

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.

**Матеріали для підготовки до практичних, лабораторних
занять та самостійної роботи студентів**

ЦИФРОВІ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ

«Квант-Е», SI-2000/V.5, EWSD/V.15, 5ESS/VCDX

*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.**

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
1 ВУЗЬКОСМУГОВА ЦИФРОВА СИСТЕМА КОМУТАЦІЇ «КВАНТ-Е»	4
1.1 Підсистема вузькосмугового абонентського доступу	5
1.2 Підсистема безпроводового абонентського радіодоступу DECT «Квант-Е»	15
1.3 Підсистема вузькосмугової комутації каналів	15
1.4 Підсистема керування	18
1.5. Підсистема лінійного доступу	18
1.6. Підсистема сигналізації	18
1.7. Підсистема технічної експлуатації і обслуговування	19
1.8 Підсистема синхронізації	19
1.9 Підсистема електроживлення	20
1.10 Обладнання <i>IPOP</i>	20
1.11 Принцип внутрішньостанційного з'єднання ЦСК «Квант-Е»	20
1.12 Підсистема абонентського радіодоступу DECT «Квант-Е»	25
2 ШИРОКОСМУГОВА ЦИФРОВА СИСТЕМА КОМУТАЦІЇ SI-2000/V.5	31
2.1 Архітектура ЦСК <i>SI-2000/V.5</i>	32
2.2 Лінійний модуль версії С (<i>MLC</i>)	36
2.3 Центральний модуль <i>MCA</i>	38
2.4 Алгоритм внутрішньостанційного з'єднання ЦСК <i>SI-2000/V.5</i>	40
3 ШИРОКОСМУГОВА ЦИФРОВА СИСТЕМА КОМУТАЦІЇ EWSD V.15	46
3.1 Підсистема абонентського доступу	48
3.2 Підсистема лінійного доступу	51
3.3. Підсистема комутації	52
3.4 Підсистема сигналізації	53
3.5 Підсистема керування	53
3.6 Виносний комутаційний модуль <i>RSU</i>	54
3.7 Процес встановлення внутрішньостанційного з'єднання ЦСК <i>EWSD/V.15</i>	55
4 Широкопсмугова цифрова система комутації 5ESS/VCDX	58
4.1 Комутаційний модуль <i>SM-2000</i>	59
4.2 Блок абонентського доступу <i>AIU</i>	52
4.3. Широкопсмуговий блок доступу <i>BAIU</i>	63
4.4 Блок оптичного інтерфейсу <i>OIU</i>	64
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	65

1 Вузькосмугова цифрова система комутації «Квант-Е»

Архітектура ЦСК «Квант-Е»

ЦСК «Квант-Е» має модульну побудову, територіально розподілену комутацію, децентралізоване програмне керування і можливості централізованого технічного обслуговування. Технічні характеристики ЦСК «Квант-Е» приведені у табл. 1.1.

Область застосування:

- на ТМ САР в якості центральної станції (ЦС), вузлової станції (ВС), селищно-приміського вузла (СПВ) райцентра, кінцевої станції (КС);
- на МТМ в якості опорної станції (ОпС), транзитної станції (ТС) й опорно-транзитної станції (ОПТС) станції, виносного комутаційного модуля (ВКМ) та виносного абонентського модуля (ВАМ);
- на відомчих мережах в якості відомчої АТС (ВАТС) або офісної АТС;

Таблиця 1.1– Технічні характеристики ЦСК «Квант-Е»

Показник	Характеристика
Ємність ЦСК: – для ТМ САР – для МТМ – ВАМ та ВКМ	від 64 до 100 000 ААЛ та ЦЗЛ до 100 000 ААЛ та ЦЗЛ від 128 до 4096 ААЛ
Коммутаційне поле (ЦКП)	типу Чп, ємністю 32×32 або 128×128 Е1
Навантаження	25 000 Ерл
Виробнича здатність викликів в ГНН ¹	1 200 000
Середнє навантаження в ГНН – однієї АЛ – однієї ЗЛ	до 0,2 Ерл до 0,8 Ерл
Лінії й канали – з кінцевим абонентським обладнанням – з зустрічними станціями	фізичні двопровідні аналогові АЛ (ААЛ), цифрові АЛ (ЦАЛ) 2В+D, 30В+D, абонентські радіолінії стаціонарного й мобільного радіодоступу DECT, фізичні 2-х, 3-х, 4-х провідні ЗЛ, ЦЗЛ цифрових систем передачі з ІКМ.
Типи абонентських пристроїв	аналогові ТА з ДКШІ та DTMF, цифрові ТА для роботи у мережі ISDN, таксофони; портативні радіотелефони й стаціонарні радіоблоки.
Канальна швидкість передачі інформації	64 кбіт/с
Види лінійної сигналізації	усі способи сигналізації ТмЗК, включно з СКС-7
Напруга первинного живлення	48 В...72 В

¹ ГНН – година найбільшого навантаження

Цифрова система комутації (ЦСК) – це єдиний територіально-розподілений апаратно-програмний комплекс обладнання, що складається з основного *опорного обладнання (ОпО)*, яке виконує цифрову комутацію, управління і централізує функції технічної експлуатації і 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 управління залежати від ОпО.

Під **ВАМ** розуміють винесену від ОпО або ВКМ частину обладнання системи, яка повністю управляється від ОпО або ВКМ і призначена для підключення абонентських ліній (АЛ) за допомогою абонентських концентраторів або мультиплексорів.

ЦСК має обов'язкові функціональні підсистеми різного призначення, реалізовані апаратно-програмними засобами.

1.1 Підсистема вузькосмугового абонентського доступу

Забезпечує стик з АЛ аналоговою (типу **Z**), цифровою (типу **U** або **S**) і погоджує сигналізацію на абонентській ділянці (для аналогових АЛ використовується двохтонова багаточастотна сигналізація **DTMF**², для цифрових АЛ – сигналізація типу **EDSSI**³), виконує функції концентрації абонентського навантаження.

Підсистема вузькосмугового абонентського доступу ЦСК «Квант-Е» представлена модулями підключення АЛ.

➤ **Модулями підключення аналогових АЛ із стиком Z** – для включення двопровідних АЛ (лінійні сигнали передаються по проводах «а» і «в», сигнали керування ДКШ або DTMF).

Блок абонентських ліній (БАЛ) – призначений для підключення 128 аналогових АЛ, не замикає внутрішнього навантаження, підключається до комутаційного модуля – пристрою комутації та спряження (ПКС) одним ГТ Е1 (2048 кбіт/с). До складу БАЛ входять: абонентські комплекти по 16 АК на одному ТЕЗі⁴, ПЧК ємністю 8×8 групових трактів (ГТ) Е1, пристрою діагностики, цифрового приймача і генератора, цифрового подовжувача і контроллера КС-8А.

Блок абонентських ліній двійний (БАЛДІ) – здвоєний блок БАЛ, ємністю 256 ААЛ, конструктивно являє собою два блоки БАЛ на 128 ААЛ, розміщених в одній касеті. Включається в комутаційне поле двома ГТ, не припускає замикання навантаження.

² **DTMF** – (Dual-Tone Multi-Frequency) – двотонна багаточастотна сигналізація

³ **EDSSI** – European Digital Subscriber Signaling) – цифрова абонентська сигналізація

⁴ **ТЕЗ** – типовий елемент заміни

➤ **Модулями підключення ЦАЛ і ААЛ:**

Двопровідні цифрові АЛ базового доступу $2B+D_{16}$ ⁵ підключаються зі стиком *U*, чотирьохпровідні ЦАЛ первинного доступу $30B+D_{64}$ – зі стиком *S*.

Блок абонентських ліній комбінований (БАЛК) може комплектуватися з ТЕЗами АЦК-2М для 8 ЦАЛ $2B+D_{16}$, які мають пристрої мережевого NT ⁶ і лінійного LT ⁷ закінчення ЦАЛ. Враховуючи, що ТЕЗ АЦК-2М займає місце двох ТЕЗ аналогових АК, ємність БАЛК складе 64 ЦАЛ базового доступу $2B+D_{16}$. До складу БАЛК також входить ПЧК 8×8 і контролер КС-8А. Для підключення ЦАЛ первинного доступу $30B+D_{64}$ використовується ТЕЗ АЦК-2М модифікації 05.06, він займає місце 4 ТЕЗ АК, тому дозволяє підключити 4 ЦАЛ $30B+D_{64}$. БАЛК може комплектуватися як ЦАЛ, так і ААЛ в будь-якій пропорції, але з урахуванням конструктивних особливостей ТЕЗів АЦК.

Блок абонентських ліній аналого-цифровий (БАЛ-АЦ) має ємність 640 ААЛ. До складу БАЛ-АЦ входить два модулі по 10 ТЕЗ аналогових АК-11 на 32 АК або 10 ТЕЗ ЦАЛ по 16 АКЦ на кожному ТЕЗі. Кожен модуль підключається двома трактами Е1 до ПКС. Окрім цього містить ПЧК 32×32 Е1, два ТЕЗи контролерів блоку КС-9, ТЕЗи діагностики ДГН-7 (який обслуговує два модулі) і два ТЗЗи введення живлення і одночасно генератора викликуваного сигналу ВПГ (обслуговує два модулі). БАЛ-АЦ – замикає внутрішнє навантаження, реалізує інтерфейс V5.2 і може функціонувати к вузол доступу.

Аналоговий абонентський модуль БАЛ ЦСК «Квант-Е» призначений для підімкнення 128 аналогових абонентських ліній (ААЛ) зі стиком *Z* до аналогових абонентських комплектів (ААК), концентрації навантаження і забезпечення видачі інформаційних сигналів «Відповідь станції», «Зайнято», «Контроль послілки виклику» та «Сигнал виклику», прийому адресної інформації від ТА ДКШ або DTMF та формування сигнального пакету внутрішньостанційної сигналізації (ВССК) до пристрою комутації і спряження (ПКС) опорної станції. БАЛ підмикається до ПКС одним груповим трактом, Е1 (2048 кбіт/с), який містить 32 канальних інтервали (КІ). Структурна схема аналогового абонентського модуля БАЛ приведена на рис. 1.1.

Абонентський модуль працює в двох режимах:

➤ *при вихідному зв'язку* підключає аналоговий абонентський комплект до будь-якого вільного канального інтервалу (KI_i) у груповому тракті до ПКС;

➤ *при вхідному зв'язку* підключає канальний інтервал KI_i , ГТ до потрібного ААК. Вибір АК здійснюється за останніми цифрами (СДО) номера.

Просторово – часовий комутатор БАЛ (ПЧК 8×8) дозволяє комутувати вісім 32 – канальних групових трактів, призначення яких наступне:

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

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

⁵ $2B+D$ (Basic Rate Access) – цифрова абонентська лінія базового доступу до ISDN

⁶ NT (Network termination) – пристрій мережного закінчення ЦАЛ,

⁷ LT (Line termination) – пристрій лінійного закінчення ЦАЛ

- 5 ГТ – для підключення комплексу діагностики (ДГН);
- 6 ГТ – для підключення цифрового подовжувача (ЦПд);
- 7 ГТ – для підключення цифрового приймача (ЦП) і цифрового генератора тональних сигналів (ЦГТС).

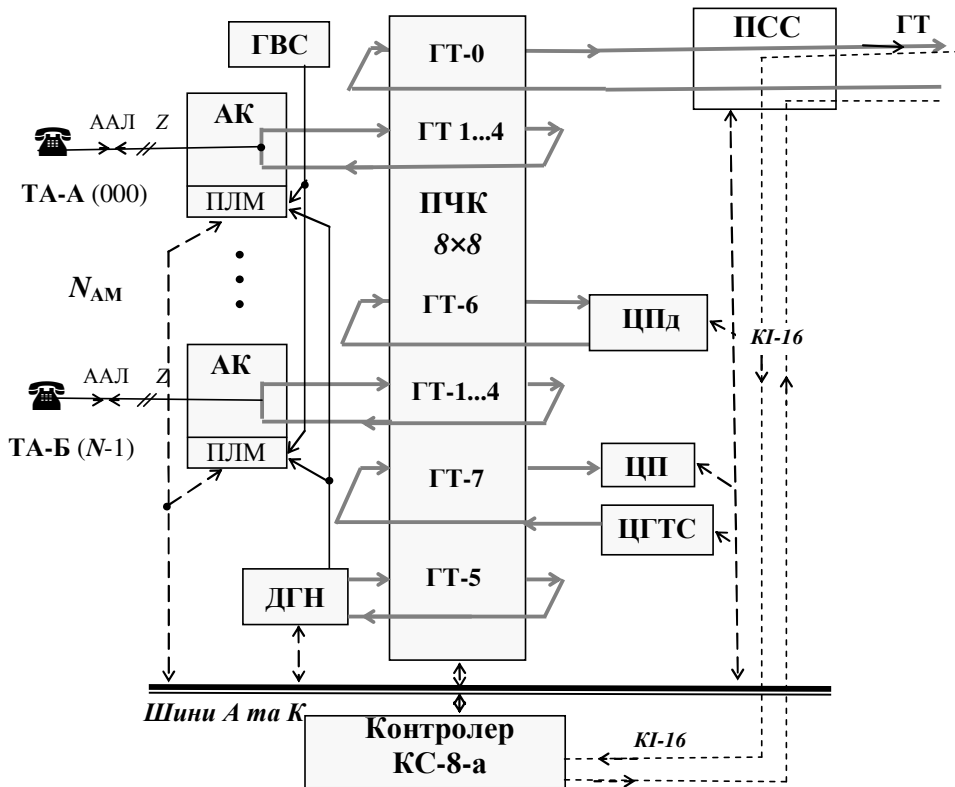


Рисунок 1.1 – Структурна схема аналогового абонентського модуля БАЛ

Пристрій сигналізації і синхронізації (ПСС) виконує функції взаємодії абонентського модуля БАЛ з ПКС опорного обладнання. За допомогою ПСС здійснюється отримання синхронізуючих імпульсів по КІ-0 з пристрою синхронізації комутаційної системи (СКС-М) ПКС і створення внутрисистемного сигнального каналу (ВССК).

Контролер КС-8а здійснює керування дією всього абонентського модуля БАЛ. Він приймає і обробляє адресну інформацію від ТА або керувального пристрою ПКС ОпО, взаємодіє з керувальним пристроєм ПКС ОпО по ВССК, керує роботою ПЧК і решти пристроїв БАЛ.

Генератор викликуваних сигналів (ГВС) виробляє напругу змінного струму частотою $f = 25 \pm 5$ Гц, $U = 95-100$ В для посилення «Сигналу виклику» в викликуваний телефонний апарат абонента.

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

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

Цифровий приймач (ЦП) призначений для прийому адресної інформації багаточастотним кодом *DTMF*, в якому цифри і службові комбінації кодуються двома частотами (див. табл. 1.2), всього утворюється 16 комбінацій.

Цифровий генератор тональних сигналів (ЦГТС) виробляє 32 тональних сигнали, які необхідні для роботи будь-якого периферійного пристрою, а також одне мовне повідомлення тривалістю 4 с (автовідповідач). Рівень всіх сигналів –6 дБ. У табл. 1.3. представлені значення частот деяких сигналів і їх часові позиції (канальні інтервали) в ГТ-7.

Таблиця.1.2 – Багаточастотний код типу DTMF

Друга група частот, Гц	Перша група частот, Гц			
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	Резервні комбінації
770	4	5	6	
852	7	8	9	
941	*	0	#	

Таблиця 1.3. – Сигнали, формуємі ЦГТС

Канальний інтервал	Частоти, Гц	Найменування сигналу
0	425	Сигнал станції, контроль посилення виклику
1	-	Сигнал тиші
2	425	Сигнал зайнято (0,3 с - 0,3с)
3	750+600	Службовий сигнал
4...12	700...1700	Багаточастотний «2 з 6»
13...30	1200...3850	Сигнали для частотних СП
31	-	Автовідповідач

Двопровідні аналогові абонентські лінії (ААЛ) підключаються до ААК на виході якого для кожної АЛ організується певний канальний інтервал в одному з чотирьох 32 – канальних групових трактів (ГТ-1, 2, 3, 4) до ПЧК. Схема розподілу АК по КІ і ГТ для БАЛ-0 показана на рис. 1.2. Розподіл АК по БАЛ 0 – 7 і ГТ 1...4 приведено у табл. 1.4.

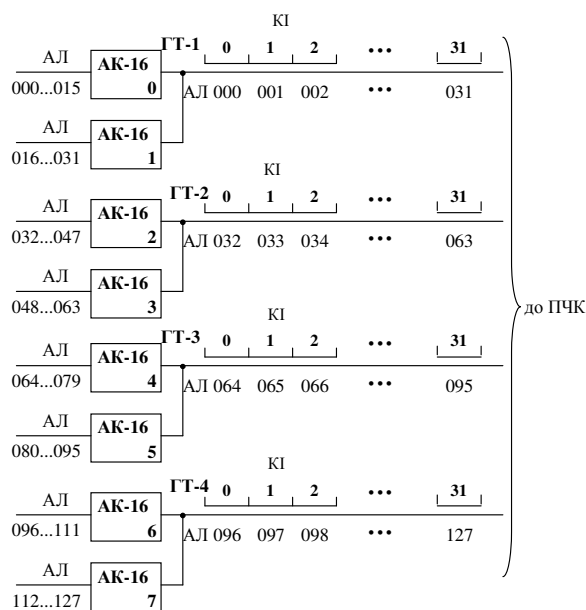


Рисунок 1.2 – Схема розподілу АК по КІ і ГТ для БАЛ-0

Таблиця 1.4 – Розподіл ААК по БАЛ 0...9 і ГТ 1...4 для ЦСК „Квант-Е”

N БАЛ	N ГТ	Номери абонентських комплектів	N БАЛ	N ГТ	Номери абонентських комплектів
0	1	0000-0031	5	1	0640-0671
	2	0032-0063		2	0672-0703
	3	0064-0095		3	0704-0735
	4	0096-0127		4	0736-0767
1	1	0128-0159	6	1	0768-0799
	2	0160-0191		2	0800-0831
	3	0192-0223		3	0832-0863
	4	0224-0255		4	0864-0895
2	1	0256-0287	7	1	0896-0927
	2	0288-0319		2	0928-0959
	3	0320-0351		3	0960-0991
	4	0352-0383		4	0992-1023
3	1	0384-0415	8	1	1024-1055
	2	0416-0447		2	1056-1087
	3	0448-0479		3	1088-1119
	4	0480-0511		4	1120-1151
4	1	0512-0543	9	1	1152-1183
	2	0544-0575		2	1184-1215
	3	0576-0607		3	1216-1247
	4	0608-0639		4	1248-1279

Аналоговий абонентський комплект (ААК) призначений для підключення аналогового ТА по двопровідній абонентській лінії (проводи *a* і *b*), перетворення аналогового інформаційного сигналу в цифровий і назад. Комплект має чотирипровідний вихід (K_i ; ВЦЛ і K_i ; ВхЦЛ).

У ААК можна включити:

- телефонні апарати з шлейфовим набором кодом ДКШІ з дисковим або тастатурним номеронабирачем;
- телефонні апарати з тональним набором кодом *DTMF*;
- таксофони односторонні або двосторонні для місцевого або міжміського зв'язку;
- термінали з модемним способом підключення (факс, телекс).

Схема ААК містить індивідуальну для одного абонента частину і групову для групи ААК, в якій є програмована логічна матриця (ПЛМ), за допомогою якої контролер блока абонентських ліній керує роботою АК.

Абонентський комплект виконує всі стандартні функції **BORSCHT**:

B (*battery feed*) – живлення ТА,

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

R (*Ringin*g) – посилення викликуваного сигналу частотою $f = 25$ Гц,

S (*Supervision*) – контроль стану АЛ – прийом від абонента сигналу виклику, набору ДКШІ, відповіді й відбою,

C (*Coding*) – кодування (АЦП і ЦАП),

H (*Hybrid*) – узгодження двопровідної АЛ з чотири провідним виходом,

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

Схема аналогового АК приведена на рис 1.3.

Для виконання функцій **BORSCHT** в ААК є наступні елементи і пристрої.

Міст живлення, що складається з джерела струму в проводі *a* і електричного дроселя в проводі *в*. Джерело струму зібране на транзисторах *VT-1* і *VT-2* і резисторах *R1*, *R2*, *R4* і *R5*. Електронний дросель виконаний на транзисторах *VT-3* і *VT-4*, резисторах *R6*, *R7*, *R8* і *R9* і конденсаторі *C1*.

Захист виконаний на позисторах *RV1* і *RV2*, опори яких збільшуються при збільшенні струму в ланцюзі ТА і стабілітронах *VD-1* і *VD-2*, опір яких зменшується при збільшенні напруги на розмовних проводах.

Посилка виклику здійснюється з групового пристрою, який підключається до АЛ контактами реле *K2*.

Контактами реле *K2* відключає абонентську лінію від АК і підключає до кола посилення виклику. У ланцюзі посилення виклику включені електронний ключ (ЕК) з оптроном *VU-3*, який фіксує момент відповіді абонента Б і оптодистристор *VU-2*, що забезпечує періодичність посилення виклику: 1с - виклик, 4с - інтервал.

Контроль стану АЛ здійснюється точкою сканування ($T_{C_{ШЛ}}$) виконаної на оптроні *VU-1*. Оптрон запалюється при замиканні шлейфу в ТА (тим самим включається $T_{C_{ШЛ}}$ і сигнал через ПЛМ поступає в контролер), гасне при розмиканні шлейфу в ТА і миготить при наборі номера ДКШІ.

Кодування і декодування виконує кофідек. У тракт передачі кофідека включений операційний підсилювач (ОП-1), смуговий фільтр 0,3...3,4 кГц, аналого-цифровий перетворювач (АЦП) і буферний регістр (БР). Тракт прийому починається буферним регістром (БР), цифро-аналоговим перетворювачем (ЦАП), фільтром нижніх частот і закінчується операційним підсилювачем (ОП-2).

Узгодження двопровідного входу з чотирипровідним виходом здійснюється диференціальною системою (ДС).

Діагностичний комплект підключається до АЛ або АК за допомогою контактів реле *K1*, *K2* і *K3*. При спрацьовуванні реле *K1* ДГН підключається до АК, а при спрацьовуванні реле *K2* і *K3* ДГН підключається до АЛ.

Робота АК при вихідному зв'язку. Абонентський комплект приймає «сигнал виклику», набір номера, ДКШІ і приймає сигнал «Відбій».

1 Прийом сигналу «Виклик». При знятті мікротелефонної трубки в ТА-А замикається шлейф і створюється ланцюг живлення ТА:

– мінус 60 В, резистор *R2*, транзистор *VT-1* (э-к), резистор *R1*, контакти реле *K2* і *K1*, позистор *RV1*, провід *a* абонентської лінії, схема ТА, абонентська лінія провід *в*, позистор *RV2*, контакти реле *K1* і *K2*, резистор *R6*, транзистор *VT-3*, плюс 60 В.

Під час надходження струму в коло живлення на резисторі *R1* створюється падіння напруги U_{R1} . Від цієї напруги створюється струм по колу:

– мінус U_{R1} , резистор *R3*, діод *VD-3*, оптрон *VU-1*, плюс U_{R1} . Оптрон запалюється і сигнал точки сканування $T_{C_{ШЛ}}$ поступає в ПЛМ, а потім в контролер (КС-8-А).

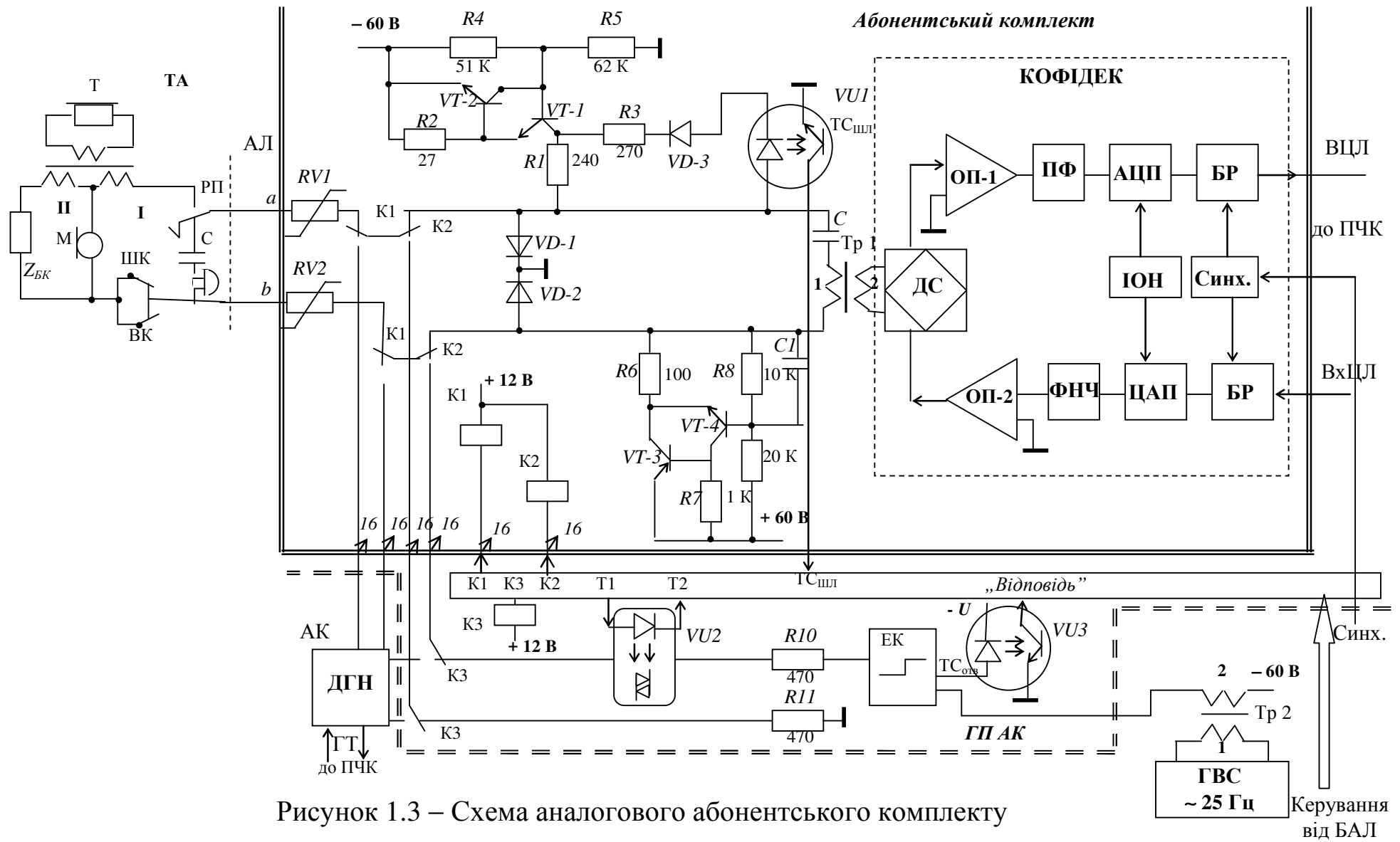


Рисунок 1.3 – Схема аналогового абонентського комплекту

Керування від БАЛ

Контролер підключає через ПЧК цифровий генератор тональних сигналів до викликаючої АЛ «Сигнал станції» $f = 425$ Гц в АЦП перетворюється в аналогову форму і через фільтр (ФНЧ), підсилювач (ОП-2), диференціальну систему (ДС) поступає по розмовних проводах *a* і *b* у телефонний апарат абонента.

2 Прийом адресної інформації від ТА-А. Адресна інформація може надходити ДКШ або *DTMF*.

Якщо номер надходить ДКШ, то в ТА-А відбувається розмикання і замикання шлейфу з частотою 10 імп/с, а точка сканування ТС_{ШЛ} повторює роботу номеронабирача. Робота оптрона *VU-1* передається по проводу ТС_{ШЛ} в контролер, де відбувається підрахунок кількості імпульсів в кожній серії і запам'ятовування в контролері.

Якщо номер надходить в коді *DTMF*, то багаточастотні імпульси надходять в АК і через дифсистему, після посилення (ОП-1), перетворюється в цифрову форму і по виділеному для АК КІ_i надходять в цифровий приймач.

Примітка. Цифровий генератор тональних сигналів і цифровий приймач знаходяться в блоці абонентських ліній (БАЛ).

3 Прийом сигналу «Відбій». Після закінчення розмови, абонент покладе мікротелефон на ТА. У абонентському комплекті обривається коло живлення телефонного апарату і гасне точка сканування. Контролер сприймає цей сигнал як «Відбій».

Робота АК при вхідному зв'язку. Абонентський комплект при вхідному зв'язку посилає виклик в ТА-Б змінним струмом $f = 25$ Гц, сприймає сигнал «Відповідь ТА-Б» і «Відбій ТА-Б».

1 «Посилка виклику» (ПВ) посилається з групової частини АК, для цього контролер включає реле *K2* і запалює оптотиристор *VU-2*, утворюється коло «Посилки виклику»:

– мінус 60 В, вторинна обмотка Тр₂, схема електронного ключа, резистор *R10*, оптотиристор *VU-2*, контакти реле *K3*, *K2* і *K1*, позистор *RV-1*, провід *a*, схема ТА (перемикач важеля РП, викликаючий пристрій ВП, конденсатор С), провід *b*, позистор *RV-2*, контакти реле *K1*, *K2* і *K3*, резистор *R11*, плюс 60 В.

У цьому колі постійний струм не проходить, оскільки в схемі ТА-Б послідовно з викликаючим пристроєм (ВП) включений конденсатор С.

Контролер через ПЛМ керує роботою оптотиристора *VU-2*, якщо він включений, у АЛ посилається струм виклику, при виключенні його – струму немає. Посилка виклику відбувається періодично: – 1 с – виклик, 4 с – пауза.

2 «Відповідь ТА-Б». В телефонному апараті абонента Б замикається коло постійного струму і спрацьовує електронний ключ (ЕК), спалахує оптрон *VU-3* і в контролер надходить сигнал про відповідь ТА-Б.

3 Прийом сигналу «відбій». Схема АК працює аналогічно вихідному зв'язку при прийманні сигналу «Відбій».

Вузкосмуговий цифровий абонентський модуль БАЛ-Ц призначений для підключення ЦАЛ базового $2B+D_{16}$ та первинного доступу $30B+D_{64}$ чотирьохпроводових із стиком S або двопроводових із стиком U . Структурна схема цифрового абонентського модуля БАЛ-Ц представлена на рис. 1.4.

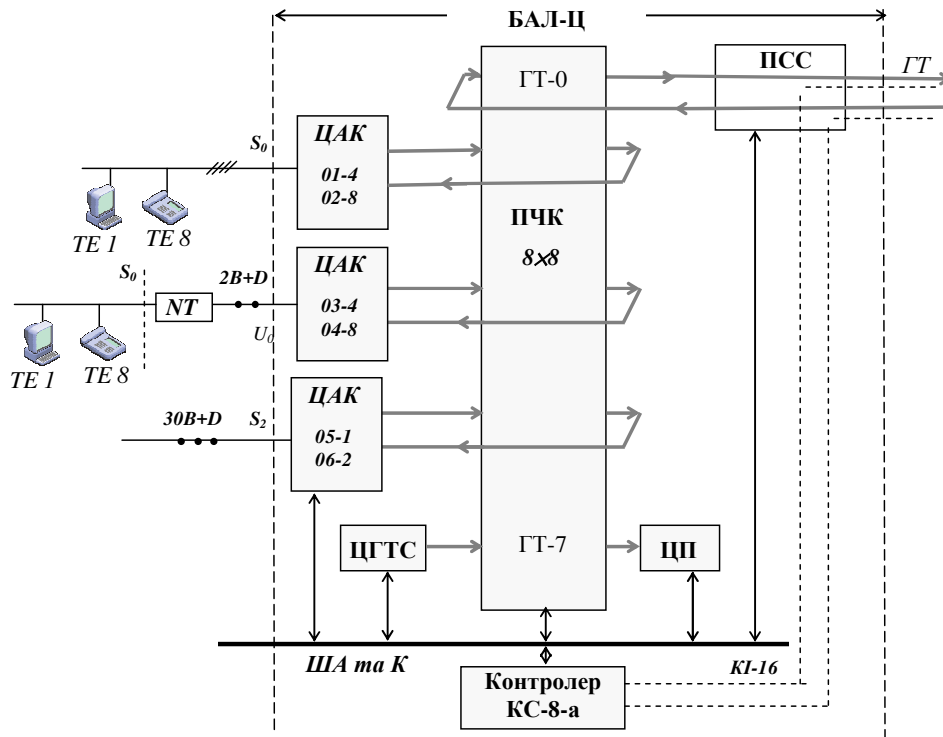


Рисунок 1.4 – Структурна схема цифрового абонентського модуля БАЛ-Ц

ЦАЛ доступу $2B+D_{16}$ із стиком S підключає термінали ISDN безпосередньо на станції, для організації ЦАЛ із стиком U $2B+D_{16}$, у користувача встановлюється блок мережевого закінчення NT , який з боку абонентського обладнання має чотирьохпроводний стик S , до якого підключається біля восьми абонентських терміналів TE^8 на відстані до 150 м. ЦАК для кожної ЦАЛ має обладнання лінійного закінчення LT , яке забезпечує регенерацію лінійних сигналів, перетворення кодів, взаємодію і живлення NT .

В залежності від типу цифрових абонентських комплектів ЦАК (АЦК-2М), цифровий модуль БАЛ-Ц може комплектуватися різними типами ТЕЗ АЦК-2М. У касеті можуть бути 8 ТЕЗ по 8 ЦАЛ типу 02 тобто 64 ЦАЛ. Типи модулів ЦАЛ приведені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – 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 ліній S_2	

⁸ TE (Terminal Equipment) – абонентський термінал

1.2 Підсистема безпроводного абонентського радіодоступу DECT «Квант-Е» призначена для підключення фіксованих абонентів з обмеженою мобільністю і рухливістю (технології DECT) з метою організації радіолінії на абонентській ділянці. До складу підсистеми DECT «Квант-Е» входить контролер базових станцій (КБС), базові станції (БС), мультиплексори базових станцій (МБС), портативні і термінальні абонентські радіоблоки (ПАРБ і ТАРБ). КБС забезпечує організацію і керування мережею радіодоступу DECT⁹. Базові станції організують радіоканали і забезпечують доступ абонентських радіоблоків до підсистеми. МБС призначений для роз'єднання/з'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 провідних АЛ телефонні апарати, таксофони, персональні комп'ютери. Детально функції підсистеми описано у розділі 1.12.

1.3 Підсистема вузькосмугової комутації каналів, утворена головним ЦКП і комутаційними пристроями комутаційних і абонентських модулів і призначена для створення неблокованих з'єднань будь-яких каналних інтервалів групових трактів, розподілу інформації за напрямками відповідно до адресної інформації, підтримка і руйнування з'єднань каналів 64 кбіт/с і груп каналів 64 кбіт/с (відповідно 64, 384 та 1920 кбіт/с); підсистема вузькосмугової комутації реалізована модулями ПКС.

Пристрій комутації і спряження (ПКС). Це цифровий, повнодоступний, односпрямований комутаційний блок $Ч_n$ (часової комутації з просторовою селекцією) повністю дубльований.

Ємність ПКС становить 32×32 ГТ типу Е1, або 128×128 ГТ типу Е1. Складається ПКС з ПЧК, центрального керуючого пристрою, на базі *IBM PC*, а також необхідного генераторного обладнання (ЦГТС), цифрових приймачів (ЦП) і запам'ятовуючого пристрою керування й сканування ЗПКС (для забезпечення ВССК). Структурна схема ПКС 32×32 зображена на рис. 1.5.

Чотирипровідні групові тракти (ВхЦЛ та ВЦЛ) підключаються до ПКС наступним чином: вхідні цифрові лінії (ВхЦЛ) включаються в приймачі сигналів, які погоджують код *HDB-3* у паралельний 8-бітовий для комутації, а цифрові лінії вихідні (ВЦЛ) включаються у виходи передавача для зворотного перетворення.

Всього до ПКС можна підімкнути 32 ГТ (ємність 32×32 ГТ), з них два ГТ (ГТ-0 та ГТ-1) службові, а ГТ-2 – ГТ-31 використовуються для підімкнення інформаційних групових трактів.

⁹ DECT – (Digital Enhanced Cordless Telecommunication) – стандарт цифрового безпроводного зв'язку.

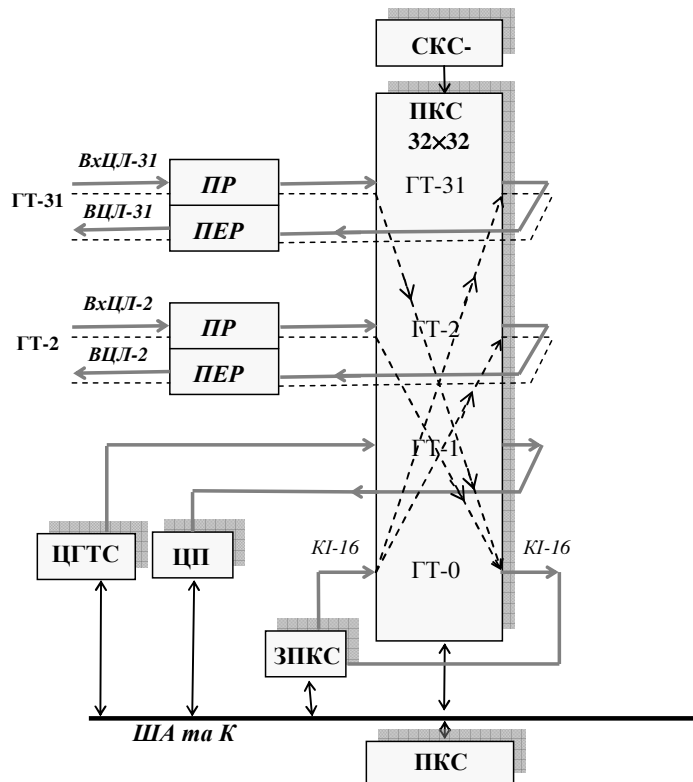


Рисунок 1.5 – Структурна схема ПКС 32×32 ”

Службовий ГТ-0 призначений для збору сигнальної інформації з шістнадцятих КІ з периферійних модулів, що включаються у ГТ-2...ГТ-31, і запам'ятовування в пристрої керування і сканування (ЗПКС). ЗПКС – сканує КІ-16 усіх вхідних ГТ, запише сигнальну інформацію до керуючого пристрою, а потім вона видається назад до ЗПКС в КІ-16 ГТ. Кожна ВхЦЛ (ВхЦЛ 2 – ВхЦЛ 31) має свій каналний інтервал в ГТ-0. Таким чином, номер каналного інтервалу в ГТ-0 відповідає номеру ГТ 2-31. Сигнальна інформація, що надходить, 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.

Службовий ГТ-1. До нього включені цифрові приймачі (ЦП), за допомогою яких здійснюється приймання частотних керівних сигналів, і цифровий генератор тональних сигналів (ЦГТС), який виробляє тональні сигнали (перелік сигналів ЦГТС наведено у табл. 1.6).

Пристрій керування системою (ПКС) здійснює керування роботою ПКС, приймає адресну інформацію із ЗПКС, аналізує цю інформацію, визначає напрямок зв'язку і комутує вільний каналний інтервал в чотирипровідному тракті.

Інформаційні ГТ (ГТ-2 – ГТ-31) розподілені на тракти без синхронізації ГТ-2, 3, 28-31, тому можуть використовуватися тільки для з'єднувальних ліній, а ГТ 4 - 27 використовуються для підімкнення аналогових АМ БАЛ, ЦЗЛ, цифрових АМ БАЛ-Ц.

Таблиця 1.6 – Сигнали, що формуються ЦГТС

Канальний інтервал	Частоти, Гц	Найменування сигналу
0	425	Сигнал станції, контроль посилення 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

Побудова і параметри ПКС 128×128. ПКС 128×128 –це цифровий, повнодоступний, односпрямований комутаційний блок Ч_п (часової комутації з просторовою селекцією), повністю дубльований. Комутаційна матриця має ємність 32×32 тракти 8192 кбіт/с, і складається з чотирьох секцій 8×8 високошвидкісних трактів 8192 кбіт/с.

Групові тракти типу Е1 (ГТ-0 – ГТ-127) зі швидкістю 2048 кбіт/с вмикаються до мультиплексорів (МХ), на виході яких створюється 32 ГТ із швидкістю 8192 кбіт/с. Кількість МХ ПКС 128×128 дорівнює восьми, кожен з них підключає 16 ГТ 2048 кбіт/с. На виході комутаційної матриці тракти із швидкістю 8192 кбіт/с демультимплексуються (ДМХ) у групові тракти 2048 кбіт/с. Кількість ДМХ також дорівнює восьми, кожен по 16 ГТ 2048 кбіт/с. Структурна схема ПКС 128×128 показана на рис. 1.6.

Для сигналізації в кожному тракті 8192 кбіт/с виділяється один ГТ 2048 кбіт/с, який об'єднує сигнальні канали (КІ-16) усіх шістнадцяти ввімкнених трактів одного МХ. Сигнальні ГТ обробляються у мікроконтролері (МК7Л), який пов'язаний з ПКС трактом HDLC.

Керування комутаційною матрицею 32×32 тракти 8192 кбіт/с здійснюється за допомогою однокристального мікроконтролера МК-7Л, зв'язаного синхронним HDLC-каналом, з керуючим пристроєм комутаційного модуля (ПКС-2).

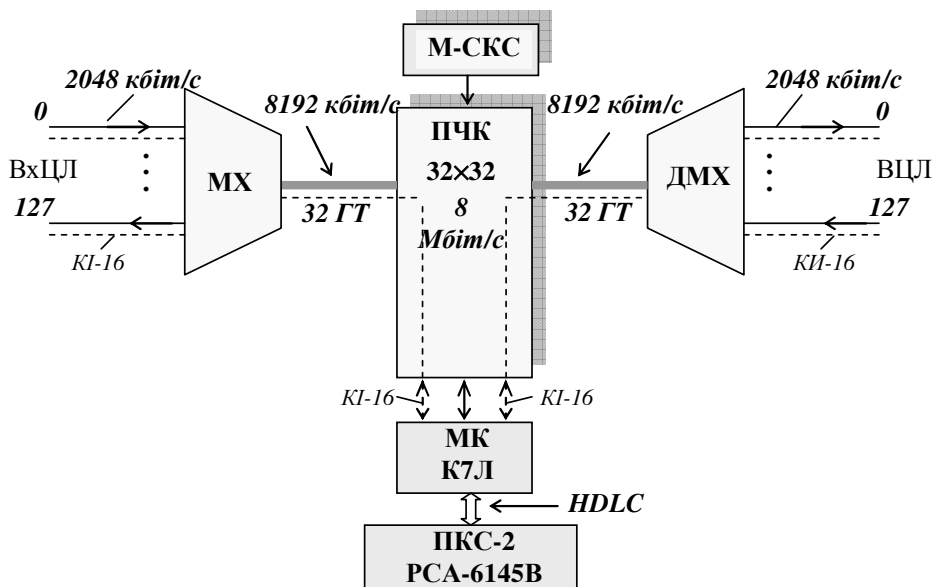


Рисунок 1.6 – Структура модуля ПКС-128

1.4 Підсистема керування складається з керуючих пристроїв (взаємодіючих процесорів), які знаходяться в кожному модулі ЦСК. Керування – розподілене. Кожен модуль має свій керуючий пристрій. Керуючі пристрої працюють незалежно і взаємодіють по внутрісистемних каналах сигналізації ВССК.

1.5 Підсистема лінійного доступу забезпечує стик із з'єднувальними лініями (ЗЛ), тобто узгодження внутрішніх трактів зі з'єднувальними лініями зовнішнього зв'язку, і утворена лінійними комплектами цифрових з'єднувальних ліній (ЦЗЛ). Забезпечує стик з ЦЗЛ (типу А або А₁), з аналоговими ЗЛ – стик типу С₂ – дво- або трипровідні фізичні ЗЛ, стик типу С₁ – з каналами з частотним розділенням.

Для ЦСК «Квант-Е» підсистема лінійного доступу реалізована на модулях цифрових з'єднувальних ліній – ЦЗЛ, які забезпечують стик з зустрічними АТС по цифрових ЗЛ і можливість видачі сигнальної інформації на вимогу зустрічної станції. Один модуль організовує 30 КІ, тобто обслуговує один ГТ типу Е1, можливе використання також ЦЗЛ-15, що забезпечує 15 КІ – ГТ Е1/2 (1024 кбіт/с). Структурна схема ЦЗЛ для ПКС 128×128 показана на рис. 1.7.

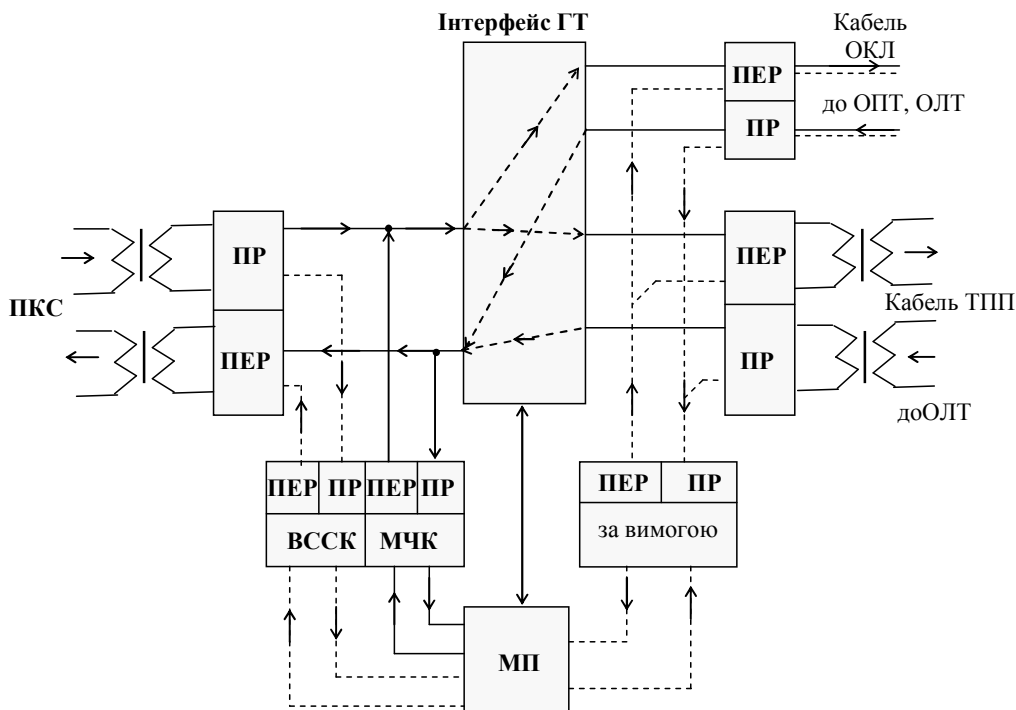


Рисунок 1.7 – Структурна схема ЦЗЛ для ПКС 128×128

1.6 Підсистема сигналізації забезпечує наступні види сигналізації:

➤ **абонентську** (виклик станції, набір номера, відповідь, відбій); абонентська сигналізація забезпечується в АК – при шлейфовому набірні імпульси набірні номера сприймаються точкою сканування в аналоговому АК, при тональному набірні в БАЛ підключається ЦП; акустичні сигнали «Відповідь станції», «Контроль посилки виклику», «Зайнято» – видаються з БАЛ за допомогою ЦГТС, викликувані - за допомогою ГВС;

➤ **внутрісистемну** (передача інформації міжмодульно організовується в «Квант-Е» в 16 КІ внутрішньосистемного тракту), сигнальна інформація поступає в контролер КС-8а БАЛ, потім передається в ПКС-2 по ВССК пакетом у КІ-16; СКС «Квант» – спільний канал сигналізації для міжмодульних з'єднань або з'єднань з ВКМ «Квант-Е», приклад організації ВССК показано на рис. 1.8.

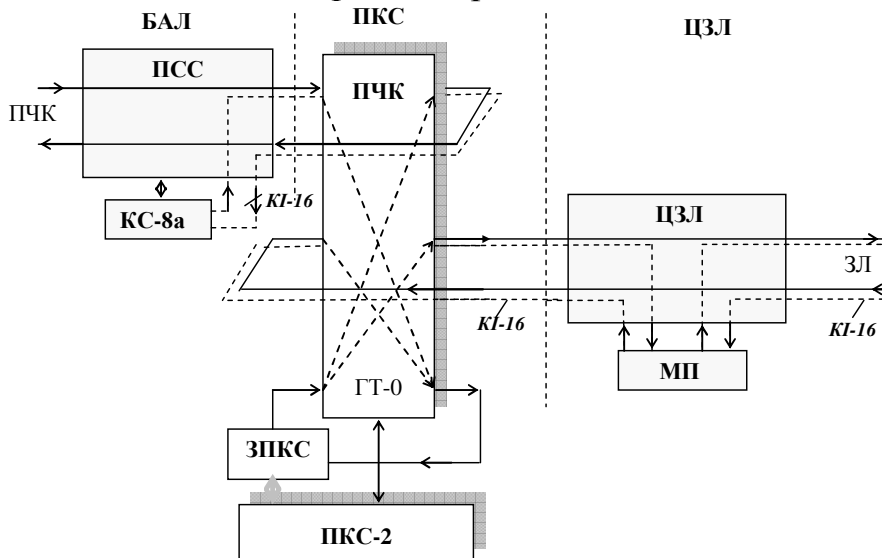


Рисунок 1.8 – Принцип внутрішньосистемної сигналізації

➤ **міжстанційна** (на вимогу зустрічної станції забезпечується модулями стику із ЗЛ (ЦЗЛ). При взаємодії з АТСК-У лінійні сигнали передаються в КІ-16, а сигнали керування багаточастотним кодом – в розмовному каналі, для ДК АТС – керівні сигнали кодом ДКБІ і лінійні – у 16 КІ, з ЦСК – СКС-7 (спільний канал сигналізації, який організовується для групи інформаційних каналів, може обслуговувати до 2000 інформаційних каналів). Для організації СКС-7 використовується блок ОКС-7Д.

1.7 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. ЦСК «Квант Е» – підсистема технічної експлуатації – представлена модулем технічної експлуатації, обслуговування і керування (МТЕ), який включає декілька комп'ютерів і додаткові пристрої введення-виведення і зберігання інформації.

1.8 Підсистема синхронізації забезпечує як циклову, так і надциклову синхронізацію цифрових потоків. Модуль СКС-М – модуль синхронізації комутаційної системи, забезпечує синхронізацію всіх модулів комутаційної системи. Частоти: базові сигнали частоти 16 МГц для ПКС, 8 МГц - для периферійних блоків, 500 Гц - для організації відліку надциклу і обнулення фортоту сітки частот.

1.9 Підсистема електроживлення підрозділяється на первинне (± 60 або ± 48 В) і вторинне електроживлення (± 5 , ± 12 В), виділяє вторинне електроживлення обладнання індивідуально для кожної касети блоку.

1.10 Обладнання IPOP – пункт присутності *Internet*. Для забезпечення комутованого доступу (*dial-up*) до мережі *Internet*. Для цього встановлюються 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 передбачено ряд серійних абонентських номерів з модемами для доступу користувачів.

Функціональна схема ЦСК «Квант-Е» приведена на рис. 1.9.

1.11 Принцип внутрішньостанційного з'єднання ЦСК «Квант-Е»

Умови з'єднувального тракту (рис. 1.10):

- -телефонний апарат ТА-А (2-30-66) включений в АК-А двопровідною АЛ. Абонентський комплект включений в ПЧК КІ-2 ГТ-3;
- абонентський модуль АМ-А пов'язаний з ПКС ОпО, наприклад, ГТ-31. У цьому тракті КІ-16 комутується з КІ-31 ГТ-0 для прийому в ЗПКС адресної інформації від АМ-А. Розмовний – КІ-10 ГТ-31;
- абонентський модуль АМ-Б включений в ПКС ОпО ГТ-3, по цьому тракту ЗПКС видає адресну інформацію по КІ-16 в контролер АМ-Б. Розмова здійснюватиметься по КІ-15 ГТ-3;
- телефонний апарат ТА-Б (2-31-11) 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-2, ГТ-3 (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».

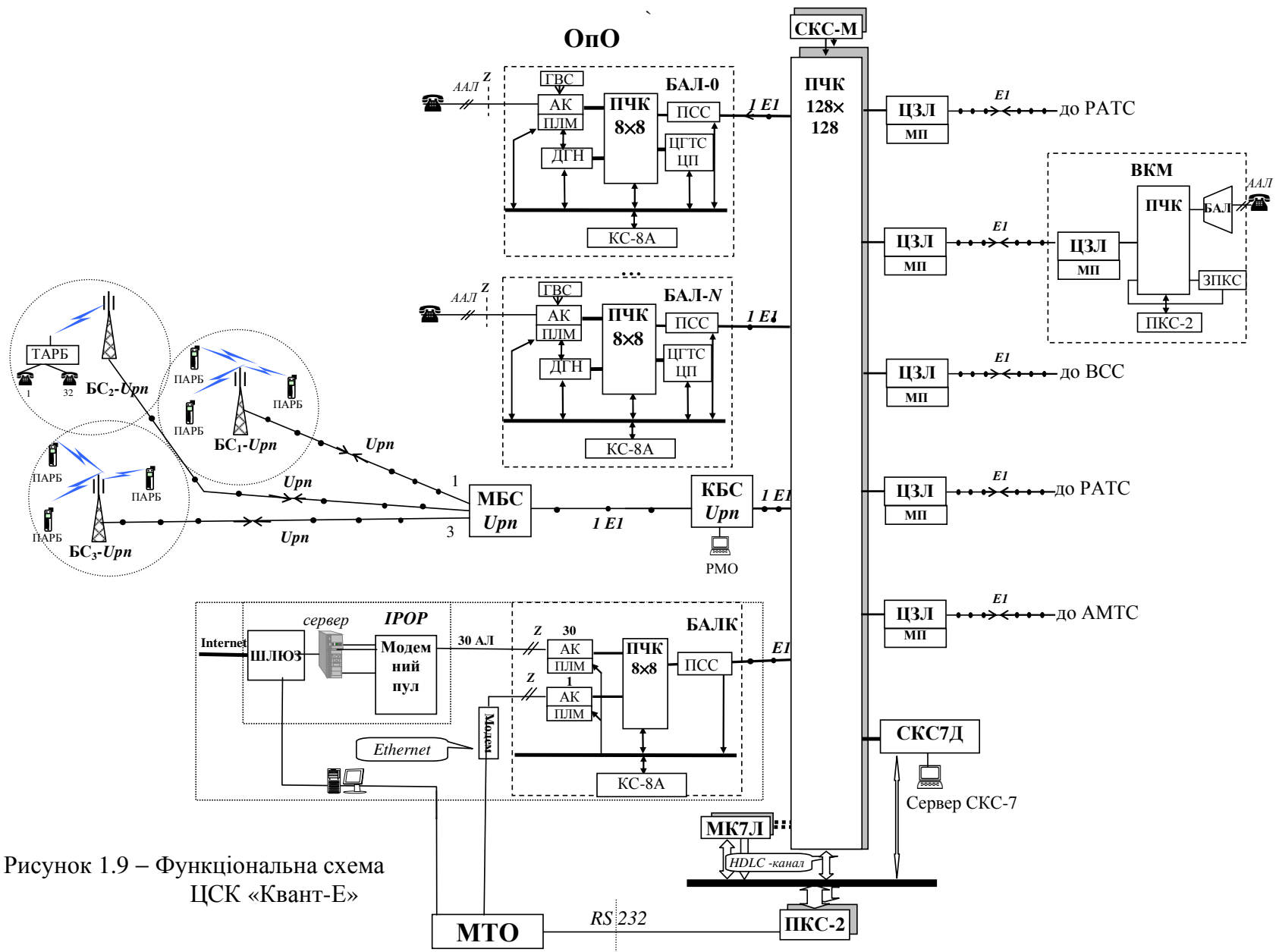


Рисунок 1.9 – Функціональна схема ЦСК «Квант-Е»

Етап 3. Набір номера ДКШІ.

- Абонент набирає цифри номера ДКШІ, імпульси сприймаються АК-А;
- після набірання 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 каналного інтервалу в ГТ, яким БАЛ-А включений в ПКС (КІ-10 ГТ-31);
- 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: напрямком до БАЛ-Б (тобто ГТ-3, в який включений БАЛ-Б); будь-який вільний КІ в ГТ-3 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-15 ГТ-3);
- ПКС-2 передає пакет в ЗПКС, який вставляє цю інформацію в КІ-16 ГТ ГТ-3;

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 посилення 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;
- посилення «Сигналу виклику» абоненту Б – від ГВС БАЛ-Б;
- для посилення сигналу «Контроль посилки виклику», за допомогою ПЧК комутується ЦГТС в БАЛ-Б.

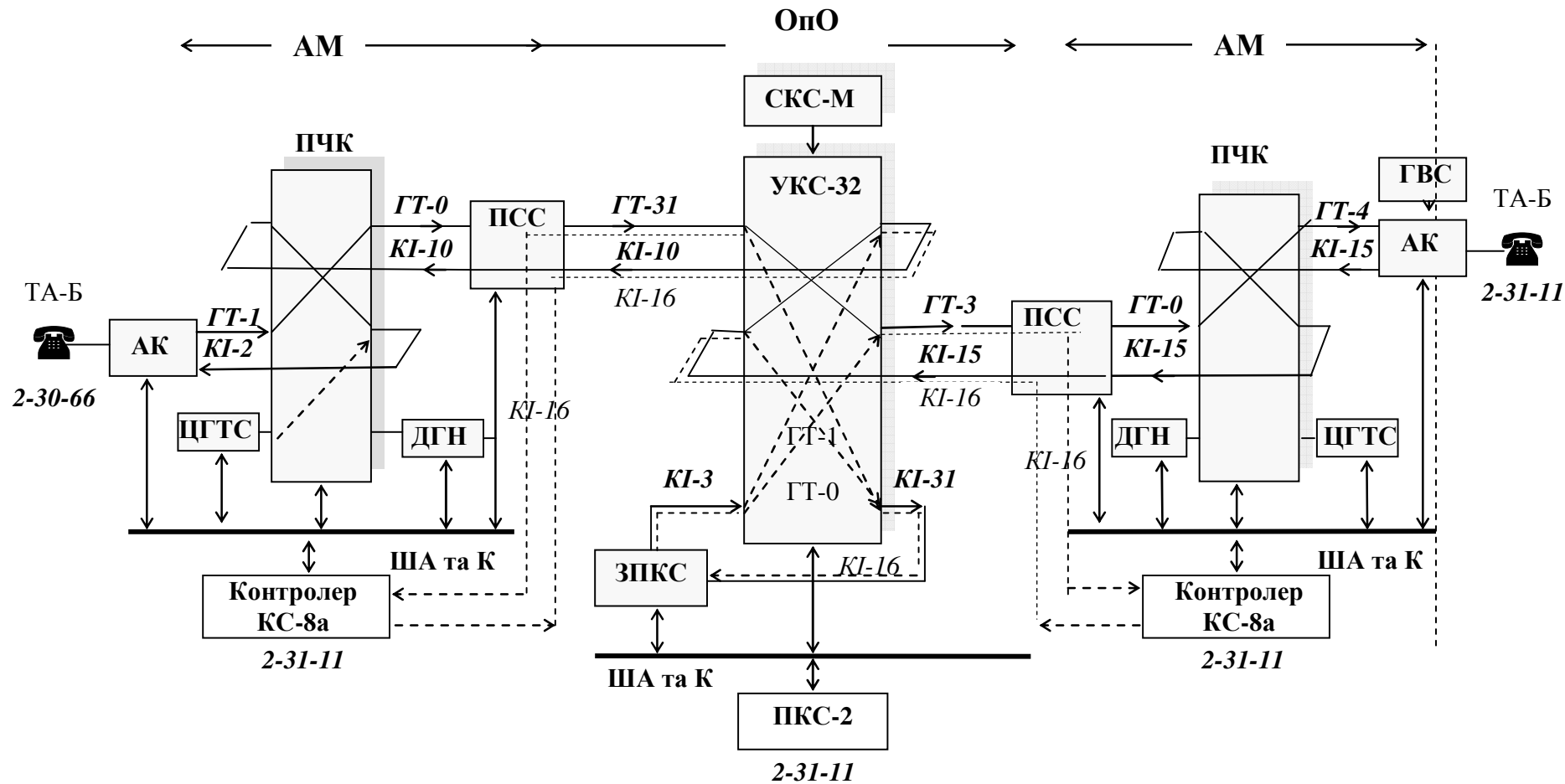


Рисунок 1.10 – Структурна схема внутрішньостанційного з'єднувального тракту ЦСК «Квант-Е»

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 посилення 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.

1.12 Підсистема абонентського радіодоступу DECT «Квант-Е»

Стандарт DECT¹⁰ цифровий вдосконалений безпроводний зв'язок) забезпечує мобільний телефонний зв'язок, але з обмеженою мобільністю і обмеженою рухливістю абонентів. Обмеження відносяться як до віддаленості (десятки-сотні метрів), так і до швидкості переміщення абонентів (швидкість пішохода).

Технічні характеристики стандарту DECT приведені у табл. 1.7.

Область застосування:

- офіси, установи, підприємства, банки, торгові центри;
- готелі, лікарні, будинки відпочинку;
- виставкові комплекси, спортивні і видовищні споруди;
- крупні будівельні об'єкти, аеропорти, вокзали, котеджні селища;

¹⁰ DECT – Digital Enhanced Cordless Telecommunication

➤ на ТС САР для телефонізації віддалених абонентських груп, телефонізації районів, де неможливо організувати кабельну структуру (ізоляція водойомищ, пересіченої місцевості і т.д.)

Таблиця 1.7 – Основні технічні характеристики стандарту DECT

Показник	Характеристика
Діапазон частот, МГц	1880-1900
Кількість несучих частот в стільнику	10
Рознесення несучих частот, МГц	1,728
Метод доступу	MC/TDMA/TDD
Протокол вибору каналу	CDCS ¹¹ – безперервний динамічний пошук і вибір кращого радіоканалу
Кількість каналів на одну частоту	24 (12 дуплексних каналів)
Тривалість кадру, мс	10
Метод модуляції	GMSK
Стиснення голосу	АДІКМ
Середня вихідна потужність, мВт	
– радіотелефону	10
– базової станції	250
Пропускна смуга каналу, кбіт/с	32

Структура і формування сигналів. Канали для передачі мови і даних в стандарті DECT утворюються за рахунок використання 10 несучих частот, технології часового розділення з множинним доступом (TDMA) і часового дуплексу (TDD). Ємність (показник, що враховує напруженість абонентського трафіку, ширину використовуюваного частотного діапазону і площу покриття) систем DECT вища, ніж у інших мобільних системах мобільного зв'язку і складає 500 Ерланг/МГц/км² (у стандарті GSM рівний 10).

У відведеній для системи DECT смузі 1880-1900 МГц (ширина смуги 20 МГц) розміщується 10 частотних каналів (рис. 1.11).

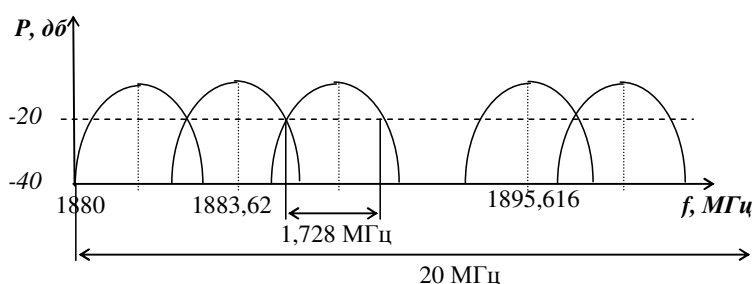


Рисунок 1.11 – Розподіл частотних каналів у діапазоні 1880-1900 МГц

Мультикадр (рис 1.12) складається з 16 кадрів. Кадри в межах мультикадра розрізняються складом передаваної інформації керування. Кожен кадр ефірного інтерфейсу (загальною тривалістю 10 мс) складається з 24 слотів, кожен з яких індивідуально доступний, 12 слотів використовуються для передачі інформації в прямому напрямі (від базової станції до абонента) і 12 – в зворотному. Пара слотів одного і того ж фізичного каналу має номери, що відрізняються на 12 (0 і 12, 1 і 13). Інформаційний слот складається з полів, що

¹¹ CDCS – Continuous Dynamic Channel Selection

містять коди синхронізації (поле *S*) – 32 біта, керуючу інформацію (поле *A*) – 64 біта, інформацію користувача – розмова або комп'ютерні дані (поле *B*) – 320 бітів і контрольну інформацію (поле *X*) – 8 бітів. Загальна тривалість – 368,1 мкс, коротше довжини слота (416,7 мкс) на величину захисного інтервалу – 48,6 мкс.

Мультикадр (16 кадрів, 160 мс)

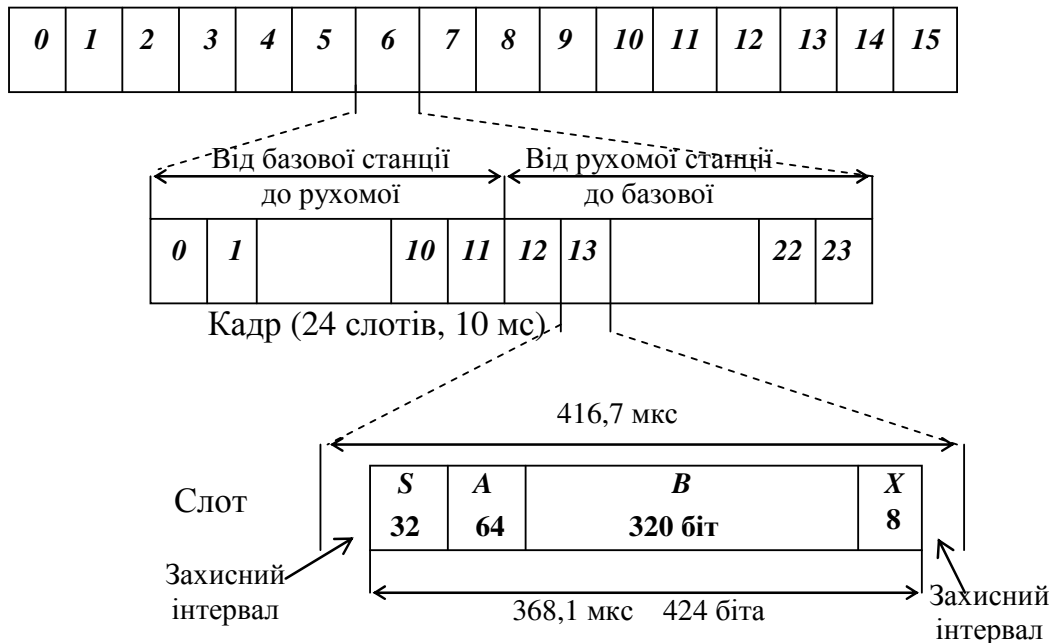


Рисунок 1.12 – Структура кадра і слота стандарту DECT

Метод кодування мовлення – адаптивна диференціальна імпульсно-кодована модуляція (АДІКМ). При швидкості передачі 32 кбіт/с вона забезпечує високу якість передачі мови.

При передачі мови не застосовуються коди, що виправляють помилки, проте використовуються коди, що дозволяють їх виявляти – циклічні коди надмірності (*CRC*): відповідні контрольні суми включаються в поля *A* (для інформації керування) і в поля *X* (для інформаційного поля *B*). У базовій мовній послугі *DECT* два часових слоти – з розділенням в 5 мс – утворюють пару для забезпечення підтримуючої ємності, звичайної для повних дуплексних 32 кбіт/с з'єднань.

Радіоінтерфейс DECT ґрунтується на методі радіодоступу *MC/TDMA/TDD*: *MC*¹² – використання множинних несучих; *TDMA*¹³ – принцип множинного доступу з розділенням часу; *TDD*¹⁴ – дуплекс з розділенням часу.

Стандарт *DECT* задіює 10 несучих частот (реалізація *MC*). Часовий спектр підрозділяється на часові кадри, що повторюються кожні 10 мс. Кадр складається з 24 часових слотів, кожний з яких індивідуально доступний.

Слоти можуть використовуватися для прийому або передачі – реалізація *TDMA*. Але кожен часовий кадр тривалістю 10 мс ділиться на дві половини –

¹² *MC*– Multi Carrier

¹³ *TDMA*– Time Division Multiple Access

¹⁴ *TDD*– Time Division Duplex

перші 12 часових слота використовуються для зв'язку від базової станції до рухомої, а інші 12 – від рухомої станції до базової (реалізація *TDD*).

Структура *TDMA* забезпечує до 12 одночасних голосових з'єднань (повний дуплекс) на кожен передавач-приймач (трансвер). Смуги частот можуть бути різної ширини за рахунок з'єднання декількох каналів в одну несучу. Для передачі даних використовуються швидкості передач кратні 24 кбіт/с до 552 кбіт/с. Розбиття частотного і часового спектрів дає можливість динамічно оперувати каналами. Кожному пристрою у будь-який момент часу доступний загальний спектр з 120 дуплексними каналами. Різні канали зв'язку у прилеглих чарунках можуть використовувати той же канал (комбінація частота/часовий слот). Таким чином при високій щільності встановлення БС (наприклад 25 м), можна досягти дуже високої ємності навантаження за відсутності необхідності частотного планування.

Організація підсистеми DECT «Квант-Е» і склад обладнання

Підсистема *DECT* «Квант-Е» (рис. 1.10) призначена для підключення індивідуальних користувачів до телефонної мережі загального користування або мережі передачі даних на ділянці абонентської лінії через цифровий радіоканал. Кількість абонентів підсистеми *DECT* «Квант-Е» при використанні одного КБС складає від 10 до 512 абонентів. Склад обладнання підсистеми визначається наступними чинниками: топологією місцевості, числом абонентів і їх щільністю. Обладнання підсистеми розрізняється використовуваними інтерфейсами: *Upr* лінії – двопровідні із швидкістю 144 кбіт/с ($2B+D_{16}$), *E1* – чотирипровідні із швидкістю 2048 кбіт/с ($30B+D_{64}$).

Підсистема *DECT* «Квант-Е» складається з наступного обладнання:

Контролер базових станцій (КБС-*Upr*, КБС-*E1*) – призначений для забезпечення стику обладнання *DECT* з ОПС або ВКМ і керування базовими станціями, тобто забезпеченням функціонування підсистеми, підтримкою протоколу в радіоканалі (встановлення з'єднання, ідентифікація) і організації функціонування мережі *DECT* (пошук абонента, хэндовер і т. інш.). КБС підключається до ОпС від 1 до 4 трактів *E1* з протоколом міжстанційної сигналізації *EDSSI* або *Q-SIG*. Таким чином, максимально до ТмЗК одночасно можуть мати доступ від 30 до 120 абонентів підсистеми. *КБС-Upr* може підключити до 16 базових станцій *Upr* ($2B+D_{16}$), а також 4 тракти *E1*: 2*E1* – для зв'язку з ОпС і 2*E1* – для зв'язку з МБС-*Upr*.

Базові станції (БС-*Upr*) призначені для організації радіоканалів, що забезпечують доступ абонентських радіоблоків до підсистеми *DECT*. *БС-Upr* підключається до КБС з інтерфейсом *Upr* або до КБС з інтерфейсом *E1* через МБС *Upr*-типа, який перетворює загальний потік *E1* в 16 *Upr*-потоків. *БС-Upr* забезпечує 4 розмовні канали, через одну *БС-Upr* одночасно можуть мати доступ до системи зв'язку 4 абоненти. Рекомендоване число абонентів, що обслуговуються однієї *БС-Upr*, складає 4 – 32 абоненти.

Мультиплексор базових станцій (МБС-Урп) призначений для роз'єднання/об'єднання і перетворення потоку Е1 від КБС до базових станцій, а також для управління декількома базовими станціями. МБС конструктивно є керуючою платою КБС без процесора. Для зв'язку з КБС всі мультиплексори використовують інтерфейс Е1. Типи МБС розрізняються за типами інтерфейсів базових станцій. *МБС-Урп* призначений для розділення/об'єднання і перетворення тракту Е1 від КБС, що містить 30В-каналів в 16 *Урп-потоків* по 2 В-канали в кожному. Тоді до одного МБС-Урп може бути підключене 16 БС-Урп.

Портативні абонентські радіоблоки (ПАРБ) використовуються для забезпечення обмеженої мобільності користувачів при радіодоступі до базових станцій. ПАРБ є бесшнурову радіотелефонною трубкою стандарту *DECT* профілю *GAP*.

Термінальні абонентські радіоблоки (ТАРБ) використовуються для забезпечення стаціонарного радіозв'язку при радіодоступі до базових станцій (на відстань до 10 км). ТАРБ є стаціонарним пристроєм стандарту *DECT* що має двопровідне закінчення (*a/v*) для підключення абонентських пристроїв. ТАРБ може підключати телефонні апарати, факси, модеми і деякі види таксофонів. Ємність ТАРБ складає 32, або 64 ААЛ.

В якості **абонентських пристроїв (АП)** можливе використання телефонних апаратів різних типів і виробників з частотним та імпульсним набором, а також факсів та модемів. Крім того, можливе використання деяких видів таксофонів. Абонентські пристрої підключаються до ТАРБ через двопровідні абонентські лінії, як до звичайної телефонної мережі. Швидкість передачі даних - 32 кбіт/с.

Репітер базових станцій (РБС) призначений для радіосигналів від базової станції до абонентських радіоблоків і назад, з метою збільшення дальності розташування абонентських радіоблоків від базової станції, а також для створення зон локальної мобільності абонентів з ПАРБ (300-600 м). РБС дозволяє забезпечити радіотрансляцію 2 радіоканалів.

Робоче місце оператора (РМО) – необхідне для зміни і контролю параметрів підсистеми. Програмне забезпечення РМО дозволяє керувати підсистемою, конфігурувати її і діагностувати обладнання. РМО є персональним комп'ютером, з'єднаним по інтерфейсу *RS-232* з КБС.

Для забезпечення передачі даних до складу КБС може входити додатковий модуль - **контролер передачі даних (КПД)**.

Структурна схема підсистеми *DECT* «Квант-Е» приведена на рис. 1.13.

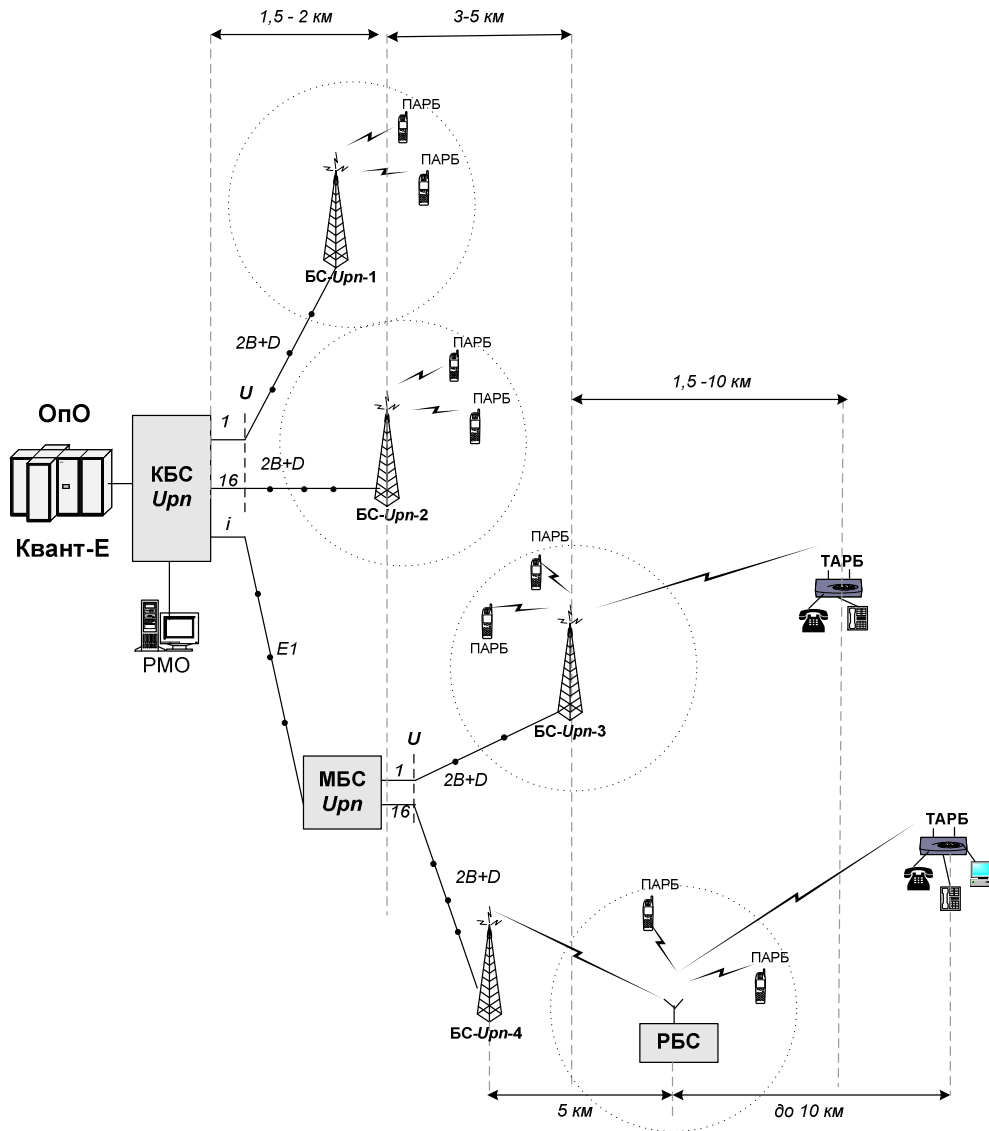


Рисунок 1.13 – Структурна схема підсистеми DECT «Квант-Е»

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 1

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.

4 **Дигенс С. И.** Мобильная связь: Технология DECT. Солон-Пресс, 2003.

5 **Модуль коммутации УКС-128**, справочная информация Квант-Интерком, 2005.

6 **Блок БАЛ-Д**, справочная информация Квант-Интерком, 2005.

7 **Блок СКСМ**, справочная информация Квант-Интерком, 2005.

8 **Блок ОКС7Д**, справочная информация Квант-Интерком, 2005.

9 **Блок ЦСЛ**, справочная информация Квант-Интерком, 2005.

10 **Подсистема DECT**, справочная информация Квант-Интерком, 2005.

11 <http://www.Квант-Е.ru>

2 Широкозмугова цифрова система комутації SI-2000/V.5

Архітектура ЦСК SI-2000/V.5

ЦСК SI-2000/V.5 розроблена словенською фірмою ISKRATEL, збирається на Україні спільним підприємством МОНІС (м. Харків).

ЦСК SI-2000/V.5 передбачає ієрархічну структуру з територіально розподіленою комутацією, має розвинуту підсистему широкозмугової комутації та широкозмугового абонентського доступу і керування, гнучку топологією з'єднання модулів системи, централізовану експлуатацію і технічним обслуговуванням, інтегровану систему енергоспоживання.

Область застосування – на МТМ в якості ОПС, ОПТС або ТС, на ТМ САР – як ЦС, ВС або КС.

ЦСК SI-2000/V.5 – це високотехнологічна, сучасна ЦСК, розроблена для конвергенції мереж з комутацією каналів і пакетів, тому має можливість комутувати групи n каналів 64 кбіт/с ($n = 1-30$) і можливість широкозмугової комутації на базі технології ATM. Характеризується ЦСК SI-2000/V.5 наступними можливостями підключення:

- аналогових абонентських ліній (ААЛ);
- цифрових АЛ базового ($2B+D_{16}$) і первинного доступу ($30B+D_{64}$) ISDN;
- високошвидкісних абонентських ліній $xDSL$;
- безпроводних АЛ (абонентів WLL¹⁵ DECT і CDMA);
- фізичних з'єднувальних ліній 2-, 3-, 4-х провідних;
- підтримує всі види сигналізацій, включаючи СКС-7 і EDSSI;
- організація Contact-центрів;
- надання послуг Інтелектуальної мережі.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ЦСК SI-2000/V.5

Показник	Характеристика
Ємність ЦСК	до 100 000 абонентів
Комутаційне поле (ЦКП)	типу Чп ємністю 240×240 або 480×480 Е1
Пропускна спроможність	від 7200 до 14 400 каналів (64 кбіт/с)
Виробнича здатність процесора	до 300 000 викликів у ГНН
<i>Вузькосугувий абонентський доступ:</i> Аналогові АЛ ЦАЛ базового доступу до ISDN, ЦАЛ первичного доступу до ISDN	$(2B+D_{16}) - 144$ кбіт/с, $(30B+D_{64}) - 2$ Мбіт/с
<i>Широкозмугувий абонентський доступ:</i> високошвидкісні АЛ ADSL gSHDSL	до 8 Мбіт/с асиметричні до 2 Мбіт/с симетричні (18×64 кбіт/с)
Середнє навантаження у ГНН – однієї абонентської лінії – одній з'єднувальній лінії	до 0,08...0,2 Ерл до 0,8 Ерл
Види сигналізації	Усі види сигналізацій ТМЗК, СКС-7, підтримка V5.2, EDSSI)

¹⁵ WLL – Wireless Local Loop

2.1 Архітектура ЦСК SI-2000 базується на опорному обладнанні (ОПО), яке централізує функції експлуатації і техобслуговування всієї територіально розподіленої ЦСК і різнотипних виносних комутаційних модулів (ВКМ), і виносних абонентських модулів (ВАМ), див. рис. 2.1.

Відповідно до рекомендації *ITU-T Q.512 ЦСК SI-2000/V.5* функціонально розділена на наступні вузли:

SN (Switch Node) – вузол комутації;

AN (Access Node) – вузол доступу;

SAN (Switch Access Node) – вузол комутації і доступу;

MN (Manager Network) – вузол керування;

SN (Switch Node) – вузол комутації є ступенем комутації і виконує функції керування всіма вузлами доступів, генерації статистичної і тарифної інформації, технічного обслуговування і моніторингу аварійних ситуацій, підтримки функцій засобів оперативно-розшукових заходів (ЗОРЗ).

Апаратно **SN** представлений модулем **MCA (Module Central, A)**, який призначений для:

- створення неблокуємих з'єднань будь-яких КІ будь-яких ГТ;
- розподіл інформації за напрямками відповідно до адресної інформації;
- підтримки і руйнування з'єднань;
- процесорної обробки сигналізацій і з'єднань;
- синхронізації модуля;
- взаємодії з вузлом керування **MN**.

Ємність комутаційного поля модуля **MCA** складає 240×240 або 480×480 трактів Е1. ЦКП дубльоване, однокаскадне типу Чп, неблоковане.

Всі вузли доступу, незалежно від того, розташовані вони локально або віддалено, включаються в **MCA** трактами Е1 з використанням протоколу мережі доступу **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 можуть бути будь-які 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 каналних інтервалів, підтримує первинний доступ до **ISDN**. Завдяки наявності протоколу керування трактами і протоколу захисту, забезпечується резервування при відмові тракту шляхом переключення на інший тракт. Окрім цього, по **V5.2** передається пакет службових 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).

AN (Access Node) – вузол доступу, призначений для стику з абонентськими лініями; виконання функцій **BORSCHT** для ААЛ; організації цифрових каналів для ЦАЛ базового доступу ($2B+D_{16}$) і первинного доступу ($30B+D_{64}$) **ISDN**; підключення абонентських ліній *xDSL*; безпроводних АЛ **WLL**

DECT і *CDMA*, забезпечення сигналізації по АЛ і концентрації абонентського навантаження.

Кількість трактів між вузлом доступу *AN* і вузлом комутації *SN* залежить від кількості АЛ, підключених до вузла *AN* і середнього сумарного навантаження на АЛ.

Апаратно вузол доступу представлений локальним модулем *MLC (Module Location, C)*. В залежності від встановленого програмного забезпечення вузол доступу може бути реалізований як:

Вузькосмуговий вузол доступу - *AN-NB (mini AN-NB)*.

Використовується для підключення:

- ААЛ (ємність модуля при підключенні тільки ААЛ – від 704 до 320);
- ЦАЛ базового доступу ($2B + D_{16}$) – 320 або 160 ЦАЛ;
- ЦАЛ первинного доступу ($30B + D_{64}$) – 20 або 10;
- підключення трактів Е1 для зовнішніх напрямків і з'єднання з вузлами *SN* або *SAN* – від 16 для *miniAN-NB* до 32 *AN-NB*;
- підключення аналогових ЗЛ (*AN-NB* конвертує аналогову систему сигналізації в систему сигналізації по виділених сигнальних каналах в тракті ІКМ, для комутаційних вузлів *SN* або *SAN*);
- виконання функцій конвертора сигналізації.

Вузол доступу *AN-NB* підключається до *SN* або *SAN* трьома-чотирма трактами Е1 по протоколу V5.2.

Широкосмуговий вузол доступу - *AN-BB (BAN, hBAN, mBAN, BAN)*.

AN-BB призначений для інтеграції в одній швидкісній ЦАЛ всіх необхідних для користувача послуг – від телефонного зв'язку до високошвидкісного доступу в *Internet*, передачі мультимедійної інформації, відео і т.д. Це пакетний комутатор *ATM*, який виділяє широкосмугове навантаження від телефонного і забезпечує стик з транспортною мережею *ATM*, мережею *Ethernet*, і взаємодію з різнотипними локальними комп'ютерними мережами.

ATM – Asynchronous Transfer Mode це асинхронний режим перенесення, який забезпечує перенесення всіх видів інформації в пакетах фіксованої довжини (*cell* – комірках) з асинхронним мультиплексуванням потоків комірок від різних користувачів загалом у швидкісному потоці.

AN-BB призначений для підключення:

- високошвидкісної асиметричної ЦАЛ *ADSL* (швидкість від мережі до користувача становить 8 Мбіт/с, від користувача до мережі - до 1 Мбіт/с). Використовується домашніми користувачами – відео за замовленням, високошвидкісний *Internet*, великі об'єми даних з *Internet* (відео, дані та мультимедіа), дистанційне навчання;

- високошвидкісної симетричної ЦАЛ *SDSL* (швидкість від користувача до мережі і від мережі до користувача однакові – 2 Мбіт/с). Мідні симетричні ЦАЛ застосовуються для користувачів ділової сфери для відеоконференцій, відправки і приймання електронної пошти при максимальному завантаженні каналу, передачі і приймання великого об'єму інформації.

➤ симетричних ЦАЛ із стиком V5.2 (до 16 трактів 2048 кбит/с) до оптичного лінійного закінчення *OLT* пасивної оптичної мережі *PON* абонентського доступу;

➤ трактів із стиком V5.2 до ЦКП *MCA* для передачі телефонного завантаження;

➤ оптичних ліній стику з обладнанням передачі *SDH* для передачі комірок *ATM* на рівні *STM-1* (зі швидкістю 155 Мбіт/с).

Апаратно AN-BB реалізований на базі модуля BAN, який може включати тільки широкосмугове обладнання і має ємність 240 високошвидкісних абонентських ліній *ADSL*.

Гібридний вузол hBAN ємністю 96 *ADSL* може включати також вузькосмугове обладнання – ААЛ або ЦАЛ *ISDN* в різні комбінації ААЛ та ЦАЛ *ISDN*.

Міні вузол mBAN – це одна плата для 24 високошвидкісних ЦАЛ *ADSL* або *SHDSL*, яка встановлюється в стандартний вузол доступу *AN* або вузол комутації та доступу *SAN*.

Мікро вузол μBAN – це одна плата для 24 високошвидкісних ЦАЛ *ADSL* разом зі сплітерами, яка встановлюється в стандартний вузол доступу *AN* або вузол комутації та доступу *SAN*.

Вузли мережі доступу *AN-BB* або *AN-NB/BB* можуть бути підключені до комутаційного вузла *SN/SAN* за допомогою стику протоколів інтерфейсу V5.2 трактом E1. Для доступу до мережі пакетної комутації *ATM* використовується плата *STM-1* (155 Мбіт/с).

Вузол безпроводного доступу – AN-WLL CDMA.

AN-WLL базується на технології *CDMA* в діапазоні частот від 824 МГц до 894 МГц і підключається безпосередньо до *SN/SAN* по протоколу V5.2. *AN-WLL* це базова станція, яка може бути розміщена спільно з комутаційним вузлом *SN/SAN*, або як видалений вузол мережі доступу. *AN-WLL CDMA* може функціонувати в зоні дії БС 15-25 км. Може підключати: аналогові ТА, таксофони, аналогові модеми на швидкостях до 56 кбіт/с, організувати передачу цифрових даних на швидкості 64 кбіт/с або 128 кбіт/с при наданні безпроводного доступу до *Internet*.

Видалений модуль (RAU – Radio Access Unit) дозволяє підключати стандартні аналогові телефонні апарати (від 16 до 32 зі стиком *Z*), факсимільні апарати, модеми, або термінали мережі передачі даних, що працюють по інтерфейсу *RS-232*.

Вузол безпроводного доступу – AN-WLL DECT

AN-WLL базується на технології *DECT* в діапазоні частот від 1880-1900 МГц і підключається безпосередньо до *SN/SAN*. *AN-WLL* це базова станція, вона може бути розміщена спільно з комутаційним вузлом *SN/SAN* або як видалений вузол мережі доступу. **Видалений модуль RAU** є стандартним терміналом *DECT*.

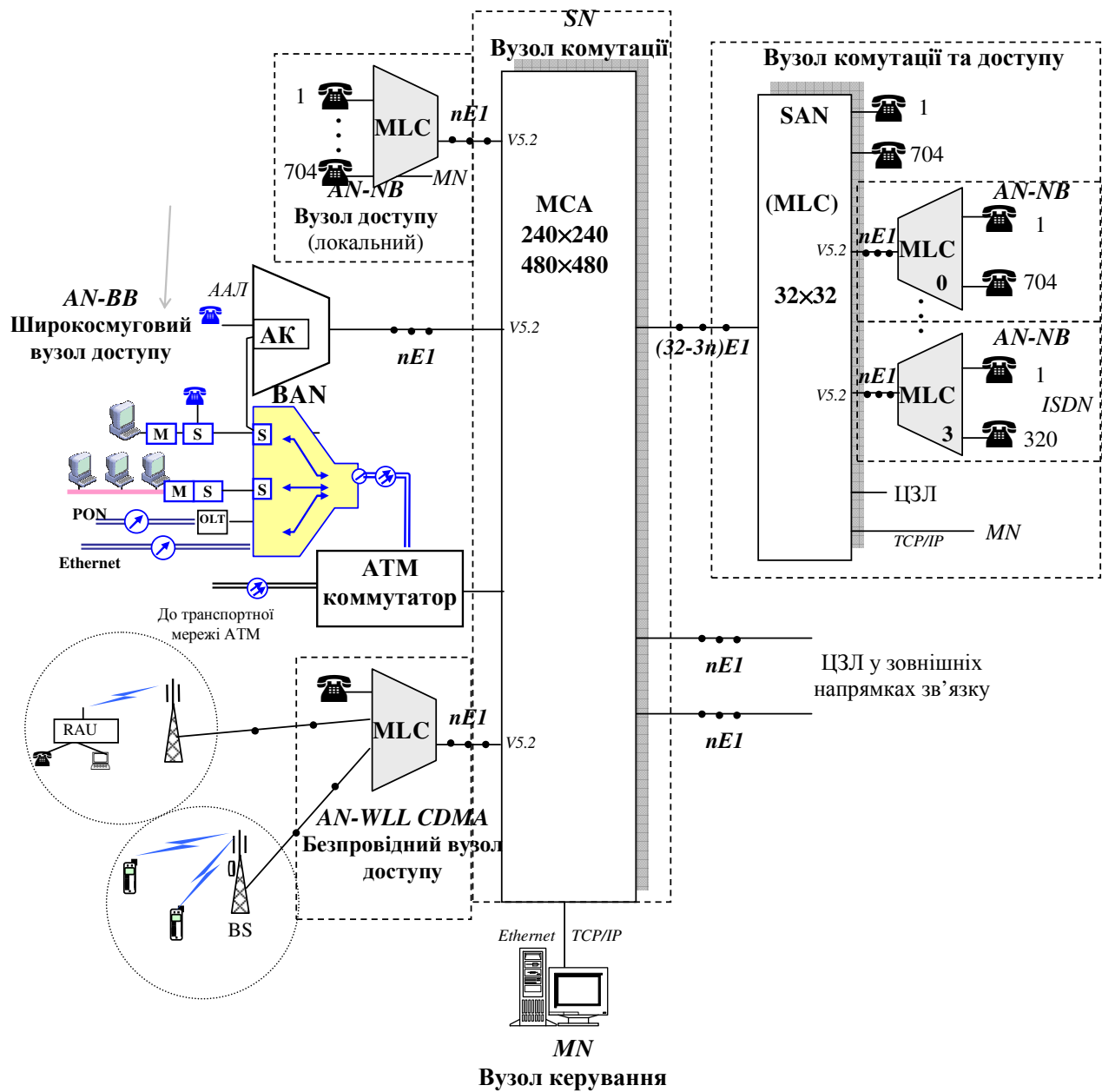


Рисунок 2.1 – Архітектура ЦСК SI-2000/V.5

SAN (Switch Access Node) – вузол комутації і доступу (mini SAN).

Вузол комутації і доступу SAN є системою малої ємності. Одночасно виконує функції вузла комутації і вузла мережі доступу.

Кількість обслуговуваних абонентів SAN складає від 1280 до 2800 ААЛ.

Апаратною платформою цього вузла є лінійний модуль MLC (з програмним забезпеченням автономної станції).

До одного SAN (mini SAN) при використанні MLC можна підключити:

- до 704 (320) ААЛ (локально);
- до 32 (16) трактів E1 для організації міжстанційного зв'язку і підключення вузлів мережі доступу AN.
- до трьох вузлів доступу AN, кожен місткістю від 320 до 704 ААЛ. Для підключення вузлів доступу AN використовується від трьох до чотирьох тракти E1.

Залежно від встановленого програмного забезпечення, вузол комутації і доступу може використовуватися як широкосмуговий або безпроводний вузол комутації і доступу. Керування *SAN* здійснюється за допомогою вузла керування *MN*.

Підключається *SAN* до вузла комутації *SN* трактами Е1 по протоколу V5.2. Кількість трактів визначається розрахунками згідно навантаженню.

MN (Manager Network) – вузол керування і термінал керування MT.

Вузол керування базується на платформі *MN*, яка є розподіленою програмно-апаратною архітектурою з технологією клієнт/сервер і базою даних, які гарантують майбутнє даної системи управління.

Один вузол керування *MN* дозволяє керувати мережею загальною ємністю до 100 000 абонентів.

Побудований вузол керування на базі одного або декількох персональних комп'ютерів – робочих станцій. Для керування великою системою вузлів доступу, робочі станції розділяються на сервер вузла *MN*, інші – як клієнт *MN*. Для видалених вузлів доступу можливо застосування терміналів управління *MT* – портативних комп'ютерів *Notebook*. Зв'язок між *MN* і комутаційними вузлами або вузлами мережі доступу *SI-2000/V.5* реалізовано за допомогою протоколу *TSP/IP*.

2.2 Лінійний модуль версії С (*MLC*)

Використовується як модуль абонентського доступу на вузлі *AN*, в цьому випадку він керується *MCA* по протоколу V5.2, а також як обладнання вузла комутації та доступу – *SAN*, і тоді взаємодія з *MCA* здійснюється по СКС 7. Функціональна схема модуля *MLC* представлена на рис. 2.2. Лінійний модуль *MLC* має можливість підключити в будь-якому співвідношенні до 704 ААЛ, 352 ЦАЛ, до 96 *xDSL* або 32 Е1 (див. табл. 2.2).

Також модуль може бути малої ємності – *miniMLC*. Конструктивно він має меншу кількість периферійних плат і відповідно меншу ємність до 320 ААЛ, або 160 ЦАЛ.

Модуль *MLC* складається з центральної частини – контролера *CLC* і периферійної частини – плат підключення аналогових і цифрових ліній.

Центральна частина *MLC* дубльована і складається з:

✓ ***SWC*** – просторово-часового комутатора 16×16 трактів 16 Мбіт/с, виконує з'єднання любых КІ та ГТ, виділяє канали міжпроцесорного обміну, сигнальні канали *D₁₆*, *D₆₄*, СКС-7, КІ-16 трактів Е1 та передає комунікаційним контролерам *CDD*.

✓ ***TPE*** – інтерфейс первинного доступу для підключення ГТ типу Е1. В *MLC* може бути дві групи *TPE*, в кожному з яких максимально може бути включено по 16 ГТ, тобто усього 32 ГТ (в *miniMLC* тільки 8).

✓ ***CDD*** – комунікаційний контролер обробляє любую сигналізацію, ***DSP*** – сигнальний процесор (має цифровий генератор тонових сигналів, приймачі-передавачі коду *DTMF*, *R2D*, багаточастного коду БЧК), ***HDLC*** – контролер для сигналізації в КІ-16 (1, 2 ВСК).

- ✓ **CVC** – процесор керування.
- ✓ **PAC** – інтерфейс трактів *LSL* – низькошвидкісного 2 Мбіт/с тракта.
- ✓ **MX** – мультиплексор трактів *LSL*¹⁶, мультиплексує 8 ГТ 2 Мбіт/с в потік 16 Мбіт/с до *SWC*.

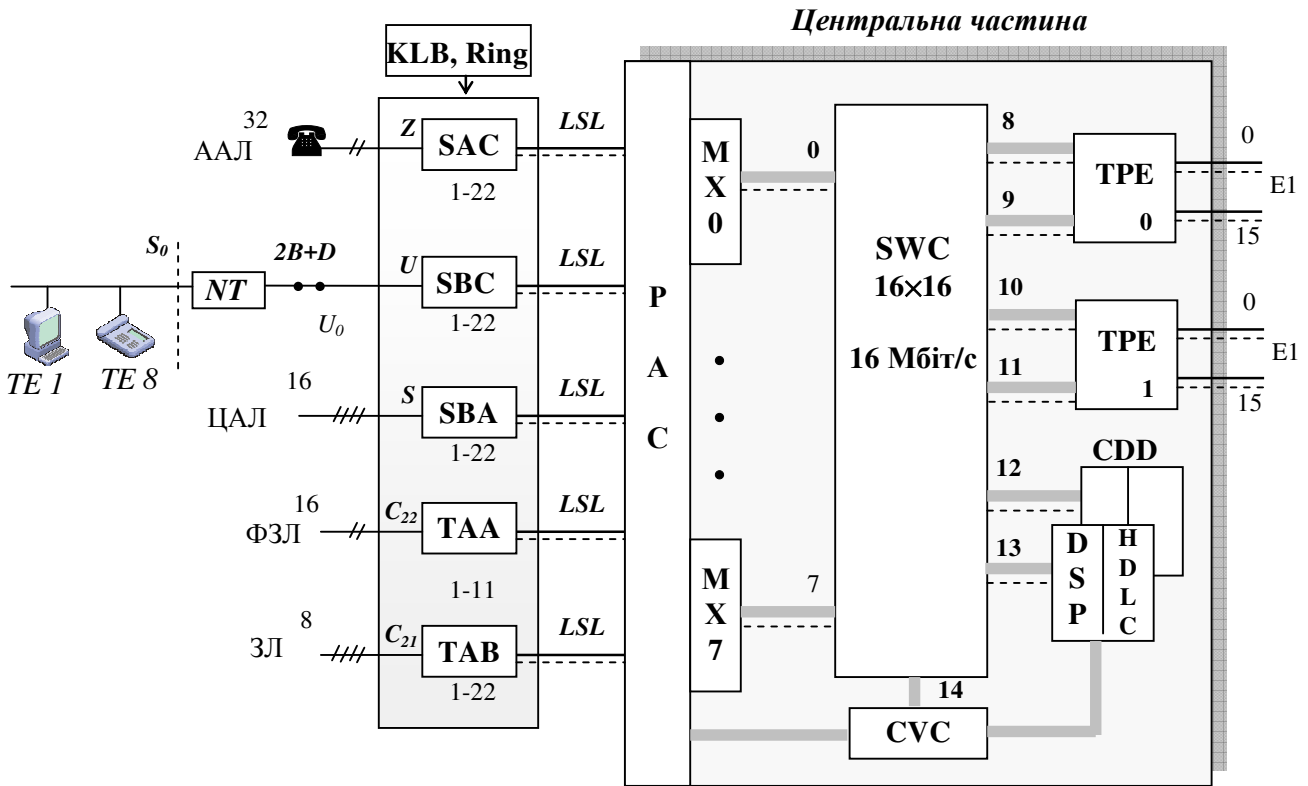


Рисунок 2.2 – Функціональна схема лінійного модуля *MLC*

Периферійна частина модуля складається з плат підімкнення ліній:

- ✓ **SAC** – для підключення ААЛ, на платі розташовується 32 АК, максимально плат може бути до 22, тобто максимальна кількість підмикаємих ААЛ – 704. Для кожної ААЛ виконуються функції *BORSCHT*.
- ✓ **SBC** – двопровідний стик типу *U*, на платі розміщується 16 ЦАК і максимально може підключає 352 ЦАЛ.
- ✓ **SBA** – чотирипровідний стик типу *S*, для підключення ЦАЛ.
- ✓ **TAA** – для підключення ФЗЛ, зі стиком C_{22} , максимально підмикається 176 ЗЛ.
- ✓ **TAB** – для підключення ущільнених ЗЛ с ЧРК зі стиком C_{21} .

Таблиця 2.2 – Максимальна кількість ліній *AN*

Тип лінії	<i>AN (MLC)</i>	<i>mini AN (miniMLC)</i>
ААЛ	704	320
ЦАЛ ($2B+D_{16}$)	352	160
АЗЛ	176	80
ГТ E1	32	8

¹⁶ *LSL* – Low Speed Link – низькошвидкісні тракти (2 Мбіт/с) між периферійними блоками і контролером *CLC*

2.3 Центральний модуль МСА

Модуль комутації МСА (Module Central, A) призначений: для створення будь-яких неблокованих з'єднань КІ і ГТ; розподілу інформації по напрямках відповідно до адресної інформації; підтримки і руйнування з'єднань; процесорної обробки сигналізацій і з'єднань; синхронізації модуля; взаємодії з вузлом керування *MN*.

Ємність комутаційного поля модуля *МСА* складає 240×240 або 480×480 трактів Е1. ЦКП дубльоване, однокаскадне типу Чп (часової комутації з просторовою селекцією), неблоковане.

Апаратно модуль *МСА* функціонально розділено на дві частини (рис 2.3):

- центральну;
- периферійну.

Центральна частина – ССА-А, В – це дубльований контролер центрального модуля, який виконує функції комутації і керування.

Периферійна частина містить блоки інтерфейсів первинного доступу – *ТРС*, а також релейні плати *РРА* (для кожного блока *ТРС*).

Релейна плата *РРА* використовується для підключення трактів Е1. Плати *РРА* утворюють релейне поле. Плата *РРА* дозволяє в аварійних ситуаціях перемкнути (по команді з головного процесора *СVC*) окремий тракт на захисну шину *РВ*, яка має 16 витих пар для кожної *РРА* і далі на *RPC*. Всього в модулі *МСА* ємністю 256×256 Е1 використовується 15 основних плат *РРА* і одна додаткова резервна *RPC*.

Релейна плата для вимірювань *RPC* дозволяє підключити зовнішнє випробувальне обладнання шиною тестування *ТБ*.

Блоки інтерфейсів первинного доступу *ТРС* забезпечує стик з трактами первинної швидкості Е1. Кількість блоків *ТРС* дорівнює 16, з яких один є резервним. Кожен *ТРС* підключає 16 трактів Е1, тобто використовується 240 з 256 трактів.

До складу *ТРС* входять:

➤ ***RF*** – релейне поле для підключення вхідних портів *ТРС* до схеми *РРА* або до шини тестування *ТБ*;

➤ ***LC*** – лінійні схеми, індивідуальні для кожного тракту, що підключається, лінійні схеми, що забезпечують гальванічну розв'язку, контролюють збої в синхронізації і підключають тракти до *TS*;

➤ ***TS*** – це просторово-часовий комутатор, який мультиплексує вхідні тракти і тракти передачі інформації (керуючої і службової) у високошвидкісні тракти *HSL* (16 Мбіт/с), які підключаються до контролера центрального модуля *ССА*;

➤ ***CDA*** – два комунікаційні контролери сигналізації (0, 1), кожний з яких має цифровий сигнальний процесор *DSP* з функціями багаточастотної сигналізації і комунікаційні контролери *HDLC*, які виконують функції обробки сигналізацій *DSSI*, СКС № 7 і сигналізації по ВСК в КІ-16 трактів Е1.

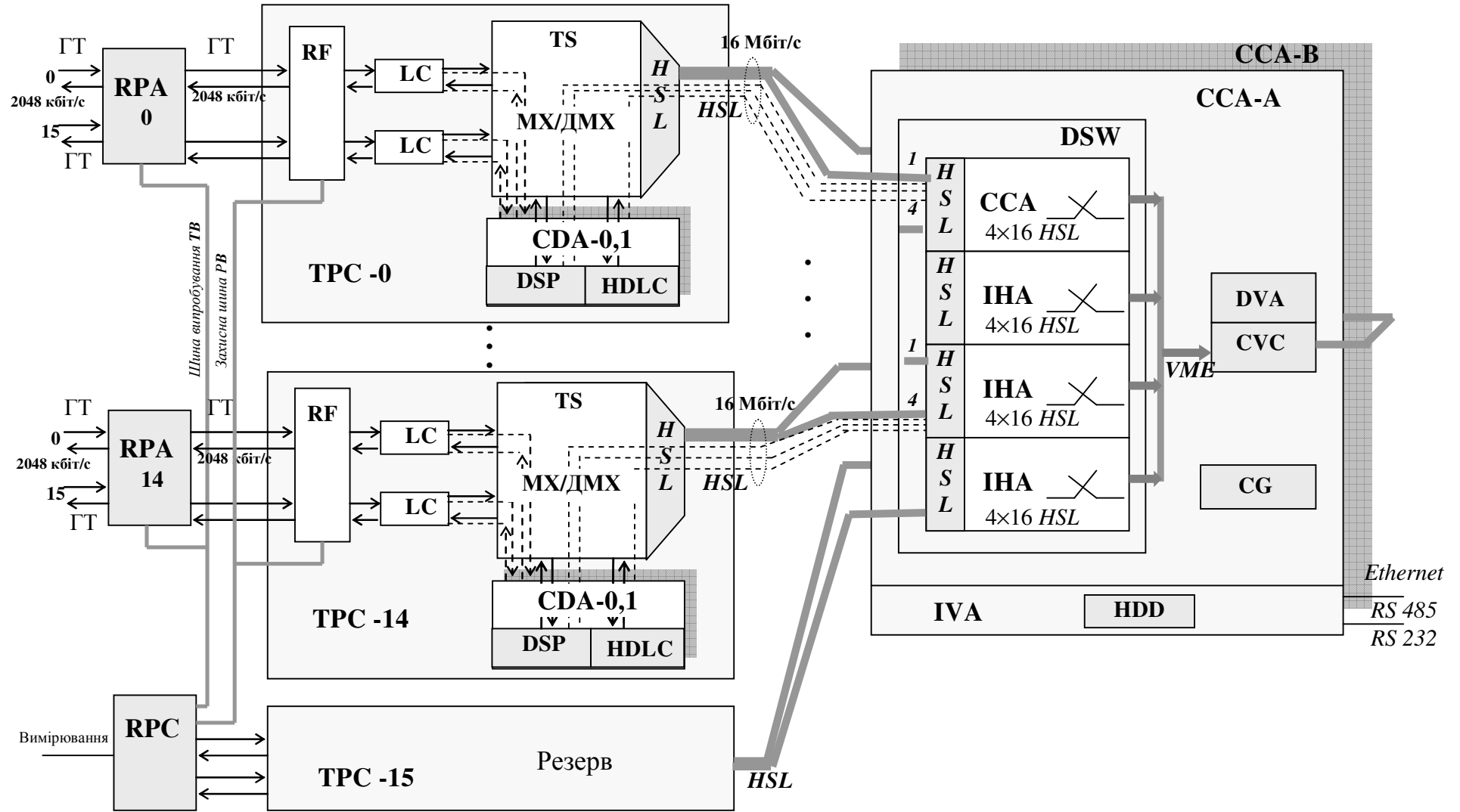


Рисунок 2.3 – Функціональна схема модуля MCA

➤ **DSP і HDLC** за допомогою комутатора *TS* можуть підключатися до будь-яких трактів *E1*. Окрім цього, вони взаємодіють з головним процесором *CVC* послідовними шинами 2048 кбіт/с, замультиплексованими в тракти *HSL* (дві шини для *DSP* і одна для *HDLC*).

➤ **DSP** виконує функції 32 приймачів (багато частотного коду БЧК) і 32 генераторів двочастотних комбінацій (2 з 6, *R2D*), 16 генераторів тональних сигналів одночастотної сигналізації і до п'яти схем конференц-зв'язка.

Контролер *CCA* центрального модуля:

➤ **HSL** – високошвидкісний тракт для комунікації між центральною частиною *CCA* і *IHA* та периферійною частиною *TPC*. Це тракт з послідовною передачею мультиплексованої інформації, яка поступає з вхідних трактів *E1* і керуючої інформації. Швидкість передачі даних по *HSL* становить 16 Мбіт/с для інформації та 16 Мбіт/с для керуючої інформації (адреса комутації, дані комутації, витримки часу, преривання та інформація про синхронізацію).

➤ **DSW** – просторово-часовий комутатор (Чп ємністю 16×16 трактів *HSL*), розподілений на чотири секції (кожна секція для 4 двосторонніх *HSL*), головна секція – *CCA*, три додаткові плати розширення – *IHA*; нарощування ємності виконується по одній секції:

- 1 – 4×4 *HSL* – 64×64 *E1*,
- 2 – 8×8 *HSL* – 128×128 *E1*,
- 3 – 12×12 *HSL* – 192×192 *E1*,
- 4 – 16×16 *HSL* – 256×256 *E1*.

Керування комутатором здійснюється процесором *CVC* шиною *VME*.

➤ **DVA** – запам'ятовуючий пристрій для збереження тарифних даних;

➤ **IVA** – адаптер жорсткого диску, на якому розміщується жорсткий диск *HDD* з програмним забезпеченням, адаптер забезпечує стики *RS-232* й *RS-485*, та підключення шини даних локальної мережі *Ethernet* для взаємодії процесора *CVC* з *HDD* та зовнішніми пристроями (наприклад, з ЦТЕ);

➤ **CVC** – центральний процесор, який керує комутатором через шину типу *VME*, а блоками *TPC* и *RPA* – через тракти *HSL*;

➤ **SG** – блок синхронізації. Синхронізація здійснюється від декількох зовнішніх джерел синхронізації. Первинне і вторинне джерело – це тактові частоти, виділені із зовнішніх трактів *E1* між *TPC* і цифровою телефонною мережею. Решта двох еталонних тактових частот надходить з двох зовнішніх входів, вибір джерела синхронізації здійснюється при проектуванні. Тактова частота на входах є багаторазове число частоти 8 кГц.

Всі вузли доступу, незалежно від того, розташовані вони локально або видалено, включаються в *MCA* трактами *E1* з використанням протоколу *V5.2*.

2.4 Алгоритм внутрішньостанційного з'єднання ЦСК *SI-2000/V.5*

Процес внутрішньостанційного з'єднання абонентів ЦСК *SI-2000/V.5* (рис. 2.4). Абонент А і абонент Б включені в локальні вузли доступу *AN*. Абонент А має *TA* з шлейфовим набором номера.

Етап 1. Прийом виклику і передача адресної інформації.

Викликаючий абонент А знімає мікротелефонну трубку, в його ТА замикається шлейф абонентської лінії (АЛ) і змінюється стан точки сканування відповідного АК в платі SAC модуля MLC-A. У АК виконуються функції *BORSCHT*. Зміна точки сканування (функція *S* – контроль стану АЛ) сприймає контролер послідовного інтерфейсу *PAC* і інформує процесор CVC_A модуля MLC-A про номер того АК, що зайнявся. Процесор CVC_A знаходить в своїй пам'яті дані про абонента А (тарифна категорія, спосіб набору номера, додаткові послуги і т.д.) і змінює стан АК абонента А на зайнятий. Далі процесор CVC_A формує наступні команди: для *PLC* – підключити блок тестування *KLC* до абонентської лінії А; для *SWC* – підключити до абонентського комплексу абонента А контролер *CDD*; для *CDD* – перевести сигнальний процесор *DSP* в режим посилення сигналу «Готовність станції».

Абонент А після отримання сигналу «Готовність станції» починає набирати номер абонента Б. Якщо у абонента телефонний апарат з тональним номеронабирачем, то процесор CVC_A керує підключенням до АЛ абонента приймача тонального набору *DTMF* процесора *DSP*. У абонента А телефонний апарат з шлейфовим набором номера, тому цифри номера сприймаються точкою сканування АК плати SAC, а далі передаються в процесор CVC_A . При першому розмиканні шлейфу, процесор CVC_A формує команду для *CDD* на відключення сигналу «Готовність станції» від сигнального процесора *DSP*. Процесор CVC_A фіксує цифри номера в пам'яті, аналізує кожну цифру на відповідність плану нумерації і аналізує номер для визначення потрібного напрямку з'єднання. У разі неіснуючого номера або зайвих цифр номера, процесор забезпечує подачу в абонентську лінію абонента А сигналу «Зайнято» від *DSP*.

Етап 2. Встановлення з'єднання в модулі комутації MCA.

Процесор CVC_{SN} модуля MLC, визначивши, що адресна інформація повна і коректна, резервує для з'єднання вільний КІ тракту *ML*, формує і передає каналом міжпроцесорної взаємодії *IPC* процесору CVC_{SN} комутаційного модуля MCA повідомлення із запитом встановлення з'єднання і номерами викликаючого і викликуваного абонента, а також номером зарезервованого КІ тракту *ML*. Це повідомлення передається за допомогою контролера *HDLC* (плата *CDD*) модуля MLC-B, який формує сигнальний пакет і передає його по *IPC* в процесор CVC_{SN} . У комутаційному модулі в *CDA* знаходиться аналогічний контролер *HDLC*, який приймає сигнальний пакет, перевіряє його на наявність помилок, записує одержані дані в буферну пам'ять і передає в процесор CVC_{SN} одержані дані. Канал *IPC* служить для міжпроцесорного сигнального обміну і постійно скомутований в *SWC*. Процесор комутаційного модуля MCA CVC_{SN} аналізує номер абонента Б і визначає, що потрібне внутрісистемне з'єднання. Резервує вільний КІ в тракті *ML* до модуля MLC-абонента Б і передає каналом *IPC* в процесор CVC_B модуля MLC-B запит на встановлення з'єднання, а також номер абонента А, абонента Б і номер зарезервованого КІ в тракті *ML*.

Після передачі всіх цифр номера, процесор CVC_{SN} інформує процесор модуля MLC абонента А про завершення видачі цифр і процесори проключають з'єднання в модулях MLC -А і MCA (CVC_A в MLC -А і CVC_{SN} в MCA). Потім процесор CVC_{SN} готує з'єднання до необхідного модуля MLC абонента Б. Передача адресної інформації здійснюється по команді процесора CVC_{SN} за допомогою контролера $HDLC$, який здійснює передачу лінійного сигналу заняття розмовного КІ у бік MLC абонента Б, цифри номера абонентів А і Б передаються у бік MLC -Б. У модулі MLC абонента Б процесор CVC_B визначає згідно одержаної адресної інформації (за допомогою $HDLC$) необхідну АЛ і перевіряє її стан (вільна або зайнята) згідно з даними своєї пам'яті.

Якщо абонент Б зайнятий, то процесор CVC_B каналом IPC повідомляє про це процесор CVC_{SN} модуля MCA , (посилає сигнальний пакет). У свою чергу процесор CVC каналом IPC відправляє сигнальний пакет до модуля MLC абонента А. Всі проміжні процесори виконують роз'єднання в своїх модулях і звільняються. У MLC абонента А виконується комутація DSP з метою подачі в АЛ абонента А сигналу «Зайнято».

Етап 3. Посилання сигналу виклику, відповідь і розмова.

Якщо абонент Б вільний, то процесор модуля MLC -Б CVC_B змінює стан абонента в своїй пам'яті на зайнятий. Каналом IPC процесор CVC_B інформує процесор CVC_{SN} про те, що абонентська лінія абонента Б вільна, процесор CVC_{SN} проключає з'єднання в MCA . Далі готується комутація викличного генератора $Ring$ плати PLC для посилання абоненту Б сигналу «Посилка виклику» $f = 25$ Гц, і комутація зарезервованого КІ в тракті ML і сигнального процесора DSP (плата CDD) для посилання у бік абонента А сигналу «Контроль посилки виклику». Коли абонент Б відповідає, в його ТА замикається ланцюг постійного струму і в його АК змінюється стан точки сканування шлейфу АЛ. Інтерфейс PAC сприймає цю зміну і повідомляє про це процесору CVC_B модуля MLC абонента Б. Процесор CVC_B керує відключенням генератора $Ring$ і DSP і комутацією в SWC для встановлення розмовного стану. Окрім цього, CVC_B каналом IPC повідомляє сигнальним пакетом про відповідь абонента Б для CVC_{SN} модуля MCA . Процесор CVC_{SN} формує команду для DVA почати тарифікацію. Також в DVA передаються номери обох абонентів і тарифну категорію абонента А.

Етап 4. Відбій і роз'єднання.

Першим дає відбій абонента А. Змінюється стан точки сканування в абонентському комплекті абонента А. Цю зміну сприймає інтерфейс PAC , який і повідомляє про зміну процесор CVC_A . Процесор CVC_A змінює в своїй пам'яті стан абонент А на вільне, керує роз'єднанням в комутаторі SWC і передає каналом IPC сигнальний пакет «Відбій абонента А». Процесор CVC_{SN} модуля MCA дає команду DVA відключити тарифікацію, і передає каналом IPC для процесора модуля MLC абонента Б сигнал роз'єднання. Процесори всіх модулів виконують роз'єднання. Процесор CVC_B модуля MLC -Б виконує комутацію до АЛ абонента сигналу «Зайнято» від DSP . Після того, як абонент Б покладе трубку, зміниться стан його точки сканування і процесор CVC_B переведе його стан в своїй пам'яті на вільне.

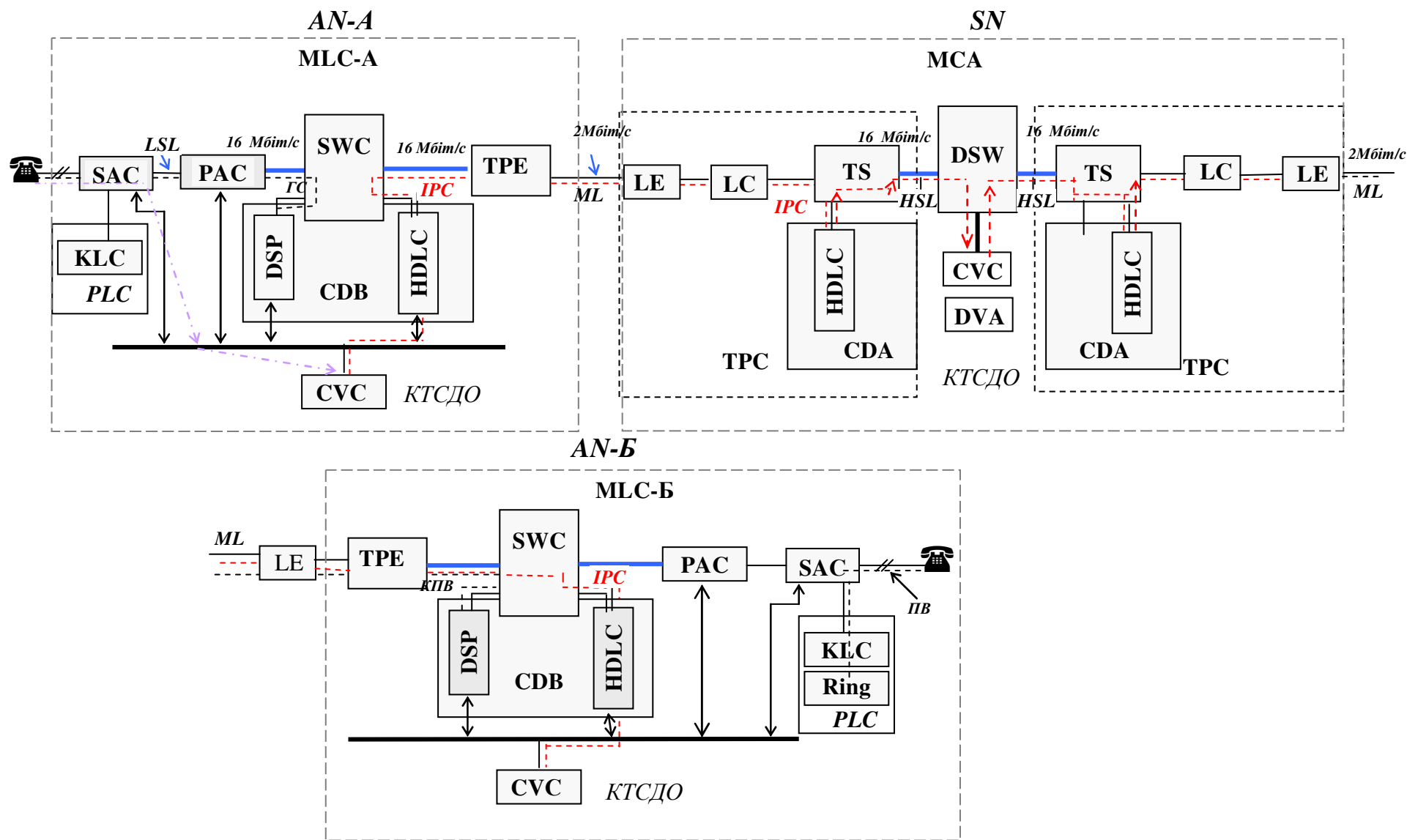


Рисунок 2.4 – Структурна схема внутрішньостанційного з'єднання ЦСК SI-2000/V/5

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 2

- 1 В. П. Шувалов** Телекоммуникационные системы и сети. Том 3, – Мультисервисные сети: Учебное пособие. -М.: Горячая линия – Телеком – 2005.
- 2 М. О. Чумак** Цифрова система комутації SI-2000. Навчальний посібник. – Одеса: УДАЗ, 1999.
- 3 Збірник схем до курсу СКЕЗ-2.** Цифрові комутаційні поля, ЦСК «Квант-Е», SI-2000, EWSD/ В. М. Романцов, І. М. Соловська, Г. В. Стівбун – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004.
- 4 Общее описание ЦСК SI-2000/V.5.** Техническая документация. Iskratel, 2006.
- 5 Узел доступа AN.** Техническая документация SI-2000 Iskratel, 2005 г.
- 6 Узел доступа и коммутации SAN.** Техническая документация SI-2000 Iskratel, 2005.
- 7 Узел коммутации SN.** Техническая документация SI-2000 Iskratel, 2005.
- 8 Широкополосные узлы и решения.** Брошюра. Монис, 2006.
- 9 Широкополосный узел доступа VAN.** Техническая документация SI-2000 Iskratel, 2005.
- 10 Гибридный узел широкополосного доступа hVAN.** Техническая документация SI-2000 Iskratel, 2005.
- 11 <http://www.monis.com.ua>
- 12 <http://www.iskratel.si>

3 Широкопasmугова цифрова система комутації EWSD/V.15

Виробник фірма Siemens, перша ЦСК EWSD була введена в експлуатацію в 1981 р., у 1987 р. ЦСК EWSD першою у світі надала можливість доступу до ISDN, а вже в 1989 р. першою у світі мала можливості широкопasmугової ISDN, що працює в асинхронному режимі передачі (ATM).

EWSD – Digital Electronic Switching System – це ЦСК великих ємностей, призначена для використання в ТмЗК в якості опорної станції (ОПС), опорно-транзитної станції (ОПТС), АМТС, міжнародного центру комутації (МЦК), центру комутації мобільного зв'язку (ЦКМЗ), інтелектуального центру обробки викликів *Call-center*; пункту присутності *Internet IPOP (Internet Point Presence)*, шлюзу з пакетними мережами *IP, ATM, FR, Ethernet*; пункту комутації інтелектуальних послуг *SSP (Service Switching Point)*.

ЦСК EWSD/V.15 має можливість працювати з мультимедійними додатками в мережах нового покоління NGN. Базується система на модульній архітектурі і відкритій сервісній платформі, що особливо актуально в даний час у період попиту на абонентські послуги різного виду. Завдяки великій кількості функцій, економічності і конкурентноздатності, займає лідируючі позиції по кількості продаж у світі. Архітектура ЦСК EWSD V.15 приведена на рисунку 3.1. Основні технічні характеристики ЦСК EWSD V.15 приведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики ЦСК EWSD/V.15

Показник	Характеристика
Область застосування	МТМ до 1 000 000 ААЛ; АМТС до 600 000 каналів/ЗЛ ЦКМЗ іj 500 000
Цифровий абонентський блок <i>DLUG</i> : – навантаження на <i>DLUG</i> – аналогові абонентські лінії – цифрові лінії базового доступу до <i>ISDN</i> – високошвидкісні абонентські лінії (<i>SDSL, ADSL, ADSL.lite</i>) доступу до <i>Internet</i> – пропускна спроможність у напрямку до <i>LTGN</i>	390 Ерл до 1984 до 720 в залежності від технології до 864 ліній <i>xDSL</i> до 16 трактів Е1
Модуль лінійних груп <i>LTGN</i> – кількість підключаємих трактів Е1	4 Е1
Комутаційне поле <i>SND</i> : Пропускна спроможність комутаційного поля Максимальна ємність ЦКП Шаг нарощування ємності	100 000 Ерл 2016 груп <i>LTGN</i> 16 LTG
Віддалений комутаційний модуль <i>RSU</i> Максимальна кількість <i>RSU</i> , підключаємих до керуючого мережного вузла Кількість підключаємих абонентських ліній Кількість підключаємих ЗЛ	254 50 000 8500
Максимальна кількість викликів у ГНН	4 000 000

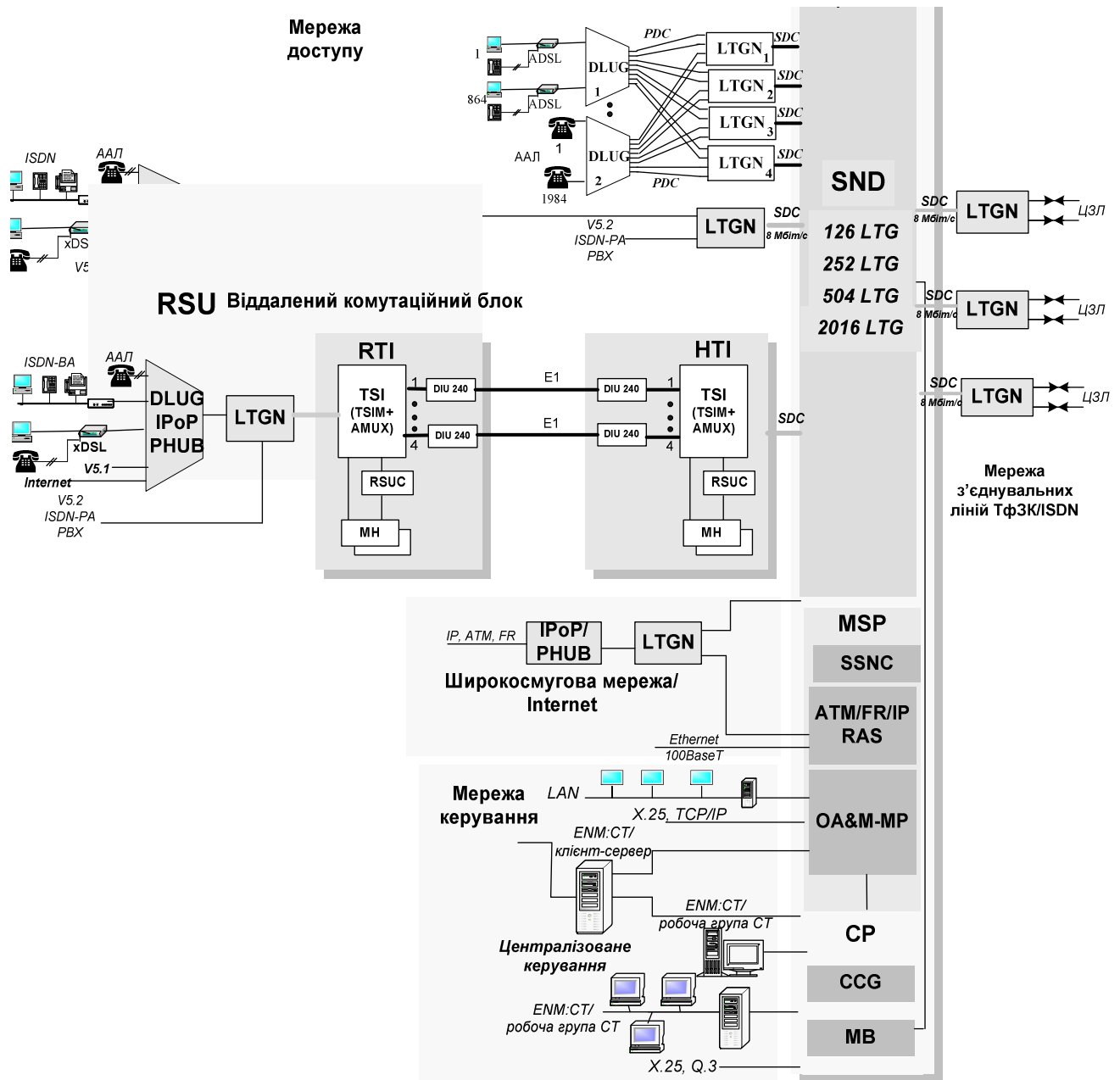


Рисунок 3.1 – Архітектура ЦСК EWSD V.15

Структуру ЦСК EWSD/V.15 складають наступні підсистеми:

- Підсистема абонентського доступу
- Підсистема лінійного доступу
- Підсистема комутації
- Підсистема сигналізації
- Підсистема керування
- Підсистема технічного обслуговування та експлуатації.

✓ 3.1 Підсистема абонентського доступу реалізована на **цифрових абонентських блоках DLUG**, що забезпечують підключення аналогових і цифрових АЛ базового доступу ($2B+D_{16}$), високошвидкісних ЦАЛ доступу до Internet (ADSL і SDSL), таксофонів, а також відомчих АТС (BATC), виконують

концентрацію абонентського навантаження, забезпечують передачу сигнальної інформації з внутрішньосистемного сигнального каналу (ВССК), виконують функції абонентської сигналізації (посилання інформаційних сигналів і тарифікаційних імпульсів, виконують функції ТЕ і ТО).

Цифровий абонентський блок *DLUG* використовується для підключення абонентських ліній до комутаційної системи та для концентрації абонентського навантаження. До *DLUG* підключаються наступні типи ліній:

- аналогові абонентські лінії (ААЛ);
- цифрові абонентські лінії базового доступу до *ISDN (ISDN-BA)* зі швидкістю $(2B+D_{16}) - 144$ кбіт/с;
- високошвидкісні абонентські лінії *xDSL* доступу до *Internet*, наприклад, асиметричні високошвидкісні абонентські лінії *ADSL* або симетричні *SDSL*;
- зовнішні ЦЗЛ з інтерфейсами *V5.1, V5.2*;
- модулі мережних закінчень.

Апаратні блоки *DLUG* згруповані у три основні групи блоків:

- центральні функційні блоки, які дублюються і формують *DLU-0,1*;
- периферійні функційні блоки (модулі *SLMA, SLMD, SLMI* та тестове обладнання);
- віддалені функційні блоки (автономний сервісний контролер *SASC*, блок зовнішньої сигналізації *ALEX*).

Функційна схема абонентського блока *DLUG* представлена на рис. 3.2.

Центральні функційні блоки:

Контролер цифрового абонентського блока *DLUC* – *DLU-0,1*; керує виконанням функцій і *DLUG* та виконує задачі по забезпеченню надійності всіх функційних блоків, а також керує зв'язком з *LTGN* в обох напрямках. До складу *DLUC* входить модуль розподілу шин *BDG*.

Віддалені функційні блоки:

Автономний сервісний контролер *SASC* оброблює сигнальні і розмовні витрати у *DLUG* або абонентські лінії віддаленого *DLUG*. *SASC* виконує функції кодового приймача, з метою обробки адресної інформації *DTMF* при автономному режимі роботи *DLUG*.

Блок зовнішньої сигналізації *ALEX* використовується у віддалених блоках *DLUG*, він розпізнає зовнішні, по відношенню до системи, сигнали і передає повідомлення про ці сигнали через *CP* до *NetMeneger*.

Периферійні функційні блоки:

Аналоговий модуль абонентських комплектів *SLMA* має 32 аналогових абонентських комплекти (ААК) та загальний блок керування *SLCA*. До *SLMA* підключаються аналогові абонентські лінії і лінії таксофонів. Для аналогових абонентських ліній виконуються функції *BORSCHT*.

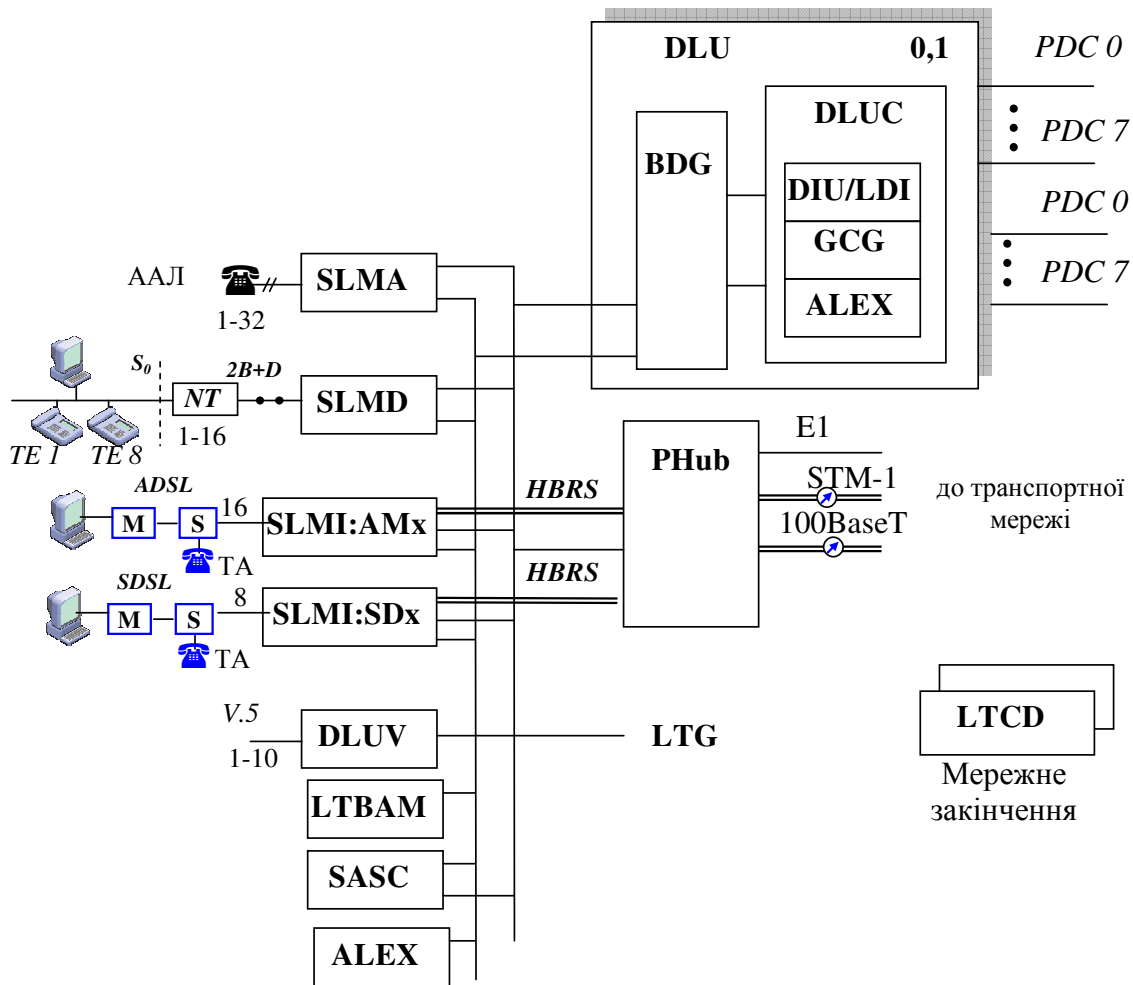


Рисунок 3.2 – Функційна схема цифрового абонентського блока *DLUG*

Цифровий модуль абонентських комплектів *SLMD* має 16 цифрових абонентських комплектів *BLCD*. Кожен абонентський комплект забезпечує інтерфейс для підключення цифрових абонентських ліній базового доступу до *ISDN* ($2B+D_{16}$).

Модулі абонентських комплектів з *Internet*-доступом відділяють *Internet* навантаження від розмовного і направляють його у концентратор пакетів *PHub*, що дозволяє направити *Internet* навантаження зразу до провайдера *Internet*-послуг без збільшення навантаження на мережний вузол.

Модуль абонентських комплектів з *Internet*-доступом *SLMI:AMx* для підключення асиметричних цифрових абонентських ліній *ADSL* зі швидкістю 8 Мбіт/с. Цей модуль може використовуватися тільки з концентратором пакетів *PHub*. Модуль забезпечує об'єднання даних і розмовного навантаження (або *ISDN*) для восьми абонентських ліній *ADSL*. Вхідні розмовне навантаження і навантаження даних, що поступає по абонентській лінії, розділяється у *SLMI:AMx*, аналогові телефонні сигнали обробляються таким же чином, як і в *SLMA*, навантаження даних передається у концентратор пакетів по *HBRs*-каналам до *PHub*.

Модуль абонентських комплектів з *Internet*-доступом *SLMI:SDx*, для симетричної цифрової абонентської лінії *SDSL*, також має можливість підключення восьми ЦАЛ *SDSL* зі швидкістю 2 Мбіт/с.

Концентратор пакетів *SLMI:PHUB* завжди використовується з модулями абонентських комплектів з *Internet*-доступом *SLMI:AMx*. До нього може бути підключено до шести модулів *SLMI:AMx* і до восьми модулів *SLMI:SDx*. *SLMI:PHUB* передає прийняте навантаження даних з модулів *SLMI:I* направляє до мережі транспортної мережі або мережі передачі даних, наприклад *100BASE-T* або *E1/STM1*. Для транспортування даних до *ISP* використовуються *ATM*-мультиплексор; сервер віддаленого доступу *RAS*.

Блоки *DLUG* підключаються до *LTGN* за допомогою чотирьох трактів *PDC* зі швидкістю 2048 кбіт/с. Максимально на виході *DLUG* має бути 16 трактів *PDC*, для підключення до *LTGN* можливе підключення від 8 до 16 трактів. Для забезпечення надійності кожен *DLUG* підключається до чотирьох різних *LTGN*. Приклад підключення *DLUG* до *LTGN* приведено на рис. 3.3.

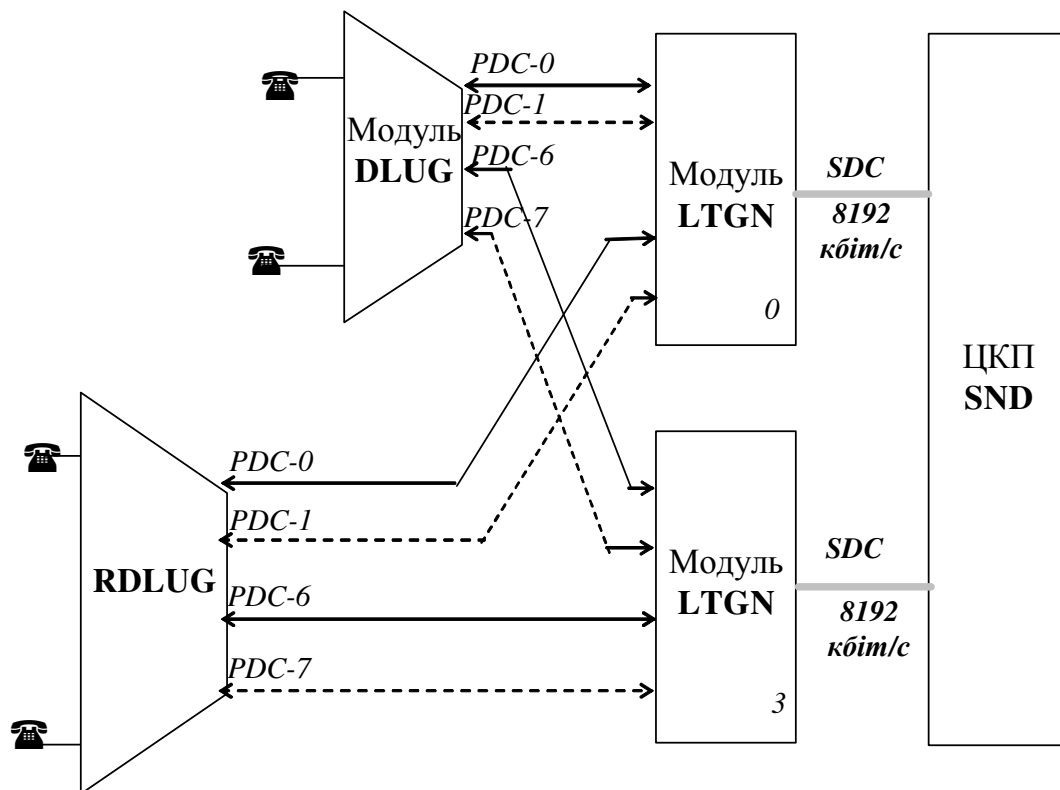


Рисунок 3.3 – Приклад підключення *DLUG* до *LTGN*

Тракти *PDC* переносять інформацію користувача, керування, експлуатації і технічного обслуговування. Всі сигнали передаються за допомогою спрощеної системи сигналізації СКС-7 у KI-16 *PDC 0* і *PDC 2*, *PDC 4*, *PDC 6* (парні тракти).. Тракти *PDC-1* і *PDC-3*, *PDC-5*, *PDC-7* -непарні без СКС-7.

Навантаження на одну АЛ складає від 0,1 до 0,2 Ерл.

Максимальна пропускна здатність *DLUG* складає 380 Ерл. Нарощування абонентської ємності здійснюється по 32 АК для ААЛ, по 16 АК для ЦАЛ та 8 АК для *xDSL*.

✓ **3.2 Підсистема лінійного доступу** реалізована за допомогою **лінійних груп LTGN – Line Trunk Group**, які забезпечують інтерфейс між з'єднувальними лініями і комутаційним полем *SND*, та забезпечують підключення цифрових з'єднувальних ліній (ЗЛ) із сигналізацією по ВССК або СКС-7, з'єднувальних ліній від блоків *DLUG*, блоків обслуговування мережі передачі даних (наприклад, мережі з пакетною комутацією), або ліній ВАТС до комутаційного поля *SND*.

Лінійна група LTGN дозволяє підключити:

- локальні або віддалені абонентські блоки *DLUG*;
- цифрову мережу інтегрального обслуговування (*ISDN*) для відомчої телефонної станції *PBX*;
- цифрові з'єднувальні лінії;
- мережу доступу *AN* через інтерфейс *V5.2* для підключення зовнішніх апаратних засобів;
- кінцевий мультиплексор для синхронної цифрової ієрархії *SDH*.

Лінійні групи *LTGN* можуть забезпечувати всі процеси сигналізації, вони мають свої контролери, що дає змогу звільнити координаційні процесори *CP*. Це означає, що лінійні групи *LTGN* виконують локальні задачі керування, такі як приймання адресної інформації, запис кошториса розмови, нагляд за лінією.

Лінійна група LTGN складається з наступних функційних блоків (див. рис. 3.4):

- груповий процесор **GP**;
- процесор вводу/виводу **IOP**;
- груповий комутатор **GS**;
- блок лінійного інтерфейса **LIU**;
- генератор тональних сигналів **TOG**;
- кодовий приймач **CR**;
- локальний інтерфейс **DLUG – LDI**.

Функційна схема *LTGN* приведена на рисунку 3.4.

На вхід *LTGN* включаються чотири групових тракту типу *E1*, на виході утвориться вторинний цифровий потік *SDC* тракт *E2* зі швидкістю 8192 кбіт/с.

Лінійна група LTGN виконує функції:

До функцій обслуговування викликів входить: приймання, аналіз і передача лінійних і керуючих сигналів; обмін інформацією з іншими *LTGN*; приймання сигналів *DTMF*; трансляція номера викликуваного абонента в *CP*; вибір і комутація *KI* для розмови абонентів; передача команд і приймання повідомлень від *DLUG*; узгодження трактів *E1* на вході *LTGN*; облік вартості розмов; обробка сигналізації каналу *D*.

Функції забезпечення надійності містять у собі виявлення несправності в *LTGN*; виявлення помилок у каналах модулів *LTGN*, ЦКП *SND*; передача повідомлень про помилки.

До функцій технічної експлуатації та обслуговування входить: облік даних про навантаження; визначення якості обслуговування; комутація контрольних викликів; індикація деякої частини одержуваної інформації.

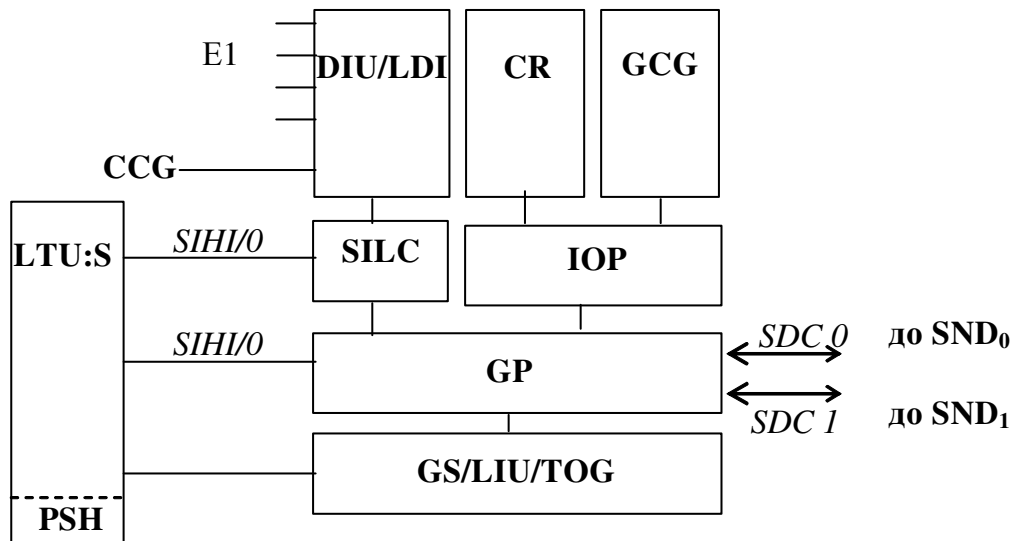


Рисунок 3.4 – Функційна схема *LTGN*

Груповий процесор *GP* обробляє вхідну інформацію у внутрішній формат повідомлень системи і керує функціональними блоками *LTGN*.

Груповий комутатор *GS* – це ступінь просторово-часової комутації для 512 каналів - мультиплексує тракти від *DIU/LIU* у єдиний потік до комутаційного поля *SND* і зворотний розподіл потоків від *SND* до включеної в *DIU* цифрової з'єднувальної лінії або *DLUG*. Груповий комутатор *GS* взаємодіє з *DIU*, *TOG* і *CR* і *SLIC* і з'єднує їх з *SND*.

Блок *LIU* це лінійний інтерфейс між *LTGN* та *SND*, який здійснює синхронізацію внутрішніх трактів, виділення команд із *KI-0* і передачу їх у *GP*, а також виконує внутрішні перевірки встановлення з'єднань

Цифровий інтерфейсний блок *DIU* підключає чотири цифрових лінії *PDC* до *LTGN*.

Генератор тональних сигналів *TOG* генерує програмуємі тональні сигнали, передані по 64 каналам.

Кодовий приймач *CR* містить 16 приймачів сигналізацій для обробки цифр номера кодом *DTMF* і багаточастотним кодом.

✓ **3.3 Підсистема комутації** реалізована на односпрямованих повнодоступних комутаційних полях *SND*, які призначені для виконання неблокуємих з'єднань будь-яких *KI* будь-яких *ГТ*, підтримки і руйнування з'єднань.

Комутаційне поле *SND* характеризується досить високими характеристиками комутаційної ємності: інтенсивністю навантаження до 100 000 Ерл; 240 000 підключених портів; 2016 підключених *LTGN*.

SND – це однокаскадне, дубльоване неблокуєме ЦКП, яке забезпечує комутацію лінійних груп *LTGN* для розмовних і інформаційних з'єднань, комутацію лінійних груп і координаційного процесора *CP* для обмінювання сигнальними повідомленнями.

Ємності *SND*: 126×126 *LTGN*, 252×252 *LTGN*, 504×504 *LTGN*, 2016×2016 *LTGN*.

Різні ємності *SND* визначаються кількістю використовуваних мультиплексорів (*MX*) комутаційного поля *SNMUXA*.

Для *SND* з 126 *LTGN* необхідно тільки один *MX* комутаційного поля. Структурна схема ЦСК ємністю до 126 *LTGN* приведена на рисунку 3.5.

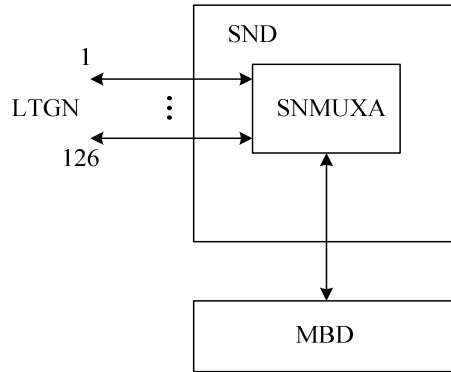


Рисунок 3.5 – Функцій на схема ЦКП *SND* ‘ємністю 126 груп *LTGN*

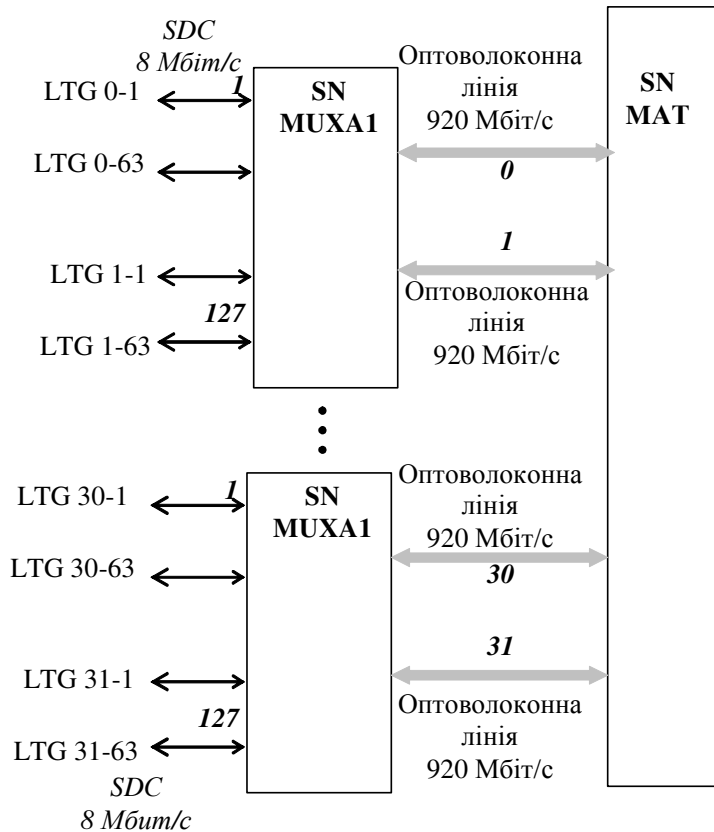


Рисунок 3.6 – Структурна схема ЦКП ємністю більше 252×252 *LTGN*

Якщо *SND* має ємність 252 групи *LTGN* (див. рис. 3.6), то використовується два мультиплексори *SNMUXA-1* і *SNMUXA-2*. У такій конфігурації *SNMUXA-1* виконує функції комутації, а *SNMUXA-2* - функції *MX/DMX*. Обидва мультиплексори *SNMUXA* з'єднані по оптоволоконних лініях 920 Мбіт/с..

Матриця комутаційного поля *SNMAT* використовується для ЦКП більше 252 *LTGN*. Вона комутує від 16×16 до 128×128 входів/виходів для *SNMUXA*.

✓ **3.4 Підсистема сигналізації**– модуль *SSNC* для забезпечення взаємодії по *СКС №7, DSSI*. *SSNC* забезпечує керування 1500 ланками сигналізації *СКС-7* і обробку більш 100 000 сигнальних одиниць повідомлень у секунду.

✓ **3.5 Підсистема керування.** Для керування використовується **координаційний процесор *CP***, що координує дії по обробці викликів, маршрутизації, збору даних про навантаження, по забезпеченню надійності (виявлення помилок, аналіз діагностики обладнання). *CP* керує всіма з'єднаннями, координуючи роботу інших процесорів.

CP зв'язаний з комутаційним полем через буфер повідомлень *MBD* (*message buffer*), взаємодія *CP* з іншими процесорами здійснюється за допомогою *MBD* і комутаційного поля.

3.6 Виносний комутаційний модуль *RSU* може знаходитися на відстані до 1000 км від ОПТС і мати максимальну ємність до 50000 абонентів. *RSU* замикає внутрішнє навантаження. До складу *RSU* входять блоки *DLUG, LTGN* і віддалений ПЧК *RTI*. *RSU* підключається до ОПТС модулями *RTI* і *HTI*.

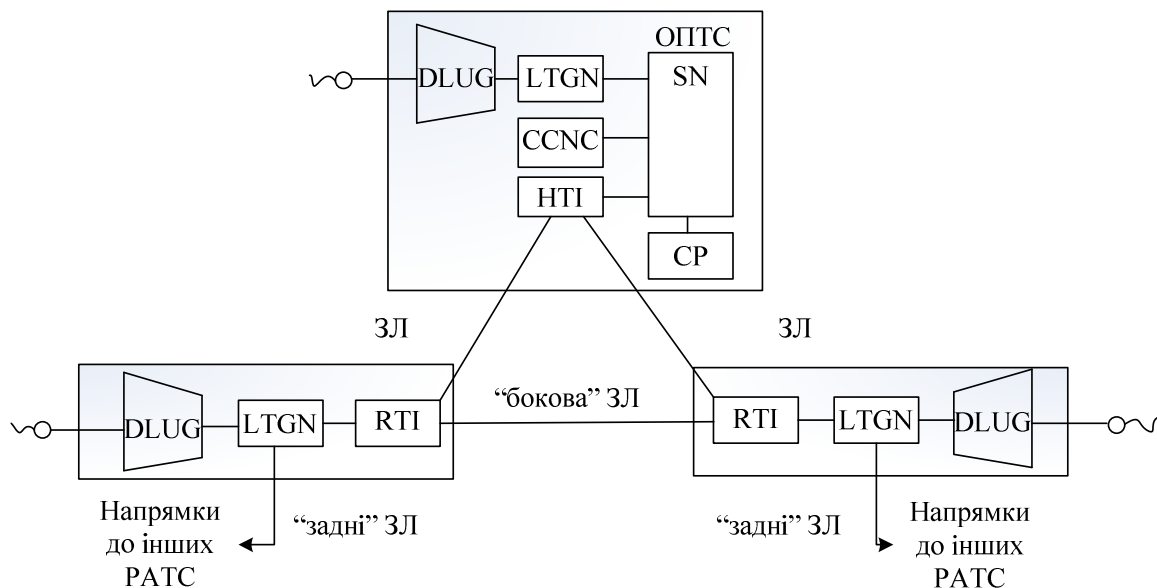


Рисунок 3.7 – Принцип з'єднання з *RSU*

Модулі *RTI* і *HTI* складаються: з контролера *RSUC*; оброблювача повідомлень *MH*; ПБК *TSI*; мультиплексорів доступу *AMUX*; цифрових інтерфейсних блоків для 240 КІ – *DIU240*. *RSUC* керує комутатором *RTI*, *RSUC* *HTI* взаємодіє зі *CP*. Комутатор *TSI* – це цифрове комутаційне поле ємністю до 128×128 *LTGN*. Мультиплексори *AMUX* і інтегральна схема *ASIC* мультиплексує і демультиплексує 16 трактів 8 Мбіт/с до ПЧК 184 Мбіт/с. Взаємодіє *TSIM* і *RSUC* по внутрішньо системному каналу сигналізації *BCCK*.

3.7 Процес встановлення внутрішньостанційного з'єднання ЦСК EWSD/V.15

Встановлення внутрішньостанційного з'єднання між аналоговими абонентами показано на рис.3.7.

При знаходженні виклику абонентський комплект абонента А *SLCA-A* виявляє замикання абонентського шлейфу. Керуючий пристрій абонентської плати *SLMA-A* при скануванні абонентського комплексу встановлює наявність запиту на з'єднання і інформує керуючий пристрій цифрового лінійного блоку *DLUG-A*.

Контролер *DLUC-A* направляє повідомлення через блок підключення цифрових трактів *DIU-A* до групового процесора лінійної групи *GP-A*. Груповий процесор лінійної групи *GP-A* виявляє категорію лінії та категорії сплачених послуг викликаючого абонента, обирає часовий канал та повідомляє про це абонентський комплект *SLCA-A*.

Абонентський комплект *SLCA-A* підключає обраний часовий канал до АЛ-А. Груповий процесор *GP-A* проключає з'єднання до ступеня комутації лінійної групи *GS-A* та перевіряє встановлений з'єднувальний тракт між лінійною групою та АК (*SLCA*).

Генератор тональних сигналів *TOG-A* передає до АК сигнал „Відповідь станції”, який визначає, що приймач набору номера *CR-A* готовий до прийняття адресної інформації. *GP-A* проключає сигнал „Відповідь станції” від *TOG* у *LTGN* через *DLUG* у АЛ. Абонент А починає набирати цифри номера.

Приймач набору номера *CR-A* приймає цифри номера та транслює перетворену у цифрову форму адресну інформацію до групового процесора *GP-A*. Після прийняття першої цифри номера *GP-A* відключає тональний сигнал „Відповідь станції”, додає вихідні дані до набору номера і передає все координаційному процесору *CP*.

Координаційний процесор визначає, що абонент Б знаходиться на даній станції. За командою *CP LTGN-B* перевіряє в своєму запам'ятовуючому пристрою, чи вільний викликуваний абонент Б, визначає номер цифрового лінійного блоку *DLUG* та місце підключення абонентської лінії абонента Б.

CP вибирає потрібну лінійну групу *LTGN*, що підключає цифровий лінійний блок *DLUG* абонента Б до комутаційного поля *SND*.

Якщо абонент Б вільний, координаційний процесор *CP* визначає у своєму запам'ятовуючому пристрою викликувану лінію, як зайняту та видає команди для проключення з'єднувального тракту через комутаційне поле *SND* між лінійними групами викликаючого абонента та абонента Б для внутрішньостанційної перевірки з'єднувального тракту.

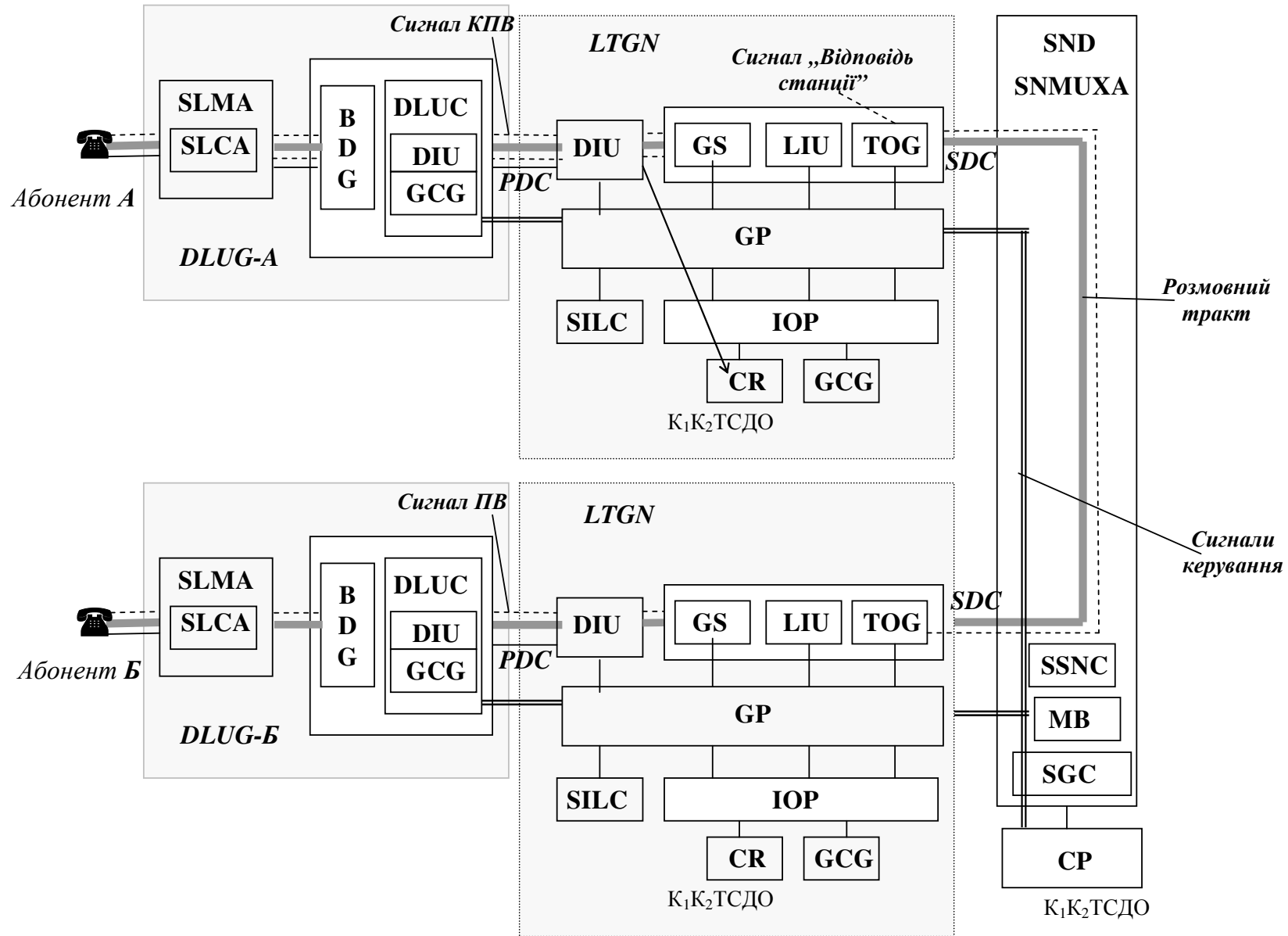


Рисунок 3.8 – З'єднувальний тракт внутрішньостанційного з'єднання ЦСК EWSD/V15

Блок внутрішньостанційного контролю перевіряє якість передачі на з'єднувальних трактах. Якщо внутрішньостанційна перевірка була успішною, груповий процесор *GP-A* видає команду комутаційній ступені лінійної групи *LTGN* визиваючої сторони *GS-A* на проклучення з'єднання через комутаційне поле *SND* та передачу звіту про результати до *GP* абонента Б.

GP-B назначає часовий канал для з'єднання та повідомляє про це керуючому пристрою абонентського комплекту, який підключає часовий канал в абонентському комплекті. Потім *GP-B* проклучає з'єднання через комутаційну ступень лінійної групи *GS-B* та при цьому ініціює перевірку на з'єднувальному тракті від лінійної групи до АК абоненту Б та зворотно.

Якщо перевірка була успішною, *GP-B* передає команду виклику до керуючого пристрою *DLUG* та проклучає з'єднання через комутаційну ступень лінійної групи *LTGN* сторони Б для надсилання сигналу „Контроль посилки виклику” до абонента А з *TOG-B*. Керуючий пристрій *SLMA-A* забезпечує прийом абонентом Б сигналу „Посилка виклику”

Абонент А приймає сигнал „Контроль посилки виклику” від генератора тональних сигналів *TOG-B* у сигнальному комплекті. Абонент Б приймає сигнал „Посилка виклику”. Після зняття трубки абонентом Б керуючий пристрій АК-Б розпізнає замикання шлейфу при скануванні АК-Б. Після цього *SLCA-B* передає повідомлення про замикання шлейфу до керуючого пристрою блоку *DLUC-B*, який відключає сигнал „Контроль посилки виклику” від абонента А, проклучає з'єднувальний тракт через комутаційну ступень лінійної групи *LTGN* та передає сигнал „Відповіді” до *GP-A*.

Таким чином, з'єднання встановлене. *GP* абонента А реєструє дані обліку вартості телефонних розмов, запам'ятовує їх в одному із своїх пристроїв і потім передає їх *CP* в кінці з'єднання.

Література, яка використовувалася для підготовки розділу 3

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

2 **EWSD V.15** для сетей нового поколения. Техническое описание системы. Siemens. 2003.

3 Техническая документация ЦСК EWSD V.15. Siemens. 2004.

4 <http://www.siemens.ua>

4 Широкопasmова цифрова система комутації 5ESS/VCDX

ЦСК 5ESS/VCDX- компактна цифрова станція з часовим розділенням каналів, що забезпечує високу надійність, різносторонність і економічність функціонування. Гнучкість роботи станції досягається за рахунок нарощуваної модульної структури і розподіленої обробки сигналів. Модульна структура також дозволяє нарощувати пропускну спроможність станції, кількість інтерфейсів системи, кількість оброблюваних викликів з метою адаптації її до телефонного навантаження, а також для гнучкого введення нових послуг.

Архітектура станції дозволяє швидко упроваджувати новітні розробки, такі, наприклад, як послуги широкопasmового доступу. Дуже компактна цифрова станція VCDX - це мінімальна конфігурація станції 5ESS. Вона може використовуватися для розгортання повноцінної автономної станції невеликої ємності, що не відрізняється по функціях від 5ESS на площі мінімального розміру і складається з одного модуля SM-2000. Станція 5ESS/VCDX підтримує:

- до 25 000 абонентських ліній при навантаженні до 0,1 Ерл на лінію;
- до 4080 каналів ЦЗЛ при навантаженні до 0,7 Ерл на канал;
- комбінацію АЛ і ЦЗЛ у вказаних межах (з обмеженням по сумарному навантаженню системи).

Висока надійність функціонування 5ESS/VCDX забезпечується як розвинутим програмним забезпеченням, що виконує зазначені функції, так і дублюванням тих вузлів і пристроїв, відмова яких впливає на понад 32 АЛ або ЗЛ. Повністю дубльовані підсистеми комутації, керування і синхронізації, причому використовується режим “гарячого резерву”. В цілому гарантується, що за нормальних умов експлуатації (температура 0 +45°C, відносна вологість 10...75%) загальний пристрій системи внаслідок відмов обладнання і ПЗ не перевищить дві години за 40 років роботи. Для окремої АЛ тривалість відсутності обслуговування через системні пошкодження в середньому не більш за 28 хвилин на рік. Імовірність випадкового з'єднання менша 2×10^{-5} в будь-якому хвилинному інтервалі.

Універсальність 5ESS/VCDX, з точки зору використання на мережах зв'язку, забезпечується модульною архітектурою обладнання і ПЗ, широким діапазоном ємностей, можливістю комутації каналів і пакетів, а також наявністю практично всіх, крім часового коду, способів міжстанційної взаємодії: різних варіантів багаточастотного коду, декадного коду, системи сигналізації СКС-7.

Тому 5ESS/VCDX може бути: опорною (ОПС), транзитною (ТС) або опорно-транзитною (ОПТС) станцією місцевої телефонної мережі; міжміською або міжнародною АТС (АМТС/МЦК); центром комутації стільникової мережі (ЦКМЗ), радіотелефонного зв'язку з рухомими об'єктами; а також шлюзовою станцією для взаємодії з різними спеціалізованими мережами – передачі даних з комутацією каналів або пакетів, локальними обчислювальними та іншими.

На базі ЦСК 5ESS/VCDX можливе створення інтегральної ISDN (ЦМІО), інтелектуальної IN (IM) мережі зв'язку та мереж нового покоління NGN (Next Generation Network) з використанням стратегій накладеної мережі, цифрових островів або їх комбінації.

4.1 Комутаційний модуль SM-2000

ЦСК 5ESS/VCDX базується на комутаційному модулі SM-2000, який забезпечує включення абонентських і з'єднувальних ліній і виконує основні функції обслуговування викликів. Модуль SM-2000 має спільне обладнання, а також периферійні блоки різного призначення, які встановлюються лише за потреби: блоки аналогових абонентських ліній AIU, блоки цифрових з'єднувальних ліній DLTU-3, блок MMSU фізичних вимірювань та, можливо, додаткові блоки цифрових службових комплектів GDSF та LDSF. Зв'язок спільного і периферійного обладнання – за периферійними шинами даних (PIDB, DPIDB) та керування (PICB).

Функційна схема модуля SM-2000 5ESS/VCDX показана на рис. 4.1.

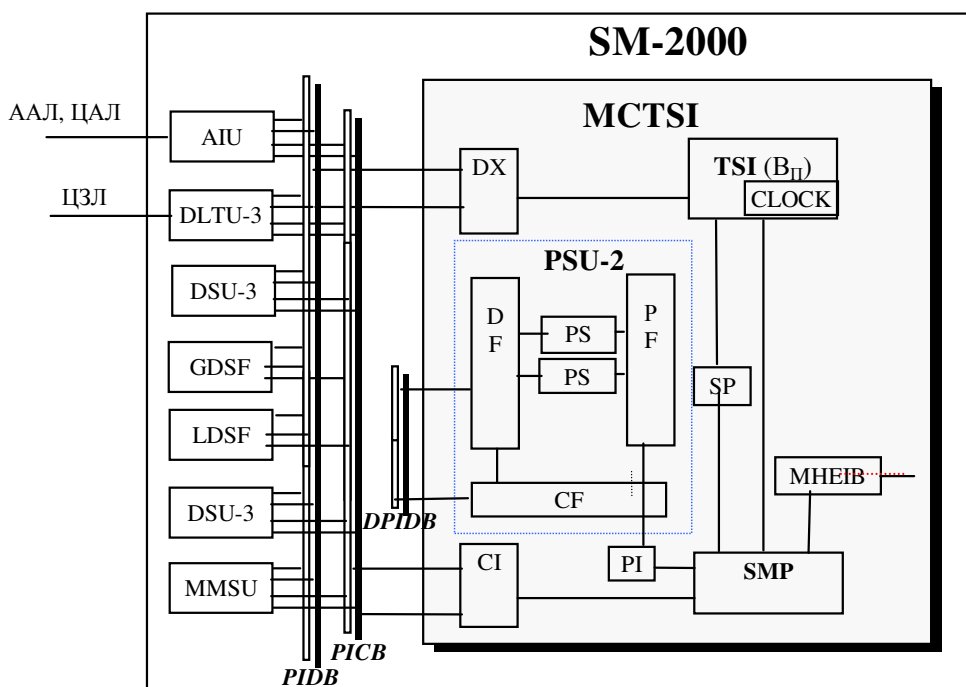


Рисунок 4.1 – Функційна схема SM-2000

Спільне обладнання складається з дубльованої системи комутації та управління MCTSI-0.1. Обидва MCTSI працюють паралельно і займають один двокасетний блок. В MCTSI входять: керівний процесор комутаційного модуля SMP; сигнальний процесор SP; інтерфейси управління CI; часовий комутатор TSI; блок цифрових службових комплектів DSU-2 і DSU-3 та блок пакетної комутації PSU-2 і пакетний інтерфейс PI. В цілому MCTSI забезпечує:

- стики з різними пристроями модуля для передачі сигналів керування від *SMP*, мовної інформації та даних – до *TSI*;
- часову комутацію для встановлення з'єднань між АЛ та ЗЛ;
- приймання і обробку, формування й передавання різноманітної сигнальної інформації та керівних повідомлень в абонентські та з'єднувальні лінії;
- пакетну комутацію даних;
- керування встановленням з'єднань, контроль і функції технічного обслуговування.

До *MSTSI* входять:

Керівний процесор комутаційного модуля *SMP* (*SM Processor*) – головний процесор комутаційного модуля (32-розрядний процесор). Він має енергонезалежну пам'ять, у якій зберігаються програми та дані, закладені виробниками, а також пам'ять з довільною вибіркою, що зберігає програмне забезпечення.

Просторово-часовий комутатор *TSI* (*Time Slot Interchanger*) – просторово-часовий комутатор виконує під керуванням *SMP* взаємні неблоковані з'єднання будь-яких 16-розрядних каналів між 768-канальними трактами від інтерфейсу даних *DX* (*Data eXpander*- мультиплексор даних), а також взаємні з'єднання каналів. Обидва *TSI*, в основному і резервному *MCTSI*, працюють паралельно, але для реального передавання інформації вхідні інтерфейси вибирають активну схему. *TSI* має інтегрований тактовий генератор *Clock*.

Сигнальний процесор *SP* (*Signaling Processor*) виконує функції пристрою сигналізації по сигнальним КІ-16 зовнішніх напрямків зв'язку.

Інтерфейс керування *CI* (*Control Interface*) забезпечує взаємодію *SMP* з периферійними блоками. Він розподіляє керівні та тактові сигнали від *SMP* до усіх блоків та передає *SMP* інформацію про стан обладнання. *CI* обслуговує до 23 периферійних інтерфейсних шин керування *PICB*¹⁷;

Суттєвою особливістю *5ESS/VCDX* є внутрішньосистемні тракти без окремих каналів сигналізації, зате з використанням 16-розрядних кодових слів, що несуть, крім основної інформації каналу (біти 0...7 – мовні дані), його сигнальну інформацію (біти 8...11), а також додаткові розряди керування і контролю: 12 – біт стану (вільно/зайнято), 13 – тестування, 14 – циклового синхронізування та 15 – контролю парності 16-розрядного слова. Тому *SP* обслуговує не окремі 16-ті сигнальні, а всі без винятку канали 0...31, але тільки розряди 8...13.

Формування 16-розрядних слів та їх передавання в бік комутатора *TSI* по 32-канальних двобічних чотирипровідних периферійних шинах даних *PIDB* виконують блоки аналогових і з'єднувальних ліній (*AIU*, *DLTU-3*). Через *TSI* процесор *SP* отримує доступ до біт 8...13 керування і сигналізації всіх каналів, складає їх стан і накопичує миттєві зміни в швидкісній пам'яті, звідки вони в будь-який момент можуть зчитуватись процесором модуля *SMP*. Обидва *SP* (в

¹⁷ *PICB* (*Peripheral Interface Control Bus*) – периферійні інтерфейсні шини керування

активному і пасивному *MCTSI*) працюють синхронно, завдяки чому перемикання керування на резервний *MCTSI* не виробляє до втрат викликів, що обробляються в цей момент. В зворотному напрямку *SMP* виробляє і передає *SP* керівну та сигнальну інформацію, а *SP* вносить її в розряди 8...13 відповідного каналу через *TSI*.

Інтерфейси даних *DX (Data eXpander)* мультиплексують 32-канальні 16-розрядні інформаційні тракти 4096 кбіт/с від периферійних блоків і передають об'єднані 256-канальні тракти *NCT* зі швидкістю 32,768 Мбіт/с до комутатора *TSI* та навпаки. Всі 16 32-канальних шин *PIDB* включені в обидва *DX*, і один *DX* об'єднує парні канали цих шин, а другий – непарні.

Блок пакетної комутації *PSU (Packet Switch Unit)*. Функції *PSU* базуються на нижчих рівнях 7-рівневої моделі взаємодії відкритих систем (*OSI – Open System Interconnection basic reference model*): першому – фізичному (*physical layer*), другому – каналному (*data link layer*) і третьому – мережному (*network layer*).

Розподільник даних *DF (Data Fan-out)* має функції фізичного рівня і забезпечує стик з фізичними шинами та розподіляє пакети від пристрою обробки і перетворення протоколів пакетної передачі даних *PH (Protocol Handler)* по відповідним КІ. *PF (Packet Fan-out)* розподільник пакетів керує чергою пакетного обміну між *SMP* та *PH* завдяки схемі керування *CF (Control Fan-out)*.

До основних периферійних блоків *SM-2000* відносяться:

Блок абонентського доступу *AIU (Access Interface Unit)* для підключення аналогових абонентських ліній стиком *Z* і цифрових абонентських ліній базового доступу *ISDN-BRA – 2B+D₁₆* зі стиком *U*.

Блок цифрових з'єднувальних ліній *DLTU-3 (Digital Line Trunk Unit)* для підключення первинних цифрових трактів із швидкістю передачі 2 Мбіт/с. Він містить *DFI (Digital Facility Interface)*, який виконує перетворення кодів (квазітрійковий лінійний – двійковий станційний); синхронізування лінії зі станційним обладнанням; виявлення збоїв синхронізації та аварійних ситуацій і відповідне інформування процесора *SMP*.

Блок оптичного інтерфейсу *OIU (Optical Interface Unit)* забезпечує управління і синхронізацію оптичних інтерфейсів *STM-1* у дуплексному (1+1) і напівдуплексному (0+1) режимах. Статив *OIU* може бути укомплектований 60 інтерфейсами *STM-1* у режимі (1+1).

Блок цифрових службових комплектів *DSU-3* та *DSU-2 (Digital Service Unit)* забезпечує цифрове генерування всіх необхідних тональних сигналів для АЛ і ЗЛ: «Готовність станції», «Зайнято», «Зайнято-перевантаження», «Контроль посилення виклику», «Тональний виклик», різні сповіщувальні сигнали. Під управлінням *SMP DSU* виробляє і декодує всі потрібні для обміну адресною інформацією багаточастотні сигнали, а також приймає і декодує інформацію шлейфового набору номера від аналогових абонентів, що передається від блоків *AIU* в цифровому вигляді в інформаційних розрядах 16-розрядних слів. Таким чином, *DSU* об'єднує функції тонального генератора,

багаточастотних приймачів-передавачів і приймачів тонального та шлейфового набору. Цифровий службовий блок *DSU-3* має плати *GDSF* для надання послуг конференц-зв'язка і тестування ЗЛ, а також плату *LDSF* для виконання функцій аналізу і синтезу частотних посилок абонентської і міжстанційної сигналізації. Цифровий службовий блок *DSU-2* має мовний автоінформатор для видачі абонентам мовних повідомлень.

Блок фізичних вимірювань *MMSU (Modular Metallic Service Unit)* необхідний для тестування абонентських ліній, точок сканування і розподілу.

Модуль *SM-2000* керується сервером, який виступає як адміністративний модуль *AM* і називається адміністративною робочою станцією *AWS*.

Адміністративна робоча станція *AWS* заснована на мікропроцесорній системі *Netra t 1120 SUN*. Цей комп'ютер емулює операційну систему *3B21D* адміністративного модуля станції *5ESS* і виконує завантаження того ж програмного забезпечення, що і будь-яка інша станція *5ESS*.

Зв'язок з модулем *SM-2000* здійснюється по каналу *Ethernet*. Інтерфейс технічного обслуговування, екрани терміналу головного центру керування (*MCC*), вихідні дані принтера, дисководи і інтерфейси з системами експлуатації (наприклад, багатофункціональною системою експлуатації (*MFOS*) такі ж, як у будь-якої іншої конфігурації станції *5ESS*.

Програмне забезпечення станції *5ESS-2000* має модульну архітектуру, що забезпечує високу надійність станції, простоту введення нових послуг, підтримки і обслуговування.

Для управління використовуються дві операційні системи. *OC UNIX-RTR* реалізує адміністративні функції процесора *AM*. Операційна система розподіленої комутації *OSDS* розподілена за комутаційними модулями і забезпечує наступні інтерфейси: з *OC UNIX-RTR* для забезпечення послуг введення/висновку і зв'язку між процесами для інших програмних підсистем в *AM*; з програмним забезпеченням технічного обслуговування для підтримки процесів обслуговування станції в *CM* і в комутаційних модулях; інтерфейс передачі повідомлень в комутаційних модулях для зв'язку з іншими комутаційними модулями і з *AM*; інтерфейс комутації пакетів в комутаційних модулях для зв'язку з блоками пакетної комутації. *OSDS* забезпечує середовище розподіленої обробки викликів і дозволяє різним програмним процесам спільно ефективно використовувати системні ресурси.

4.2 Блок абонентського доступу *AIU*

Блоки абонентського доступу *AIU* мають 20 абонентських плат (*Application Pack, AP*) в касеті для підключення 640 аналогових абонентських ліній, один статив забезпечує підключення 3584 аналогових абонентських ліній. Функційна схема блоку *AIU* приведена на рис. 4.2.

Центральний пристрій модуля – керуюча плата загальних даних і керування - *COMDAC*, що забезпечує інтерфейс між абонентськими лініями, включеними в абонентські плати за допомогою інтерфейсу периферійної шини керування *PICB* та *PIDB* з процесором комутаційного модуля *SMP*. Має

просторово-часовий комутатор, який комутує КІ від шини керування і даних *CDB* на шість шин *PIDB*. Плата *COMDAC* повністю дубльована.

Абонентські плати AP бувають:

- лінійна плата підключення ААЛ зі стиком *Z* – *LPZ* на 32 ААК;
- лінійна плата підключення ЦАЛ зі стиком *U* – *LPU* на 12 ЦАЛ базового доступу (*2B+D*) *ISDN*;
- лінійна плата зі стиком *Z* таксофонів *PPM* по 24 на одній платі.
- плата **RG** викличного генератора $f = 25$ Гц.

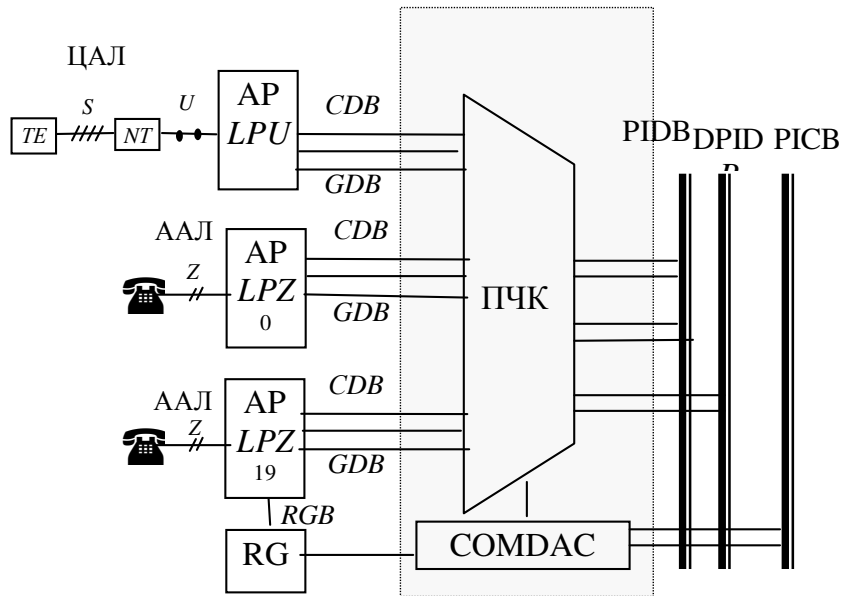


Рисунок 4.2 – Функційна схема блоку абонентського доступу *AIU*

Взаємодію периферійних плат з центральним пристроєм *COMDAC* забезпечують шини *CDB* – шина керування і даних, яка з’єднує *COMDAC* з кожною платою *LP*, як шина даних забезпечує передачу даних 32 16-розрядними каналними інтервалами і в якості шини керування забезпечує передачу сигналів керування, тактової і циклової синхронізації; шина *GDB* – забезпечує доступ плат *COMDAC* до *LP*; та шина *RGB* – генератора викличного сигналу подає викличні сигнали до *LP*.

4.3 Широкозмуговий блок доступу *BAIU*

Широкозмуговий блок абонентського доступу *BAIU* підключає 1280 ААЛ при використанні зовнішнього викличного генератора або 1152 ААЛ при використанні вбудованого генератора. До класичних комутаційних модулів *SM-2000* можна підключити до 6 трьохполичних стативів *BAIU* (максимальна ємність трьохполичного статива становить 320 ЦАЛ *ADSL* і 320 аналогових абонентських ліній). До комутаційних модулів *SM-2000* можна підключити до 8 шестиполичних стативів *BAIU* (максимальна ємність шестиполичного статива до 640 ліній *ADSL* і 640 аналогових абонентських ліній на полиці).

Функціонально *BAIU* розділений на дві частини - вузькозмугову і широкозмугову. Кожна частина блоку містить свою шину даних, яка і визначає назву частини блоку: вузькозмугова шина використовується для підключення

вужькосмугових ААЛ або ЦАЛ *ISDN* до комутованої мережі загального користування ТмЗК; широкосмугова шина використовується для підключення ЦАЛ *ADSL*.

Вужькосмугова частина блоку *BAIU* містить наступні пристрої:

Пристрій загальних даних і управління - *COMDAC*, що забезпечує інтерфейс керування між Host *SM-2000* і абонентами ТмЗК, включеними в абонентську плату *AP* за допомогою інтерфейсу периферійної шини керування *PICB*. Плата *COMDAC* поністю дубльована.

Плата *AP*. Даній плати в *BAIU* розроблено три типи:

- плата ***PSTN AP*** забезпечує підключення 32 ААЛ;
- плата ***PPM AP*** забезпечує підключення 24 ААЛ з *PPM*;
- плата ***ISDN AP*** забезпечує підключення 12 ЦАЛ ($2B+D_{16}$).

Плата викликаючого генератора *RING*, забезпечує подачу викликуваних сигналів в аналогові абонентські лінії.

Широкасмугова частина блоку *BAIU* містить наступні пристрої:

DSLAM ATM (ATM Feeder Mux, AFM), що забезпечує мультиплексування потоку даних *ADSL* в інтерфейс *STM-1* для включення в мережу *ATM*. Кожен *AFM* має два порти *STM-1*.

Плата *ADSL AP*, кожна плата забезпечує підключення 8 або 4 ліній *ADSL*.

4.4 Блок оптичного інтерфейсу *OIU*

Блок *OIU* забезпечує управління і синхронізацію периферійних оптичних ліній (*PCT*), що підключаються до модуля *SM-2000*, а також роботу по одномодовому оптичному кабелю за допомогою інтерфейсу *STM-1*. *OIU* дозволяє підключати високошвидкісні периферійні лінії. *OIU*, встановлюваний в модулі *SM-2000* включає наступні блоки:

Блок оптичного інтерфейсу *OFI*, побудований на базі *MOTOROLA MC68360* забезпечує підключення однієї лінії *STM-1* і трьох ліній *PCT*, перетворення формату *STM-1* у формат *PCT*, приймання, відновлення, мультиплексування і маршрутизацію кадрів *SDH*, дескремблювання, виявлення аварійних станів і моніторинг.

Периферійний лінійний інтерфейс *PLI*, що забезпечує вирівнювання кадрів і синхронізацію *PCT*, а також перетворення 8-бітового формату *PCT* в 16-бітовий формат і навпаки. Логічний зв'язок з *PCT* закінчується збоку комутатора периферійним пристроєм управління і синхронізації шини *PLTU*.

Також до *OIU* надходить часовий мультиплексор *TSIU* та утримувач повідомлень *MH*.

Функційна схема ЦСК *5ESS/VCDX* представлена на рис. 4.3.

Література, яка використовувалася при підготовці розділу 4

1 Технічна документація ЦСК *VCDX/5ESS*. Lucent Technologis. 2006.

2 Чумак М.О. Цифрова система комутації *5ESS* і особливості її проектування: Навч. посібн. – Одеса: УДАЗ, 1995.

3 <http://www.Lucent.ru>

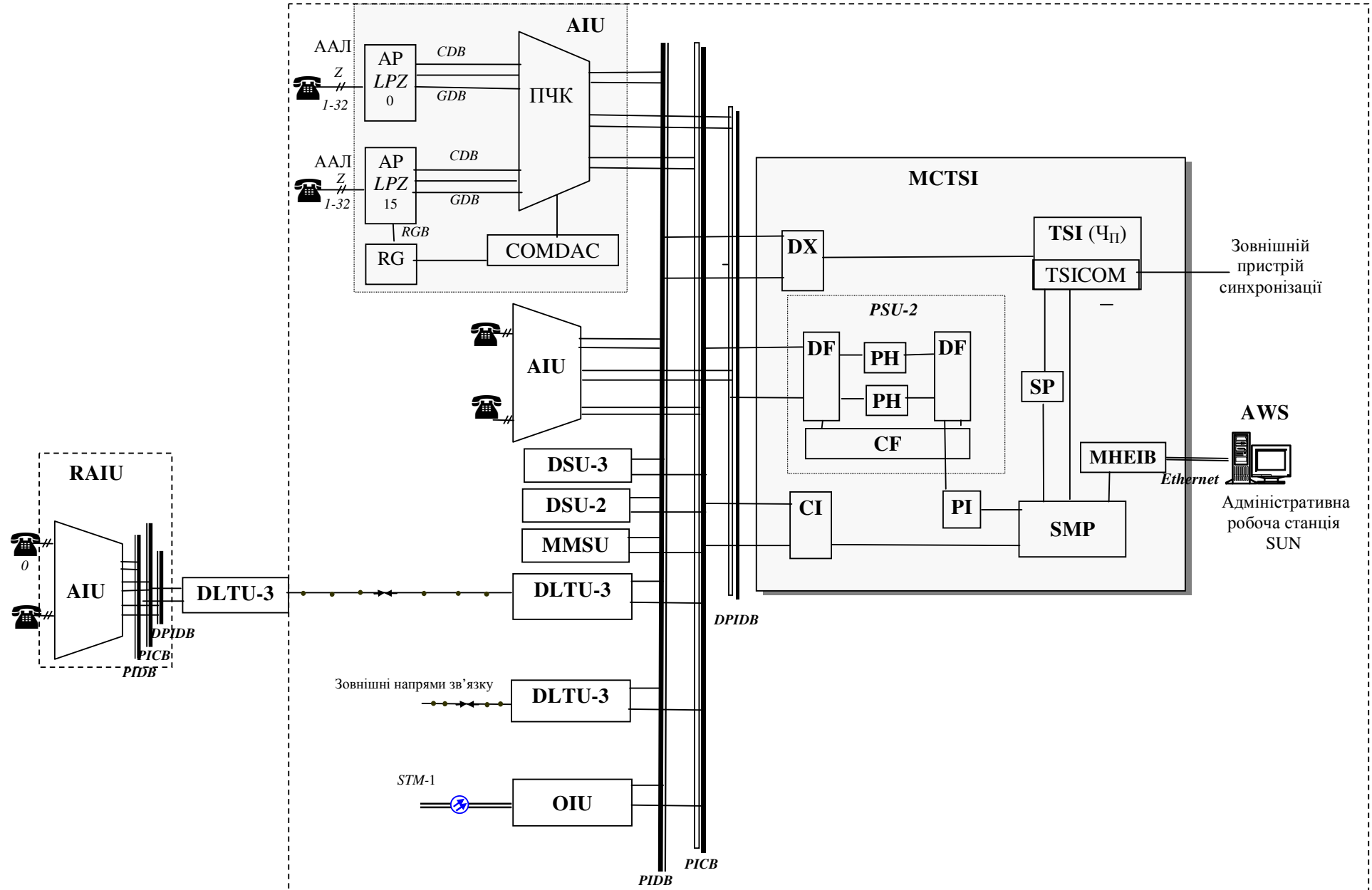


Рисунок 4.3 – Функційна схема ЦСК 5ESS/VCDX

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 цифрова лінія,
ВССК	– внутрішньосистемний сигнальний канал,
ВхЦЛ	– вхідна цифрова лінія,
ГВС	– генератор викликуваного сигналу,
ГТ	– груповий тракт,
ДГН	– діагностичний комплект,
ЗПКС	– запам'ятовуючий пристрій комутації та сигналізації,
КБС	– контролер базових станцій,
КІ-16	– канальний інтервал – 16
КС-8а	– контролер,
МБС	– мультиплексор БС,
МК-К7Л	– мікроконтролер 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,
ЦМЮ	– цифрова мережа інтегрального обслуговування,
ЦП	– цифровий приймач,
ЦТЕ	– центр технічної експлуатації.
ША та К	– шина адрес та керування,

ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>	– асиметрична цифрова абонентська лінія,
AIU	<i>Access Interface Unit</i>	– блок абонентського доступу,
AN	<i>Access Node</i>	– вузол доступу,
AN-BB	<i>Broadband Access Node</i>	– ширококутний вузол доступу,
AN-NB	<i>Narrowband Access Node</i>	– вузькокутний вузол доступу,
AN-WLL	<i>WLL Access Node</i>	– вузол безпроводного доступу,
ATM	<i>Asynchronous Transfer Mode</i>	– асинхронний принцип передачі,
AWS	<i>Administrative Work Station</i>	– адміністративна робоча станція
AP	<i>Application Pack</i>	– абонентська плата,
BAN	<i>Broadband Access Node</i>	– ширококутний вузол доступу,
BAIU	<i>Broadband Access Interface Unit</i>	– ширококутний блок доступу,
BRI	<i>Base Rate Interface</i>	– інтерфейс базового доступу (2B+D),
BS	<i>Base Station</i>	– базова станція,
CCA-A,B	<i>Central Module Controller</i>	– дубльований контролер центрального модуля,
CCG	<i>Central clock generation</i>	– центральний тактовий генератор,
CCG-A/B	<i>Control Group A/B</i>	– дубльована керуюча група центрального модуля SN,
CDA	<i>Communication Controller</i>	– комунікаційний контролер, ,
CDB, CDD	<i>Communication Controller in MLC</i>	– комунікаційний контролер модуля MLC,
CF	<i>Control Fan - out</i>	- розподільник керування,
CG	<i>SynchroGenerator</i>	– модуль синхронізації блока CCA,
CI	<i>Control Interface</i>	- інтерфейс керування модуля SM-2000,
CLC	<i>Line Module Controller in MLC</i>	– контролер лінійного модуля MLC,
CP	<i>Coordination processor</i>	– координаційний процесор,
CTI	<i>Computer Telephony Integration</i>	– вузол комп'ютерної телефонії.
CVC	<i>VME Processor Unit</i>	– керувальний процесор модуля MLC,
DECT	<i>Digital Enhanced Cordless Telecommunication</i>	– цифровий удосконалений безпроводний зв'язок,
DF	<i>Data Fan-out</i>	– розподільник даних SM-2000,
DFI	<i>Digital Facility Interface</i>	– інтерфейс цифрового лінійного тракту,
DIU 240	<i>Digital Interface Unit with 240 channels</i>	– цифровий інтерфейс 240 каналів,
DLTU-3	<i>Digital Line Trunk Unit</i>	- блок цифрових ЗЛ,
DLUG	<i>Digital line unit, G</i>	– цифровий абонентський блок,
DPIDB	<i>Direct Peripheral Interface Data Bus</i>	- периферійні інтерфейсні шини даних
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Module</i>	– модуль доступу по цифрових абонентських лініях
DSP	<i>Digital Signal Processor</i>	– цифровий сигнальний процесор,
DSSI	<i>Digital Subscriber Signalling System N 1</i>	– цифрова абонентська сигналізація,
DSU	<i>Digital Service Unit</i>	- блок цифрових службових комплектів,
DVA	<i>Battery Backed-up Static Random Access memory</i>	– енергонезалежний запам'ятовуючий пристрій для збереження тарифних даних,
DX	<i>Data eXpander</i>	- мультиплексор даних модуля SM-2000,
HDD	<i>Hard Disk Drive</i>	– жорсткий диск з інстальованим програмним забезпеченням,
HDLC	<i>High level Data Link Controller</i>	– протокол обробки комунікаційних протоколів,

HSL	<i>High Speed Link</i>	– високошвидкісний тракт з послідовною передачею (швидкість 16384 кбіт/с),
HTI	<i>Host timeslot interchange</i>	– центральний комутатор часових каналів,
IHA	<i>HSL Interface Extension</i>	– інтерфейс високошвидкісного тракту <i>HSL</i> для високошвидкісного з'єднання з блоками <i>TPC (HSL)</i> і комутації каналів, інтелектуальна мережа,
IN	<i>Intelligent Network</i>	– інтернет-протокол,
IP	<i>Internet protocol</i>	– вузол входу до мережі <i>Internet</i> ,
IPoP	<i>Integrated Point of presence IP</i>	– цифрова мережа з інтеграцією служб загального користування,
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>	– базовий доступ до <i>ISDN</i> ,
ISDN-BA	<i>ISDN basic access</i>	– первинний доступ до <i>ISDN</i> ,
ISDN-PA	<i>ISDN primary rate access</i>	– адаптер жорсткого диску, керований <i>CVC</i> ,
IVA	<i>Hard Disk Adapter</i>	
KLC	<i>Line test unit in MLC</i>	– плата вимірювань <i>MLC</i> ,
LSL	<i>Low Speed Link</i>	– низькошвидкісні тракти між периферійними блоками і контролером <i>CLC</i> ,
LTGN	<i>Line trunk group, N</i>	– лінійна група,
MBD	<i>Message buffer, D</i>	– буфер повідомлень,
MCA	<i>Central Module version A</i>	– центральний модуль комутації, апаратне представлення вузла комутації <i>SN</i> ,
MCTSI	<i>Modular Controller & Time Slot Interchanger Unit</i>	– модульний блок керування та комутації
MH	<i>Message Handler</i>	– контролер повідомлень,
MHEIB	<i>Message Handler Ethernet Interface Board</i>	– інтерфейсна плата обробки повідомлень <i>Ethernet</i> ,
miniAN	<i>mini Access Node</i>	малий вузол доступу,
miniSAN	<i>mini Switch and Access Node</i>	малий вузол комутації та доступу,
MLC	<i>Line Module version C</i>	апаратне представлення вузла доступу,
MMSU	<i>Modular Metallic Service Unit</i>	– модульний блок фізичних вимірювань
MN	<i>Management Node</i>	– вузол керування,
MSP	<i>Multi service platform</i>	– мультисервісна платформа,
NT	<i>Network termination</i>	– мережне закінчення,
OA&M	<i>Operation, administration and maintenance</i>	– експлуатація, адміністративне керування і технічне обслуговування,
OIU	<i>Optical Interface Unit</i>	– блок оптичного інтерфейсу,
PB	<i>Protection Bus</i>	– захисна шина,
PBX	<i>Private branch exchange</i>	– відомча телефонна станція,
PHUB	<i>Packet HUB</i>	– концентратор пакетів,
PI	<i>Packet Interface</i>	– пакетний інтерфейс
PICB	<i>Peripheral Interface Control Bus</i>	– периферійні інтерфейсні шини керування
PIDB	<i>Peripheral Interface Data Bus</i>	– периферійні інтерфейсні шини даних
PLC	<i>DC/DC power supply, ringing generator in MLC</i>	– плата вторинного електроживлення лінійного модуля <i>MLC</i> ,
PRI	<i>Primary Rate Interface</i>	– інтерфейс первинної швидкості (<i>30B+D</i>),
PSTN	<i>Public switched telephone network</i>	– телефонна комутувана мережа загального користування,
PSU	<i>Packet Switch Unit</i>	– блок пакетної комутації
RAU	<i>Radio Access Unit</i>	– віддалений радіомодуль для підключення аналогових ТА, модемів і комп'ютерів,

RPA	<i>Primary Rate Protection Unit</i>	– релейна плата для підключення цифрових трактів E1 і захисту,
RPC	<i>Primary Rate Measurement</i>	– релейна плата для з'єднання виходів резервного блока TPC з шиною захисту,
RSU	<i>Remote switching unit</i>	– віддалений комутаційний блок,
RSUC	<i>RSU Controller</i>	– контролер віддаленого комутаційного блока,
RTI	<i>Remote timeslot interchange</i>	– віддалений комутатор часових каналів,
SAC	<i>Subscriber Analog Board</i>	– абонентська плата для 32 портів підключення ААЛ,
SAN	<i>Switch and Access Node</i>	– вузол комутації і доступу,
SBA	<i>Subscriber Board A</i>	– абонентська плата для 16 чотирипровідних інтерфейсів типу S,
SBB	<i>Subscriber Board</i>	– абонентська плата для 16 інтерфейсів базового доступу ISDN,
SBC	<i>Subscriber Board</i>	– абонентська плата (ТЭЗ) для 16 двопровідних інтерфейсів типу U,
SMP	<i>Switching Module Processor</i>	- керівний процесор комутаційного модуля
SN	<i>Switch Node</i>	– вузол комутації,
SP	<i>Signalling Processor</i>	- сигнальний процесор
SS7	<i>Signaling system № 7</i>	– спільноканальна система сигналізації,
SSNC	<i>Signaling system network control</i>	– мережний контролер системи сигналізації,
SSP	<i>Service switching point</i>	– пункт комутації послуг інтелектуальної мережі,
SWC	<i>Switch Communication</i>	– комутаційне поле ємністю 16×16 трактів 16 Мбіт/с,
TAA	<i>Analogue Trunk Line, A</i>	– плата для 16 двопроводових ФЗЛ інтерфейсів типу C ₂₂ ,
TAB	<i>Analogue Trunk Line, B</i>	– плата для 8 АЗЛ каналів СП ЧРК інтерфейсів типу C ₂₂ ,
TB	<i>Test Bus</i>	– випробувальна шина,
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>	– протокол керування передачею/протокол Інтернету,
TPC	<i>Primary Rate Access Interface</i>	– інтерфейс первинного доступу TPC можливо підімкнути до 16 трактів E1,
TPE	<i>Digital Trunk Unit in ML</i>	– плата інтерфейсу цифрових ЗЛ,
TSI	<i>Time Slot Interchanger</i>	- просторово – часовий комутатор
V5	<i>ETSI standard access interface</i>	– стандартний інтерфейс мережі доступу,
VoIP	<i>Voice over Internet Protocol</i>	– передача мовлення Інтернетом,
WLL	<i>Wireless Local Loop</i>	– безпроводовий абонентський доступ ,
WWW	<i>World Wide Web</i>	– всесвітня павутина, інтерактивна інформаційна система мережі Internet.
xDSL	<i>Digital Subscriber Line</i>	– цифрова абонентська лінія, де x – вид технологій високошвидкісних ліній DSL,

