для підключення цифрового подовжувача ($ЦП_{ПД}$);

7 ГТ – для підключення цифрового приймача (ЦП) і цифрового генератора тональних сигналів (ЦГТС).



Пристрій сигналізації і синхронізації (ПСС) виконує функції з'єднання абонентського модуля з пристроєм комутації та спряження (ПКС) ОпО. За допомогою ПСС здійснюється отримання синхронізуючих імпульсів по КІ-0 з модуля синхронізації комутаційної системи (СКС-М) ПКС і утворення внутрісистемного сигнального канального каналу (ВССК).

Контролер КС-8а здійснює керування дією всього АМ. Він приймає і обробляє адресну інформацію від ТА абонента або керуючого пристрою ПКС ОпС, взаємодіє з керуючим пристроєм ПКС ОпО по ВССК, керує роботою ПЧК і рештою пристроїв абонентського модуля.

Генератор викличних сигналів (ГВС) виробляє напругу змінного струму частотою 25/±5 Гц для посилки «*Сигналу Виклику»* в викликуваний телефонний апарат абонента.

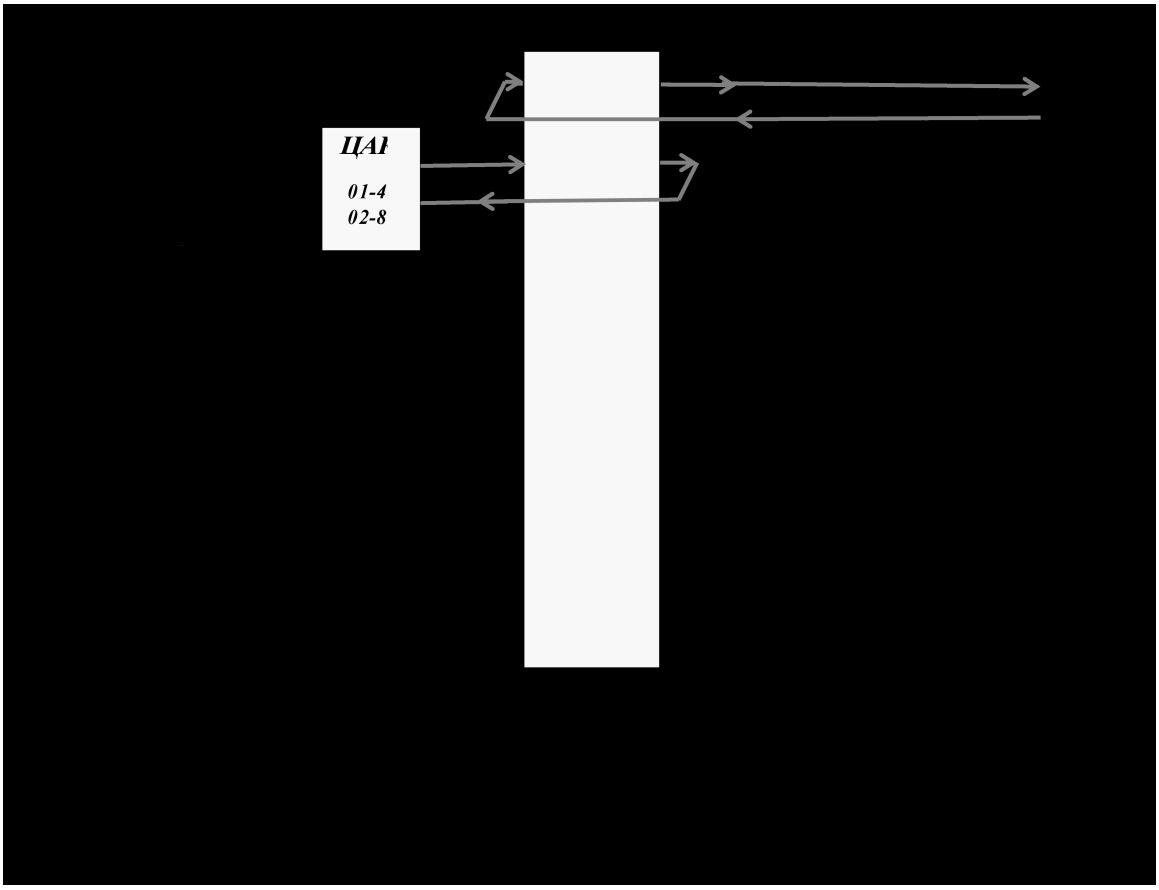
Діагностичний комплект (ДГН) призначений для вимірювання параметрів абонентських комплектів і абонентських ліній.

Цифровий подовжувач ($ЦП_{ПД}$) вносить в розмовний тракт додаткове загасання 6 дБ. $ЦП_{ПД}$ використовується тільки при автономній роботі модуля, оскільки при роботі у складі ОпО все необхідне загасання забезпечує ПКС.

Цифровий приймач (ЦП) призначений для приймання адресної інформації багаточастотним кодом типу *DTMF* (цифри і службові комбінації кодуються двома частотами).

Цифровий генератор тональних сигналів (ЦГТС) виробляє 32 тональних сигнали, необхідних для роботи будь-якого периферійного пристрою, а також одне мовне повідомлення тривалістю 4с (автовідповідач). Рівень всіх сигналів – 6 дБ.

Вузькосмуговий цифровий абонентський модуль призначений для підключення ЦАЛ базового $2B+D_{16}$ та первинного доступу $30B+D_{64}$. Структурна схема цифрового абонентського модуля (на прикладі модуля ЦСК «Квант-Е» представлена на рис. 5.8.



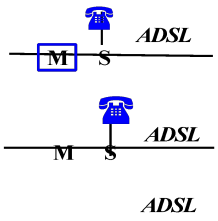
В залежності від типу цифрових абонентських комплектів ЦАК (АЦК-2М), цифровий АМ може комплектуватися різними типами ТЕЗ АЦК-2М. У касеті можуть бути 8 ТЕЗ по 8 ЦАЛ типу 02 або 64 ЦАЛ.

Таблиця 5.6 – Типи модулів підімкнення цифрових АЛ

№	Тип модуля	Умови застосування
01	ТЕЗ на 4 лінії S_0	для кабелю з d=0,5 мм, L 500 м
02	ТЕЗ на 8 ліній S_0	
03	ТЕЗ на 4 лінії U	2B + D L 5 км
04	ТЕЗ на 8 ліній U	
05	ТЕЗ на 1 лінію S_2	30 B +D
06	ТЕЗ на 2 лінії S_2	

Широкосмуговий абонентський модуль призначений для підключення різних типів абонентських ліній: симетричних та асиметричних ЦАЛ за технологією *xDSL*; симетричних ліній зі стиком $V_{5.2}$ до оптичного лінійного закінчення *OLT* пасивної оптичної мережі абонентського доступу *PON*; оптичних ліній стику з обладнанням передачі синхронної цифрової ієрархії *SDH* для передавання комірок *ATM* на рівні принаймні синхронного транспортного модуля *STM-1* (155 Мбіт/с); оптичних чи мідних симетричних ліній стику з комп'ютерною мережею *Ethernet*. Функціонально широкосмуговий абонентський модуль – це *DSLAM*, необхідній для концентрації високошвидкісного пакетного навантаження та передачі його у мережу передачі даних за допомогою *ATM/Ethernet*, що базуються на технологіях *SDH*, оптичного інтерфейсу *STM-1* і інтерфейсу E1 з інверсним мультиплексуванням[11] *ATM (Inverse Multiplexing ATM-IMA*). Оптичний інтерфейс забезпечує 155 Мбіт/с, а інтерфейс *E1/IMA* – ***n***×2Мбіт/с (максимально 16 Мбіт/с), де ***n*** – кількість використаних інтерфейсів E1.

Структурна схема широкосмугового абонентського модуля *DSLAM* приведена на рис. 5.9.

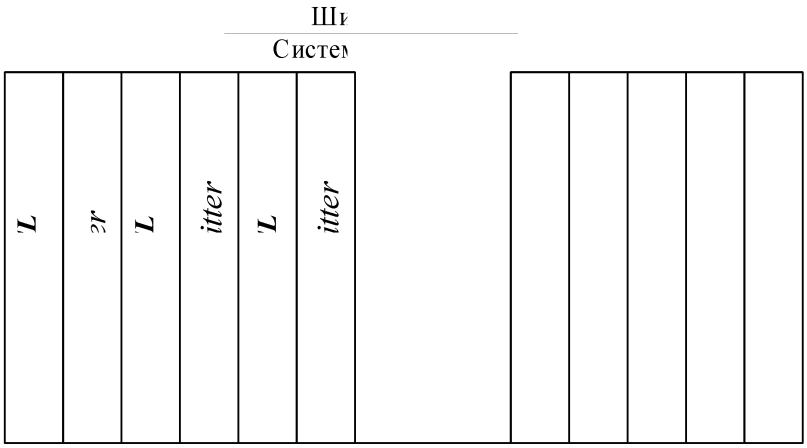


[11] *Інверсне мультиплексування* – припускає розбиття початкового цифрового потоку на два і більш цифрових потоки з меншими, але однаковими, швидкостями, передачу цих потоків по різних парах кабелю і подальше мультиплексування цих потоків в приймачі.

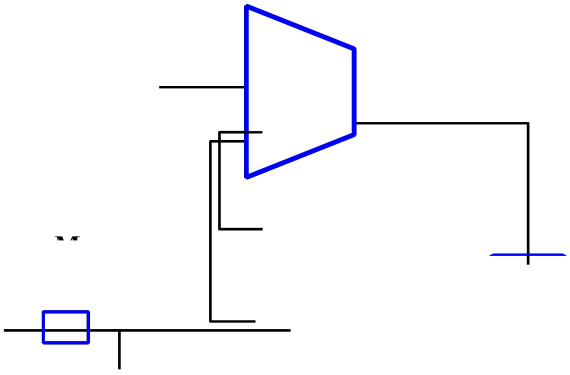
Широкосмуговий абонентський модуль *DSLAM* (на прикладі модуля *BAN SI-2000/V.5*) має ємність 240 ліній *xDSL* містить 16 плат і сполучну плату з шиною *ATM* (2×1,2 Гбіт/с). До складу *DSLAM* входять наступні плати:

- абонентська плата ЦАЛ з *ADSL*/*G.SHDSL* (максимально до 15 плат по 16 ЦАЛ *ADSL*).,
- плата з мовними роздільниками (сплітерами) на 16 сплітерів:
- керуюча плата процесора *BB CPU*;
- плата *STM*-1 з мережевим інтерфейсом *ATM* 155 Мбіт/с; або плата на 8 *E1/IMA* з інтерфейсом *ATM* – 8 Мбіт/с, або плата *Fast Ethernet*.

Конструкція модуля *BAN SI-2000/V.5* показана на рис. 5.10.



Слід зазначити, що при використанні широкосмугових абонентських модулів для концентрації телефонного навантаження необхідно використовувати традиційні аналогові абонентські модулі. Приклад підключення ЦАЛ широкосмугового доступу *ADSL* показано на рис. 5.11.



Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.2

1 Романцов В. М., Соловська І. М., Стовбун Г. В. Збірник схем до курсу СКЕЗ-2. Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», *SI-2000, EWSD*. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004.

2 **Стовбун Г. В.** Цифровая система коммутации «Квант-Е». Блок абонентских линий: Учебное пособие. – Одесса: ОНАС им. А. С. Попова, 2002.

3 В. П. Шувалов. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3, – Мультисервисные сети: Учебное пособие. -М.: Горячая линия – Телеком – 2005.

4 Долгий С. О. и др. **Современные телекоммуникации**. Технологии и экономика. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.

5.3 Підсистема лінійного доступу. Мережні стики ЦСК

Стик типу *Z* забезпечує підключення ААЛ до аналогових абонентських комплектів. По ААЛ в стики ***Z*** можуть включатися телефонні й факсимільні апарати, місцеві, міжміські й універсальні таксофони одно- і двобічної дії, модеми й термінали передачі даних з телефонним алгоритмом встановлення з'єднання, а також, в лінії з серійним пошуком, модемні пули пунктів присутності *Internet*, апарати спеціальних довідково-інформаційних служб.

Стик типу *U* забезпечує підключення ЦАЛ доступу $2B+D_{16}$ до послуг *ISDN* на основній швидкості *BRA* утворено між блоком лінійного закінчення *LT* і фізичною АЛ, яка в приміщенні абонента закінчується блоком мережного закінчення *NT* зі стиками ***S*** або ***T*** з абонентським обладнанням.

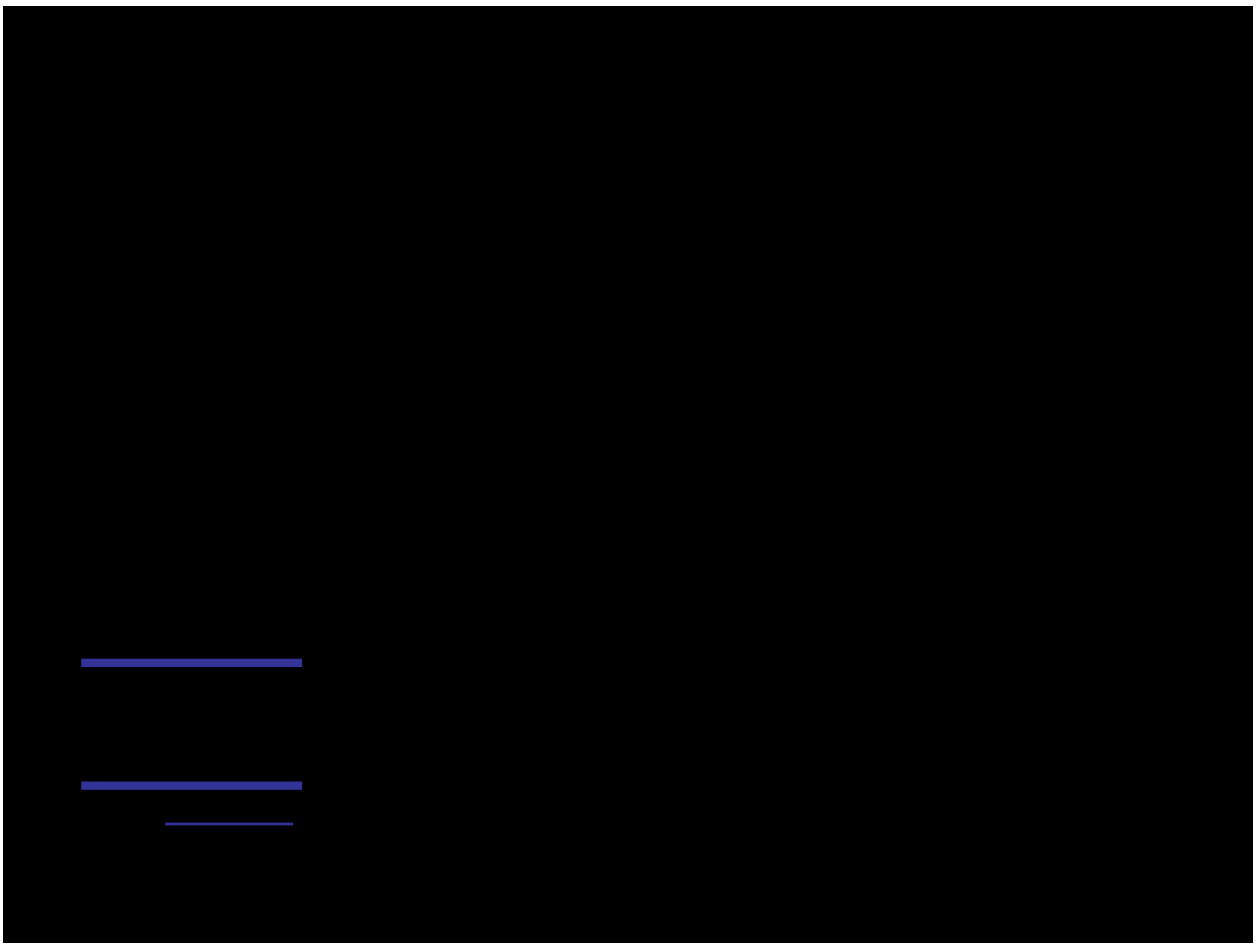
Між групою *LT* (до 16) і комутаційним полем утворюється стик типу V_1. В деяких ЦСК існує можливість використання стику ***U*** для ввімкнення винесеної групи з 2, 4, 8 чи 16 аналогових абонентів, що спільно користуються двома каналами *B*, часто з додатковим ущільненням (по два канали 32 кбіт/с у кожному). У такому разі використовуються лише засоби передавання стику ***U***, замість *LT* і *NT* встановлюється мультиплексне обладнання, а для індивідуальних АЛ передбачаються стики типу ***Z***.

Типові абонентські та лінійні стики ЦСК показані на рис. 5.12.

Стик типу V_2 призначений для підключення ВАМ (абонентського концентратора) у цифрове комутаційне поле станції трактами Е1 (2048 кбіт/с). Далі в межах ВАМ забезпечуються стики ***Z*** і ***U*** з АЛ.

Стик типу V_3 доступу $30B+D_{64}$ до послуг *ISDN* на первинній швидкості 2048 кбіт/с *PRA* для підключення системи користувача – цифрової інтегральної ВАТС, локальної комп'ютерної мережі чи швидкісних багатофункційних терміналів.

Стик типу V_4 для підімкнення ВАМ (абонентського мультиплексора). Між мультиплексором і фізичними АЛ мають забезпечуватись стики ***Z*** і ***U***.



Універсальний стик типу V_5 існує в двох модифікаціях – $V_{5.1}$ і $V_{5.2}$, що відповідно дозволяє підключити в ЦКП один тракт Е1, тобто до 30 ААЛ чи каналів В основного доступу (без концентрації), та до 16 трактів Е1 – ліній доступу $30B+D_{64}$, ліній до обладнання безпровідного доступу *WLL (Wireless Local Loop),* до блока широкосмугового доступу - з можливою концентрацією (від 1:1 до 8:1) і окремими сигнальними каналами в кожному тракті. Порти з таким стиком мають власні протоколи: керування з'єднаннями ISDN, керування телефонними з'єднаннями, призначення несучих каналів (типу В) та, тільки для $V_{5.2}$, керування трактами і захисту (перемикання з'єднання на інший тракт у разі відмови).

У широкосмугових блоках доступу комутаторах *ATM* можуть передбачатися аналогічні широкосмугові стики V_{B5} з оптичними (чи коаксіальними) АЛ доступу до широкосмугової мережі з інтеграцією служб B-*ISDN* зі швидкістю 155 чи 622 Мбіт/с. Крім того, ці блоки повинні мати стики $V_{5.2}$, стики для підключення АЛ технологій *xDSL*, а також стики з транспортною мережею АТМ на рівні синхронного транспортного модуля принаймні *STM*-1.

Стик типу A для ЦЗЛ – каналів стандартного 32-канального тракту ІКМ типу Е1 (2048 кбіт/с).

Стик типу A_1 для ЦЗЛ – каналів 16-канального тракту Е½ (1024 кбіт/с), аналогічного ІКМ-15.

Стик типу C_1 між обладнанням аналого-цифрового перетворення, що включається на виході ЦКП, і чотирипровідними АЗЛ одно- й двобічного, в

тому числі й універсального використання, фізичними (ФЗЛ) чи ущільненими за допомогою СП ЧРК. Стик має модифікації: C_{11} – для каналів СП ЧРК.

Стик типу C_2 між обладнанням аналого-цифрового перетворення, що включається на виході ЦКП, й дво- чи трипроводовими ФЗЛ.

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.3

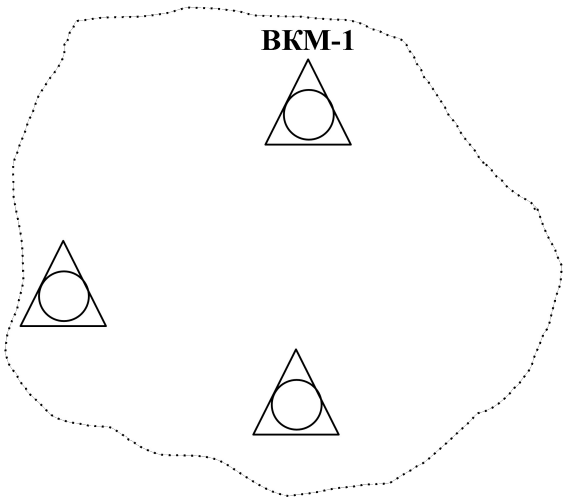
1 Долгий С. О. и др. **Современные телекоммуникации**. Технологии и экономика. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.

2 ВБН 2.2-01. Споруди станційних місцевоих телефонних мереж.

5.4 Концентрація абонентського навантаження. Виносні абонентські та комутаційні модулі ЦСК

Архітектура ЦСК (рис. 5.13) базується на:

- **опорному обладнанні (ОпО);**
- **виносних комутаційних модулях (ВКМ);**
- **виносних абонентських модулях (ВАМ).**



Опорне обладнання **(ОпО**) ЦСК може функціонувати на ТмЗК в якості опорної станції (ОПС), опорно-транзитної станції (ОПТС) або транзитної станції (ТС) з функціями об'єднання й розподілу вихідних і вхідних місцевих і міжміських сполучень для всіх (або частини станцій на базі ВКМ) та, можливо, цифрових станцій інших систем, а також в якості центра технічної експлуатації (ЦТЕ) всього територіально розподіленого обладнання системи.

Крім того, залежно від потреби (в тому числі одночасно), ця ОПТС може виконувати функції, вузла відомчих телефонних станцій (ВВТС); вузла спецслужб (ВСС) чи інтелектуального центра обробки викликів (*Call-center*); центра комутації стільникової мережі рухомого зв'язку *MSC (Mobile Switching Center);* міжміської АМТС чи зонової АМТС; пункта присутності *Internet IPOP (Internet Point of Presence*) і шлюзу з пакетними мережами *IP, ATM, FR, Ethernet*; пункту комутації інтелектуальних послуг *SSP (Service Switching Point*).

Для взаємодії з ТМЗК частіше тільки ОПТС має напрямки зв’язку до АМТС, ВСС та інших станцій мережі.

За економічної обґрунтованості на МТМ всі ОПТС з’єднуються оптоволоконним кільцем, обладнаним цифровими системами передачі (ЦСП) синхронної цифрової ієрархії *SDH (Synchronous Digital Hierarchy*) з використанням технології спектрального ущільнення *DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing*) і асинхронного режиму перенесення інформації *ATM (Asynchronous Transfer Mode*) або технології багатопротокольної комутації за позначками (*Multiprotocol Label Switching, MPLS*).

Виносні абонентські модулі **(ВАМ)** застосовуються для зменшення витрат на абонентську мережу, і функціонують, зокрема, в якості концентраторів (без замикання внутрішнього навантаження) у місцях скупчення невеликих груп абонентів – в мікрорайонах приватної забудови, в охоплюваних МТМ підлеглих малих населених пунктах (де немає потреби в транзитних з’єднаннях). Так як ВАМ не можуть функціонувати автономно, вони керуються від ОПТС або ВКМ і взаємодіють з ними внутрішньосистемними протоколами сигналізації.

Виносні комутаційні модулі **(ВКМ)** можуть застосовуватися в якості опорних станцій (ОПС). Як правило, така ОПС здатна виконувати ще й функції селищно-приміського вузла (СПВ), вузла вхідних транзитних повідомлень ВВТП, вузла спеціальних служб (ВСС) чи центра обробки викликів *Call-Center*, вузла *Internet IPOP* і шлюзу з пакетними мережами, *SSP*. Обладнання ВКМ пов'язане з ОПТС внутрішньосистемним протоколом сигналізації і встановлення з'єднань, зокрема адміністративно-експлуатаційних функцій, хоча ВКМ здатне автономно обслуговувати з'єднання між своїми абонентами. Наявність у ВКМ комутаційного поля з деяким числом напрямів зв'язку дозволяє організовувати опорні станції і з’єднувати ВКМ між собою кільцевою транспортною мережею.

Для взаємодії з АМТС, ВСС та іншими станціями мережі, між ВАМ, ВКМ та ОПТС використовують універсальні з’єднувальні лінії до ОПТС, яка має напрямки зв’язку до АМТС, ВСС та інших станцій мережі.

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.4

1 Романцов В. М., Соловська І. М., Стовбун Г. В. Збірник схем до курсу СКЕЗ-2. Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», *SI-2000, EWSD*. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004.

2 В. П. Шувалов. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3, – Мультисервисные сети: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком – 2005.

3 Долгий С. О. и др. **Современные телекоммуникации**. Технологии и экономика. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.

5.5 Особливості побудови комутаційного поля типових систем ЦСК

Цифрові комутаційні поля ЦСК в залежності від виконуваної технології комутації бувають вузькосмуговими та широкосмуговими. Вузькосмугові ЦКП забезпечують технологію комутації каналів, а широкосмугові – технологію комутації пакетів.

Вузькосмугові ЦКП з технологією комутації каналів призначені для створення неблокованих з'єднань будь-яких канальних інтервалів групових трактів, розподілу інформації за напрямками відповідно до адресної інформації, підтримки і руйнування з'єднань каналів 64 кбіт/с і груп каналів 64 кбіт/с (відповідно 64, 384 та 1920 кбіт/с);

Принципи побудови і параметри вузькосмугового цифрового комутаційного поля.

Вузькосмугове ЦКП – це повнодоступний односпрямований просторово-часовий комутатор каналів (ПЧК), побудований як $Ч_п$ – часової комутації з просторовою селекцією, ємністю $N \times N$ групових трактів (ГТ), і має наступні пристрої:

Інформаційний запам'ятовуючий пристрій (ІЗП), який розділено на секції, кількість яких дорівнює кількості ГТ – ***N***.

Кожна секція містить клітини пам'яті (КП) кількість яких визначається кількістю канальних інтервалів (КІ) – ***n***, розрядність кожної КП дорівнює кількості біт інформаційного кодового слова – ***r***.

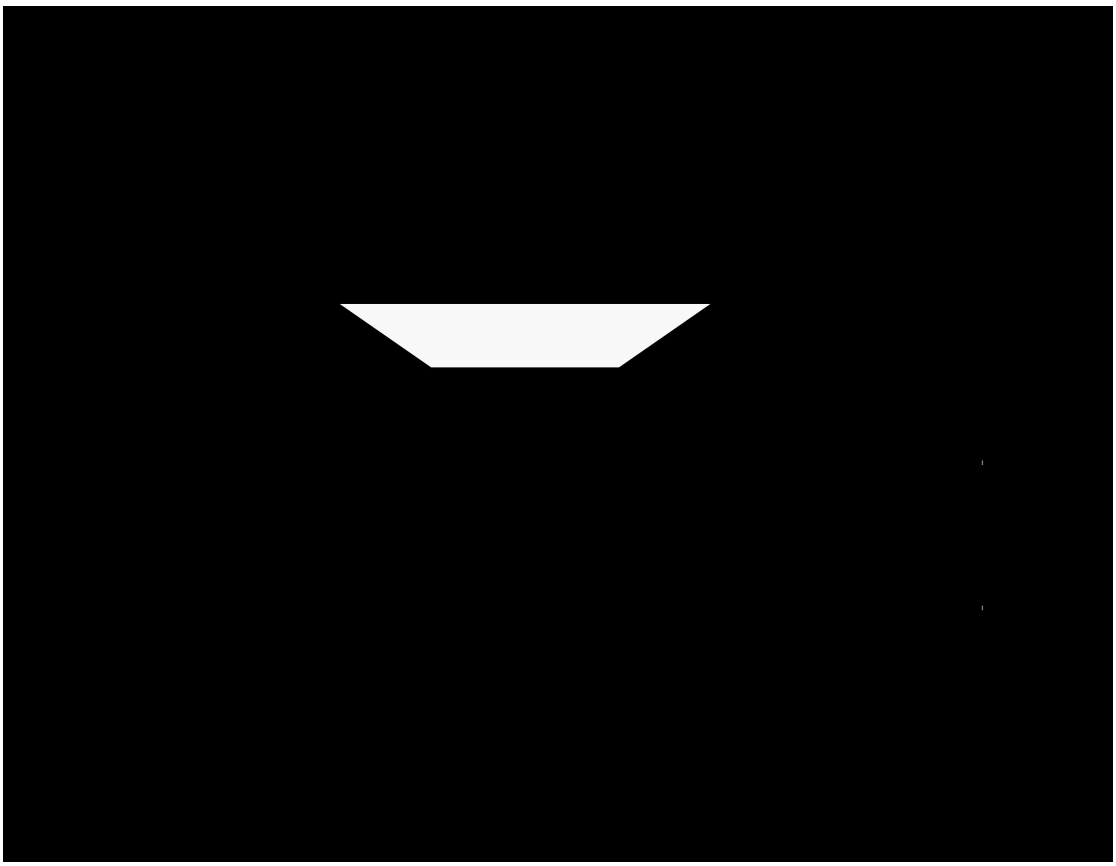
На рис. 5.14 показана блок-схема ПКС 32×32 (на прикладі пристрою комутації і спряження (ПКС) ЦСК «Квант-Е»), схема містить два ІЗП 0,1, які працюють таким чином: у одному циклі ІЗП-0 працює в режимі запису, а ІЗП-1 – в режимі зчитування; в іншому циклі ІЗП працює навпаки, ІЗП-0 - в режимі зчитування, ІЗП-1- в режимі запису.

Адресний запам'ятовуючий пристрій (АЗП) односекційний, містить $\boldsymbol{N \times n} = 32 \times 32$ клітин пам'яті, які поділені на групи клітин пам'яті (по кількості КІ) – ***n,*** кожна група складається з ***N*** клітин пам'яті по кількості ГТ.

Розрядність клітини пам'яті АЗП визначається:

$$r_{\text{КП АЗП}} = \text{БК} + log_2\boldsymbol{n} + log_2\boldsymbol{N},$$ БК – біт комутації, дорівнює 1.

Просторово-часовий комутатор працює в режимі керування по виходах. Проступаючі кодові слова записуються впорядковано в секції ІЗП (номер секції відповідає номеру вхідної цифрової лінії ВхЦЛ), в клітину пам'яті номер якої співпадає з номером вхідного КІ. Зчитування відбувається довільно за адресами з АЗП, дані комутації записуються по трьох шинах – шині адресу (ША), шині даних (ШД) і шині керування (ШК) в комірку пам'яті АЗП, яка відповідає номеру вихідної цифрової лінії ВЦЛ і вихідного КІ, дані містять номер комутованої ВхЦЛ і вхідного КІ.



Пристрій комутації і спряження ПКС-32×32 – це просторово-часовий комутатор ємністю 32×32 тракти Е1 або 1024×1024 канальних інтервалів.

Структурна схема ПКС 32×32 зображена на рис. 5.15. Оскільки ГТ чотирипровідний, тому вхідні цифрові лінії (ВхЦЛ) включені в приймачі сигналів, які погоджують вхідний цифровий потік в двійкову систему для комутації. Вихідні цифрові лінії (ВЦЛ) включені у виходи передавача для зворотнього перетворення.

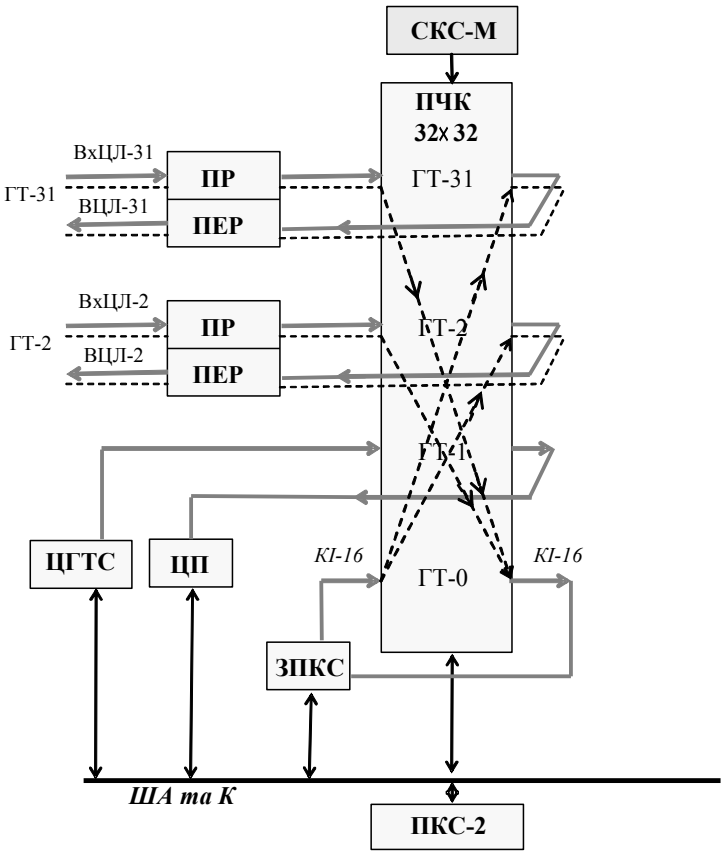


Рисунок 5.15 – Структурна схема ПКС 32х 32 ”

ГТ-0 призначений для збору сигнальної інформації з КІ-16 з периферійних модулів, що включаються в ГТ-2 – ГТ-31 і запам'ятовування, в пристрої керування і сканування (ЗПКС).

Кожна ВхЦЛ (ВхЦЛ 2 – ВхЦЛ 31) має свій канальний інтервал в ГТ-0. Таким чином номер канального інтервалу в ГТ-0 відповідає номеру ГТ 2–31. Поступаюча сигнальна інформація послідовно записується в ЗПКС і потім паралельно через шини адреси (ША) і керування (ШК) передається в ПКС для аналізу цифр номера. Після аналізу ПКС видає в паралельному вигляді сигнальну інформацію в ЗПКС, а звідти вона послідовно видається в ВЦЛ 2– 31 для периферійних пристроїв у внутрішньосистемних каналах сигналізації (ВССК) у КІ-16.

ГТ-1 – це включені цифрові приймачі (ЦП), за допомогою яких здійснюється приймання частотних керівних сигналів, і цифровий генератор тональних сигналів (ЦГТС), який виробляє тональні сигнали (сигнали ЦГТС приведені у табл. 5.7).

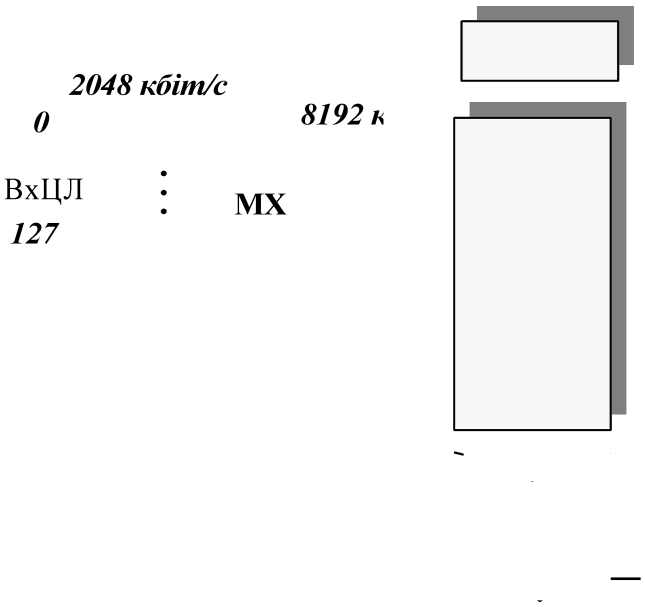
ПКС-2 здійснює керування роботою ПКС, приймає адресну інформацію із ЗПКС, аналізує цю інформацію, визначає напрям зв'язку, і комутує вільний канальний інтервал в чотирипровідному тракті.

Таблиця 5.7 – Сигнали, що формуються ЦГТС

Канальний інтервал	Частоти, Гц	Найменування сигналу
0	425	«*Сигнал станції*», «*Контроль посилання виклику*»
1	-	Сигнал тиші
2	425	Сигнал «*Зайнято*» (0,3с.-0,3 с.)
3	750…600	Службовий сигнал
4 – 12	700.1700	Багаточастотний код «2 з 6»
13 – 30	1200.3850	Сигнали, використовувані в частотних СП
31	-	Автовідповідач

Пристрій комутації і спряження ПКС 128х128 – це просторово-часовий комутатор, який має ємність 32×32 тракти із швидкістю 8192 кбіт/с. Вхідні ГТ-0 – ГТ-128 зі швидкістю 2048 кбіт/с включаються у мультиплексори (МХ) на виході яких створюється 32 ГТ із швидкістю 8192 кбіт/с. На виході комутаційної матриці тракти із швидкістю 8192 кбіт/с демультиплексуються (ДМХ) в тракти 2048 кбіт/с. Для роботи внутрісистемного каналу сигналізації (ВССК) об'єднуються всі КІ-16 всіх підключених ГТ. Сигнальні ГТ збираються в мікроконтролер (МК7Л), який пов'язаний з ПКС трактом *HDLC*. Керування комутаційною матрицею 32×32 тракти 8 Мбіт/с здійснюється за допомогою однокристального мікроконтролера МК-7Л зв'язаного синхронним *HDLC*-каналом з керуючим пристроєм комутаційного модуля (ПКС).

Структурна схема модуля ПКС 128×128 показана на рис. 5.16.



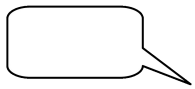
Широкосмугові ЦКП з технологією комутації пакетів (на базі ***ATM-switch*** або ***Ethernet-switch)*** використовують асинхронний режим перенесення інформації комірками *ATM*, або швидкої комутації пакетів *FPS*[12], або комутації кадрів *Ethernet,* забезпечують комутацію різношвидкісних цифрових трактів (від 2 Мбіт/с, 622 Мбіт/с до 1 Гбіт/с). До асинхронних широкосмугових ЦКП підключаються високошвидкісні тракти з інверсним або статичним мультиплексуванням по яким здійснюється передача пакетів (технологій *FPS, ATM, Ethernet*). Асинхронні широкосмугові ЦКП мають внутрішню буферну пам'ять для збереження пакетів. Процедура буферизації може організовуватися на вході або виході пакетного комутатора, або організується загальний централізований буфер.

Принципи побудови широкосмугового цифрового комутаційного поля комутації пакетів комутатора АТМ (ATM-switch).

Асинхронний режим перенесення інформації (АТМ) полягає в транспортуванні всіх видів інформації в пакетах фіксованої довжини (***комірках – cell***) з асинхронним мультиплексуванням потоків комірок від різних користувачів загалом у швидкісному цифровому тракті. Принцип комутації *ATM* показано на рис. 5.17. Кожна комірка містить 5 байт заголовка і 48 – інформаційного поля. У кожному високошвидкісному тракті організуються віртуальні тракти (це група віртуальних каналів в одному напрямку) та віртуальні канали, які здійснюють передачу пакетів у одному напрямку. Ідентифікатори віртуального тракту *VPI* й віртуального каналу *VCI* зберігаються у заголовці комірки.

[12] ***FPS*** – (*Fast Packet Switching*) – технологія комутації пакетів

Джерела інформації
64 кбіт/с 2 Мбіт/с 34 Мбіт/с



Принцип роботи комутатора АТМ заснований на пошуку вихідних порту і логічного каналу, визначуваних ідентифікаторами вихідних віртуального тракту і каналу і на зіставленні їх з вхідним портом і віртуальним каналом. Пошук порту – просторова комутація, обмін логічного каналу – часова.

У комутаторах *АТМ* немає жорстко встановлених канальних інтервалів, тому можливо «змагання» комірок декількох логічних каналів за один канальний інтервал. Цей конфлікт розв'язується буферизацією комірок. Окрім цього комутатор АТМ повинен забезпечити можливості багатоадресної передачі і пріоритетного обслуговування комірок.

Комутатори АТМ розрізняються принципом побудови:

- *комутатори АТМ із загальною пам'яттю;*
- *комутатори АТМ із загальним середовищем;*
- *комутатори АТМ з просторовим розділенням.*

Розглянемо принцип побудови комутатора із загальною пам'яттю (рис. 5.18).

У такому комутаторі вхідні і вихідні порти, з числом портів рівним N, обладналися власними контролерами, безпосередньо сполученими із загальною пам'яттю, доступною вхідним контролерами для запису і вихідним – для зчитування. Вхідний контроллер аналізує заголовок комірки, визначає в яку чергу її помістити і інформує про це процесор комутатора. Процесор в кожному часовому циклі повинен обробити N вхідних комірок і вибрати для передачі N вихідних, тому швидкість запису і зчитування повинна бути $N \times v$, де v – це швидкість обміну через порт.

Об'єм загальної пам'яті визначається способом її використання, кількістю портів і швидкістю обміну. Пам'ять розділена на N секцій по кількості впорядкованих черг.

Структурна схема комутатора *АТМ* з загальною пам’яттю складається з наступних функціональних пристроїв:

Пс/Пр (Пр/Пс) – перетворювачі з послідовного коду в паралельний і навпаки;

- Пзаг – перетворювачі заголовка, необхідні для визначення і модифікації заголовків кожної комірки;
- блок пакетної комутації**,** що містить вхідний мультиплексор (МХ), буферну пам'ять і демультиплексор (ДМХ);
- контролер, який має регістр адрес запису (РАЗ), регістр адрес зчитування (РАЗч) на кожний з ***N*** зв'язаних списків;
- буфер адрес (БА) використовуваних адрес пам'яті.

Для кожної вхідної комірки контролер визначає зв'язаний список, в який її треба помістити, відповідно модифікує її ідентифікатори за допомогою Пзаг і опитує потрібний РАЗ, звідки одержує адресу вільної області пам'яті в яку і записується комірка. Одночасно активізується база адрес – БА використовуваних областей пам'яті, яка видає адресу нової вільної області, унаслідок чого РАЗ і відповідні покажчики адресного ланцюжка набувають нового значення.

Аналогічно в кожному канальному інтервалі для кожного зв'язаного списку за допомогою РАЗч визначається одна комірка, яка вилучається з буферної пам'яті і передається в потрібний вихідний порт з одночасною корекцією покажчиків адрес і змісту буфера адреси БА.

Такий комутатор може забезпечувати пріоритетне обслуговування комірок, для чого необхідно буферизувати комірки, призначені певному вихідному порту, в окремих для кожного рівня пріоритету зв'язаних списках

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.5

1 **Стовбун Г. В.** Цифровая система коммутации «Квант-Е». Блок абонентских линий: Учебное пособие. – Одесса: ОНАС им. А. С. Попова, 2002.

2 Романцов В. М., Соловська І. М., Стовбун Г. В. Збірник схем до курсу СКЕЗ-2. Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», *SI-2000, EWSD*. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004.

3 М. О. Чумак, Н. М. Лисенко Мережа B-ISDN на технології ATM. Навчальний посібник. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2001.

4 Долгий С. О. и др. **Современные телекоммуникации**. Технологии и экономика. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.

5.6 Принципи сигналізації в ЦСК

Сигналізація – це сукупність лінійних і керуючих сигналів, необхідних для встановлення, контролю і роз'єднання з'єднань.

Використовується три групи сигналів сигналізації:

- акустичні (інформаційні),
- лінійні,
- керування.

Інформаційні сигнали – акустичні сигнали передаються із станційних приладів абонентам і інформують їх про етапи встановлення з'єднання. До них відносяться:

- ✓ *«Сигнал посилки виклику»* f = 25 Гц, U = 95 В, тривалість посилки 1-1 с.
- ✓ *«Готовність станції»*, f = 425 Гц, безперервний.
- ✓ *«Зайнято», f* = 425 Гц, посилання і пауза 0,3-0,4 с.
- ✓ *«Контроль посилки виклику»*, f = 425 Гц**,** періодичне посилання 1 с-4 с.

Лінійні сигнали видзначають етапи встановлення з'єднання і дії абонентів: Передаються лінійні сигнали між приладами розмовного тракту.

У прямому напрямку передаються сигнали – «*Сигнал заняття»*, «*Сигнал роз'єднання». «Сигнал відбою абонента А»*. У зворотному напрямку: «*Сигнал зайнято», «Сигнал відповіді абонента А».*

Сигнали керування використовуються для передачі адресної інформації (в прямому напрямку), а також для передачі команд керування між керуючими пристроями (в зворотньому напрямку) в процесі встановлення з'єднання.

Розрізняють наступні види сигналізацій:

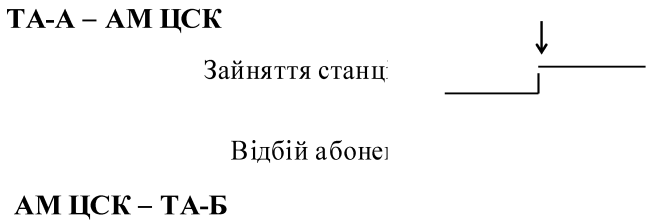
- ✓ абонентську сигналізацію**;**
- ✓ внутрішньостанційну сигналізацію**;**
- ✓ міжстанційну сигналізацію.

Абонентська сигналізація – це сигналізація на ділянці від кінцевого пристрою до станції (від ТА абонента).

Для абонентської сигналізації використовуються наступні види сигналів:

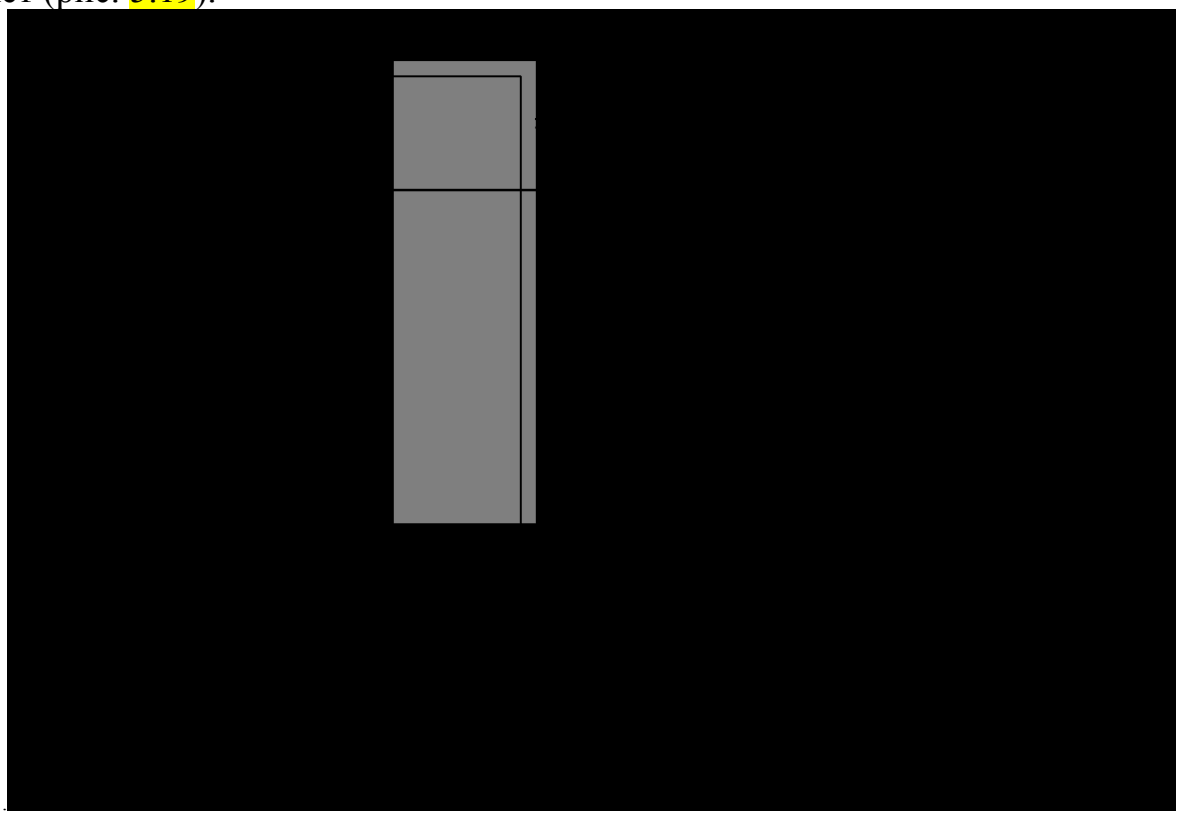
- *«Сигнали постійного струму»* (замикання і розмикання шлейфу ТА).

Лінійні сигнали від аналогового ТА зображені на рис. 5.19:



Сигнали керування – ДКШІ або *DTMF*.

Внутрішньосистемна сигналізація. Для передачі керуючої і адресної інформації між керуючими пристроями (контролер БАЛ і ПКС-2 УКС) організуються внутрішньосистемні сигнальні канали (ВССК). Передача здійснюється в КІ-16 пакетом, який містить 16 восьмибітових байтів. Для передачі одного пакета використовується час одного надциклу. За цей час між керуючими пристроями передається вісім двобайтових посилок. Сигнальна інформація надходить в запам'ятовуючий пристрій крування та сканування (ЗПКС) і записується в КІ, номер якого відповідає номеру ГТ з якого надійшов пакет (рис. 5.19).



Пакет внутрішньосистемної сигналізації

	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	0	0	1	1	0	1	1	**0**
		S		K		γ	β	α	**1**
1	*a*	*b*	*c*	*d*					**2**
				1	2	3	4	5	**3**
2	*a*	*b*	*c*	*d*					**4**
				1	2	3	4	5	**5**
3	*a*	*b*	*c*	*d*					**6**
				1	2	3	4	5	**7**
4	*a*	*b*	*c*	*d*					**8**
				1	2	3	4	5	**9**
5	*a*	*b*	*c*	*d*					**10**
				1	2	3	4	5	**11**
6	*a*	*b*	*c*	*d*					**12**
				1	2	3	4	5	**13**
7									**14**
									15

0 байт – синхронізація

1 байт – αβγ –кількість повідомлень

S – прапорець (інверсія прапорця – ознака нового пакета)

К – контрольний біт

2 байт – *a b c d* – цифра

3 байт – 1,2,3,4,5 – номер каналу

4,5 байт – аналог 2,3

6,7 байт – аналог 2,3

8,9 байт – аналог 2,3

10,11 байт – аналог 2,3

12,13 байт – аналог 2,3

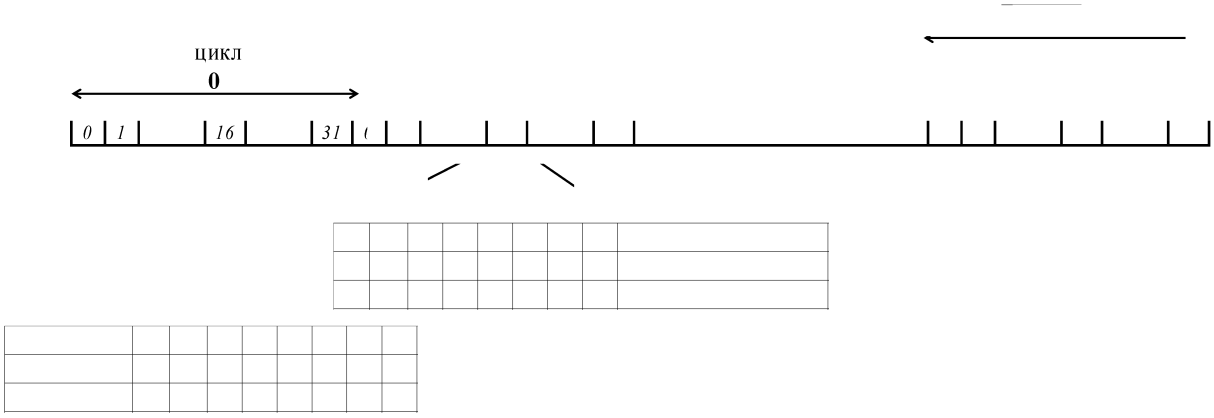
14 байт – байт рестарта

15 байт – контроль

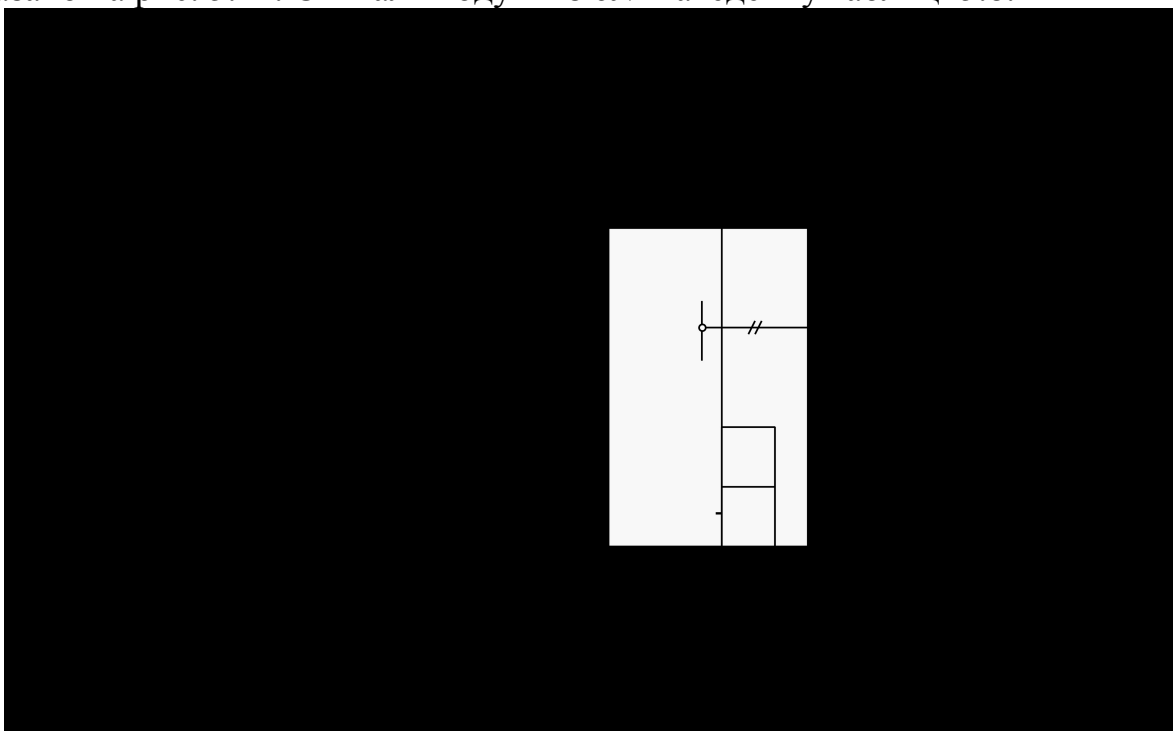
У цьому пакеті в нульовому і сьомому двобайтовому повідомленнях передається службова інформація. У нульовому байті передається синхронізація системи, в першому байті – статус біта, який показує зміни в даному пакеті в порівнянні з попереднім. Якщо *S = 0*, то змін немає, *S = 1* є зміни. $\alpha\beta\gamma$ – індикатор довжини пакету, тобто число двобайтових повідомлень, що несуть керуючу інформацію максимально дорівнює 6. Двобайтові посилки з 1 по 6 – для передачі цифр номера. У байтах 2, 4, 5, 8, 10, 12 – по одному знаку номера, в байтах 3, 5, 7, 9, 11, 13 – номер КІ і ГТ. У сьомій двобайтовій посилці – рестарт, який відображає стан каналів в даному ГТ, а також контроль правильності пакету.

Міжстанційна сигналізація. Міжстанційна сигналізація залежить від типу зустрічної станції. При взаємодії з аналоговими станціями у цифровізованих напрямках зв'язку (див. рис. 5.11) звичайно передбачають обмін керівними сигналами багаточастотного коду (БЧК) "два з шести" чи, інколи, сигналізації R2D у розмовних КІ, а лінійних і декадних керівних сигналів: двома виділеними сигнальними каналами (ВСК) у лінійних трактах Е1 (КІ-16), Е2 (КІ-67…70) та, на ТМ САР трактами Е½ (КІ-0); на ТМ САР у трактах Е1 і Е½ одним ВСК часовим кодом чи двома каналами – ВСК і у розмовному КІ на частоті 2600 Гц.

Лінійні сигнали передаються специфічними кодовими комбінаціями або послідовністю одиниць відповідної тривалості, причому кожний ВСК використовує один біт сигнального КІ у певному циклі передавання і має швидкість 500 біт/с. Відповідність ВСК до каналів корисного навантаження ілюструє рис. 5.20 на прикладі тракту Е1. Звичайно використовуються два ВСК (СК-1, СК-2) з чотирьох можливих. Слід мати на увазі, що в нульовому циклі передачі сигнальний КІ 16 використовується для надциклової синхронізації, а в циклах 1…15 – для передавання лінійних та керівних сигналів декадного коду.



Приклади міжстанційної взаємодії з аналоговою РАТС типу АТСК-У показано на рис. 5.21. Сигнали коду «2 з 6№ наведені у таблиці 5.8.



Таблиця 5.8 – Сигнальний код 2 ВСК

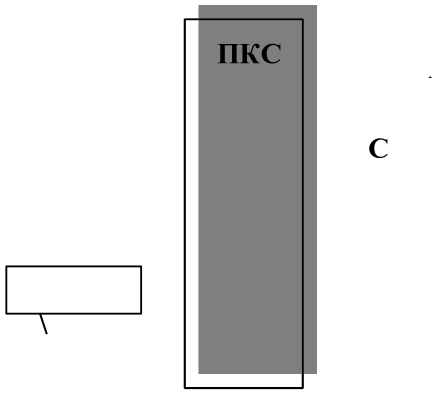
Назва лінійного сигналу	Напрямок зв'язку			
	→		←	
	1б	**2б**	**1б**	**2б**
Початковий стан			1	
Зайняття		1		
Відповідь ТА-Б		1		1
Відбій ТА-Б		1	1	1
Відбій ТА-А	1	1		1
Роз'єднання			1	

За один цикл можна передати сигнали тільки для одного інформаційного каналу. Тому для утворення сигнальних каналів (СК) для 30 телефонних каналів утворюється надцикл, де використовується КІ-16 циклів Ц1...Ц15.

В кожному циклі в КІ-16 утворюється по 2 СК для двох телефонних каналів (кожна пара СК обслуговує один телефонний канал).

У напрямках зв’язку між цифровими станціями застосовується СКС-7. Передача по спільному каналу сигналізації (СКС-7), який надається всім інформаційним каналам напряму зв'язку між двома ЦСК, приклад організації СКС-7 показано на рис. 5.22.

Спільний канал сигналізаціїї (СКС-7) – це спосіб сигналізації, при якому по одному спільному каналу (між керівними пристроями) з використанням адресації повідомлень передають сигнальну інформацію, яка відноситься до багатьох розмовних каналів (до 2000 каналів). Мережу СКС-7 утворюють пункти сигналізації (SP). Для взаємодії між пунктами передачі сигнальної інформації організують канали передачі даних – ланки сигналізації (SL). Ланка сигналізації служить для організації переносу сигнальних повідомлень між пунктами сигналізації (канал 64 кбіт/с).



Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.6

1 **Стовбун Г. В.** Цифровая система коммутации «Квант-Е». Блок абонентских линий: Учебное пособие. – Одесса: ОНАС им. А. С. Попова, 2002.

2 Романцов В. М., Соловська І. М., Стовбун Г. В. Збірник схем до курсу СКЕЗ-2. Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», *SI-2000, EWSD*. – Одеса: ОНАЗ імені О. С. Попова, 2004.

3 Борщ В. І., Коршун Є. І., Туманов Ю. Г., Чумак М. О. Сигналізація й синхронізація в телекомунікаційних системах, – К.: Наукова думка, 2004.

5.7 Процеси та алгоритми встановлення з’єднання в ЦСК

Принцип внутрішньостанційного з'єднання ЦСК «Квант-Е»

Умови з’єднувального тракту (рис. 5.23):

- *телефонний апарат ТА-А* (*5-10-00*) включений в АК-А двопровідною АЛ. Абонентський комплект включений в ПЧК КІ-0 ГТ-1;

- *абонентський модуль АМ-А* пов'язаний з ПКС ОпО, наприклад, ГТ-5. У цьому тракті КІ-16 комутується з КІ-5 ГТ-0 для прийому в ЗПКС адресної інформації від АМ-*А*. Розмовний – КІ-10 ГТ-5;
- *абонентський модуль АМ-Б* включений в ПКС ОпО ГТ-2, по цьому тракту ЗПКС видає адресну інформацію по КІ-16 в контролер АМ-Б. Розмова здійснюватиметься по КІ-12 ГТ-2;
- *телефонний апарат ТА-Б* (5-31-11) включений в АК-Б, який пов'язаний з ПЧК ГТ-4 КІ-15.

Етапи роботи абонентського модуля БАЛ-А при вихідному зв'язку

Етап 1. Приймання сигналу виклику від ТА абонента А в ААК абонентського модуля БАЛ:

- абонент знімає трубку свого ТА, замикається шлейф АЛ;
- у ААК зміну стану шлейфу фіксує точка сканування, ця зміна передається в ПЛМ, а потім в контролер БАЛ;
- до АЛ підключається ДГН;
- контролер аналізує інформацію про ТА-А – його номер і тип номеронабирача.

Етап 2. Посилання абоненту А сигналу «*Готовність станції*».

- Контролер БАЛ, визначивши в якій ГТ і КІ включений ААК абонента А, керує комутацією ЦГТС до ААК абонента А;
- виконується комутація КІ-0, ГТ-7 з КІ-0, ГТ-1 (згідно прийнятим умовам);
- сигнал «*Відповідь станції» (f* = 425 Гц) ЦГТС виробляється в цифровій формі, для передачі його в аналогову АЛ, в ААК він перетвориться в аналоговий;
- абонент прослуховує сигнал *«Готовність станції»*.

Етап 3. Набір номера ДКШІ.

- Абонент набирає цифри номера ДКШІ, імпульси сприймаються АК-А;
- після набирання першої цифри, контролер відключає ЦГТС;
- контролер сканує АК-А і записує набраний номер в оперативний запам’ятовуючий пристрій.

Етап 4. Встановлення з'єднання в БАЛ-А.

- Контролер вибирає вільний КІ в ГТ-0 (ПСС);
- контролер формує пакет інформації, який містить номер ТА-Б, і номер вибраного канального інтервалу в ГТ, яким БАЛ-А включений в ПКС (КІ-10 ГТ-5);
- цей пакет в КІ-16 ГТ-0 передається в ЗПКС ПКС;
- із ЗПКС дані комутації передаються в ПКС-2 ОпО, який визначає напрямок зв'язку.

Етапи встановлення з'єднання в ПКС

Етап 5. Встановлення з'єднання в ПКС.

- Керувальна інформація (номер абонента Б) запам'ятовується в адресному запам’ятовуючому пристрої ПКС-2;
- ПКС-2 аналізує цю інформацію і по трьом останнім цифрам визначає:
  - напрямок до БАЛ-Б (тобто ГТ-2, в який включений БАЛ-Б);
  - будь-який вільний КІ в ГТ-2 для розмови (за умов КІ-15).
- ПКС-2 формує пакет, в якому – три останні цифри номера абонента Б і номер розмовного ГТ і КІ (КІ-12 ГТ-2);
- ПКС-2 передає пакет в ЗПКС, який вставляє цю інформацію в КІ-16 ГТ ГТ-2;

Етапи роботи абонентського модуля БАЛ-Б при вхідному зв'язку

Етап 6. Встановлення з'єднання в БАЛ-Б.

- Контролер БАЛ приймає пакет через ПСС в КІ-16;
- контролер аналізує стан АК абонента Б (вільний або зайнятий);
- якщо лінія абонента *зайнята*, то контролер БАЛ-Б формує пакет, що містить інформацію про зайнятість ТА-Б і видає по ВССК в ПКС-2 ОпО. У свою чергу ОпО видає пакет в БАЛ-А і контролер АМ-А підключає до ТА-А сигнал «*Зайнято*» з ЦГТС;
- якщо лінія абонента вільна, то контролер БАЛ-Б формує пакет до ОпО і в контролер БАЛ-А передається сигнал що ТА-Б вільний.

Етап 7. Діагностика АЛ ТА-Б і посилання сигналів «*Контроль посилки виклику*» і «*Посилка виклику*».

- ДГН підключається через контакти реле К2 і К3 до розмовних проводів і перевіряє наявність сторонніх полярностей на розмовних проводах;
- посилання «*Сигналу виклику*» абоненту Б – від ГВС БАЛ-Б;
- для посилання сигналу «*Контроль посилки виклику*», за допомогою ПЧК комутується ЦГТС в БАЛ-Б.

Етап 8. Відповідь абонента Б.

- При відповіді абонента Б, замикається шлейф в ТА-Б і АК-Б фіксує сигнал «*Відповідь»;*
- контролер відключає ГВС і ЦГТС;
- контролер формує пакет в ПКС-2 ОпО про відповідь абонента;
- ПКС-2 формує пакет відповіді ТА-Б в контролер БАЛ-А.

Етап 9. Розмова.

- На час розмови керуючі пристрої (контролер БАЛ-А, ПКС-2 ОпО, контролер БАЛ-Б) створюють цифровий розмовний тракт і контролюють стан абонентських ліній;
- живлення мікрофонів ТА здійснюється з абонентських комплектів.

Етап 10. Відбій абонента А.

- Якщо першим дає відбій абонент А, то в ТА-А обривається шлейф і АК-А сприймає сигнал «*Відбій*»;
- АК-А передає цей сигнал в контролер БАЛ-А;

- контролер формує пакет інформації про відбій ТА-А, ця інформація сприймається ЗПКС і ПКС-2 ОпО і передається далі в контролер БАЛ-Б;
- руйнується розмовний тракт;
- якщо першим дає відбій абонент Б, то передача пакету інформації здійснюється від контролера БАЛ-Б через ОпО в контролер БАЛ-А.

Етап 11. Видача сигналу «*Зайнято*» безвідбійному абоненту.

- Для безвідбійного абонента, наприклад ТА-Б, створюється тракт посилання сигналу «*Зайнято»* з БАЛ-Б.
- для створення тракту контролер БАЛ-Б комутує ЦГТС (КІ-2, ГТ-7) до КІ-15, ГТ-4 і сигнал в цифровому вигляді надходить в абонентський комплект АК-Б;
- у АК-Б цифровий сигнал «*Зайнято»* перетворюється в аналогову форму і надходить в телефон ТА-Б.

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.7

1 **Стовбун Г. В.** Цифровая система коммутации «Квант-Е». Блок абонентских линий: Учебное пособие. – Одесса: ОНАС им. А. С. Попова, 2002.

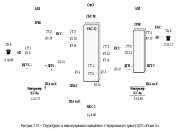


Рисунок 1.23 – Структурная и многоуровневая декомпозиция с полуразмытого среза (ДТП «Камаз 5»)

5.8 Перспективи переходу до мереж наступного покоління *NGN*

Розвиток телекомунікаційних мереж визначається чинниками:

- зростанням навантаження *Інтернет* (щорічно зростає на 60-80 %, кількість абонентів широкосмугового доступу зростає на 80 % у рік);
- потребою суспільства в нових послугах;
- розвитком технологій абонентського доступу (*xDSL*, технології оптичного доступу, радіодоступу – *Wi-Fi, WiMax*) і так далі).

Сьогодні розвиток телекомунікаційних мереж прагне до мереж наступного покоління *NGN (Next Generation Network)*.

Мережа *NGN* – це концепція побудови мереж зв'язку, забезпечуючих надання необмеженого набору послуг (*Triple Play Service* – мова, дані відео) з гнучкими можливостями за їх керуванням, за персоналізації і створення нових послуг за рахунок уніфікації мережевих рішень, що передбачає реалізацію універсальної транспортної мережі з розподіленою комутацією, винесення функцій надання послуг в крайові мережеві вузли і інтеграцію з традиційними мережами зв'язку і підтримкою передачі трафіку з різними вимогами до якості обслуговування *QoS* (*Quality of Service*).

Мультисервисна мережа - мережа зв'язку, що побудована відповідно до концепції мережі зв'язку наступного покоління *NGN* і забезпечує передачу мови, даних, відео, мультимедіа і надання необмеженого набору послуг.

Мультисервісні послуги можна умовно розділити на три групи:

– послуги передачі мовних повідомлень;

– послуги передачі відеозображень (передача нерухомих зображень, телефакс, кольоровий факс, відеотелефонія, відеконференції, передача відеозображень, передача телевізійних зображень високої чіткості);

– послуги передачі даних (телетекст, інтерактивний обмін даними, передача великих об’ємів даних, пошук документів і т.д.).

Стратегія переходу до NGN

Початковий етап переходу до NGN, коли основним навантаженням залишається мовне навантаження, що обслуговується в традиційному режимі «комутація каналів», другим (по значущості) є навантаження даних, що направляється до обладнання *Internet* з комутацією пакетів. Поки всі ресурси в основному призначені для обслуговування мовлення.

Передостанній етап переходу до NGN, коли значна частина загального навантаження обслуговується за технологією «комутація пакетів». Ця технологія використовується не тільки для даних, але і для мовлення (наприклад, у вигляді *VoIP*[13]). Частка обладнання, що використовує технологію «комутація пакетів», стає домінуючою. Зростає пропускна спроможність транспортної мережі за рахунок надання нових широкосмугових послуг. У ТмЗК обслуговується тільки та частина навантаження мовлення, яка використовує технологію комутації каналів, і навантаження, що створюється комутованим доступом до *Internet (dial-up*). Вся решта видів послуг забезпечується мережею *NGN*, центром якої є *Internet*.

Останній етап переходу до *NGN* має на увазі демонтаж обладнання, яке використовує технологію «комутація каналів».

---

[13] *VoIP (Voice over IP)* – перенесення мовлення за допомогою IP пакетів

Для забезпечення плавного переходу до мереж нового покоління використовується ***обладнання Softswitch***, що має загальний програмний інтелект обробки викликів для різних типів мереж - традиційних і пакетних, провідних і мобільних - з різними форматами пакетів і різноманітним фізичним транспортом.

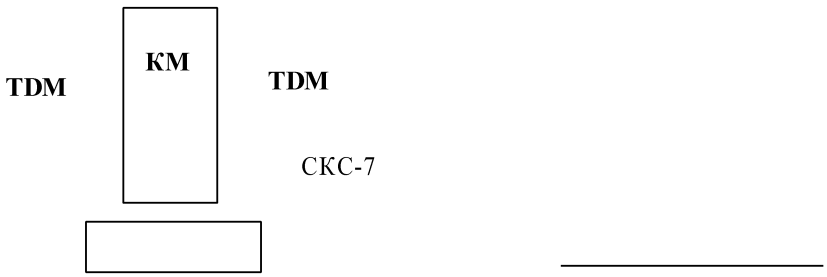
Перехід від ЦКП комутації каналів до ***Softswitch***:

– заміна ЦКП комутації каналів на комутатор пакетів;

– заміна комплектів ЦЗЛ на шлюзи, перетворюючі тракти Е1 в пакети *IP* або *ATM*;

– заміна контролерів комутатора – на *Softswitch*, який на підставі сигнальної інформації керує комутацією інформаційних і сигнальних пакетів;

Структура обладнання показана на рис. 5.25.



Обладнання ***Softswitch***:

а) територіально розподілені шлюзи ***MG (Media Gateway***) для взаємодії з телефонною і іншими мережами, а саме – для перетворення мовлення, даних і сигнальної інформації в IP-пакети і маршрутизацію цих пакетів через транспортну мережу (***MG*** може забезпечувати стик з АТС, або самостійно підключати АЛ – традиційні ААЛ, *ISDN, xDSL*);

б) контроллер медіашлюзів ***MGC (Media Gateway Controller)*** для керування обладнанням комутатора з метою керування викликами;

в) конвертори протоколів для взаємодії комутатора з пакетним обладнанням, яке працює з іншими протоколами;

г) шлюз сигналізації ***SG (Signalling Gateway***) для взаємодії з мережею СКС-7;

д) сервер додатків ***AS (Application Server***) для створення і надання різних додаткових послуг.

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 5.8

1 В. П. Шувалов. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3, – Мультисервисные сети: Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком – 2005.

6 ПЕРЕЛІК І ТЕМАТИИКА ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

6.1 Тематика лабораторних занять

№ п/п	Теми лабораторних робіт
1	Аналоговий абонентський комплект, функції *BORSCHT*
2	Вивчення конструкції та обладнання учбової установки ЦСК «Квант-Е»
3	Діагностування модуля абонентських ліній ЦСК «Квант-Е»
4	Структура та робота блока БАЛ в режимі вихідного зв'язку
5	Архітектура та мережні функції ЦСК *SI-2000/V.5*
6	Вузли вузькосмугового доступу *AN-NB* та вузли широкосмугового доступу *AN-BB*. Модулі *MLC* та *BAN*
7	Вузли комутації і доступу *SAN та MSAN*. Вивчення конструкції та обладнання учбової установки *MSAN*
8	Процес внутрішньостанційного з`єднання ЦСК *SI-2000/V.5*

6.2 Тематика практичних занять

№ п/п	Теми практичних занять
1	Архітектура ЦСК «Квант-Е». Впровадження ЦСК «Квант-Е» на МТМ з 5-значною нумерацією
2	Побудова ПКС 32×32 та 128×128. Процес внутрішньостанційного з`єднання
3	Архітектура ЦСК *SI-2000/V.5*. Впровадження ЦСК *SI-2000/V.5* на ТМ САР
4	Комутаційний модуль МСА. Процес внутрішньостанційного з`єднання
5	Синтез з`єднувальних трактів

7 ПЕРЕЛІК ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Модуль 3.4 Цифрові системи комутації

1 Студент повинен знати архітектуру ЦСК з розвинутою підсистемою пакетної комутації, призначення та реалізацію основних функціональних підсистем, принципи побудови та алгоритми роботи вузькосмугових та широкосмугових абонентських модулів, широкосмугових комутаційних блоків, функціональні схеми ЦСК «Квант-Е» та ЦСК SI-2000/V.5, процеси встановлення з'єднань та сигналізацію на аналого-цифровій та цифровій телефонній мережі.

2 Студент повинен вміти аналізувати та синтезувати функціональні схеми ЦСК для конкретних телефонних мереж МТМ та ТМ САР, синтезувати з`єднувальні тракти та аналізувати процедури сигналізації.

8 ЗАВДАННЯ-ТЕСТИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

8.1 Завдання-тести для перевірки знань з обов'язкової частини програми модуля 3.4 – Основи цифрової комутації

Обведіть номер правильної відповіді

1 Цифрова система комутації (ЦСК) має модульну побудову і розподілену архітектуру та складається з ОпО, ВКМ і ВАМ, які функціонально можуть бути самостійними станціями, але залежать від ОпО:

а) функціями керування;
б) функціями технічного обслуговування та експлуатації;
в) функціями електроживлення .

2 Виносні абонентські модулі ЦСК застосовуються:

а) для зменшення обсягу обладнання опорної станції;
б) для зменшення витрат на міжстанційні ЗЛ;
в) для зменшення витрат на мережу АЛ;
г) для збільшення номерної ємності мережі.

3 Аналогові абонентські модулі ЦСК призначені для:

а) підімкнення ААЛ;
б) відімкнення ЦАЛ;
в) прийому адресної інформації;
г) видачі інформаційних сигналів.

4 До абонентських модулів ЦСК можуть підключатися аналогові та цифрові абонентскі лінії зі стиками:

а) стиком S;
б) стиком Z;
в) стиком U.

5 Функції *BORSCHT* виконує:

а) абонентський термінал;
б) мережне закінчення NT;
в) лінійне закінчення LT;
г) абонентський комплект.

6 Вкажіть кінцеві пристрої, які можуть підключаються до аналогового абонентського модуля:

а) інтегральні термінали;
б) телефони;
в) таксофони;
г) модеми з телефонним способом встановлення з'єднання.

7 Вкажіть типи абонентських ліній, які можуть підключатися до широкосмугового абонентського модуля DSLAM:

а) аналогові абонентські лінії;

б) цифрові абонентські лінії базового доступу $2B+D_{16}$;

в) цифрові високошвидкісні лінії асиметричного доступу ADSL;

г) цифрові високошвидкісні лінії симетричного доступу SDSL.

8 Вкажіть кінцеві пристрої, які необхідні абоненту для підключення цифрової абонентської лінії *ADSL*:

а) сплітер;

б) телефон;

в) модем;

г) комп'ютер.

9 Яка ємність цифрового комутаційного поля ПКС ЦСК «Квант-Е»:

а) 8×8 ГТ Е1;

б) 32×32 ГТ Е1;

в) 32×32 та 128×128 ГТ Е1.

10 У якому КІ передається пакет ВССК між контролером АМ і ЗПКС ПКС ЦСК «Квант-Е»:

а) КІ-31;

б) КІ-0;

в) КІ-16.

11 Скільки модулів ЦЗЛ використовується для кожного тракту Е1 у зовньому напрямку

а) один;

б) два;

в) чотири.

12 Яка ємність цифрового комутаційного поля МСА ЦСКSI-2000/V.5:

а) 32×32 ГТ Е1;

б) 256×256 ГТ Е1;

в) 256×256 та 480×480 ГТ Е1.

13 На скільки трактів типу Е1 розрахована плата ТРЕ модуля MLC ЦСК SI-2000/V.5 :

а) один;

б) два;

в) чотири.

14 Пункт присутності Інтернет IPOP призначений для організації доступу до мережі Інтернет:

а) широкосмугового доступу;

б) високошвидкісного доступу;

в) комутованого доступу dial-up.

15 Які сигнали необхідні для встановлення, контролю та руйнування з'єднання:

а) лінійні та керуючі сигнали;

б) лінійні сигнали;

в) керуючі сигнали.

16 Сигнали, які інформують абонента про етапи встановлення з'єднання (ВС, ПВ, З, КПВ), це:

а) інформаційні сигнали;

б) лінійні сигнали;

в)сигнали керування.

17 Сигнали, які відмічають етапи встановлення з'єднання і дії абонента (зайняття, відбою, роз'єднання), це:

а) інформаційні сигнали;

б) лінійні сигнали;

в) сигнали керування.

18 Сигнали, які використовуються для передачі адресної інформації, це:

а) інформаційні сигнали;

б) лінійні сигнали;

в) сигнали керування.

Встановіть відповідність

19 Аналогогвий абонентський модуль БАЛ ЦСК «Квант-Е»:

1 Ємність БАЛ	*а) 256 ААЛ*
2 ПЧК БАЛ має параметри	*б) 32 ААК*
3 Кількість АК на одному ТЕЗі ААК	*в) 32 ААЛ*
4 Кількість ГТ в ПЧК БАЛ для підключення ТЕЗів АК	*г) 128 ААЛ*
	д) 32×32×8
5 У якому ТЕЗі БАЛ виконується аналого-цифрове перетворення	*е)8 ГТ*
	ж) ТЕЗ ДГН
6 Для надсилання абоненту інформаційного сигналу «*Відповідь станції*» у БАЛ використовується	*з) 16 ААК*
	і)8×32×8
7 Скільки ГТ використовується для підключення БАЛ до ПКС	*к) 6 ГТ*
	л) 8 ААК
8 Який пристрій БАЛ приймає цифри абонентського номеру від тастатурного номеронабирача *DTMF*	*м) ТЕЗ ААК*
	н) ТЕЗ ЦП
	о) ЦГТС
9 Який пристрій БАЛ приймає цифри абонентського номеру від дискового номероеабирача абонента ДКШІ	*п)ААК*
	р) 2 ГТ
	с) 1 ГТ

20 Лінійний модуль MLC ЦСК SI-2000/V/5 має характеристики:

1 Ємність лінійного модуля MLC при підключенні тільки ААЛ становить	*а) 352 ААЛ*
2 Ємність лінійного модуля MLC при підключенні тільки ЦАЛ $2B+D_{16}$	*б) 8 ААК*
3 На одній платі SAC розміщується ААК	*в) 352 ЦАЛ*
4 Ємність ПЧК модуля MLC SWC становить	*г) 16×16 трактів 16 Мбіт/с*
5 Для надсилання абоненту сигналу «*Відповідь станції*» у лінійному модулі MLC використовується	*д) HDLC*
6 Скільки трактів Е1 використвується для підімкнення модуля MLC до комутаційного поля МСА	*е) 8×8 трактів 16×16 Мбіт/с*
	ж) 1 ГТ Е1
	з) 704 ААЛ,
	і) 256 ЦАЛ
	к) 3 ГТ Е1
	л) SAC
	м) 32 ААК
	н) 2 ГТ Е1
	о) 4 ГТ Е1
	п) 256 ААЛ
	р) 32×32 трактів 16 Мбіт/с
	с) 16 ААК
	т) DSP

Доповніть твердження

21 Цифрова система комутації (ЦСК) має модульну побудову та розподілену архітектуру та складається з _____

22 На цифровій МТМ цифрові станції з'єднуються між собою наступним типом ЦЗЛ _____

23 Для зв'язку з АМТС використовуються ЗЛ _____

24 Аналоговий абонентський комплект виконує функції _____ для аналогових абонентських ліній.

25 Який КІ групового тракту типу Е1 використовується для передачі сигнальної інформації _____

26 Для передачі корисної інформації у ГТ типу Е1 використовується _____ канальних інтервалів.

27 Сигналізація, яка забезпечується на ділянці від абонента до станції, це- _____ сигналізація.

28 Сигналізація, яка забезпечується між керуючими приладами між модулями системи, - це _____ сигналізація.

29 Сигналізація, яка забезпечує обмін між станціями, це- _____ сигналізація.

30 Вкажіть типи сигналізації при взаємодії ЦСК з АТСК-У та ДК АТС _____.

8.2 ЗАВДАННЯ-ТЕСТИ
для перевірки знань і вмінь з більш поглибленого вивчення програми модуля 3.4 – Цифрові системи комутації

1 Які мережні функції може виконувати обладнання ЦСК:
а) ОПС, ОПТС, ТС;
б) АМТС;
в) ЦКМЗ;
г) Call-центр;
д) SSP.

2 Вкажіть типи лінійних стиків, які повинна забезпечувати ЦСК _____.

3 Вкажіть які функціональні підсистеми ЦСК є обов'язковими _____.

4 Який тип побудови комутаційного поля використовується в сучасних ЦСК:
а) Ч-П-Ч;
б) $Ч_п$;
в) $Ч_п$-П-$Ч_п$.

5 Які типи абонентських модулів має ЦСК «Квант-Е»:
а) аналоговий абонентський модуль;
б) цифровий абонентський модуль;
в) широкосмуговий абонентський модуль;
г) безпровідний абонентський модуль.

6 Які типи абонентських модулів має ЦСК SI-2000/V.5:
а) аналоговий абонентський модуль;
б) цифровий абонентський модуль;
в) широкосмуговий абонентський модуль;
г) безпровідний абонентський модуль.

7 Яку швидкість передачі даних забезпечує цифрова високошвидкісна абонентська лінія *ADSL*:
а) до 1 Мбіт/с у висхідному потоці та до 8 Мбіт/с у низсхідному;
б) до 8 Мбіт/с у висхідному потоці та до 1 Мбіт/с у низсхідному;
в) до 2 Мбіт/с у висхідному потоці та до 2 Мбіт/с у низсхідному.

8 Які функції виконує DSLAM _____.

9 Який інтерфейс з пакетною транспортною мережею має *DSLAM BAN* ЦСК *SI-2000/V.5*:
а) STM-1/ATM;
б) STM-1/Ethernet;
в) STM-1/E1/IMA.

10 Яка функція *BORSCHT* виконується в ААК при знятті абонентом мікротелефонної слухавки ТА:

а) С;

б) S;

в) Т.

11 За скільки циклів передається пакет ВССК при п’ятизнаковій нумерації:

а) 32;

б) 16;

в) 8.

12 Які дані містить пакет ВССК:

а) номер ТА-А, ТА-Б, зарезервованого КІ і ГТ;

б)номер ТА-А і ТА-Б;

в) номер ТА-Б і номер зарезервованого КІ і ГТ.

13 Який пристрій абонентського модуля ЦСК «Квант-Е» виконує діагостику АК:

а) ТЕЗ АК;

б) ТЕЗ ДГН;

в) ТЕЗ ЦП.

14 Для прийому адресної інформації DTMF у лінійному модулі MLC ЦСК SI-2000/V.5 використовуються:

а) HDLC;

б) DSP;

в) SAC.

15 Які пристрої у комутаційному полі *MCA* ЦСК *SI-2000/V.5* приймають і видають інформацію ВССК каналом *IPC:*

а) HDLC;

б) DSP;

в) TS.

16 Який пристрій у комутаційному модулі *MCA* ЦСК *SI-2000/V.5* відповідає за тарифікацію:

а) CVC;

б) DVA;

в) HDLC.

17 Які градації ємності (шаг нарощування) комутаційного поля *MCA* ЦСК *SI-2000/V.5* _____

18 Блок просторово-часової комутації (БПЧК) ЦСК працює у режимі керуваняня по входах, які дані повинні бути записані і в яку клітину пам’яті АЗП для комутації:

а) адреса клітини пам'яті АЗУ відповідає номеру вхідного КІ та ВхЦЛ, а дані – БК та номеру вихідного КІ та ВЦЛ;

б) адреса клітини пам'яті АЗУ відповідає номеру вихідного КІ ВЦЛ, а дані – БК та номеру вхідного КІ ВхЦЛ.

19 Блок просторово-часової комутації (БПЧК) ЦСК трикаскадний, вкажіть принцип керування на каскадах Ч та Ч' для ЦКП Ч-П-Ч':

а) Ч – по входах, Ч' – по виходах;

б) Ч – по виходах, Ч' – по входах.

20 Цифрове комутаційне поле комутації пакетів *ATM-switch* комутує комірки з окремою маршрутизацією кожної комірки на основі адресних даних її заголовка:

а) 53 байти (5 – заголовок, 48 – інформація);

б) 64 байти (4 – заголовок, 60 – інформація);

в) 128 байтів (64 – заголовок, 64 – інформація).

21 Керування цифровою системою крмутації може бути::

а) повністю централізованим;

б) децентралізованим;

в) ієрархічним.

22 Для сигналізації по 2 ВСК використовуються СК-1,2, які знаходяться::

а) в КІ-16;

б) в КІ-0;

в) в КІ-1-15, 17-31.

23 Сигналізація по спільному каналу СКС-7 може обслуговувати до

а) 30 інформаційних каналів;

б) до 100 інформаційних каналів;

в) до 2000 інформаційних каналів.

24 Сигналізація DSSI застосовується:

а) у напрямках між цифровими та аналоговими станціями мережі;

б) у аналогових абонентських лініях;

в) у каналах B цифрових абонентських ліній;

г) у каналах D цифрових абонентських ліній.

Доповніть твердження:

25 Яке обладнання необхідне на ЦСК для організації широкосмугового доступу _____.

26 Яке обладнання необхідне на ЦСК для організації безпроводового доступу технології DECT_____.

27 Яке обладнання необхідне на ЦСК для організації доступу користувачів до Інтелектуальної мережі _____.

28 Яке обладнання необхідне на ЦСК для організації комутованого доступу до Інтернет _____.

29 Яке обладнання необхідне на ЦСК для організації технічної експлуатації та обслуговування _____.

30 Технічне обслуговування ЦСК яке здійснюється у разі перевищення встановленого для системи припустимого рівня помилок і збоїв називається _____, технічне обслуговування ЦСК яке здійснюється періодично за планом з метою виявлення і усунення пошкоджень називається _____.

8.3 ЗАВДАННЯ-ТЕСТИ
для перевірки знань і вмінь для ректорської та галузевих перевірок модуля 3.4 – Цифрові системи комутації

1 Цифрова система комутації (ЦСК) має модульну побудову і розподілену архітектуру та складається з ОпО, ВКМ і ВАМ, які функціонально можуть бути самостійними станціями, але залежать від ОпО:

а) функціями керування;

б) функціями технічного обслуговування та експлуатації;

в) функціями електроживлення .

2 Опорне обладнання (ОпО) ЦСК з'єднується зі своїми ВКМ і ВАМ цифровими з'єднувальними лініями:

а) двобічної дії;

б) обдднобічної дії.

3 Виносні абонентські модулі ЦСК застосовуються:

а) для зменшення обсягу обладнання опорної станції;

б) для зменшення витрат на міжстанційні ЗЛ;

в) для зменшення витрат на мережу АЛ;

г) для збільшення номерної ємності мережі.

4 Аналогові абонентські модулі ЦСК призначені для:

а) підключення ААЛ;

б) підключення ЦАЛ;

в) прийому адресної інформації;

г) видачі інформаційних сигналів.

5 Для зв'язку з АМТС від ЦСК використовуються ЗЛ:

а) ЗЗЛ;

б) ЗЛМ;

в) ЗЗЛ та ЗЛМ.

6 Для зв'язку з ВСС використовуються ЗЛ:

а) двобічної дії;

б) однобічної дії.

7 Функції *BORSCHT* виконує:
а) абонентський термінал;
б) мережне закінчення NT;
в) лінійне закінчення LT;
г) абонентський комплект.

8 До абонентських модулів ЦСК можуть підключатися аналогові та цифрові абонентскі лінії. Вкажіть якими стиками:
а) стиком S;
б) стиком Z;
в) стиком U.

9 Яким чином передається адресна інформація від тастатурного номеронабирача ТА абонента по ААЛ:
а) ДКШІ;
б) DTMF;
в) ДКШІ та DTMF.

10 Груповий тракт (ГТ) – це:
а) вхідна цифрова лінія;
б) вихідна цирова лінія;
в) вхідна та вихідна цифрові лінії.

11 Що передається в КІ-16 групового тракту типу Е1:
а) синхронізація;
б) сигналізація;
в) корисні кодові слова.

12 Скільки КІ використовується для передачі корисної інформації у ГТ типу Е1:
а) 32;
б) 30;
в) 16.

13 Аналоговий абонентський модуль БАЛ ЦСК «Квант-Е» має ємність:
а) 256 ААЛ;
б) 128 ААЛ;
в) 32 ААЛ.

14 ПЧК абонентського модуля БАЛ ЦСК «Квант-Е» має параметри:
а) 32×32×8;
б) 8×32×8;
в) 32×8×8.

15 Яка кількість аналогових АК розміщується на одному ТЕЗі АК для ЦСК «Квант-Е»:
а) 32;
б) 16;
в) 8.

16 Аналоговий абонентський комплект виконує функції _____ для аналогових абонентських ліній.

17 У якому ТЕЗі абонентського модуля виконується аналого-цифрове перетворення:

а) ТЕЗ АК;

б) ТЕЗ ДГН;

в) ТЕЗ ЦП.

18 Для надсилання абоненту інформаційного сигналу «*Відповідь станції*» у абонентському модулі ЦСК «Квант-Е» використовуються:

а) цифровий приймач;

б) цифровий генератор тональних сигналів;

в) абонентський комплект.

19 Яка ємність цифрового комутаційного поля ПКС ЦСК «Квант-Е»:

а) 8×8 ГТ Е1;

б) 32×32 Гт Е1;

в) 32×32 та 128×128 ГТ Е1.

20 Скільки трактів типу Е1 використвується для підключення абонентського модуля БАЛ ЦСК «Квант-Е» до ПКС:

а) два;

б) один;

в) чотири.

21 У якому КІ передається пакет ВССК між контролером АМ і ЗПКС ПКС

а) 31;

б) 0;

в) 16.

22 Вкажіть ємність лінійного модуля MLC ЦСК SI-2000/V.5 при підключенні тільки ААЛ:

а) 352 ААЛ;

б) 704 ААЛ;

в) 256 ААЛ.

23 Скільки ААК розміщюється на одній платі ААК SAC ЦСК SI-2000/V.5:

а) 8;

б) 16;

в) 32.

24 Яка ємність цифрового комутаційного поля МСА ЦСКSI-2000/V.5:

а) 32×32 ГТ Е1;

б) 256×256 ГТ Е1;

в) 256×256 та 480×480 ГТ Е1.

25 Яка сукупність сигналів забезпечує встановлення, контроль та руйнування з'єднання:

а) лінійних та керуючих сигналів;

б) лінійних сигналів;

в) керуючих сигналів.

26 Які інформаційні сигнали одержує абонент в процесі встановлення з'нання _____.

27 Сигналізація, яка забезпечується на ділянці від абонента до станції,- це _____ сигналізація.

28 Сигналізація, яка забезпечується між керуючими приладами між модулями системи, це _____ сигналізація.

29 Сигналізація, яка забезпечує обмін між станціями, - це _____ сигналізація.

30 Які послуги може мати абонент цифрової системи комутації, включений аналоговою абонентською лінією _____.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АК – абонентський комплект індивідуальний,
АЦК – абонентський цифровий комплект,
БАЛ – блок абонентських ліній,
БАЛ-Ц – блок абонентських ліній цифровий,
БС – базова станція,
БЧК – багаточастотний код „2 з 6”,
ВАМ – виносний абонентський модуль,
ВКМ – виносний комутаційний модуль,
ВЦЛ – вихідна лінія цифрова,
ВССК – внутрішньосистемний сигнальний канал,
ВхЦЛ – вхідна лінія цифрова,
ГВС – генератор викликуваного сигналу,
ГТ – груповий тракт,
ДГН – комплект діагностики,
ЗПКС – запам`ятовуючий пристрій комутації та сигналізації,
КБС – контролер базових станцій,
КІ-16 – канальний інтервал – 16
КС-8а – контролер,
МБС – мільтіплексор БС,
МК-К7Л – мікроконтроллер внутрішньосистемної сигналізації,
МТЕ – модуль технічної експлуатації,
ОПС – опорна станція
ПАРБ – переносний абонентський радіоблок,
ПКС – пристрій комутації та спряження,
ПЛМ – програмно-логічна матриця,
ПСС – пристрій сигналізації та синхронізації,
ПЧК – просторово-часовий комутатор,
РБС – ретранслятор БС,
РМО – робоче місце оператора,
СКС-7 – спільноканальна сигналізація,
СКС-М – модуль синхронізації комутаційної системи,
ТАРБ – термінальний АРБ,
ЦАК – цифровий абонентський комплект,
ЦГТС – цифровий генератор тональних сигналів,
ЦП – цифровий приймач,
ЦЗЛ – цифрова з`єднувальна лінія,
ЦМІО – цифрова мережа інтегрального обслуговування,
ЦП – цифровий приймач,
ЦТЕ – центр технічної експлуатації.
ША та К – шина адрес та керування,

ADSL	*Asymmetric Digital Subscriber Line*	– асиметрична цифрова абонентська лінія,
AN	*Access Node*	– вузол доступу,
AN-BB	*Broadband Access Node*	– широкосмуговий вузол доступу,
AN-NB	*Narrowband Access Node*	– вузькосмуговий вузол доступу,
AN-WLL	*WLL Access Node*	– вузол безпроводового доступу,
ATM	*Asynchronous Transfer Mode*	– асинхронний принцип передачі,
BAN	*Broadband Access Node*	– широкосмуговий вузол доступу,
BRI	*Base Rate Interface*	– інтерфейс базового доступу *(2B+D)*,
DECT	*Digital Enhanced Cordless Telecommunication*	– цифровий удосконалений безпроводовий зв`язок,
DSLAM	*Digital Subscriber Line Access Module*	– модуль доступу по цифрових абонентських лініях
DSS1	*Digital Subscriber Signalling System N 1*	– цифрова абонентська сигналізація,
HDLC	*High level Data Link Controller*	– протокол обробки комунікаційні протоколів,
IN	*Intelligent Network*	інтелектуальна мережа,
IP	*Internet protocol*	– Інтернет-протокол,
IPoP	*Integrated Point of presence IP*	– вузол входу до мережі *Internet*,
ISDN	*Integrated Services Digital Network*	– цифрова мережа з інтеграцією служб загального користування,
ISDN-BA	*ISDN basic access*	– базовий доступ до *ISDN*,
ISDN-PA	*ISDN primary rate access*	– первинний доступ до *ISDN*,
miniAN	*mini Access Node*	малий вузол доступу,
miniSAN	*mini Switch and Access Node*	малий вузол комутації та доступу,
MLC	*Line Module version C*	апаратне представлення вузла доступу,
MN	*Management Node*	– вузол керування,
NT	*Network termination*	– мережне закінчення,
SAC	*Subscriber Analog Board*	– абонентська плата для 32 портів підімкнення ААЛ,
SAN	*Switch and Access Node*	– вузол комутації і доступу,
SBA	*Subscriber Board A*	– абонентська плата для 16 чотирипроводових інтерфейсів типа *S*,
SBB	*Subscriber Board*	– абонентська плата для 16 інтерфейсів базового доступу *ISDN*,
SBC	*Subscriber Board*	– абонентська плата (ТЭЗ) для 16 двопроводових інтерфейсів типу *U*,
SN	*Switch Node*	– вузол комутації,
TAA	*Analogue Trunk Line, A*	– плата для 16 двопроводових ФЗЛ інтерфейсів типу C_{22},
TAB	*Analogue Trunk Line, B*	– плата для 8 АЗЛ каналів СП ЧРК інтерфейсів типу C_{22},
TCP/IP	*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*	– протокол керування передачею/протокол Інтернету,
V5	*ETSI standard access interface*	– стандартний інтерфейс мережі доступу,
VoIP	*Voice over Internet Protocol*	– передача мовлення Інтернетом,
WWW	*World Wide Web*	– всесвітня павутина, інтерактивна ін формаційна система мережі Internet.
xDSL	*Digital Subscriber Line*	– цифрова абонентська лінія, де *x* – вид технологій високошвидкісних ліній *DSL*,

ЗМІСТ

1 ПЕРЕДМОВА 3
2 ПЕРЕЛІК ЗНАНЬ І ВМІНЬ ЗДОБУТИХ НА ПОПЕРЕДНІХ ДИСЦИПЛІНАХ. 3
3 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ ТА ПЕРЕЛІК МАТЕРІАЛІВ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗ-ПЕЧЕННЯ. 4
4 ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ. 5
5 КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ. 19
5.1 Узагальнена архітектура цифрової системи комутації (ЦСК) 19
5.2 Підсистеми вузькосмугового та широкосмугового абонентського доступу. 25
5.3 Підсистема лінійного доступу. Мережні стики ЦСК 34
5.4 Концентрація абонентського навантаження. **Виносні абонентські та комутаційні модулі ЦСК**. 36
5.5 Особливості побудови комутаційного поля типових систем ЦСК. 38
5.6 Принципи сигналізації в ЦСК.. 44
5.7 Процеси та алгоритми встановлення з'єднання в ЦСК 48
5.8 Перспективи переходу до мереж наступного покоління *NGN*. 53
6 ПЕРЕЛІК ТА ТЕМАТИИКА ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ. 55
6.1 Тематика лабораторних занять 55
6.2 Тематика практичних занять 55
7 ПЕРЕЛІК ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ ЗДОБУТИХ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ МОДУЛЯ. 55
8 ЗАВДАННЯ-ТЕСТИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ І ВМІНЬ 56
8.1 Завдання-тести для перевірки знань і вмінь з обов'язкової частини програми модуля 56
8.2 Завдання-тести для перевірки знань і вмінь з більш поглибленого вивчення програми модуля 60
8.3 Завдання-тести для перевірки знань і вмінь для ректорської та галузевих перевірок 63
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ 67