

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Факультет електроніки та інформаційних технологій**  
**Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Анатолій ОПАНАСЮК

\_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавра**

зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,  
освітньо-професійної програми «Мережеві та інтернет-технології»

На тему:

Проектування цифрової комутаційної системи

Здобувача групи ТК-91

Решетников Богдан Вікторович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Богдан РЕШЕТНИКОВ

Керівник,

кандидат к.т.н., ст. викладач \_\_\_\_\_

Олексій ГОРЯЧЕВ

**Суми – 2023**

«Затверджую»

В.о. завідувача кафедри

Анатолій ОПАНАСЮК

(підпис)

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка, освітньо-професійної програми «Мережеві та інтернет-технології»  
здобувача групи ТК-91 Решетніков Богдан Вікторович

- Тема роботи: «Проектування цифрової комутаційної системи»  
затверджую наказом по СумДУ від «31» березня 2023 р. № 0316 - VI
- Термін здачі здобувачем кваліфікаційної роботи до 09 червня 2023 року
- Вхідні дані до кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити): 1. Огляд та аналіз основних характеристик міських телефонних мереж (MTM). 2. Система EWSD, опис її структури, технічних даних та основних елементів. 3. Принципи, на яких базується побудова і функціонування системи EWSD. 4. Процес встановлення внутрішньостанційного з'єднання системи EWSD. 5. Конструктивні особливості системи EWSD. 6. Розрахунок інтенсивності навантаження проектованої цифрової комутаційної системи. 7. Аналіз та розрахунок необхідного обсягу обладнання для проектованої цифрової комутаційної системи.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Схема побудови MTM. 2. Структурна схема EWSD у загальному вигляді. 3. Структурна схема системи EWSD для проектованої цифрової комутаційної системи.
- Консультанти до проекту (роботи), із значенням розділів проекту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «21» березня 2023 р.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1	<i>Огляд літератури та постановка задачі проектування</i>	березень 2023	
2	<i>Огляд та аналіз основних характеристик міських телефонних мереж (МТМ)</i>	березень 2023	
3	<i>Система EWSD, опис її структури, технічних даних та основних елементів</i>	квітень 2023	
4	<i>Принципи, на яких базується побудова і функціонування системи EWSD</i>	квітень 2023	
5	<i>Процес встановлення внутрішньостанційного з'єднання системи EWSD</i>	квітень 2023	
6	<i>Конструктивні особливості системи EWSD</i>	квітень 2023	
7	<i>Розрахунок інтенсивності навантаження проектованої цифрової комутаційної системи</i>	травень 2023	
8	<i>Аналіз та розрахунок необхідного обсягу обладнання для проектованої цифрової комутаційної системи</i>	травень 2023	
9	<i>Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи</i>	травень 2023	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

## **АНОТАЦІЯ**

**Записка:** 54 стор., 15 рис., 3 додатки, 10 джерел.

Обґрунтування актуальності теми роботи – Тема кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки присвячена проектуванню цифрової комутаційної системи, шляхом розробки відповідних методів, моделей та інформаційних технологій.

**Об'єкт дослідження** — Проектування цифрової комутаційної системи.

**Мета роботи** — розрахунок інтенсивності навантаження проектованої цифрової комутаційної системи, аналіз та розрахунок необхідного обсягу обладнання для проектованої цифрової комутаційної системи.

**Методи дослідження** — технології проектування систем комутацій, система EWSD.

**Результати** — розроблено проектування цифрової комутаційної системи, її розрахунок інтенсивності навантаження, аналіз та розрахунок необхідного обсягу обладнання, за допомогою системи EWSD.

# ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІСЬКИХ ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖ (МТМ)	7
2 СИСТЕМА EWSD, ОПИС ЇЇ СТРУКТУРИ, ТЕХНІЧНИХ ДАНИХ ТА ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	15
3 ПРИНЦИПИ, НА ЯКИХ БАЗУЄТЬСЯ ПОБУДОВА І ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ EWSD, ЇЇ СТРУКТУРНА СХЕМА	17
4 ПРОЦЕС ВСТАНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНОГО З'ЄДНАННЯ СИСТЕМИ EWSD	27
5 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ EWSD	30
6 РОЗРАХУНОК ІНТЕНСИВНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ ПРОЕКТОВАНОЇ ЦИФРОВОЇ КОМУТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	32
7 АНАЛІЗ ТА РОЗРАХУНОК НЕОХІДНОГО ОБСЯГУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТОВАНОЇ ЦИФРОВОЇ КОМУТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	36
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50
ДОДАТОК А	51
ДОДАТОК Б	52
ДОДАТОК В	54

					ТК 6.05080202.013 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

## ВСТУП

В умовах розмаїття телекомунікаційних технологій, їх стрімкого прогресу та зростання попиту на нові послуги з боку користувачів постають нові завдання, пов'язані із забезпеченням якості телекомунікаційних мереж.

Сучасний стан розвитку телекомунікацій характеризується процесами конвергенції телекомунікаційних мереж – взаємного проникнення традиційних мереж з комутацією каналів і пакетних мереж у напрямку побудови універсальної мультисервісної та мультимедійної телекомунікаційної мережі.

Цифрові системи комутації є невід'ємною частиною сучасного світу зв'язку. Вони забезпечують передачу голосової інформації в широкому діапазоні ситуацій, від міських телефонних мереж до складних корпоративних мереж. Проектування цифрових комутаційних систем є важливим завданням, яке вимагає глибокого розуміння їх структури, принципів роботи та характеристик.

Метою є дослідження та розробка системи цифрової комутації, яка враховує сучасні потреби та виклики. Робота спрямована на вивчення основних характеристик міських телефонних мереж, аналіз системи EWSD, включаючи її структуру, технічні характеристики та основні елементи, а також вивчення принципів побудови та функціонування цієї системи. Крім того, буде розглянуто процес створення внутрішньостанційного зв'язку, конструктивні особливості системи EWSD, а також розрахунок інтенсивності навантаження та кількості обладнання для проектування АТС.

Ця робота є актуальною, оскільки вона дозволить поглибити розуміння систем цифрової комутації та їх значення в сучасному світі зв'язку. Дослідження та розробка дизайну системи цифрової комутації має практичне значення для розширення можливостей і підвищення ефективності телефонних мереж.

Одне з головних завдань операторів зв'язку – надавати користувачам як традиційні, так і нові послуги на високому якісному рівні. На даний час показники якості роботи телефонних мереж досліджено, але недостатньо проаналізовано фактори, що впливають на ці показники в умовах конвергенції телекомунікаційних мереж.

В умовах конвергенції телекомунікаційних мереж методика визначення показників якості телефонної мережі потребує вдосконалення. Недоопрацьованість з наукової та науково-практичної точки зору вищезазначених тем погіршує якість роботи та знижує ефективність використання ресурсів цифрової телефонної мережі.

Існуючі методики розрахунку кількості з'єднувальних ліній не враховують коливання інтенсивності навантаження або враховують коливання інтенсивності навантаження, визначені теоретичними розрахунками.

Якість цифрової телефонної мережі визначається набором пов'язаних характеристик: пропускною здатністю, коефіцієнтом доступності пучків маршрутів між телекомунікаційними системами, показниками якості

					ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ	Лист
						5
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

обслуговування спроб встановлення з'єднань, показниками якості наданого з'єднання, ефективністю у використанні мережевих ресурсів.

Показники якості обслуговування при спробі з'єднання включають: ефективне співвідношення спроб з'єднання, ймовірність втрати з'єднання, коефіцієнт втрат виклику, коефіцієнт ефективності мережі, час встановлення з'єднання та час переривання з'єднання.

Телефонна мережа - комплекс технічних споруд і обладнання, призначених для телефонного зв'язку, що складається з телефонних вузлів, телефонних станцій, ліній зв'язку та абонентських пунктів.

Автоматична телефонна станція (АТС) - система пристроїв, що забезпечує автоматичне з'єднання (без участі оператора) і підтримку телефонного зв'язку між абонентами цієї АТС, які використовують для цього спеціальні кінцеві пристрої - телефони, факси тощо. (Історично таку станцію називали місцевою АТС, тобто місцевою АТС, де немає зовнішньої телефонної мережі). Якщо АТС є одним з елементів телефонної мережі, то ця АТС повинна забезпечувати зв'язок і підтримку зв'язку з усіма абонентами мережі - як «своїми», так і підключеними до інших АТС мережі.

Система АТС забезпечує встановлення, підтримку та завершення з'єднань між пристроями, а також додатковий функціонал. Це забезпечується використанням телефонної звітності.

					<i>ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						6
<i>Змін.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІСЬКИХ ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖ (МТМ)

Міські телефонні мережі (МТМ) є складовою частиною будь-якої телекомунікаційної мережі і призначені для задоволення потреб населення міста, установ, органів і підприємств у передачі телефонних і нетелефонних повідомлень, у тому числі факсимільних повідомлень, даних (включаючи Інтернет) та інші повідомлення згідно запропонованих стандартів для телефонних мереж.

МТМ являють собою набір технічних засобів і програмного забезпечення та реалізують відповідні функції телефонної мережі, цифрової мережі з інтеграцією послуг, мережі сигналізації загального каналу, мережі синхронізації, інтелектуальної мережі (ІМ), регіональної мобільної мережі (РММ), телекомунікаційна мережа управління (ТМУ).

Залежно від виконуваних функцій станції міської телефонної мережі класифікують за видами:

1. Опорні станції (ОПС), що забезпечують вихідний, вхідний, місцевий та міжміський зв'язок абонентам даної ОПС та включених до неї підстанцій.

До складу ОПС можуть входити:

- абонентські лінії (АЛ), лінії таксофонів місцевого зв'язку (ТсфАТС) та міжміського зв'язку (ТсфАМТС) та універсальних таксофонів;
- лінії з мультиплексорами та концентраторами, підстанціями;
- лінії з малими установчими станціями (УАТС);
- лінії переговорних пунктів для ведення вихідних та вхідних міжміських переговорів;
- сполучні лінії (СЛ) з іншими ОПС, опорно-транзитними станціями (ОПТС), транзитними станціями (ТС), комбінованими АТС(КАТС);
- сполучні лінії міжміського зв'язку (СЛМ) від міжміської телефонної станції (МТС) або від вузла вхідних повідомлень міжміського (ВВПМ);
- замовно-з'єднувальні лінії (ЗСЛ) до автоматичної міжміської телефонної станції (АМТС) або вузла замовно-з'єднувальних ліній (ВЗЗЛ).

2. Транзитні станції (ТЗ), які забезпечують комутацію транзитного навантаження.

У ТС включаються сполучні лінії від ОПС, ОПТС, УПАТС, ТС та АМТС. Транзитні станції можуть виконувати функції як окремих, так і суміщених вузлів:

- вузла вхідних повідомлень (ВВП), вузла міжрайонного зв'язку (ВМЗ), призначених для включення та комутації СЛ між ОПС різних вузлових районів, між ОПС різних вузлових районів, між ОПС одного вузлового району при радіальній побудові внутрішньовузлового зв'язку;

									Лист
									7
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					



- вузла вихідних повідомлень міжміського (ВВихПМ), призначеного для включення СЛМ від комутаторів та напівавтоматичного обладнання МТС (на перехідний період);
- вузла вхідних повідомлень, міжміського (ВВхПМ), призначеного для включення та комутації СЛМ від ВВПМ та АМТС до ОПС;
- вузла спецслужб (ВСС), що забезпечує зв'язок абонентів з екстреними, довідково-інформаційними та рекомендованими службами міста;
- вузла вхідного повідомлення «0»- пучка (ВВП «0»), що комутує СЛ до вузла спецслужб і включає децентралізовані спецслужби;
- ВЗСЛ, призначеного для концентрації в одному пункті ЗСЛ від ряду ОПС та промобладнання для зв'язку з АМТС;
- вузла обхідних зв'язків (ВОС), призначеного для організації обхідних шляхів;
- вузла відомчих телефонних станцій (ВВТС), призначеного для включення з'єднувальних ліній, якими здійснюються вхідні та вихідні від абонентів ВПАТС;
- вузла сільсько-приміського зв'язку (ВСП), призначеного для організації транзитних з'єднань між станціями СТС та МТМ, а також між станціями СТС, СТС та УС, СТС та АМТС.

ВСП організовується при МТМ обласного, крайового, республіканського центрів або віддалених міста, визначених при розміщенні на їх території сільських районних адміністративних та господарських організацій.

3. Опорно-транзитні станції (ОПТС), що виконують функції опорної та транзитної станції одночасно;

4. Комбіновані АТС, що виконують функції ОПС, ОПТС та АМТС одночасно.

Відомчі комунікації можна надсилати до МТМ і організовувати некомутаційні мережеві вузли (СУ). Відомчі мережі зв'язку організовуються за допомогою однієї або декількох станцій, які зараз називаються УПАТС і малими УАТС. Як правило, доступ абонентів відомчої мережі до мережі зв'язку загального користування (МЗЗ) організовується через станцію.

Структурно МТМ складається з мережі абонентського доступу та міжстанційної мережі зв'язку (ММЗ).

Мережа абонентського доступу може здійснюватися за допомогою провідних і радіозв'язків.

За способом організації ММЗ розрізняють такі структури МТМ:

1. Мережі нерайоновані, що складаються з однієї телефонної станції.

Максимальна ємність мережі (при використанні електромеханічних АТС) – 10 000 номерів, нумерація чотиризначна (рис. 1.1).

					<i>ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ</i>	Лист
						8
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

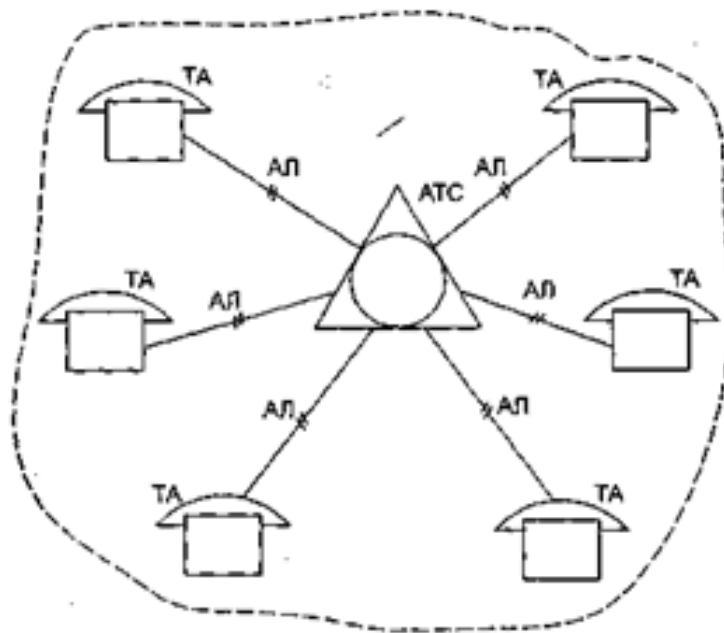


Рис.1.1 Нерайонована МТМ

2. Районована МТМ нумеруються п'ятизначними цифрами за принципом зв'язку ОПР "один до одного". Максимальна ємність мережі – 80 000 номерів. Такі мережі працюють у невеликих містах (рис.1.2).

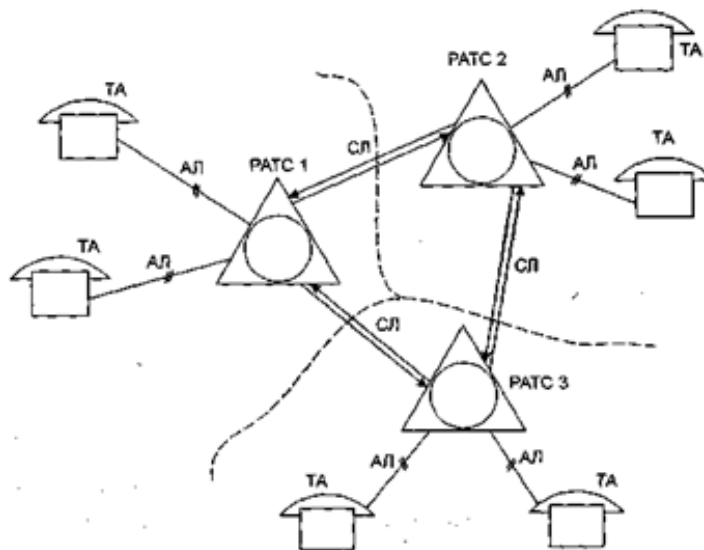


Рис. 1.2 Районована МТМ

3. Мережа вузла вхідних повідомлень (ВВП), шестизначна нумерація. Мережа розділена на зони вузлів (УР), кожна зона може мати до 10 станцій і ВВП. Максимальна ємність мережі – 800 000 номерів. У межах вузлового району АТС підключаються за принципом «кожен на кожного». Для з'єднання ліній вони включаються в ВВП іншого вузлового району. Такі аналогові телефонні мережі використовувалися в більшості обласних центрів (рис.1.3).

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

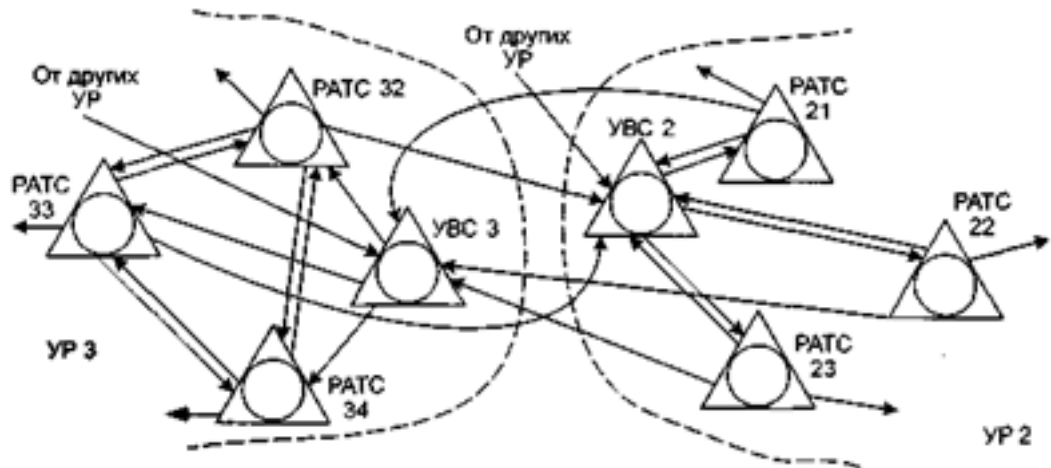


Рис. 1.3 Структура МТМ с ВВП

4. МТМ із вузлами вхідних (ВВхП) та вихідних повідомлень (ВВихП), нумерація семизначна. Організуються великі телефонні вузли, у кожному з яких є один ВВхП і ВВихП. З'єднання між АТС різних телефонних вузлів здійснюється через «власний» ВВихП та ВВхП іншого телефонного вузла. Максимальна ємність мережі-8 млн. номерів (рис. 1.4).

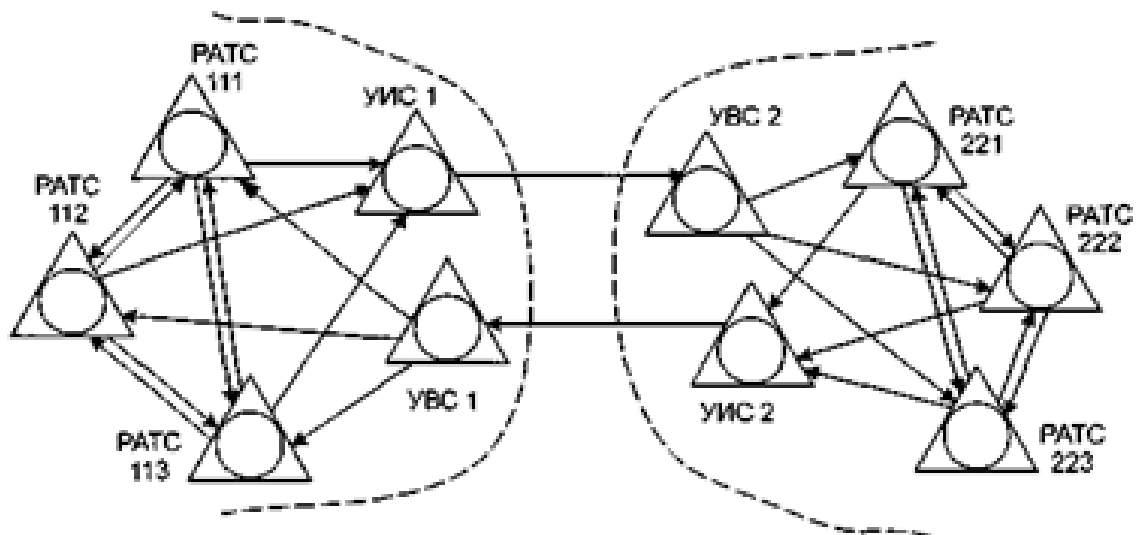


Рис. 1.4 Структура МТМ з ВВхП і ВВихП

5. Комбінований МТМ. Якщо місто є центром сільського адміністративного району, то доцільно будувати комбіновану місцеву телефонну мережу (КТС), поєднуючи МТМ і СТС. У цьому випадку на МТМ передбачається організація транзитного вузла вихідного та вхідного зв'язку сільсько-приміського зв'язку (ВСП) або ЦС. Зв'язок між станціями СТС, а також їх з'єднання з МТМ (рис. 1.5) відбувається через ВСП.

З 1993 року на МТМ поставляються тільки цифрові АТС, для яких системи сигналізації ОКС №7, EDSS1 і можливе включення абонентів ЦСІБ. З введенням ГКС №7 з'єднувальні лінії є двонаправленими.

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

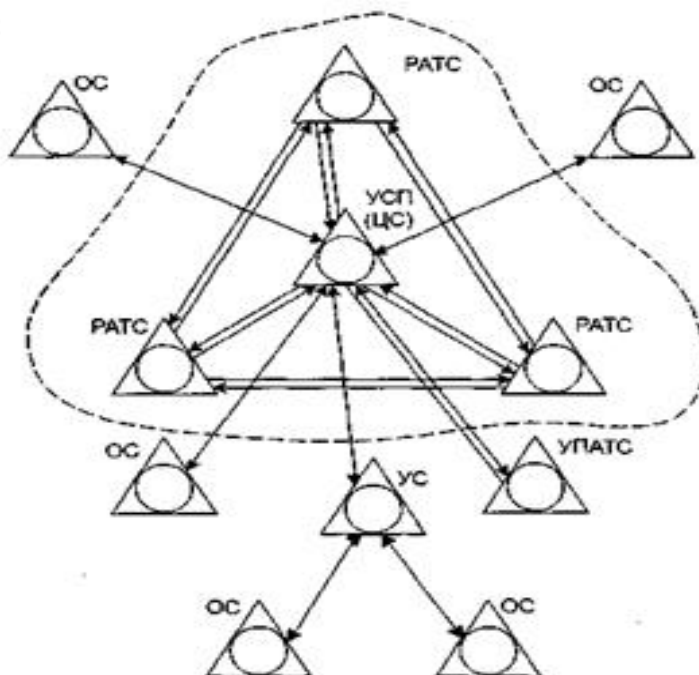


Рис. 1.5 Комбінована мережа на основі МТМ

В даний час телефонні мережі на території міст є складними комплексами, що складаються з окремих фрагментів мереж (рис. 1.6).

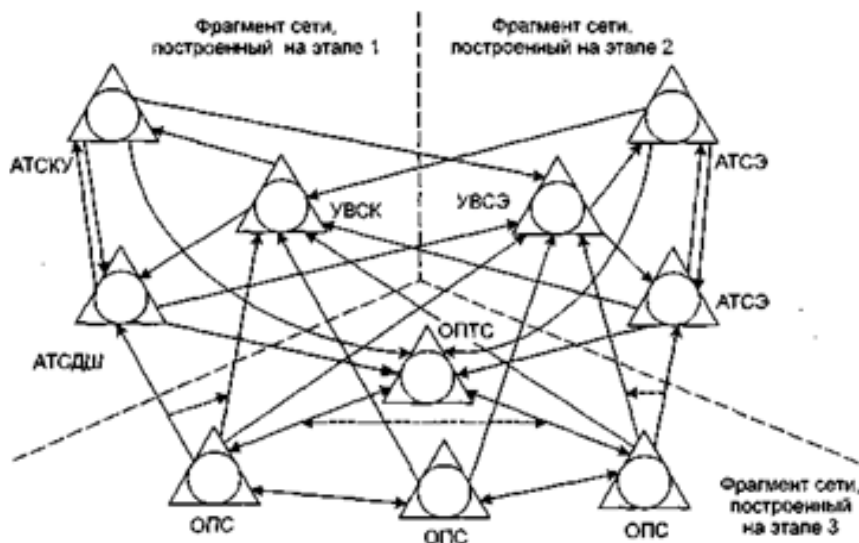


Рис. 1.6 Побудова МТМ на перехідному етапі

Принципи побудови цифрових телефонних мереж визначаються технічними параметрами комутаційного обладнання, систем передачі та економічною доцільністю.

Цифрові станції необхідно підключати до мереж згідно з такими правилами:

- зв'язки між цифровими ОПС, ОПС-АМТС повинні здійснюватися переважно через цифрові вузли, але можливі прямі зв'язки;

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

- цифрова телефонна мережа, «накладена» на існуючу аналогову з ВВхП (рис.1.7) або ВВихП та ВВхП (рис 1.8), являє собою один або кілька цифрових вузлових районів;

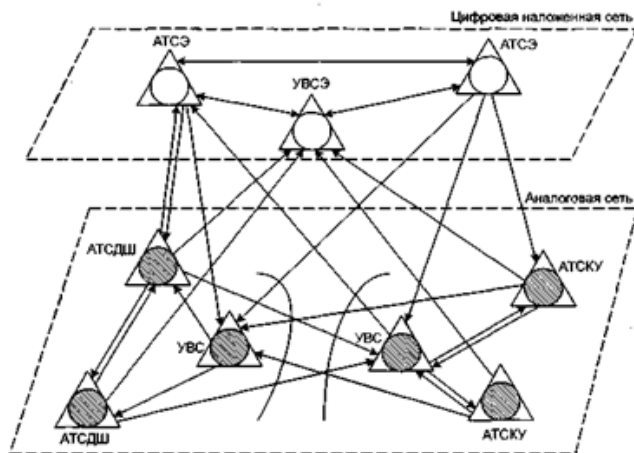


Рис. 1.8 Структура аналого-цифрової мережі з вузлами вхідних повідомлень (ВВхП)

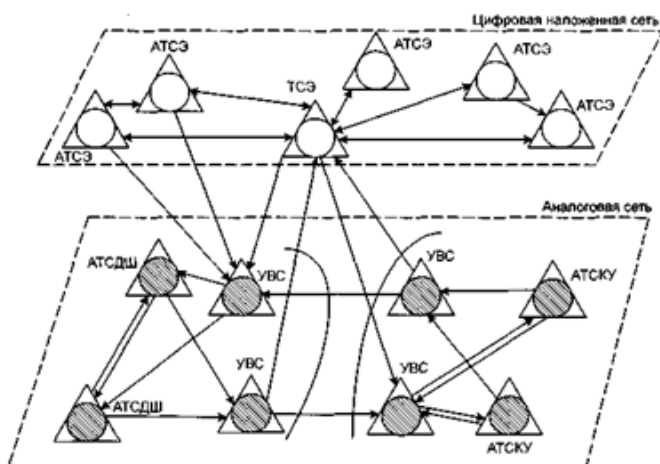


Рис. 1.9 Структура аналого-цифрової мережі з вузлами вхідних (ВВхП) та вихідних повідомлень (ВВихП)

- для зв'язку від існуючих аналогових АТС до цифрових у цифрових вузлових районах повинні встановлюватися цифрові вузли вхідних повідомлень (ВВхП);
- обладнання цифрових ВВП одночасно може виконувати функції вузлів вихідних та вхідних повідомлень (ВВхВихП). Така транзитна електронна станція на рис.1.8 позначена ТЕС;
- при зв'язку між цифровими станціями повинні використовуватись цифрові канали системи передачі PDH, SDH з установкою на стороні аналогових АТС обладнання аналого-цифрового перетворення;
- між нововстановленими цифровими станціями та вже наявними в експлуатації має бути забезпечене узгодження систем сигналізації;

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата





## 2 СИСТЕМА EWSD, ОПИС ЇЇ СТРУКТУРИ, ТЕХНІЧНИХ ДАНИХ ТА ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Система цифрової комутації Версія EWSD V.15 - це новітня система цифрової комутації, сертифікована для використання в міжнародних, міжміських, міських, відомчих і мобільних мережах зв'язку. Відповідає всім сучасним вимогам до систем комутації. Це універсальна система, яка має багато застосувань у телекомунікаційних мережах.

У місцевих телефонних мережах система EWSD використовується як локальний вузол комутації, підключений до 600 000 АЛ. До 240 000 СЛ можна підключити вхідні, вихідні або двонаправлені транзитні вузли комутатора EWSD. Цифрова система комутації EWSD версії V.15 може працювати як вузол з'єднання. EWSD реалізує всі необхідні для цього функції, такі як сигналізація для міжнародного зв'язку, компенсація відлуння для міжконтинентальних і супутникових з'єднань, а також функції взаємного розрахунку між адміністраціями мереж зв'язку різних країн.

Крім того, система EWSD використовується як:

- комутаційного центру рухомого зв'язку (КЦРЗ) у мережах рухомого зв'язку EWSD забезпечує реалізацію всіх специфічних для мобільного зв'язку функцій, необхідних для роботи мережі рухомого зв'язку;
- пункту комутації послуг (ПКП) в інтелектуальних мережах (ІМ);
- автономного транзитного пункту сигналізації (АТПС).

Максимально можлива загальна інтенсивність трафіку становить 100 000 ерл. Системі може знадобитися до 4 мільйонів спроб встановити з'єднання на ЧНН. EWSD підтримує обробку трафіку, що надходить від інших комутаційних вузлів і передається у зворотному напрямку, у всіх стандартних режимах сигналізації, таких як MFC R1, MFC R2, МККТТ №5 та ГКС №7. Усі перелічені системи сигналізації реалізовані відповідно до рекомендацій ІТУ-Т.

Принцип управління підключенням в EWSD є ієрархічним. Процесори в цифрових абонентських пристроях DLU і магістральних групах LTG виконують велику кількість рутинних функцій. Вони також зменшують навантаження обробки викликів на процесори координації SR, які виконують функції обробки викликів, адміністрування, надійності та обслуговування.

Все обладнання комутаційного вузла EWSD розташоване на стійках. Їх кількість залежить від потужності системи.

Механічна конструкція обладнання забезпечує швидку та легку установку, економічне обслуговування та гнучке розширення системи, його основні блоки:

- знімні модулі у вигляді багатопарових друкованих плат із роз'ємами стандартизованих розмірів;
- модульні касети, в яких модулі встановлюються з передньої сторони, а кабелі підключаються із задньої;
- стативи із захисною обшивкою, організовані в стативні ряди;

										Лист
										15
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						





### **3 ПРИНЦИПИ, НА ЯКИХ БАЗУЄТЬСЯ ПОБУДОВА І ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ EWSD, ЇЇ СТРУКТУРНА СХЕМА**

Структурна схема системи EWSD типова, але в залежності від використання в мережі обладнання може включати окремі функціональні блоки підсистеми доступу. При розробці структурної схеми конкретного вузла комутації необхідно визначити склад обладнання, спосіб розміщення абонентських установок (місцеві або виносні) і спосіб підключення їх до груп ліній LTG, типи груп ліній LTG, використовувані, системи сигналізації для роботи з іншими АТС в мережі та що необхідно для цього обладнання, способи включення АТС тощо.

При використанні системи версії EWSD як опорної станції (ОПС) або опорної транзитної станції (ОПТС) міської мережі зв'язку (ММЗ) до складу обладнання входять наступні функціональні блоки підсистеми доступу: цифровий абонентський блок локальний DLU для аналогового зв'язку та цифровий АЛ і СЛ від офісної АТС малої місткості, що працює на інтерфейсі користувача, пульт дистанційного керування RCU, віддалені пристрої користувача RDLUG у захищеному корпусі, групи магістралей LTG з функціями В (для підключення блоків DLU до SN) і С (для підключення до SN SL від іншої АТС, ЗЗЛ і SLM для зв'язку з ЗТУ).

Структурна схема системи EWSD типова, але в залежності від використання в мережі обладнання може включати окремі функціональні блоки підсистеми доступу. При розробці структурної схеми конкретного вузла комутації необхідно визначити склад обладнання, спосіб розміщення абонентських установок (місцеві або виносні) і спосіб підключення їх до груп ліній LTG, типи груп ліній LTG, використовувані, системи сигналізації для роботи з іншими АТС в мережі та що необхідно для цього обладнання, способи включення АТС тощо.

Структура системи EWSD включає програмно-апаратні засоби, а програмне забезпечення має модульну структуру. Один або кілька модулів об'єднані в програмні підсистеми.

Операційна система EWSD складається з додатків і програм користувача.

Прикладні програми подібні до апаратного забезпечення та однакові для всіх комутаційних станцій.

Програми користувача залежать від конкретної програми станції в мережі та відрізняються залежно від конфігурації станції. Апаратне забезпечення системи EWSD поділяється на підсистеми доступу, комутація, звітність, адміністрування та контроль (рис. 3.1).

Підсистема доступу включає віддалені (RCU) і локальні (DLU) абонентські блоки, групи магістралей (LTG) і центральний комутатор часових поясів (НТІ). Підсистема доступу забезпечує підключення цифрових і аналогових абонентів і ліній підключення до комутаційного поля.

										Лист
										17
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

Комутаційна підсистема включає в себе цифрове комутаційне поле SN, яке з'єднує кілька підсистем EWSD. Забезпечує повну готовність усіх підсистем. Його основна робота полягає в створенні зв'язків між LTG.

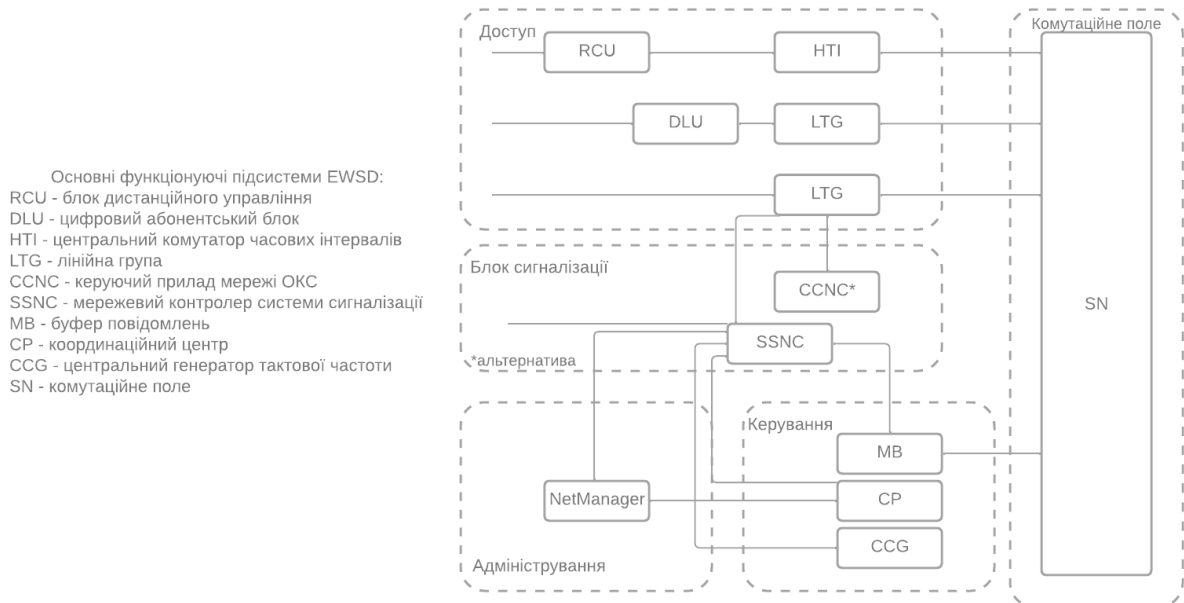


Рис. 3.1 Комутація, сигналізація, адміністрування та управління

Кожне з'єднання для надійності одночасно підключається через обидві половини (площини) комутаційного поля. Крім того, комутаційне поле SN комутує напівпостійні з'єднання між груповими процесорами GP у лінійних групах LTG, а також між груповими процесорами GP та координаційним процесором CP.

Підсистема управління складається з координаційного процесора (CP), буфера повідомлень MB та центрального генератора тактової частоти (CCG).

Процесор CP113 є мультипроцесором, ємність якого нарощується ступенями, завдяки чому він може забезпечити координацію роботи станції будь-якої ємності з відповідною продуктивністю. MB служить для координації внутрішнього обміну інформацією між підсистемами EWSD у межах однієї станції. CCG забезпечує синхронізацію обладнання станції (і за необхідності – мережі).

Система EWSD із сигналізацією за загальним каналом по системі ОКС№7 обладнана спеціальним керуючим пристроєм мережі сигналізації за загальним каналом CCNC або мережевим контролером системи сигналізації SSNC. До CCNC через аналогові або цифрові лінії передачі даних можна підключити до 254 ланок сигналізації, SSNC- до 1500.

Підсистема адміністрування виконує адміністративні функції та складається з модулів NetManager.

Структурна схема станції типу EWSD є типовою, але в залежності від її використання до складу обладнання можуть входити ті чи інші блоки функціональні підсистеми доступу. На рис.3.2 як приклад наведено структурну

схему опорно-транзитної станції (ОПТС) версії V.15, включеної в кільцеву мережу синхронної цифрової ієрархії SDH.

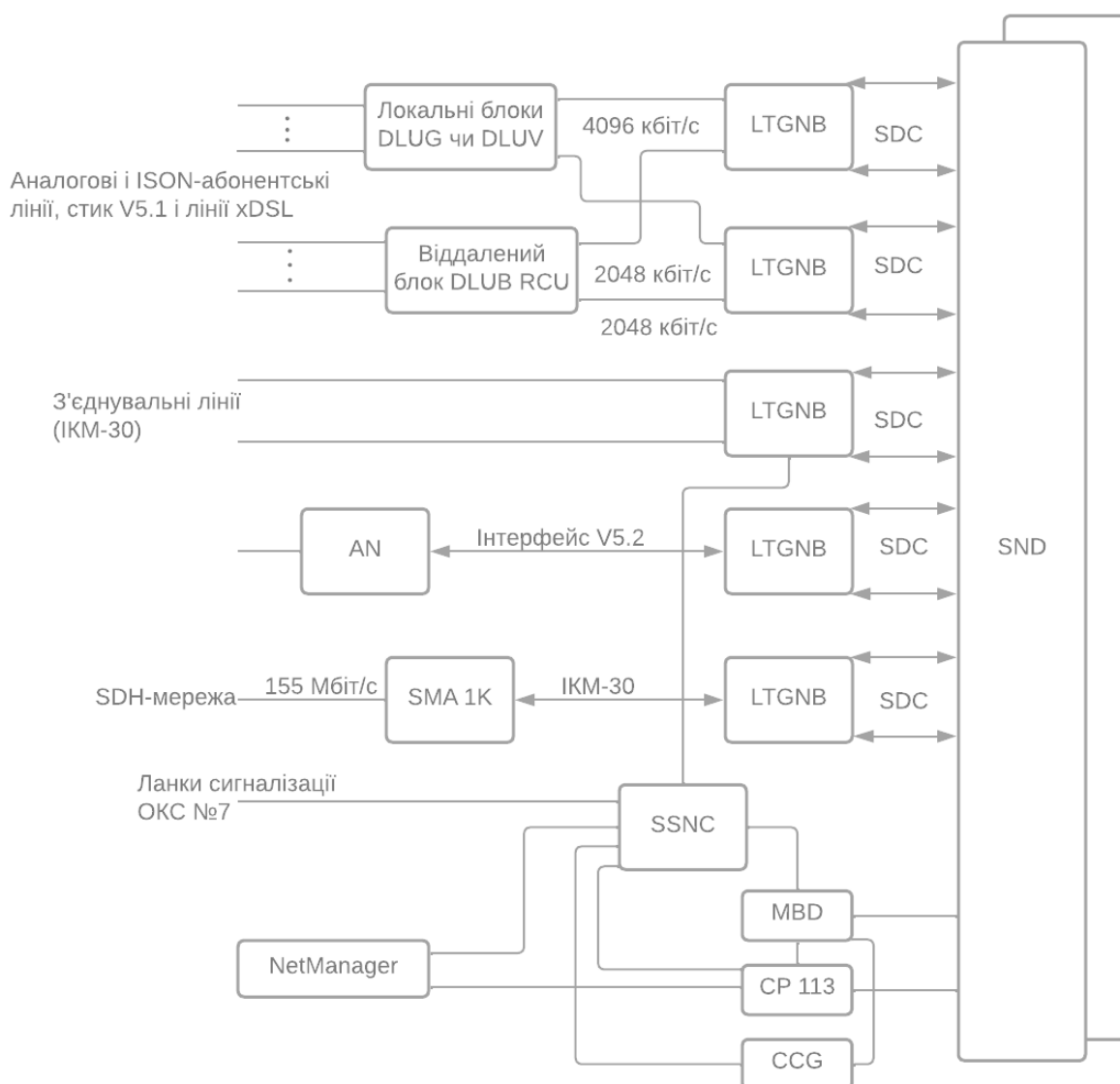


Рис. 3.2 Структурна схема ОПТС

### Апаратне забезпечення системи

Апаратне забезпечення системи EWSD можна розділити на центральні та периферійні системи.

До центральних систем відносяться комутаційне поле (SN), координаційний процесор (CP), буфер повідомлень (MB), центральний тактовий генератор (CCG), мережевий контролер системи сигналізації ОКС № 7 (SSNC) або керуючий пристрій мережі сигналізації (CCNC).

До периферійних систем входять цифрові абонентські блоки (DLU) та лінійні групи (LTG).

### Цифрові абонентські блоки DLU

Цифрові абонентські блоки виконують аналого-цифрове перетворення для аналогових АЛ та концентрацію навантаження. Коефіцієнт концентрації в цифрових абонентських блоках = 8:1.

У версії V.15 системи EWSD використовуються такі типи цифрових абонентських блоків: DLUB, DLUD, DLUG, DLUV, віддалені блок управління RCU, блок RSDLU та блок DLU-150 у захищеному контейнері.

У таблиці 3.1 наведено порівняльні технічні характеристики різних типів абонентських блоків.

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики абонентських блоків DLU

Тип блока DLU	DLUB		DLUD		DLUG	DLUV
Число ліній, підключених до стативу						
Аналогових абонентських ліній	SLMA з ILTF	SLMA без ILTF	SLMA з ILTF	SLMA без ILTF	1984	-
	1776	1760	1904	1888		
ISDN-BA абонентських ліній	1536		1536		720	300
ADSL Lite	432		432		864	-
SDSL	216		216		304	-
Інтерфейсів V5.1	16x2		16x2		4x10	4x10
Пропускна здатність блока, Ерл	100		100		390	75
Число АК в SLMA	16		16		32	-
Число АК в SLMD	8 чи 16		8 чи 16		16	-
Число V5.1 на 1 блок	2		2		10	10
Число DLU на стативі	2		2		2	2

Аналогові абонентські модулі блоків DLU містять тестові модулі ILTF. Якщо модулі відсутні, то для тестування аналогових абонентських модулів можуть використовуватися тестуючі пристрої TU, що займають окремі модулі (при цьому ємність блоку DLU зменшується, тому що плата TU вставляється в модульну касету замість плати абонентського модуля).

Цифровий абонентський бік DLUV за своєю структурою та функціями значно відрізняється від інших абонентських блоків. DLUV служить підключення несистемних апаратних засобів (мереж доступу AN) до системи EWSD.

Найбільш перспективним вважається цифровий абонентський блок типу DLUG.

До абонентських блоків DLUG можуть підключатися такі типи ліній:

- аналогові абонентські лінії;

- цифрові абонентські лінії з базовим доступом ISDN (ISDN-BA); високоростні xDSL-лінії, що функціонують зі швидкістю до 8 Мбіт/с, наприклад, G/Lite (асиметрична цифрова абонентська лінія (ADSL) зменшеною шириною смуги частот), асиметрична цифрова абонентська лінія (ADSL), симетрична цифрова абонентська лінія (ADSL), симетрична цифрова абонентська лінія (SDSL);
- інтерфейси V5.1(DLUV); модулі лінійних/мережевих закінчень LTCD.

Так, DLUG забезпечує інтерфейс V5.1 підключення мереж доступу різних постачальників (AN) до системи комутації EWSD.

Цифровим абонентським блокам DLUG властиві такі характеристики, як:

- висока надійність, що забезпечується за рахунок підключення DLUG максимум до чотирьох лінійних груп (LTG), дублювання центральних модулів DLU, поділу навантаження та постійних самоперевірок;
- висока пропускна спроможність передачі в Інтернеті (швидкість передачі даних до 8 Мбіт/с);
- економічно ефективно використання блоку з вибором локального чи віддаленого режиму роботи;
- передача інтернет-трафіку без збільшення навантаження на комутаційний вузол;
- аварійний режим роботи віддалених блоків DLU у разі повної відмови у зв'язку з опорною станцією.

Блоки DLU можна встановлювати у приміщенні станції або виносити за межі. Виносні DLU забезпечують зменшення довжини абонентських ліній та концентрацію абонентського навантаження на цифрових трактах у бік станції, що дозволяє зменшити капітальні витрати на лінійні споруди в абонентській мережі та покращити якість передачі.

У таблиці 3.2 наведено порівняльні характеристики віддалених абонентських блоків невеликої ємності RSDLU та DLU-150.

Таблиця 3.2 Ємності віддалених абонентських блоків

Тип віддаленого блока	RSDLU	DLU-150		
		Аналогові АЛ з SLMA		Цифрові АЛ
Число включених в блок АЛ	168 аналогових чи цифрових	з ILTF	без ILTF	
				160

При великій кількості віддалених абонентів, зосереджених на невеликій території, використовуються віддалені блоки управління RCU великої ємності.

Їх можна встановлювати як в окремому приміщенні, так і в приміщенні аналогових станцій під час реконструкції. У звичайному режимі блоки DLU RCU працюють незалежно один від одного. З'єднання встановлюються через комутаційне поле станції. В аварійному режимі при несправності зв'язків між деякими абонентськими блоками та опорною станцією можливі з'єднання між аварійними блоками DLU по внутрішніх ІКМ-трактах зі швидкістю 4,096 Мбіт/с, причому неаварійні блоки працюють у звичайному режимі.

За внутрішніми ІКМ-трактами в межах віддалених блоків керування RCU до одного аварійного боку DLU можна підключити до п'яти абонентських блоків.

У таблиці 3.3 наведено характеристики віддалених блоків управління RCU.

Таблиця 3.3 Характеристики віддалених блоків управління RCU

Тип стативів	DLU		DLUB		DLUB			
Число стативів в RCU	6		3		3			
Число АЛ	Аналогові	Цифрові	Аналогові		Цифрові	Аналогові		Цифрові
			SLMA з ILTF	SLMA без ILTF		SLMA з ILTF	SLMA без ILTF	
	5512	5472	5136	4976	4608	5616	5568	4608

У віддалених блоках управління RCU можуть використовуватися стативи DLUG, які встановлюються у приміщенні, контейнері та захищеному контейнері.

Цифрові абонентські блоки DLU, DLUB, DLUD та DLUG мають аналогічну структуру. На рис.3.3 як приклад наведено структуру блоку DLUG.

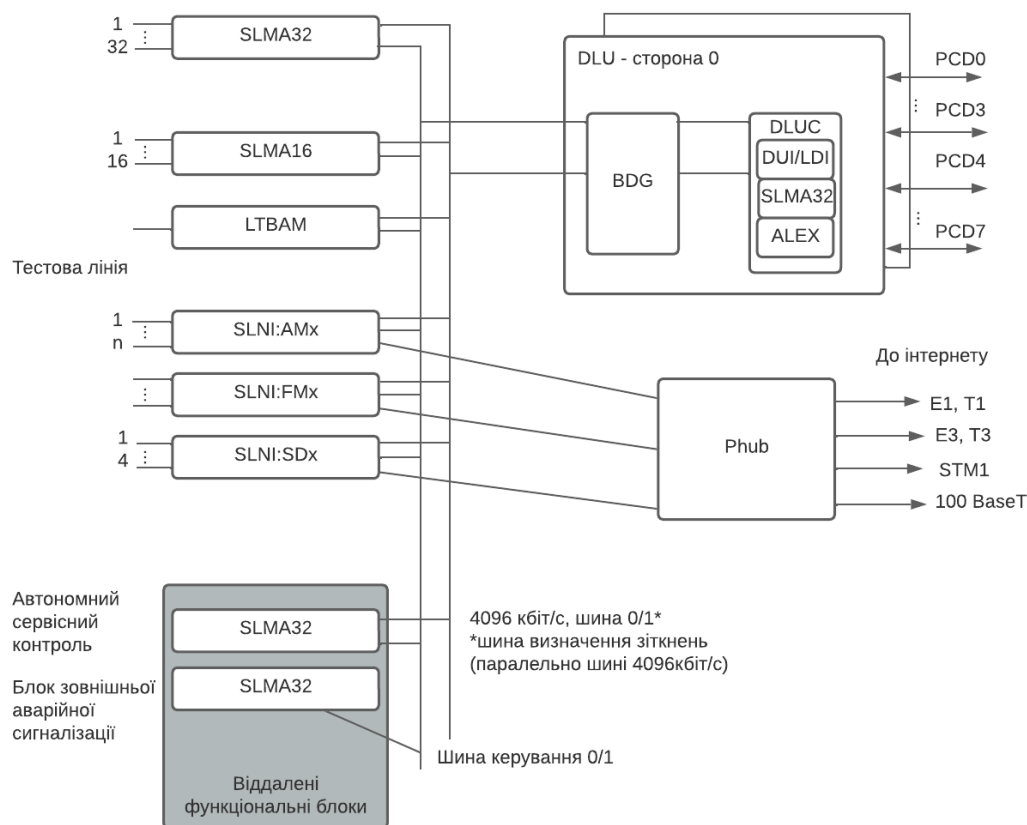


Рис.3.3 Структура блока DLUG

До складу DLUG входять центральні, периферійні та віддалені модулі. Для надійності центральні модулі дублюються та разом формують DLU-сторону.

До центральних функціональних модулів відносяться:

- контролер DLU (DLUC);
- модуль розподілу шин (BDG);
- системи шин (шини: мови, даних, виявлення зіткнень CD).

Контролер DLU (DLUC) керує виконанням функцій всередині DLU та забезпечує надійність всіх функціональних модулів у DLUG. Крім того, DLUC керує обміном інформацією з LTG в обох напрямках.

До складу DLUC входять цифровий інтерфейс DIUD (DIU) або DIU: LDID (LDI), груповий генератор тактовий (GCG), блок зовнішньої аварійної сигналізації (ALEX).

Цифровий інтерфейсний блок DIU/LDI забезпечує такі інтерфейси:

- ІКМ-30-інтерфейси (або ІКМ-24-інтерфейси), DIUD підтримує до восьми інтерфейсів 2048 кбіт/с для підключення восьми первинних цифрових ліній зв'язку ІКМ-30 (PDC), лінії PDC з'єднують DLUG та лінійні групи LTGN;
- LDI-інтерфейс підтримує до чотирьох інтерфейсів 4096 кбіт/с для підключення одного локально використовуваного DLU до груп LTGN.

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата





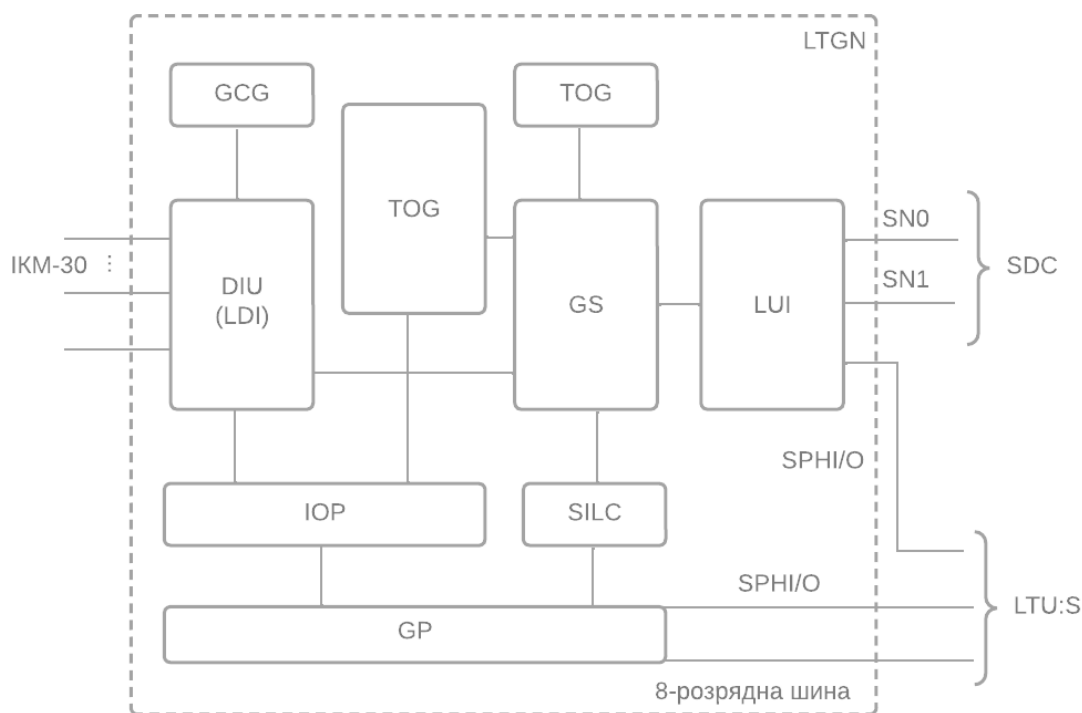


Рис. 3.4 Структурна схема лінійної групи LTGN

Груповий процесор GP перетворює вхідну інформацію, що надходить з оточення комутаційного вузла, у внутрішній формат повідомлення системи та керує функціональними блоками LTGN.

Цифрове комутаційне поле SN

Цифрове комутаційне поле EWSD використовується для комутації голосових трактів, напівпостійних зв'язків між процесорами блоків LTG і координаційним процесором CP.

Повністю доступне комутаційне поле цифрової системи EWSD побудовано за модульним принципом, має невеликий внутрішній блок і в залежності від кількості лінійних груп може використовуватися на станціях будь-якого типу та потужності.

Технічні дані комутаційного поля SN різної ємності наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Технічні дані комутаційного поля SN різної ємності

Ємність SN	15 LTG	63 LTG	126 LTG	252 LTG	504 LTG
Число LTG	15	63	126	252	504
Структура	ВПВ	ВПВ	ВППВ	ВППВ	ВППВ
Пропускна здатність, Ерл	750	3150	6300	12600	25200
Число АЛ для ОПС	7500	30000	60000	120000	240000
Число АЛ для ОПТС	1800	7500	15000	30000	60000

Невеликі телефонні станції мають комутаційне SN:63LTG із структурою В-П-В:

- один ступінь тимчасової комутації, що входить (TSI);
- один ступінь просторової комутації (SS);
- один ступінь тимчасової комутації, що виходить (TSO).

					ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ	Лист
						26
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## 4 ПРОЦЕС ВСТАНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОСТАНЦІЙНОГО З'ЄДНАННЯ СИСТЕМИ EWSD

Схему виконання функціональної послідовності обробки виклику наведено на рис. 4.1

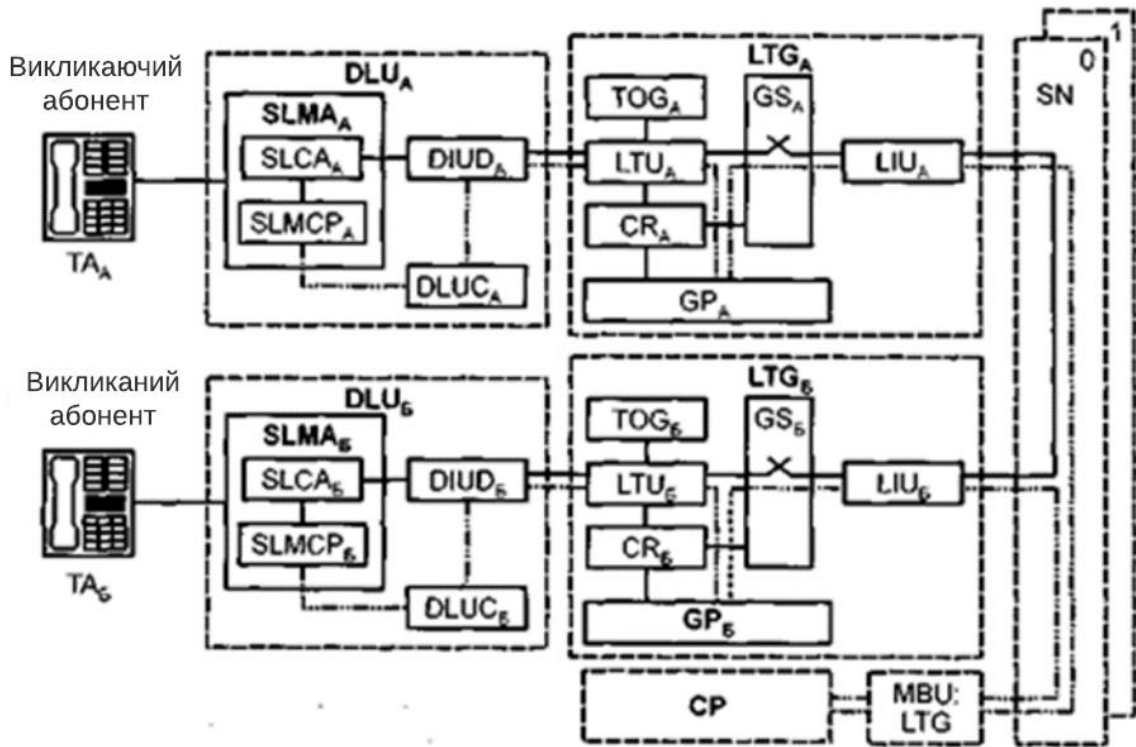


Рис. 4.1 Схема обробки внутрішньостанційного виклику: сигнали керування

### Виклик викликаючим абонентом А станції

Абонент А знімає слухавку. У телефонному апараті абонента А ( $TA_A$ ) через мікрофонний ланцюг замикається шлейф абонентської лінії, тому в абонентському комплекті абонента А- $SLCA_A$  змінюється стан точки сканування. Процесор модуля  $SLMA$ - $SLMCP$ - визначає зміну стану точки сканування в  $SLCA_A$  і видає через шину управління в процесор блоку  $DLU$ - $DLUC$ -інформацію про виклик і лінійний номер  $SLCA_A$ . Процесор  $DLUC_A$  видає цю інформацію через цифровий інтерфейс  $DIUD_A$  і через  $LTU_A$  окремим каналом сигналізації (ОКС) в груповий процесор  $GP_A$  лінійної групи  $LTG_A$ .

Груповий процесор  $GP_A$  лінійної групи  $LTG_A$  визначає категорію абонентської лінії, що викликає, і послуг, перетворює лінійний номер  $SLCA_A$  в програмний, вибирає вільний часовий інтервал в ІКМ-трактах, що йдуть до комутаційного поля  $SN$ , і посилає повідомлення через буфер повідомлень  $MBU:LTG$  в координати інформацією про виклик, програмний номер  $SLCA_A$

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
-------	------	---------	--------	------

та вибраний часовий інтервал. Координаційний процесор CP зазначає у своїй базі динних абонентську лінію абонента А, що викликає, зайнятою.

### **Перевірка розмовного тракту на ділянці від $DLU_A$ та $LTG_A$**

Груповий процесор  $GPA$  лінійної групи  $LTG$  вибирає вільний канальний інтервал в ІКМ-тракті між  $DLU_A$  та  $LTG_A$  та повідомляє по ГКС його номер у  $DLUC_A$ .

Процесор  $GPA$  посилає команду в процесор  $DLUC_A$ , а  $DLUC_A$  - в процесор  $SLMCR_A$  на замикання випробувального тракту в  $SLCA_A$ .

Процесор абонентського модуля  $SLMCR_A$  видає команду на замикання випробувального тракту в  $SLCA_A$  видає команду на замикання випробувального тракту в  $SLCA_A$ . Останній замикає абонентський шлейф і передає повідомлення про це  $DLUC_A$ , який направляє повідомлення в  $GPA$ . Процесор  $GPA$  видає команду підключення через груповий комутатор  $GS_A$  від  $LTG_A$  до  $DLU_A$  і команду в сигнальний комплект  $SU$  на перевірку справності тракту з'єднання. Тональна генератор лінійної групи  $TOG_A$  підключається до тракту передачі, а кодовий приймач  $CR_A$  - до тракту прийому.  $TOG_A$  по розмовному часовому інтервалу видає випробувальний тональний сигнал, якщо  $CR_A$  його приймає, значить тракт виправлено і кодовий приймач  $CR$  посилає відповідний сигнал груповий процесор  $GPA$ .

### **Видача сигналу "Відповідь станції"**

У разі успішної перевірки груповий процесор  $GPA$  видає команду в  $DLUC_A$  –  $SLMCR_A$  на розмикання випробувального тракту та підключення абонентської лінії викликаючого абонента до розмовного тракту через  $SLCA_A$ . Аналоговий телефон може бути з імпульсним або частотним набором номера. Якщо номер набирач телефонного апарату абонента А DTMF (з частотним набором), то  $GPA$  через  $GS$  підключає до розмовного інтервалу  $CR$ ;  $GPA$  посилає команду в лінійний генератор  $TOG$  видати сигнал "Відповідь станції" (ОС). У свою чергу,  $TOG_A$  посилає сигнал ОС з розмовного тимчасового інтервалу в  $TOB$  абонента А, що викликає, частотою 420 Гц.

### **Прийом цифр номера**

При частотному наборі номера двочастотним кодом DTMF «2 з 8» відповідні цифри, що набираються, частоти надходять у кодовий приймач  $CR_A$ , а звідти в груповий процесор  $GPA$ . При шлейфному (імпульсному, декадному) наборі номера абонентського шлейф абонентської лінії, що викликає, замикається і розмикається відповідне набраним цифрам число разів, при цьому змінюється стан точки сканування в  $SLCA_A$ . Процесор модуля  $SLMCR_A$  повідомляє про ці зміни в  $DLUC_A$ , а він через  $DIUD$  по ОКС передає повідомлення в  $GPA$   $LTG_A$ . Після прийому першої цифри  $GPA$  видає команду в  $TOG_A$  на відключення сигналу ОС.

										Лист
										28
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

### **Підключення розмовного тракту через комутаційне поле**

Для забезпечення абонентських з'єднань група LTGN має 127 слотів каналу КІ (1-127) у кожному вторинному цифровому тракті SDC 8 Мбіт/с. З'єднання встановлюються за допомогою поля перемикання SN.

Для кожного підключення потрібен один діапазон каналів у прямому напрямку та один у зворотному напрямку. Кожен із двох тимчасових каналів має однаковий каналний інтервал у відповідних ділянках РСМ 8 Мбіт/с.

Вихідний виклик призначається каналному інтервалу  $x$ , наприклад, через групу LTG, тоді як вхідний виклик призначається каналному інтервалу через координаційний процесор СР. SN поєднує часові інтервали  $h$  і  $i$  в часовому інтервалі  $z$ .

Група LTG завжди передає та приймає голосову інформацію з обох сторін комутаційного поля (SN0 SN1). Таким чином, обидві сторони SN отримують однакову інформацію користувача. Група LTG передає мовну інформацію тільки з активної сторони комутаційного поля до відповідного абонента. Інша сторона поля позначена як неактивна і в разі помилки може негайно передати та отримати інформацію про поточного користувача.

					<i>ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ</i>	Лист
						29
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

## 5 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ EWSD

Апаратні засоби, що використовуються для систем EWSD, характеризуються компактною модульною структурою, що дозволяє оптимально адаптуватися до будь-якої архітектури системи. Модульна система компонування обладнання має такі особливості:

- способи з'єднання за допомогою з'єднувачів, без використання пайки, наприклад, запресування (метод «прес-фіт») у багатошарових платах;
- просте, раціональне складання за допомогою установки в рядах повністю обладнаних, протестованих стативів та відповідним чином підготовлених з'єднувальних кабелів;
- прокладання кабелю без використання кабельних вводів;
- повний захист стативів з використанням дверцят на передній та задній сторонах, що забезпечують необмежений доступ до встановлених усередині блоків;
- оптимальне розсіювання теплоти за допомогою природної конвекції;
- розсіювання теплоти з використанням вентиляторів для стативів із високими рівнями теплових втрат;
- простота обслуговування завдяки простій заміні модулів та застосуванню надійних роз'ємних з'єднань;
- повне екранування від електромагнітних впливів із використанням трьох рівнів екранування: екранування модулів, додаткові екрановані полиці, екранування стативів.

Модульні касети (полиці) розміщені в стативах. У бічних стійках підставки просвердлені отвори з інтервалом 30 мм для забезпечення гнучкого обладнання модульних полиць. Верхня і нижня частини статива є закритими корпусами. Задні стійки розташовані так, щоб кабелі проходили без використання кабельних вводів. Основна стійка має чотири регульовані по висоті ніжки.

Нумерація модульних полиць в стелажі, які називаються монтажними вузлами (MUT), завжди починається зверху, з монтажним блоком MUT 01 - блоком запобіжників.

Статив повністю зібраний, пройшов приймальні випробування на заводі-виробнику, протестований, доставлений замовнику та встановлений блок. Заземлювальні штанги встановлені на лівій і правій штативних опорах. Статив закритий з передньої та задньої сторін парою дверцят та верхньою секцією в кожному випадку. Внаслідок цього глибина шафи становить 500 мм (тип "А") та 600 мм (тип "В"). Для забезпечення необмеженого доступу до блоків у стативі навіть у вузьких експлуатаційних проходах дверцята можуть відкриватися на 180 градусів. Дверцята постійно з'єднані із землею за допомогою контактних шин.

Для захисту від електромагнітних впливів статив може бути закритий з боку бічних стійок стінками, що екранують. Стативи сконструйовані таким

										Лист
										30
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

чином, щоб теплота, що виділяється при роботі встановлених блоків, розсіювалася в навколишньому повітрі шляхом природної конвекції.

Стативи типу «А» та «В» мають такі характеристики:

- маса статива залежно від його статива та встановленого в ньому обладнання від 150 до 350 кг;
- висота 2450 мм (висота 75x30 мм) або 2130 мм (висота 60x30 мм);
- ширина 770 мм (тип "А"), 880 мм (тип "В");
- глибина 460 мм (без зовнішніх панелей), або 500 мм (тип "А", із зовнішніми панелями), або 600 мм (тип "В" із зовнішніми панелями).

					ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ	Лист
						31
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



## 6 РОЗРАХУНОК ІНТЕНСИВНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ ПРОЕКТОВАНОЇ ЦИФРОВОЇ КОМУТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Основними параметрами телефонного навантаження є:

$N$  – кількість джерел телефонного навантаження;

$C$  – середня кількість викликів, створюваних одним джерелом протягом години найбільшого навантаження;

$T$  – середня тривалість одного заняття у годинах;

$Y$  – інтенсивність телефонного навантаження.

Інтенсивність телефонного навантаження визначається за такою формулою:

$$Y = N * C * T, \text{ (Ерл)}$$

Джерелами телефонного навантаження на МТМ є: абонентські лінії виробничого сектора  $N_{пр}$ , квартирних сектора  $N_{кв}$  та лінії таксофонів  $N_{т}$ . Середня кількість викликів від джерела позначаються:  $C_{пр}$ ,  $C_{кв}$ ,  $C_{т}$ . Середня тривалість розмови відповідного джерела навантаження позначаються  $t_{пр}$ ,  $t_{кв}$ ,  $t_{т}$ .

Розрахуємо кількість джерел телефонного навантаження за категоріями:

$$N_{ал} = N_{а} * \%_{ал} = 6200 * 0,98 = 6076 \text{ Ерл}$$

$$N_{кв} = N_{ал} * \%_{кв} = 6076 * 0,28 = 1702 \text{ Ерл}$$

$$N_{пр} = N_{ал} * \%_{пр} = 6076 * 0,72 = 4375 \text{ Ерл}$$

$$N_{кв б} = N_{кв} * \%_{кв б} = 1702 * 0,6 = 1021 \text{ Ерл}$$

$$N_{кв ч} = N_{кв} * \%_{кв ч} = 1702 * 0,4 = 681 \text{ Ерл}$$

$$N_{пр б} = N_{пр} * \%_{кв б} = 4375 * 0,6 = 2625 \text{ Ерл}$$

$$N_{пр ч} = N_{пр} * \%_{кв ч} = 4375 * 0,4 = 1750 \text{ Ерл}$$

Середня тривалість заняття при розмові визначається:

$$t_p = t_y + t_b + t_i + t_o,$$

$t_y$  - середня тривалість встановлення з'єднання;

$t_b$  – середня тривалість прослуховування сигналу КЗВ (контроль здійснення виклику),  $t_b = 7\text{с}$ ;

$t_i$  – середня тривалість розмови однією виклик за категоріями;

$t_o$  - середня тривалість заняття приладів у процесі відбою,  $t_o = 0,6\text{ с}$ .

Середня тривалість встановлення сполуки визначається за формулою

$$t_y = t_{oc} + n * t_n,$$

де  $t_{oc}$  - середня тривалість прослуховування сигналу "відповідь станції",  $t_{oc} = 3\text{с}$ ;

$n$  – число цифр у номері,  $n = 6$ ;

$t_n$  – середня тривалість набору,  $t_n б = 1,5\text{с}$ ,  $t_n год = 0,75\text{с}$ .

Розрахуємо  $t_y$  для батарейного та частотного набору:

$$t_y = t_{oc} + n * t_n,$$

$$t_y = t_{oc} + n * t_{нб} = 12$$

$$t_y = t_{oc} + n * t_{нч} = 7,5$$

Визначимо  $t_p$  за категоріями для абонентів із батарейним та частотним набором:

										Лист
										32
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

$$t_{p \text{ кв } \delta} = 159,6$$

$$t_{p \text{ кв } \text{ч}} = 155,1$$

$$t_{p \text{ пр } \delta} = 109,6$$

$$t_{p \text{ пр } \text{ч}} = 105,1$$

$$t_{p \text{ м}} = 125,1$$

Середня тривалість заняття для одного виклику визначається за такою формулою:

$$t_{\text{ср}} = \alpha * K_p * t_p,$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що залежить від значення  $t_i$  та  $K_p$

$K_p$  – частка викликів, що закінчилися розмовою

$$\text{при } K_p = 0,5 \text{ т} = 159,6 \quad \alpha_{\text{кв}} = 1,16,$$

$$\text{при } K_p = 0,5 \text{ т} = 155,1 \quad \alpha_{\text{кв}} = 1,16,$$

$$\text{при } K_p = 0,5 \text{ т} = 109,6 \quad \alpha_{\text{пр}} = 1,21,$$

$$\text{при } K_p = 0,5 \text{ т} = 105,1 \quad \alpha_{\text{пр}} = 1,23;$$

$$\text{при } K_p = 0,5 \text{ т} = 125,1 \quad \alpha_{\text{т}} = 1,19,$$

Звідси

$$t_{\text{ср кв } \delta} = 92,56$$

$$t_{\text{ср кв } \text{ч}} = 89,95$$

$$t_{\text{ср пр } \delta} = 66,3$$

$$t_{\text{ср пр } \text{ч}} = 64,63$$

$$t_{\text{ср м}} = 74,43$$

Визначимо питомих телефонних навантажень для ліній відповідних категорій за формулою:

$$y_i = (C_i * t_{\text{ср } i}) / 3600, \text{ (Ерл)}$$

де  $C_i$  – середня кількість викликів за категоріями;

$t_{\text{ср } i}$  – тривалість заняття для одного виклику за категоріями.

Розрахуємо питомих навантажень за категоріями для абонентів батареїним та частотним набором:

$$y_{\text{кв } \delta} = 1,1 * 92,56 / 3600 = 0,028$$

$$y_{\text{кв } \text{ч}} = 1,1 * 89,95 / 3600 = 0,027$$

$$y_{\text{пр } \delta} = 4 * 66,3 / 3600 = 0,074$$

$$y_{\text{пр } \text{ч}} = 4 * 64,63 / 3600 = 0,072$$

$$y_{\text{м}} = 10,5 * 74,43 / 3600 = 0,217$$

Визначимо загальне навантаження за категоріями за формулою:

$$Y_i = N_i * y_i,$$

де  $N_i$  – джерело кількості джерел за категоріями;

$y_i$  – питомих навантажень за категоріями.

$$Y_{\text{н/х } \delta} = 2625 * 0,074 = 194,25$$

$$Y_{\text{н/х } \text{ч}} = 1750 * 0,072 = 126$$

$$Y_{\text{кв } \delta} = 1021 * 0,028 = 28,58$$

$$Y_{\text{кв } \text{ч}} = 0,027 * 681 = 18,38$$

$$Y_{\text{м}} = 0,217 * 17 = 3,68$$

$$Y_{\text{ADSL}} = 31 * 0,075 = 2,325$$

$$Y_{\text{ISDN}} = 124 * 0,25 = 31$$

									Лист
									33
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Розрахуємо загальне навантаження від усіх категорій абонентів за формулою:

$$Y_{\text{общ}} = Y_{\text{н/х б}} + Y_{\text{н/х ч}} + Y_{\text{кв б}} + Y_{\text{кв ч}} + Y_{\text{т}} + Y_{\text{ADSL}} + Y_{\text{ISDN}} = 404,239$$

Внутрішньостанційне навантаження залежить від частки внутрішнього повідомлення, РВН - величина, яка визначається за нормами технологічного проектування, РВН = 0,27.

Розрахуємо внутрішнє навантаження на проектувану ОПС за формулою

$$Y_{\text{вих}} = Y_{\text{общ}} * P_{\text{вих}}$$

$$Y_{\text{вих}} = 109,144$$

Розрахуємо вихідне навантаження на проектувану ОПС за формулою

$$Y_{\text{вх}} = Y_{\text{общ}} - Y_{\text{вих}}$$

$$Y_{\text{вх}} = 295,094$$

Навантаження у напрямку до ВСС визначається за формулою

$$Y_{\text{ВСС}} = Y_{\text{вх}} * 0,02 = 5,9018$$

де 0,02 - частка вихідного навантаження до ВСС.

Число з'єднувальних ліній до ВСС визначається за нормами технологічного проектування (НТП) згідно з ємністю станції. Місткість проектуваної ОПС 8 9400 номерів - число ліній 20.

**Примітка:** при ємності станції від 6000 до 8000 номерів кількість ліній до ВСС – 18, при ємності станції від 8000 до 10000 номерів кількість ліній до ВСС – 20.

Навантаження у напрямку АМТС визначається за формулами

$$Y_{\text{АМТСисх}} = N_{\text{ОПС}} * a_{\text{ззл}},$$

$$Y_{\text{АМТСвх}} = N_{\text{ОПС}} * a_{\text{СЛМ}},$$

де  $N_{\text{ОПС}}$  - ємність проектуваної ОПС;

$a_{\text{ззл}}$  – середнє навантаження від одного абонента за вихідними (ЗЗЛ) міжміськими лініями.

$a_{\text{СЛМ}}$  – середнє навантаження від одного абонента по вхідних (СЛМ) міжміських лініях.

$$a_{\text{ззл}} = 0,002$$

$$a_{\text{СЛМ}} = 0,0015$$

$$Y_{\text{АМТСвх}} = 6200 * 0,002 = 12,4 \text{ Ерл}$$

$$Y_{\text{АМТСисх}} = 6200 * 0,0015 = 9,3 \text{ Ерл}$$

Вихідна навантаження у бік міжстанційного зв'язку визначається:

$$Y_{\text{МСС}} = Y_{\text{исх}} - Y_{\text{УСС}} = 289,192$$

Навантаження  $Y_{\text{МСС}}$  розподіляється за напрямками, для цього необхідно розрахувати частки навантажень у кожному напрямку за формулою:

$$n_i = N_i / N_{\text{МТМ}} = 69000$$

										Лист
										34
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

<i>ОПС</i>	<i>Ємність</i>	<i>Номер</i>	<i>Доли навантажень</i>
<i>ОПС</i> 14	6600	n14	0,096
<i>ОПС</i> 15	6800	n15	0,099
<i>ОПС</i> 18	7400	n18	0,107
<i>ОПС</i> 19	7600	n19	0,11
<i>ОПС</i> 20	7800	n20	0,113
<i>ОПС</i> 22	8300	n22	0,12
<i>ОПС</i> 25	8900	n25	0,129
<i>ОПС</i> 27	9300	n27	0,135
<i>ОПС</i> 32	6300	n32	0,091

Навантаження за напрямками міжстанційного зв'язку розраховується:

$$Y_i = Y_{\text{МСС}} * n_i$$

Розрахуємо навантаження за напрямками міжстанційного зв'язку

<i>Y<sub>пп</sub></i>	<i>Доли</i>	<i>Навантажень</i>	<i>Навантаження за напрямком</i>
<i>Y</i> 14	n14	0,096	27,66
<i>Y</i> 15	n15	0,099	28,5
<i>Y</i> 18	n18	0,107	31,01
<i>Y</i> 19	n19	0,11	31,85
<i>Y</i> 20	n20	0,113	32,69
<i>Y</i> 22	n22	0,12	34,79
<i>Y</i> 25	n25	0,129	37,3
<i>Y</i> 27	n27	0,135	38,98
<i>Y</i> 32	n32	0,091	26,4

Визначення кількості сполучних ліній провадиться відповідно до розрахункового значення навантажень за таблицями Башаріна. Імовірність блокування виклику приймаємо 1,5%.

<i>Y<sub>пп</sub></i>	<i>Навантаження за напрямком</i>	<i>Кількість ліній</i>	<i>Потоків ЕІ</i>
<i>Y</i> 14	27,66	38	2
<i>Y</i> 5	28,5	39	2
<i>Y</i> 8	31,01	42	2
<i>Y</i> 19	31,85	43	2
<i>Y</i> 0	32,69	43	2

У	22	34,79	45	3
У	25	37,3	49	3
У	27	38,98	50	3
У	32	26,4	36	2

## 7 АНАЛІЗ ТА РОЗРАХУНОК НЕОХІДНОГО ОБСЯГУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОЕКТОВАНОЇ ЦИФРОВОЇ КОМУТАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Цифрові абонентські блоки (DLU) виконують аналого-цифрове перетворення для аналогових АЛ та концентрацію навантаження для всіх типів ліній (аналогових та цифрових ISDN), включених до DLU. Коефіцієнт концентрації навантаження у цифрових абонентських блоках  $s = 8:1$ .

Крім того, цифрові абонентські блоки DLU забезпечують доступ до мережі Інтернет з використанням різних технологій цифрових абонентських ліній (xDSL).

У версії V.15 системи EWSD використовуються такі типи цифрових абонентських блоків: DLUG, DLUV та DLUP, віддалений комутаційний блок RSU, віддалений блок управління RCU та віддалений блок RDLUG у захищеному контейнері.

Найчастіше використовується цифровий абонентський блок DLUG. До блоків DLUG можуть підключатися:

- аналогові абонентські лінії через аналогові абонентські комплекти (ААК) у модулях SLMA;
- цифрові абонентські лінії з базовим доступом ISDN (ISDN-BA) через цифрові абонентські комплекти (ЦАК) у модулях SLMD;
- високошвидкісні цифрові xDSL-лінії, наприклад: G.Lite (асиметрична цифрова абонентська лінія зі зменшеною шириною смуги частот), асиметрична цифрова абонентська лінія (ADSL), симетрична цифрова абонентська лінія (SDSL);
- Інтерфейси V5.1 від несистемних мереж доступу AN.

Цифровий блок DLUP використовується для підключення абонентських IP-терміналів до системи EWSD. Цифровий абонентський блок DLUV за своєю структурою та функціями значно відрізняється від інших абонентських блоків. Блоки DLUV служать підключення несистемних апаратних засобів (мереж доступу AN) через інтерфейс V 5.1 до системи EWSD. Характеристики блоків DLUG та DLUV наведені у табл. 5.1.1.

Таблиця 5.1.1 - Характеристики абонентських блоків EWSD

Число АЛ, підключаємих до стативу	Тип блока	
	DLUG	DLUV
Аналогових АЛ	1984	---
Цифрових АЛ ISDN-BA	720	300
Ліній ADSL	864	---
Ліній SDSL	304	---
Інтерфейсів V5.1	4 × 10	4 × 10
Пропускна здатність, Ерл.	400	75
Число ААК в модулі SLMA	32	---
Число ЦАК в модулі SLMD	16	---
Число V5.1 в модулі SLM1	10	10
Число DLU на стативі	2	2

Блоки DLU можуть бути встановлені в приміщенні станції або винесені за її межі. Виносні (дистанційні) DLU використовуються для зменшення довжини абонентських ліній і концентрації навантаження абонента на цифрових трактах до станції, що дозволяє зменшити капітальні витрати на лінійні структури абонентської мережі та підвищити якість передачі.

В EWSD використовується декілька типів виносних абонентських пристроїв:

1) Блок дистанційної комутації RSU — це абонентський концентратор великої місткості з внутрішнім перемиканням навантаження. Блок RSU може включати 50 тисяч цифрових і аналогових АЛ або 8500 SL. RSU складається з абонентських блоків DLU та транкових груп LTG. Блок комутації RSU підключається до ОПС через перемикач часових поясів RTI. RTI містить комутаційне поле, що складається з миттєвих перемикачів. Зняті миттєві вимикачі RTI блоків РСУ на ОПС включаються в центральні миттєві вимикачі НТІ.

2) Пульти дистанційного керування - використовуються при великій кількості віддалених абонентів, зосереджених на невеликій території. Пульти дистанційного керування можуть бути встановлені в окремому приміщенні або в приміщенні аналогових станцій при їх реконструкції. До 5952 аналогових АЛ або до 2160 цифрових АЛ можна включити у віддалені блоки RCU. У пультах дистанційного керування RCU використовуються до трьох штативів RDLUG.

3) Блок віддаленого користувача RDLUG у безпечному корпусі – використовується з невеликою кількістю віддалених користувачів і може бути встановлений поза приміщенням. Віддалені пристрої RDLUG можуть містити 150, 400, 700 або 1000 аналогових або цифрових АЛ.

Для нашої версії необхідно використовувати блок дистанційного керування RCU та блок дистанційного керування RDLUG.

## Структура абонентського блоку DLUГ

На рис. 7.1.1 наведено структурну схему блоку DLUГ.

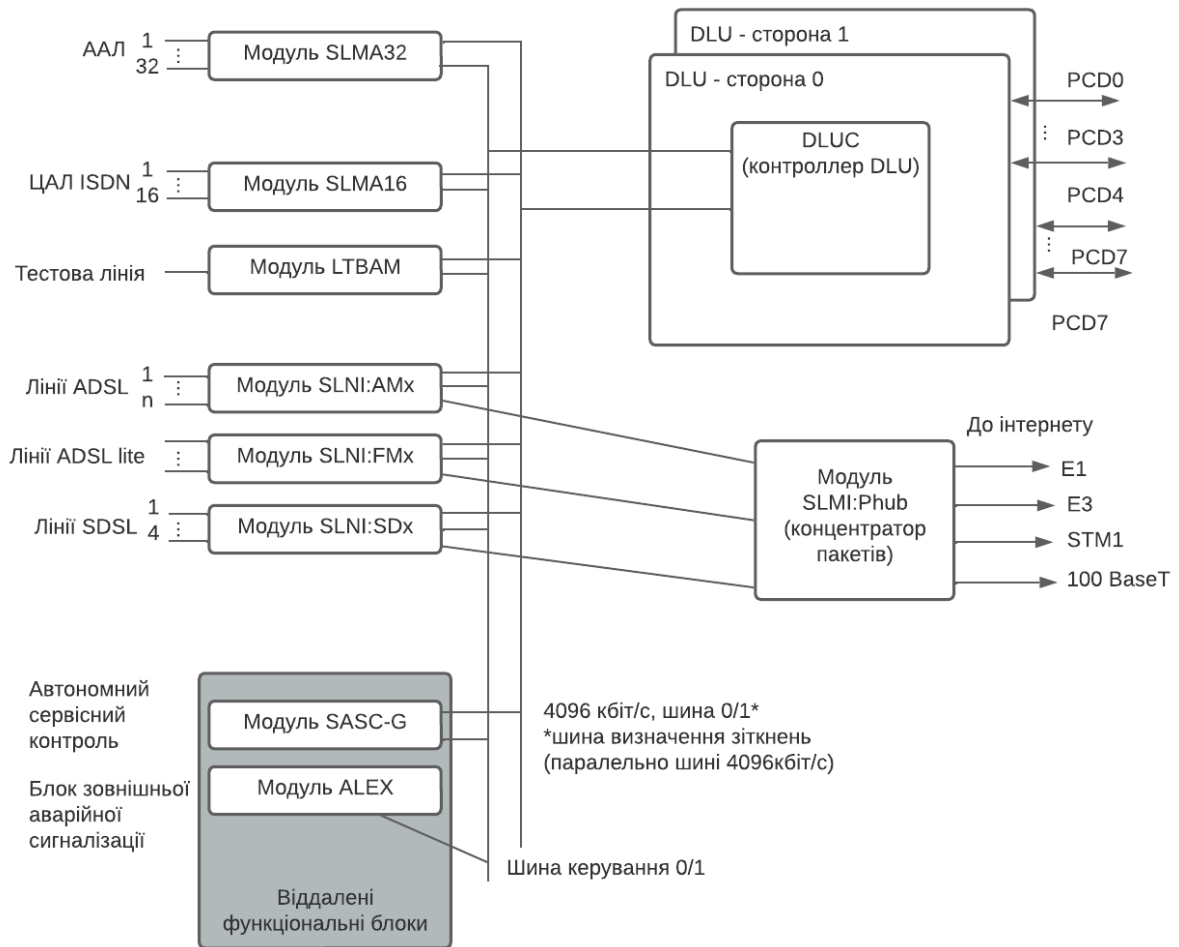


Рисунок 7.1.1 Структурна схема блоку DLUГ

До складу блоку DLUГ входять центральні, периферійні та віддалені модулі. Центральні модулі для надійності дубльовані і разом формують DLU-сторони 0 і 1. У разі відмови в центральному функціональному модулі на одній DLU-стороні обробка викликів може бути продовжена іншою DLU-сторонаю.

До центральних функціональних модулів відносяться:

1) Контролер DLU (DLUC) керує виконанням функцій усередині DLU та забезпечує надійність усіх функціональних модулів у DLUГ. Крім того, DLUC керує обміном інформацією з LTG в обох напрямках.

2) Система шин служить для зв'язку між центральними функціональними блоками та периферійними функціональними блоками DLU. Для надійності система шин дубльована.

До периферійних модулів відносяться:

1) Модуль аналогових абонентських комплектів (SLMA) з інтегрованою тестовою функцією (ILTF) забезпечує підключення абонентських ліній зі

звичайними та спеціальними (для телефонів) функціями. Він містить 32 аналогових абонентських комплекти SLCA.

2) Модуль цифрових абонентських комплектів (SLMD) містить 16 цифрових абонентських комплектів (SLCD) для підключення абонентських ліній базового доступу ISDN (BA).

3) Модулі з Internet-доступом:

- модуль абонентських комплектів SLM1: FMx реалізує функції передачі мови та даних для 16 цифрових абонентських ліній ADSL Lite (без спліттерів). Цей модуль завжди використовується разом з концентратором пакетів, забезпечує швидкість передачі у прямому напрямку (до мережі) 512 кбіт/с та у зворотному напрямку (до абонента) до 1,5 Мбіт/с;
- модуль абонентських комплектів SLM1:AMx для включення асиметричних цифрових абонентських ліній ADSL зі сплітерами та забезпечує швидкість передачі у прямому напрямку 800 кбіт/с, у зворотному напрямку до 8,1 Мбіт/с;
- модуль абонентських комплектів SLM1:SDx для включення симетричних цифрових абонентських ліній SDSL та забезпечує 12 додаткових В-каналів на додаток до стандартних каналів ISDN-BA (2B+D), має пропускну здатність передачі в обох напрямках до 1048 кбіт/с;

4) Модуль концентратора пакетів SLM1:PHub забезпечує доступ до мережі Інтернет за допомогою IP-інтерфейсів за протоколом PPP, Інтернет-трафік передається безпосередньо в АТМ-магістраль. До модуля SLM1:PHub може бути підключено до 8 модулів SLM1: FMx, до 6 модулів SLM1: AMx і до 8 модулів SLM1: SDx. Модуль SLM1:PHub дубльований, кожен модуль Інтернет-доступу пов'язаний з обома концентраторами пакетів, що працюють у режимі «провідний-відомий»;

5) Модуль проводного тестового доступу LTVAM, надає можливість встановлення тестових з'єднань від зовнішнього тестового обладнання до абонентської лінії, що тестується.

Видалені цифрові абонентські блоки додатково містять такі функціональні модулі:

- автономний сервісний контролер SASC-G керує сигнальними та мовними з'єднаннями DLUG або абонентськими лініями в рамках віддаленого блоку RDLUG;
- блок зовнішньої аварійної сигналізації ALEX відповідає на зовнішні по відношенню до системи EWSD аварійні сигнали (наприклад: пожежна сигналізація, несанкціонований доступ, надмірний рівень температури тощо) і передає інформацію про ці сигнали через CP до NetManager.

					<i>ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ</i>	Лист
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		39



### Розрахунок числа локальних блоків DLU

Число місцевих абонентських ліній дорівнює ємності ОПС. З них число абонентських ліній кожної категорії *i* (аналогові чи цифрові) визначається за такою формулою:

$$N_i = N \cdot \frac{N_i \%}{100}$$

де *N* - ємність проекрованої ОПС,

*N<sub>i</sub> %* процент абонентів категорії *i*.

*N<sub>аб аналог</sub>* = 6076

*N<sub>аб цифр</sub>* = 124

Для розрахунку числа цифрових абонентських блоків необхідно визначити ємності та число УПАТС, а також число СЛ, необхідних для підключення цих УПАТС. УПАТС ємністю 10 - 30 номерів включаються до цифрових блоків DLU за абонентським інтерфейсом (по АЛ), УПАТС ємністю 100 – 600 номерів включаються до цифрових блоків DLU за інтерфейсом V5.1, УПАТС ємністю 700 – 1000 номерів за допомогою ІКМ-трактів Е1 зі швидкістю 2,048 Мбіт/с. Число трактів Е1 для зв'язку з УПАТС визначається за табл. 7.1.2. залежно від ємності УПАТС. Результати розрахунків зводяться до таблиці 7.1.3.

Табл. 7.1.2. - Число СЛ для зв'язку УПАТС з ОПС

Ємність УПАТС	Число Е1 або V5.1
від 300 до 600	2
від 700 до 1000	3

УПАТС ємністю до 30 номерів підключається до ОПС-15 за абонентським доступом.

Табл. 7.1.3 – Число ІКМ-трактів для зв'язку з УПАТС

№ УПАТС	Ємність УПАТС	Число Е1 чи V5.1
УПАТС-12	900	Е1 (3)
УПАТС-14	460	V5.1 (2)
УПАТС-17	350	V5.1 (2)
УПАТС-20	500	V5.1 (2)
УПАТС-22	425	V5.1 (2)
УПАТС-25	18	V5.1 (1)
УПАТС-28	760	Е1 (3)
УПАТС-33	925	Е1 (3)

УПАТС-15, УПАТС-17, УПАТС-20, УПАТС-31, УПАТС-35 – включаються до цифрових блоків DLU за інтерфейсом V5.1.

УПАТС-23, УПАТС-28 - включаються до лінійних груп LTG(B) за допомогою ІКМ-трактів Е1.

УПАТС-25 – включається до цифрового блоку DLU за абонентським інтерфейсом (по АЛ).

Кожен цифровий абонентський блок займає дві модульні касети по дві полиці. На одному статурі в залежності від комплектації та типу статуру розміщено два абонентські блоки (4 модульні касети, 8 полиць).

Так як в один статур DLUG можна включити 1984 аналогових АЛ або 720 цифрових АЛ, число статурів DLUG для розміщення локальних абонентських блоків можна визначити як:

$$S_{DLUG} = \left\lceil \frac{N_{MA}}{1984} + \frac{N_{MЦ}}{720} + \frac{N_{ADSL}}{864} + \frac{N_{V5.1}}{40} \right\rceil$$

де [...] - округлення результату розрахунку у бік до цілого числа;

$N_{MA} = 6076$  - кількість місцевих аналогових абонентських ліній;

$N_{MЦ} = 124$  - кількість місцевих цифрових абонентських ліній ISDN;

$N_{ADSL} = 31$  - число асиметричних цифрових абонентських ліній ADSL;

$N_{V5.1} = 9$  - число інтерфейсів V 5.1

Звідси,  $S_{DLUG} = 4$

Число локальних блоків DLUG можна визначити, як

$$N_{DLUG} = 2 \cdot S_{DLUG}$$

оскільки на одному статурі можна розмістити два блоки DLUG.

$$N_{DLUG} = 2 * 4 = 8$$

Оскільки в одному аналоговому абонентському модулі SLMA є 32 аналогові абонентські комплекти SLCA, а в одному цифровому абонентському модулі SLMD – 16 цифрових абонентських комплектів SLCD, то число аналогових та цифрових абонентських модулів визначається за формулами:

$$M_{SLMA} = \left\lceil \frac{N_{MA}}{32} \right\rceil = \left\lceil \frac{6076}{32} \right\rceil = 190$$

$$M_{SLMD} = \left\lceil \frac{N_{MЦ}}{16} \right\rceil = 8$$

В один модуль SLMi:AMx можна включити 8 асиметричних абонентських цифрових ліній ADSL, отже кількість таких модулів дорівнює:

$$M_{SLMi:AMx} = \left\lceil \frac{N_{ADSL}}{8} \right\rceil = \left\lceil \frac{31}{8} \right\rceil = 4$$

Так як до концентратора пакетів SLMi:PHUB може бути підключено до 8-ми модулів SLMi:FMx, до 6-ти модулів SLMi:AMx, до 8-ми модулів SLMi:SDx, то кількість концентраторів пакетів дорівнює:

$$N_{PHUB} = \left\lceil \frac{M_{SLMi:SDx}}{8} \right\rceil = 1$$

### Розрахунок віддалених блоків керування RCU

За вихідними даними, в проєктований ОПС-15 входять 7 віддалених блоків управління RCU, тому їх кількість дорівнює:  $KRCU=7$ . Пульти дистанційного керування RCU оснащений штативами RDLUG. При використанні RCU штатива RDLUG можна включити до 5952 аналогових АЛ або 2160 цифрових АЛ в один RCU.

									Лист
									41
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

RCU може вмістити до трьох штативів RDLUG. Кожен штатив містить два блоки RDLUG. Кількість штативів у кожному абонентському хабі RCU залежить від ємності хабу і дорівнює:

$$S_{RDLUG} = \left\lfloor \frac{N_{Ay}}{5952} + \frac{N_{Цy}}{2880} \right\rfloor$$

де число аналогових АЛ в абонентському хабі RCU визначається за такою формулою:

$$N_{Ay} = N_{AK} \cdot \frac{N_A\%}{100}$$

де  $N_{AK}$  - ємність абонентського хаба RCU,

$$N_{AK} = 4550$$

$N_{Ay}\%$  - відсоток аналогових АЛ у хабі.

$$N_{Ay}\% = 91\%$$

Число цифрових АЛ в абонентському хабі RCU визначається за такою формулою:

$$N_{Цy} = N_{AK} \cdot \frac{N_{Цy}\%}{100}$$

де  $N_{Цy}\%$  - відсоток цифрових АЛ у хабі.

$$N_{Цy} = 100\% - 91\% = 9\%$$

$$S_{RDLUG} = \left\lfloor \frac{N_{Ay}}{5952} + \frac{N_{Цy}}{2880} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{4550}{5952} + \frac{450}{2880} \right\rfloor = 1$$

Число блоків RDLUG в одному хабі RCU можна визначити, як:

$$N_{RDLUG} = 2 \cdot S_{RDLUG} = 2 * 1 = 2$$

Розрахунки числа модулів SLMA та SLCD у блоках RDLUG виконуються аналогічно, як і для локальних DLU.

$$M_{SLMA:RDLUG} = \left\lfloor \frac{N_{MA}}{32} \right\rfloor = 143$$

$$M_{SLCD:RDLUG} = \left\lfloor \frac{N_{MЦ}}{16} \right\rfloor = 29$$

Сумарна кількість віддалених стативів та блоків RDLUG, а також модулів SLMA та SLMD у RCU визначається як:

$$S_{\Sigma RDLUG} = K_{RCU} \cdot S_{RDLUG} = 1 * 7 = 7$$

$$N_{\Sigma RDLUG} = K_{RCU} \cdot N_{RDLUG} = 2 * 7 = 14$$

$$M_{\Sigma SLMAy} = K_{RCU} \cdot M_{SLMAy} = 143 * 7 = 1001$$

$$M_{\Sigma SLMDy} = K_{RCU} \cdot M_{SLMDy} = 29 * 7 = 203$$

### Розрахунок віддалених блоків RDLUG

Відповідно до вихідних даних у проектувану ОПС включено 9 віддалених блоків RDLUG у захищеному контейнері:

$$K_{RCUG} = 9$$

Число аналогових SLMA та цифрових SLMD абонентських модулів у кожному віддаленому блоці RDLUG визначається

$$M_{SLMA} = \left\lfloor \frac{N_{MA}}{32} \right\rfloor$$

$$M_{SLMD} = \left\lfloor \frac{N_{MЦ}}{16} \right\rfloor$$

					ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ	Лист 42
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



## Розрахунок обсягу обладнання лінійних груп LTG системи EWSD

Лінійні групи LTG утворюють інтерфейс доступу оточення станції EWSD до цифрового комутаційного поля SN. Лінійні групи беруть він цілий ряд децентралізованих функцій управління і цим звільняють координаційний процесор CP від найпростіших завдань. У лінійну групу можна включити від 1 до 4 ІКМ-трактів із сумарною швидкістю не більше 8,096 Мбіт/с. Усі лінійні групи включаються в цифрове комутаційне поле ЦКП вторинними цифровими потоками SDC зі швидкістю 8192 кбіт/с по одній лінії до 0-ої та 1-ої площин SN.

### Типи лінійних груп LTG у версії V.15 EWSD

EWSD V.15 використовує такі типи груп магістралей: LTGB, LTGC, LTGD, LTGF, LTGG, LTGH, LTGM, LTGN, LTGP. Розглянемо найбільш компактну та універсальну лінійну групу LTGN.

Існує чотири функціональні групи лінійних груп LTG:

1) групи ліній з функцією В - служать для підключення вузлів і ліній місцевих і віддалених абонентів DLU для зв'язку від АТС середньої і великої місткості до цифрового комутаційного поля (ЦКП);

2) групи ліній з функцією С - служать для підключення аналогових і цифрових, користувацьких і міжміських магістральних ліній до ЦКП для зв'язку з ЗТУ;

3) лінійні групи LTG з функцією D - містять ехоподавлювачі, які можна використовувати в EWSD для обслуговування міжміських, міжнародних і супутникових з'єднань, де можуть виникати відлуння;

4) лінійні групи з функцією Н (LTGH, LTGM, LTGN) - можуть обробляти пакетні дані, отримані від абонентських пристроїв через комутаційне поле.

Необхідні типи магістральних груп LTGN для проекрованої станції: LTGN, LTG з функцією, LTG з функцією С.

Розрахунок кількості лінійних груп LTG з функціями В і С.

Локальні та віддалені блоки DLU підключені до комутаційного поля SN через групи ліній LTGN з функцією В. Кожен локальний блок DLUG підключений до двох магістральних груп LTGN(В) через два канали ІКМ зі швидкістю 4,096 Мбіт/с, а кожен віддалений блок DLU а двох лінійних груп LTGN(В) з використанням чотирьох трактів ІКМ зі швидкістю 2,048 Мбіт/с. Кожна група магістралей LTGN(В) може включати два тракти ІКМ зі швидкістю 4,096 Мбіт/с або чотири тракти ІКМ зі швидкістю 2,048 Мбіт/с. Отже, кількість блоків LTGN(В) для з'єднання локальних і віддалених блоків DLUG дорівнює:

$$N_{LTGN(B)} = \left\lceil \frac{N_{4M}}{2} + \frac{N_{2MRCU} + N_{2MRDLUG} + N_{\Sigma Б1УПАТС}}{4} \right\rceil = \left\lceil \frac{16}{2} + \frac{8 + 28 + 9}{4} \right\rceil = 20$$

$N_{4M}$  - число ІКМ-трактів зі швидкістю 4,096 Мбіт/с;

$N_{2MRCU}$  - число ІКМ-трактів зі швидкістю 2,048 Мбіт/с від віддалених абонентських концентраторів RCU;

									Лист
									44
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

$N_{2MRDLUG}$  - число ІКМ-трактів зі швидкістю 2,048 Мбіт/с від віддалених абонентських блоків RDLUG;

$N_{E1УПАТС}$  - сумарне число СЛ від УПАТС середньої та великої ємності, включені до лінійних груп LTGN(B).

У кожен лінійну групу LTGN з функцією С включається по чотири ІКМ-тракти міжстанційних СЛ з різними типами сигналізації, ЗЗЛ, СЛМ. Звідси, сумарне число Е1 NΣ2М, включених в LTGN(C), визначається як сума всіх потоків Е1 за характеристиками навантажень (за напрямками міжстанційного зв'язку), а також за числом ІКМ-трактів для зв'язку з УПАТС:

$$N_{\Sigma 2M} = 18 + 9 = 27$$

Число лінійних груп LTGN(C) дорівнює:

$$N_{LTGN(C)} = \left\lceil \frac{N_{\Sigma 2M}}{4} \right\rceil = \left\lceil \frac{27}{4} \right\rceil = 7$$

У цифровій системі комутації EWSD використовують стативи LTGN різної комплектації. На одному стативі R:LTGN можна розмістити одну, дві, три або чотири касети F:LTGN по 16 (0÷15) модулів GPN у касеті. Одна лінійна група LTGN займає один модуль. Кількість касет F:LTGN визначається за такою формулою:

$$F:LTGN = \left\lceil \frac{N_{LTGN(B)} + N_{LTGN(C)}}{16} \right\rceil = 2$$

Якщо використовувати стативи R:LTGN по чотири касети F:LTGN, то число стативів R:LTGN дорівнює:

$$R:LTGN = \left\lceil \frac{F:LTGN}{4} \right\rceil = 1$$

У лінійних групах LTGN ІКМ-тракти підключаються до модулів підключення LTU. Число модулів підключення цифрових ліній LTU дорівнює:

$$M_{LTU} = N_{4M} + N_{\Sigma 2M} = 16 + 27 = 43$$

### **Розрахунок параметрів комутаційного поля системи EWSD:**

У версії EWSD V.15 застосовується комутаційне поле двох типів: SN(B) та SN(D). Комутаційне поле типу SN(B) має ємність 63, 126, 252 та 504 LTG. Комутаційне поле SN(B) на 63 LTG мають структуру час – простір – час (В-П-В), а комутаційні поля SN(B) на 126, 252, 504 LTG мають структуру В-П-П-П-В. Комутаційне поле типу SN(D) має ємність 126, 504, 1008 та 2016 LTG. Необхідна структура та ємність комутаційного поля SN(B) визначається за сумарним числом лінійних груп LTG, включених у поле. Для визначення ємності комутаційного поля SN(B) слід визначити загальну кількість лінійних груп LTGN:

$$N_{\Sigma LTGN} = N_{LTGN(B)} + N_{LTGN(C)} + N_{CCNC},$$

$N_{LTGN(B)}$  – число лінійних груп LTGN з функцією В для підключення локальних та віддалених абонентських блоків DLU.

$N_{CCNC} = 1$  - число контролерів ГКС №7. Так як на заданій ММЗ є цифрові ОПС, то обмін інформацією між цими ОПС здійснюється за допомогою сигналізації ГКС №7, тому на проектованій ОПС-6 у разі використання комутаційного поля типу SN(B) необхідна наявність контролера сигналізації

										Лист
										45
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						







$$M_{LILB} = 2 \cdot M_{TSMB} = 2 * 4 = 8$$

Число комутаційних груп TSGB дорівнює:

$$K_{TSGB} = \left] \frac{N_{\Sigma LTGN}}{63} \left[ , \text{или } K_{TSGB} = \left] \frac{M_{TSMB}}{8} \left[ .$$

$$K_{TSGB} = \left] \frac{N_{\Sigma LTGN}}{63} \left[ = \left] \frac{28}{63} \left[ = 1$$

Число модулів LISB, SSM8B, SSM16B та число комутаційних груп KSSGB визначається за формулами:

$$M_{LISB} = \left] \frac{M_{TSMB}}{16} \left[ = \left] \frac{4}{16} \left[ = 1$$

$$M_{SSM8B} = \left] \frac{M_{LISB}}{8} \left[ = \left] \frac{8}{8} \left[ = 1$$

$$M_{SSM16B} = \left] \frac{M_{SSM8B}}{16} \left[ = \left] \frac{1}{16} \left[ = 1$$

$$K_{SSGB} = \left] \frac{M_{SSM8B}}{8} \left[ = \left] \frac{1}{16} \left[ = 1$$

## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проведено вивчення та аналіз літературних джерел, під час якого визначено напрям проектної роботи.

Завдання полягало в розробці автономної цифрової комутаційної телефонної станції, здатної якісно виконувати поставлене перед нею завдання за мінімального навантаження та об'єму обладнання.

Задача розробки пристрою вирішувалася шляхом аналізу типових перемикачів, вивчення їх принципу дії, внутрішньої логіки та основних функцій, які вони забезпечують. На підставі чого було прийнято рішення про впровадження деяких апаратних рішень та розрахунків.

При розробці пристрою був розроблений алгоритм роботи, створені структурні схеми.

При побудові структурної схеми було проведено аналіз і опис функцій, які виконує кожен окремий блок схеми. На основі перелічених та описаних функцій запропоновано технічне рішення вибору базового елемента пристрою.

					<i>ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ</i>	Лист
						49
<i>Змін.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Syed Riffat Ali. Digital Switching Systems: System Reliability and Analysis
2. Bernhard E. Keiser, Eugene Strange. Digital Telephony and Network Integration
3. David Schmidt. Digital Switching Systems, 21.09.2020. – URL: <https://www.yachtingmagazine.com/story/electronics/digital-switching-systems/> (дата звернення: 15.04.2023)
4. TSSN - Switching Systems. – URL: [https://www.tutorialspoint.com/telecommunication\\_switching\\_systems\\_and\\_networks/telecommunication\\_switching\\_systems\\_and\\_networks\\_switching\\_systems.htm](https://www.tutorialspoint.com/telecommunication_switching_systems_and_networks/telecommunication_switching_systems_and_networks_switching_systems.htm) (дата звернення: 23.04.2023)
5. Prof. Murat Torlak, Digital Switching . – URL: <https://personal.utdallas.edu/~torlak/courses/ee4367/lectures/Circuit.pdf> (дата звернення: 29.04.2023)
6. В.Г. Карташевский, А.В. Росляков, Л.Н. Сутягина, Н.П. Запорожченко, Н.Д. Черная; под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. - М.: Эко-Трендз, Цифрові системи комутації для МТМ, 2008. – 352 с.: ISBN 978-5-88405-081-5
7. М.А. Баркун, О.Р. Ходосевич. Цифрові системи синхронної комутації. – М.: Эко-Трендз, 2001. – ISBN 5-88405-021-6
8. Гребешков, А.Ю. Техніка мікропроцесорних систем у комутації - Самара: Поволзький державний університет телекомунікацій та інформатики, 2011. – 392 с.: ISBN 978-5-904029-26-5
9. Технічна документація цифрової системи комутації EWSD, Siemens б.г.
10. Норми технологічного проектування НТП 112-2000. М.ЦНТИ «ИНФОРМСВЯЗЬ», 2000.

## ДОДАТОК А

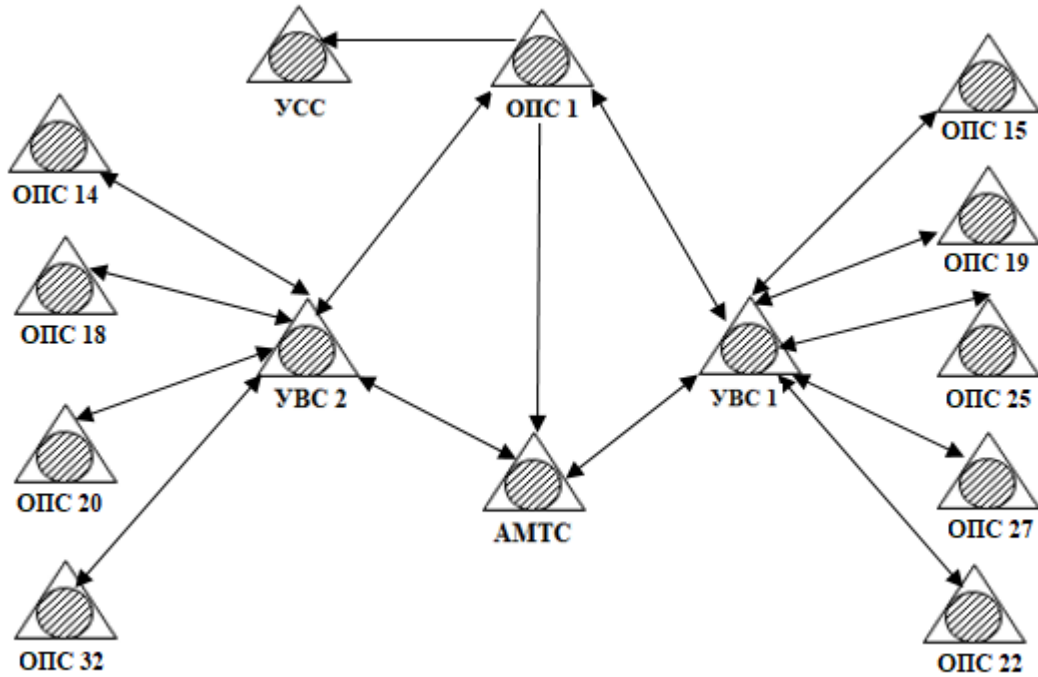


Рис. Схема побудови МТМ

*ВВП - Вузлові станції для вхідного повідомлення*

*ВСС - Вузли для зв'язку зі спеціальними службами*

*ОПС - Опорні станції*

*АМТС - Автоматична міжнародна телефонна станція*

Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

## ДОДАТОК Б

### Загальноканальна сигналізація

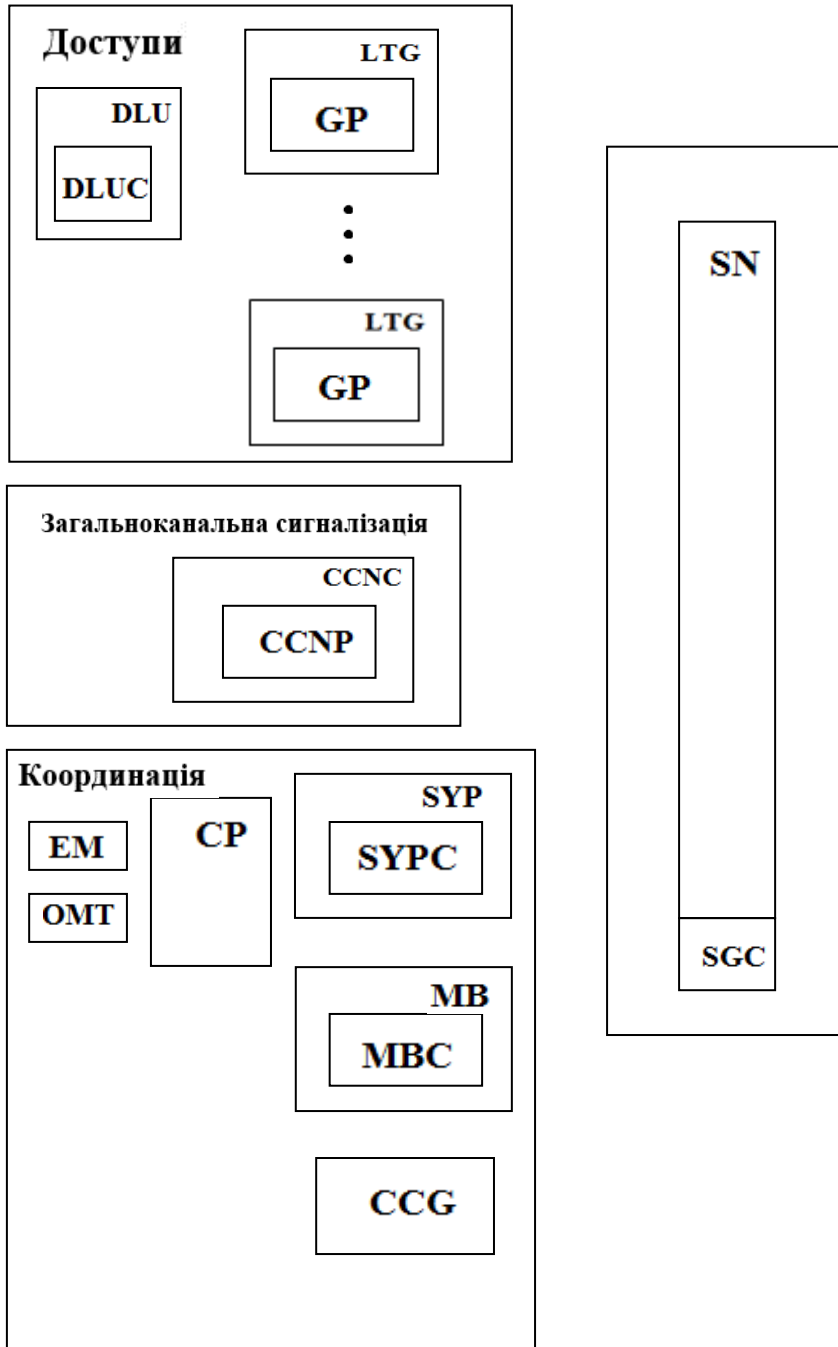


Рис. Структурна схема EWSD у загальному вигляді

*LTG* - Лінійна група

*DLU* - Цифровий абонентський блок

*CCNC* - Керуючий пристрій мережі загальноканальної сигналізації

*MB* - Буфер повідомлень

*CP* - Координаційний процесор

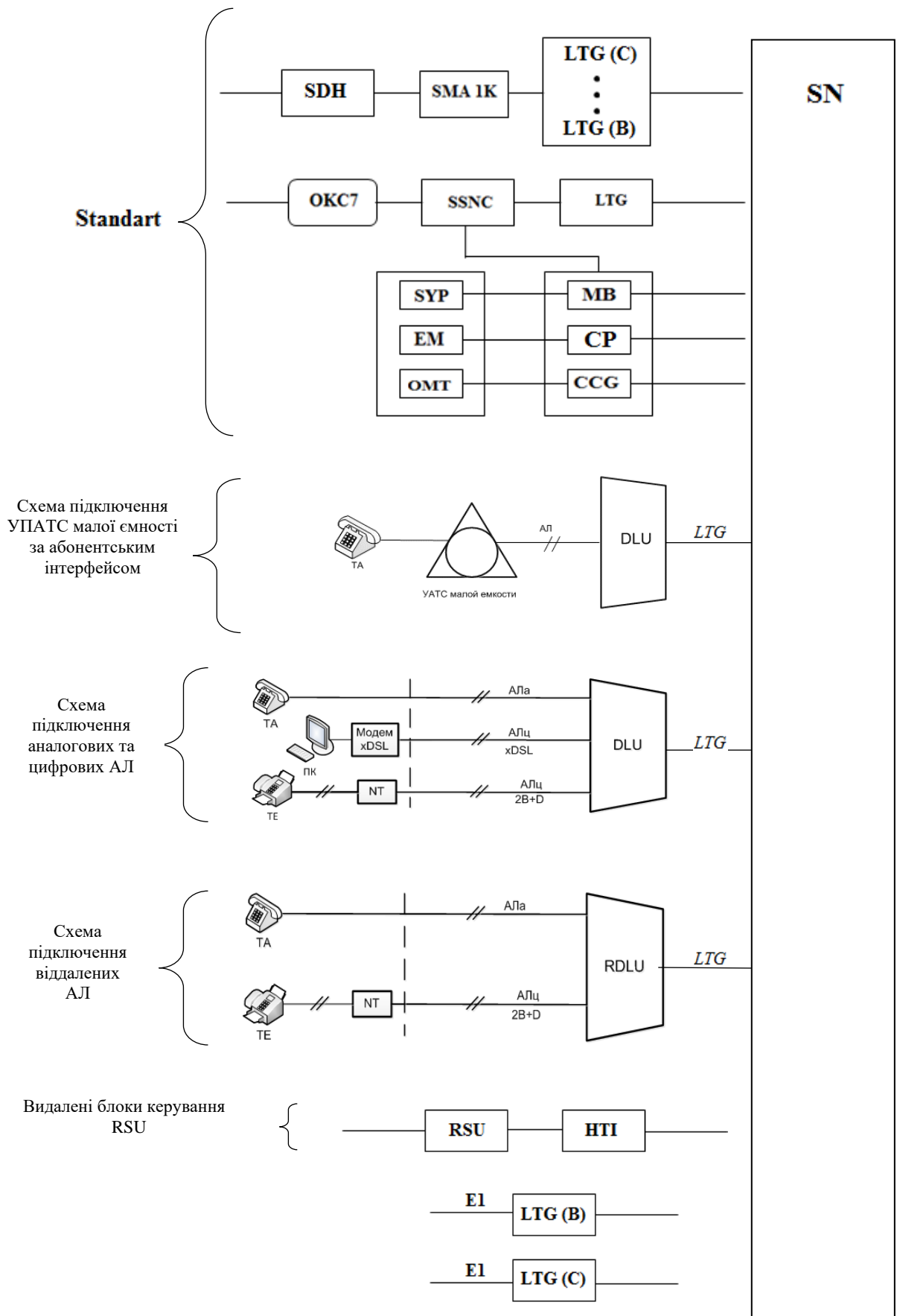
Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

- SYP* - Дисплей (системна панель)
- OMT* - Термінал експлуатації та технічного обслуговування
- EM* - Зовнішнє запам'ятовуючий пристрій
- GP* - Груповий процесор
- CCNP* - Процесор мережі загальноканальної сигналізації
- DLUG* - Керуючий пристрій для цифрового абонентського блоку
- SYPC* - Управління системною панеллю
- MBC* - Керування буфером повідомлень
- CCG* - Центральний генератор тактової частоти
- SN* - Комутаційне поле
- SGC* - Керуючий пристрій комутаційної групи

					<i>ЕЛІТ 6.172.323.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						53
<i>Змін.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ДОДАТОК В

Рис. Структурна схема системи EWSD для проектованої цифрової комутаційної системи



Змін.	Лист	№ докум	Підпис	Дата
-------	------	---------	--------	------

- SN* - *Комутаційне поле*
- SMAIK* - *Мультимплексор*
- SDU* - *Синхронна цифрова ієрархія*
- LTG* - *Лінійні групи*
- SSNC* - *Мережевий контролер системи сигналізації ОКС № 7 у версії V.15EWS*
- MB* - *Буфер повідомлень*
- CP* - *Координаційний процесор*
- CCG* - *Центральний генератор тактової частоти*
- SYP* - *Системна панель*
- EM* - *Зовнішнє запам'ятовуючий пристрій*
- OMT* - *Термінал експлуатації та технічного обслуговування*
- DLU* - *Цифровий абонентський блок*
- TA* - *Аналоговий телефонний апарат*
- PC* - *Персональний комп'ютер*
- TE* - *Цифровий абонентський термінал ISDN*
- NT* - *Мережевий модем ISDN*
- HTI* - *Центральний комутатор часових інтервалів*
- RSU* - *Віддалений комутаційний блок*