

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Кафедра радіотехніки та телекомунікацій

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проекту з дисципліни
«Системи комутації та розподілу інформації»
для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та
радіотехніка»
ОПП «Інформаційні мережі зв'язку»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Системи комутації та розподілу інформації» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» ОПП «Інформаційні мережі зв'язку» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Мороз, Г.М. Сидоренко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020, – 83 с.

Укладачі: Г.В. Мороз, асистент
Г.М. Сидоренко, зав. лаб.

Рецензент: С.В. Морщавка, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: Г.М. Сидоренко, зав. лаб.

Затверджено
на засіданні кафедри
радіотехніки та телекомунікацій
Протокол № 10 від 30.03.2020 р.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ | 5 |
| ВСТУП..... | 6 |
| 1 ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ | 8 |
| 1.1 Зальні вимоги до змісту | 8 |
| 1.2 Вимоги до структурних елементів ПЗ..... | 9 |
| 2 СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ МТМ..... | 10 |
| 3 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ..... | 15 |
| 4 РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ..... | 18 |
| 4.1 Структурна схема мережі | 18 |
| 4.2 Розрахунок і розподіл телефонного навантаження | 19 |
| 4.2.1 Розрахунок навантаження, що надходить від цифрових абонентів..... | 21 |
| 4.2.2 Розрахунок навантаження, що надходить від аналогових абонентів..... | 21 |
| 4.2.3 Розподіл навантаження, що надходить від абонентів..... | 25 |
| 4.3 Розподіл навантаження по напрямках міжстанційного зв'язку .. | 28 |
| 4.4 Матриця розрахункових телефонних навантажень..... | 32 |
| 4.5 Розрахунок кількості ЗЛ (каналів) та ПЦТ | 32 |
| 5 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ EWSD | 36 |
| 5.1 Розробка структурної схеми EWSD..... | 36 |
| 5.2 Розрахунок об'єму обладнання EWSD | 55 |
| 5.2.1 Розрахунок об'єму абонентського обладнання..... | 56 |
| 5.2.2 Розрахунок кількості лінійних груп LTG..... | 58 |
| 5.2.3 Вибір ємності комутаційного поля SN..... | 61 |
| 5.2.4 Розрахунок об'єму обладнання буфера повідомлень МВ(В)..... | 62 |
| 5.2.5 Розрахунок об'єму обладнання пристрою керування мережі | 64 |
| ЗКС №7 CCNC | 64 |
| 5.2.6 Розрахунок об'єму обладнання координаційного процесора | 68 |
| СР113 | 68 |
| 5.3 Розміщення обладнання EWSD в автозалі..... | 72 |
| 5.4 Кондиціювання | 76 |
| 5.5 Освітлення..... | 76 |
| 5.6 Електроживлення станції..... | 77 |

| | |
|------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 78 |
| ДОДАТОК А | 79 |
| ДОДАТОК Б..... | 80 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

| | | |
|-------|---|---|
| АТС | – | автоматична телефонна станція |
| АМТС | – | автоматична міжміська телефонна станція |
| АЦП | – | аналого-цифрове перетворення |
| ВВихП | – | вузол вихідних повідомлень |
| ВВхП | – | вузол вхідних повідомлень |
| ВОЛЗ | – | волоконно-оптичні лінії зв'язку |
| ВСС | – | вузол спецслужб |
| ГНН | – | година найбільшого навантаження |
| ЄНМЗ | – | Єдина національна мережа зв'язку |
| ЗКС | – | загально канална сигналізація |
| ЗЛ | – | з'єднувальна лінія |
| ЗЗЛ | – | замовно-з'єднувальна лінія |
| ЗЛМ | – | з'єднувальна лінія міжміська |
| МТМ | – | міська телефонна мережа |
| ОПТС | – | опорно-транзитна станція |
| РАТС | – | районна автоматична телефонна станція |
| УАТС | – | установчо-виробнича автоматична телефонна станція |
| ЦМІС | – | цифрова мережа інтегральних служб |
| ISDN | – | цифрова мережа інтегральних служб |

ВСТУП

Зв'язок є вирішальним чинником в досягненні успіху конкуруючими комерційними підприємствами і в економічному зростанні і процвітанні будь-якого регіону. Тому злиття на порозі 21-го століття телекомунікаційних і комп'ютерних технологій приймає вирішальне значення. Високі вимоги, що пред'являються до зв'язку, зумовлюють необхідність величезних капіталовкладень в інфраструктуру. Отже, ретельне планування і вибір перспективної системи мають найвищий пріоритет.

Засоби електров'язку у всьому світі, у тому числі в Україні, є визначальним чинником економічного розвитку країни, зростання її валового національного продукту.

Протягом останніх років спостерігаються істотні зміни в процесах розвитку мереж електров'язку. Можна виділити наступні найбільш характерні риси цих процесів:

- неухильне зростання ємності та трафіку телефонних мереж;
- зміна структури телефонного трафіку за рахунок значного збільшення частки міжміських і міжнародних викликів;
- різке збільшення кількості нетелефонних телекомунікаційних служб (телекс, телетекст, факс, відеотекст і ін.);
- зростаюча економічна ефективність цифрових методів зберігання, обробки, передачі і комутації різних видів інформації порівняно з аналоговими методами;
- все більш широке впровадження волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Подальший розвиток електров'язку на базі аналогової техніки і спеціалізованих мереж малоефективний з погляду економіки і необхідності поліпшення якості обслуговування. Крім того, аналогові засоби передачі не дають можливості ефективного об'єднання різних видів зв'язку в одну мережу, тому що параметри аналогових сигналів різних видів зв'язку істотно відрізняються. Тільки цифрова техніка робить таке об'єднання виправданим. Через це розроблена концепція універсальної мережі зв'язку, яка повинна замінити і об'єднати всі існуючі спеціалізовані мережі. Така мережа одержала назву цифрової мережі інтегральних служб (ISDN). Можливість і доцільність

побудови ISDN на базі цифрової телефонної мережі визначається об'ємом і ступенем розгалуженості телефонної мережі, а також тією обставиною, що телефонний канал, що використовується в цифровій техніці, зі швидкістю передачі 64 Кбіт/с дозволяє організувати передачу інформації і інших служб електрозв'язку. При цьому велика частина систем цифрової ко мутації після невеликого дообладнання може використовуватися як станції ISDN.

З початку 90-х років Єдина національна мережа зв'язку України (ЄНМЗ України) вступила у фазу істотних якісних змін обумовлених широким впровадженням цифрової техніки передачі і комутації. Ці зміни торкнулися і міських телефонних мереж, на яких стали використовуватися потужні цифрові комутаційні системи (з трафіком до 100 000 Ерл) із застосуванням загальноканальної системи сигналізації ЗКС №7, високошвидкісні (до 10 Гбіт/с) цифрові системи передачі, побудовані на основі принципів і стандартів синхронної цифрової ієрархії (СЦІ/SDH), волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ).

Нові можливості цифрових комутаторів і технічних засобів транспортного середовища (можливість реалізації могутніх транспортних мереж на базі ВОЛЗ і мультиплексорів SDH) пред'являють нові вимоги до планування і проектування міських телефонних мереж. Сучасні мережі повинні бути цифровими, мати гнучку, легкокеровану структуру і при цьому забезпечувати можливість спільної роботи апаратури різних фірм-виробників як на мережі одного оператора, так і при взаємодії декількох операторів. Остання вимога особливо важлива у зв'язку з тим, що на ЄНМЗ України впроваджується, в основному, закордонна комутаційна цифрова техніка. Однією з складних задач є забезпечення в перехідний період спільної роботи на телефонних мережах аналогового і цифрового обладнання.

1 ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1.1 Зальні вимоги до змісту

Курсовий проект складається з розрахунково-теоретичної та графічної частин.

Розрахунково-теоретична частина оформлюється у вигляді пояснювальної записки (ПЗ). Типовий обсяг записки – 25...35 аркушів рукописного тексту, що включає ілюстрації, але можуть бути деякі зміни як у бік зменшення, так і у бік збільшення обсягу.

Графічна частина повинна містити:

- структурну схему місцевої телефонної мережі;
- структурну схему спроектованої цифрової АТСЕ;
- план розміщення обладнання спроектованої АТСЕ EWSD.

Звичайно, креслення виконується на аркуші формату А3 або А4.

Пояснювальну записку умовно поділяють на:

а) вступну частину:

- титульний лист;
- завдання на курсовий проект;
- реферат;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень, термінів;

б) основну частину:

- вступ;
- зміст пояснювальної записки;
- розрахунок і розподіл навантаження:
 - 1) розрахунок і розподіл навантаження, що надходить від абонентів;
 - 2) розрахунок навантаження по напрямках міжстанційного зв'язку;
 - 3) розрахунок кількості з'єднувальних ліній і ПЦТ;
- проектування системи EWSD;
- розробка структурної схеми;

- розрахунок об'єму обладнання: абонентського, лінійних груп, комутаційного поля, буфера повідомлень, пристрою керування мережею ЗКС №7, координаційного процесора;
- розміщення обладнання по штативам і в автозали;
- висновки;
- перелік посилань;

в) додатки.

Пояснювальна записка має бути виконана згідно з ДСТУ 3008: 2015. [1].

1.2 Вимоги до структурних елементів ПЗ

Завдання на курсовий проект оформлюється, як правило, на друкарському бланку, виконаному на двох сторінках аркуша, розміщується після титульного листа. У розділі "Технічне завдання" наводяться усі основні технічні характеристики.

Реферат має бути розміщеним безпосередньо за технічним завданням і має містити такі дані:

- об'єкт проектування;
- мета та результати роботи;
- основні технічні характеристики;
- висновки;
- перелік ключових слів.

Ключові слова (від 5 до 15 слів або словосполучень, надрукованих великими літерами в рядок через коми), що є визначальними для розкриття суті ПЗ, вміщують після тексту реферату.

Зміст розташовують безпосередньо після реферату, починаючи з нової сторінки. До змісту включають: вступ; послідовно перелічені назви усіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки); висновки; перелік посилань; назви додатків.

Перелік умовних позначень вміщують безпосередньо після змісту, починаючи з нової сторінки. У ньому приводяться малопоширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни.

Висновки вміщують після викладення суті ПЗ, починаючи з нової сторінки. У висновках робиться оцінка одержаних результатів роботи.

Перелік посилань наводять у кінці тексту ПЗ, починаючи з нової сторінки. Бібліографічні описи в переліку посилань подають у порядку за яким вони вперше згадуються в тексті у відповідності з ГОСТ 7.01-84.

Додатки містять матеріал, який є необхідним для повноти ПЗ, але не може бути розміщеним в основній частині ПЗ через великий обсяг або способи відтворення. У додатки можуть бути включені ілюстрації або таблиці.

2 СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ЦИФРОВИХ МТМ

З початку 90-х років в нашій країні на міських телефонних мережах (МТМ) почали широко впроваджуватися цифрові системи комутації. В порівнянні з електромеханічними системами вони мають багато переваг:

- велика ємність станції;
- мала займана площа;
- висока надійність;
- можливість організації практично будь-якої кількості напрямів;
- можливість організації в мережі розвиненої системи обхідних шляхів;
- можливість аналізу будь-якої кількості цифр номера;
- можливість централізованого керування;
- можливість організації повнодоступних пучків ліній будь-якої ємності та ін.

У даний час аналогові і аналого-цифрові міські телефонні мережі залежно від їх ємності будуються за наступними принципами:

- районована мережа при зв'язку АТС "кожна з кожною" (мережа до 80 000 номерів);

- районована мережа з вузлами вхідних посилянь (ВВхП) (до 800 000 номерів);
- мережа з ВВхП і вузлами вихідних повідомлень (ВВихП) (до 8 млн. номерів).

При введенні в дію нової АТС частки витрат на станційне і лінійне обладнання відповідно складають приблизно 30% і 70% [3]. Подальше удосконалення станційного обладнання не приводить до істотного зниження витрат на нього, а витрати на лінійне обладнання практично не змінилися і складають велику частину від загальних витрат на введення телефонної станції (в основному це витрати на придбання і прокладання з'єднувальних кабелів).

Крім того, на МТМ в даний час відсутня єдина транспортна мережа передачі інформації, а є жорстко закріплені з'єднувальні лінії з малою швидкістю передачі інформації (до 8 Мбіт/с). Тому при введенні нової станції на мережі необхідно весь час проводити роботи по розширенню лінійно-апаратних цехів (навіть тих що не мають прямого відношення до будівництва конкретної телефонної станції), при цьому збільшується споживання електроенергії і витрата кабельної продукції.

З вище висловленого можна зробити висновок, що основний наголос при модернізації МТМ слід робити на розробку нової перспективної структури мережі, при якій:

- а) капітальні витрати на лінійні споруди при введенні нової телефонної станції були якомога менші;
- б) максимально використовувалися всі переваги цифрових телефонних станцій над телефонними станціями електромеханічних систем.

Для виконання цих умов стара структура аналогової мережі не годиться. Існують три різні способи переходу до цифрової мережі – стратегія накладення, острівна стратегія і прагматична.

Стратегія накладення полягає в тому, що цифрова телефонна мережа як би накладається на існуючу аналогову телефонну мережу (територіально цифрові АТС розташовуються по всій аналоговій мережі), причому між ними існує лише декілька з'єднувальних трактів (рис. 2.1). Звідси назва нової мережі – "накладена" мережа зв'язку. В цьому випадку не виникає проблем, характерних для змішаної аналого-цифрової мережі (в частині забезпечення стійкості каналів,

надмірної кількості послідовних аналого-цифрових перетворень, виконання норми на загасання, луна і ін.). Проте практична реалізація стратегії накладення пов'язана з великими капітальними витратами за порівняно короткий проміжок часу. Чим більше існуюча аналогова мережа і чим більше накладена мережа, тим більше потреба в обладнанні і капіталах. В цьому полягає основна трудність застосування подібної стратегії для МТМ великої ємності.

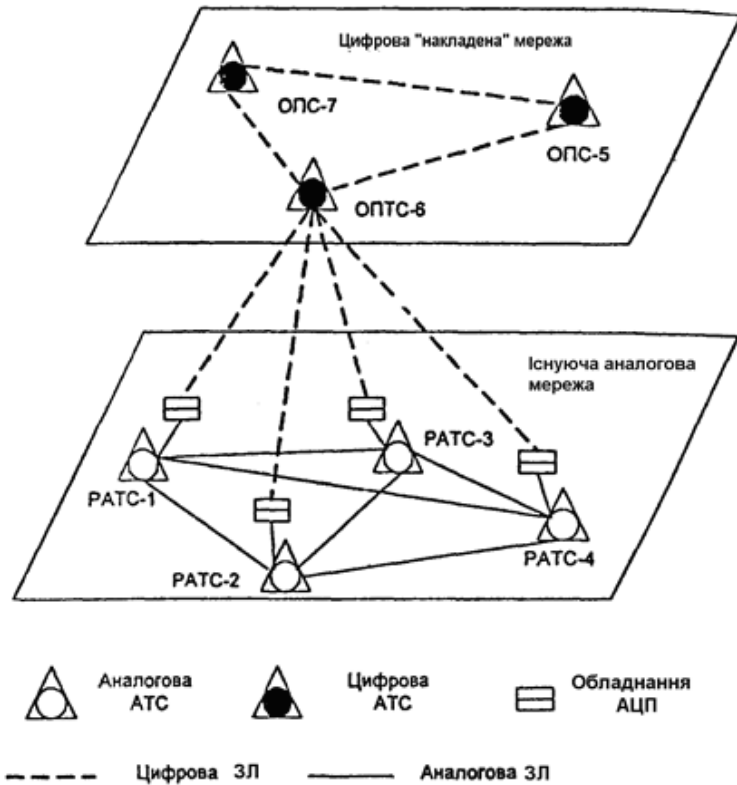


Рисунок 2.1 – Побудова накладеної цифрової мережі

Острівна стратегія припускає впровадження цифрової передачі і комутації в обмежених районах міста, що територіально не охоплені аналоговою мережею. У міру зростання кількості "цифрових островів" і їх розміру вони складатимуть все більшу частину мережі. На завершальному етапі цифрові острови будуть з'єднані між собою і вся мережа перетвориться на цифрову. Для цього варіанту також існують деякі економічні і технічні проблеми, у тому числі великі витрати на заміну діючого аналогового обладнання передачі і комутації на цифрове. Тому острівна стратегія також не може розглядатися як універсальна.

Прагматична стратегія передбачає експлуатацію аналогового обладнання на мережі можливо більш тривалі терміни, заміна на цифрове обладнання проводиться тільки у разі, коли це виправдано технічно і економічно. При реалізації цієї стратегії потрібне ретельне довгострокове планування. Мета прагматичної стратегії полягає в переході до цифрової телефонної мережі з тією умовою, щоб добитися якнайкращих результатів з технічної точки зору, при одночасному використанні аналогового обладнання настільки довго, скільки це можливо, з поступовою, крок за кроком, заміною його цифровим обладнанням.

Впровадження цифрового комутаційного обладнання необхідно здійснювати так, щоб в майбутньому сприяти переходу до повністю цифрової телефонної мережі, в якій будуть інтегровані цифрові системи комутації і передачі.

У будь-якому з'єднанні між двома АТС, однієї телефонної мережі, допускається мати не більше одного переходу аналог – цифра-аналог; в з'єднанні між двома прикінцевими абонентськими пристроями допускається до трьох таких переходів.

На практиці для кожної конкретної мережі повинні бути вибрані найбільш придатні стратегії її «цифровізації». Іноді доцільно застосовувати їх, комбінуючи на різних етапах розвитку цифрової телефонної мережі залежно від місця і умов переходу до цифрової телефонної мережі. Так, наприклад, в міських умовах, де велика телефонна густина і швидше йде цифровізація мережі, доцільно застосовувати стратегію накладення і острівну стратегію.

На сільських телефонних мережах, де мала телефонна густина і велика протяжність ліній, а цифровізація вимагає великих капітальних

вкладень, доцільно застосовувати прагматичну стратегію і, в деяких випадках, стратегію накладення.

Варіанти побудови накладеної цифрової мережі залежать від ємності і структури існуючої аналогової мережі. Розглянемо два основні сценарії побудови накладених мереж:

- районована цифрова МТМ, комутаційні станції в якій зв'язані між собою за принципом «кожна з кожною»;
- цифрова МТМ, що має прикінцеві і транзитні комутаційні станції.

Цифрова мережа, побудована за принципом зв'язку АТС «кожна з кожною», може служити моделлю еволюції для районованих МТМ без вузлів, з ВВхП і, можливо, з ВВихП і ВВхП. Останній варіант може розглядатися як чисто теоретичний, оскільки його використовують в містах з кількістю мешканців більше 3 млн.

Структура цифрової МТМ за принципом зв'язку АТС «кожна з кожною» буде оптимальна в певних межах номерної ємності. Нижня межа визначається варіантом використання однієї цифрової АТС і переходом до цифрової нерайонованої мережі. Ця величина може бути оцінена як 100 тисяч номерів. Верхню межу визначити достатньо складно, за непрямыми оцінками вона лежить в межах 1-2 мільйонів номерів.

При створенні «накладеної мережі» на аналоговій МТМ без вузлів нова цифрова АТС, що вводиться, повинна бути пов'язана зі всіма АТС даною МТМ цифровими трактами з встановленням обладнання АЦП на стороні електромеханічних станцій. При введенні в дію наступної цифрової станції необхідно вирішити питання раціональної побудови міжстанційних зв'язків. Ці зв'язки можуть бути реалізовані трьома основними способами:

- організація прямих пучків ЗЛ між кожною цифровою комутаційною станцією і кожною аналоговою АТС;
- тимчасове використання цифрової станції, яка була впроваджена раніше, як транзитної для цифрових станцій, що знов вводяться, на аналоговій МТМ;
- комбіноване рішення, засноване на поєднанні перерахованих вище варіантів.

Перший варіант виглядає переважним з багатьох точок зору. Враховуючи можливість швидкої цифровізації первинної мережі за

рахунок використання цифрових кросових вузлів, організацію прямих пучків ЗЛ можна вважати основним сценарієм для побудови міжстанційних зв'язків на районованій МТМ.

На аналоговій МТМ з ВВхП при створенні цифрової мережі без вузлів необхідно враховувати певні вимоги на план нумерації. При впровадженні цифрових АТС на МТМ з ВВхП необхідно організовувати окремий сто-, двухсот- і т.д. тисячний вузловий район, для якого виділяються окремі сотисячні індекси з резервної номерної ємності. Цей район буде базою для створення «накладеної мережі». Території раніше існуючих і вузлового району, що організовується, можуть взаємно перекриватися. В окремих випадках може виявитися доцільним створення декількох вузлових районів в межах однієї «накладеної мережі».

У даний час, на мережах економічно більш вигідним є спосіб побудови мережі з використанням опорно-транзитних станцій (ОПТС). Попередні розрахунки показали, що при цьому для мережі ємністю 250-300 тисяч номерів достатньо мати 2-3 ОПТС, при ємності 400-500 тисяч номерів – не більше 4-5 ОПТС.

3 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На міській телефонній мережі (МТМ) з семизначною нумерацією, що обслуговує один з районів міста і містить три діючих АТС: АТС-3 (АТСДК-декадно-крокова), АТС-4 (АТСК-координатна) і АТС-5 (АТ-СЕ-квзіелектронна), необхідно змонтувати нову сучасну цифрову АТС. Всі АТС мають зв'язок із вузлом спецслужб (ВСС) та АТС міжміського зв'язку (АМТС). В якості АМТС і ВСС – сучасні цифрові АТС типу EWSD та SI2000. На МТМ частково запроваджена загальноканальна сигналізація ЗКС №7, крім АТС-3 і АТС-4. Структурна схема мережі наведена на рисунку 3.1. Необхідно виконати проектування сучасної цифрової АТС типу EWSD для цієї мережі. При проектуванні слід врахувати, що в майбутньому всі існуючі застарілі АТС будуть демонтовані і встановлені цифрові абонентські комплекти, які будуть підключені до спроектованої АТС,

зі збільшенням на 10-20% кількості абонентів (на місці кожної демонтованої АТС). Це дозволить перейти до повністю цифрової мережі, запровадити на всій мережі району МТМ загальноканалну сигналізацію ЗКС №7, покращити якість обслуговування, надавати додаткові послуги і т.д.

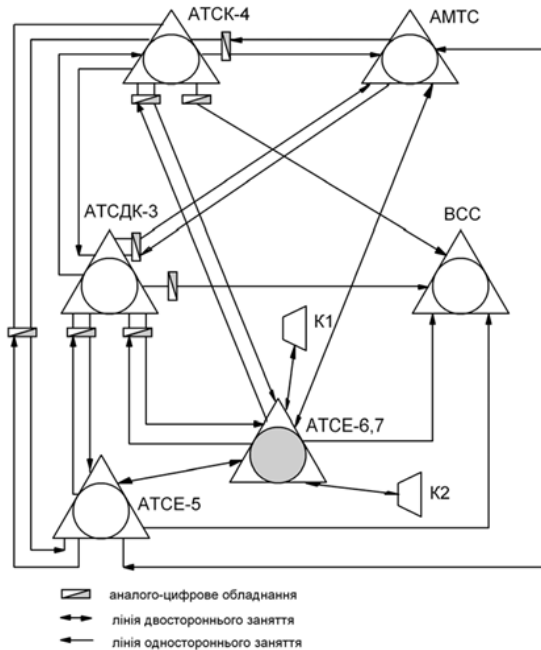


Рисунок 3.1 – Структурна схема мережі

Вхідні дані:

а) ємність станцій:

- АТСЕ-6,7, яку необхідно спроектувати – $N_{6,7}$;
- ємність АТСДК-3 – N_3 ;
- ємність АТСК-4 – N_4 ;
- ємність АТСЕ-5 – N_5 ;

б) частка розмов, які відбулись, P ;

в) для проекрованої АТСЕ і для всієї мережі, що існує, в цілому прийняти наступний структурний склад абонентів, К:

– цифрові абоненти (тільки для проекрованої АТС) – $K_{ISDN} = 1\%$ від номерної ємності АТС;

– універсальні таксофони (з частотним набором) – $K_T = 1\%$ від номерної ємності i -станції (крім декадно-крокової і координатної АТС, для яких $K_T = 0$);

– квартирною сектора (КВ) з декадним набором K_{KB} (у відсотках від номерної ємності i -станції);

– народногосподарського сектора (НГ) K_{HG} (у відсотках від номерної ємності i -станції), 60 відсотків з них із частотним набором (крім декадно-крокової АТС) – $K_{HG} = 100 - K_{KB} - K_T - K_{ISDN}$;

г) середнє число викликів в годину найбільшого навантаження (ГНН) по категоріях абонентів: C_{HG} , C_{KB} , C_T ;

д) середня тривалість розмови по категоріях абонентів: T_{HG} , T_{KB} , T_T ;

е) проектована АТС має два виносних блока – підстанції (ПС) по 2000 і 3000 квартирних абонентів, які мають бути розташовані в приміщеннях АТСДК і АТСК відповідно. ПС виконують роль віддалених абонентських концентраторів (К).

Числові дані взяти в Додатку А, розділ «Вхідні дані для розрахунку».

Відповідно до вхідних даних необхідно:

а) провести нумерацію абонентських ліній для кожної АТС мережі;

б) провести розрахунок навантаження (трафіка) на виході кожної з АТС і його розподіл по напрямках:

– внутрішньостанційним;

– на ВСС і АМТС;

– до інших АТС;

в) скласти матрицю телефонного навантаження і схему розподілу навантаження;

г) визначити кількість з'єднувальних ліній (каналів) на кожному з напрямів;

- д) визначити кількість первинних цифрових трактів на кожному з напрямів;
- е) розрахунок об'єму обладнання станції EWSD:
 - абонентського;
 - кількості лінійних груп;
 - вибір ємності комутаційного поля;
 - об'єм буфера повідомлень;
 - об'єм пристрою керування мережі ЗКС №7;
 - об'єм координаційного процесору.
- є) розподілити обладнання по штативам, скласти план їх розміщення;
- ж) накреслити:
 - структурну схему місцевої телефонної мережі;
 - структурну схему спроектованої цифрової АТСЕ EWSD;
 - план розміщення обладнання спроектованої АТСЕ EWSD.

4 РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕННЯ

4.1 Структурна схема мережі

Всі АТС з'єднані за принципом «кожна з кожною», при цьому з'єднання з електромеханічними системами здійснюється по окремих вхідних і вихідних лініях, а між АТСЕ і АТСЕ та АМТС – по лініях двостороннього заняття, тому що на цих АТС застосована загальноканальна сигналізація ЗКС №7. В АТСЕ включаються тільки цифрові з'єднувальні лінії (ЦЗЛ), тому на стороні електромеханічних АТС встановлюється обладнання аналого-цифрового перетворення апаратури ІКМ-30, що забезпечує зв'язок з АТСЕ по цифрових лініях.

Нумерація на МТМ залежить від кількості АТС і ємності мережі. Якщо нумерація на мережі семизначна, то в ній перші три цифри визначають код районної АТС. Нумерація в межах станції може бути К-00-00 – К-99-99, де «К» – код АТС. Якщо проєктована АТС має ємність більше 10 000, то вона має відповідно декілька кодів АТС.

Таблиця 4.1 – Нумерація абонентських ліній на АТС

| Коди АТС | Ємність АТС, N_j | Нумерація абонентських ліній АТС |
|----------|--------------------|----------------------------------|
| АТСДК-3 | | |
| АТСК-4 | | |
| АТСЕ-5 | | |
| АТСЕ-6,7 | | |
| Всього | $N_{мережі} =$ | |

4.2 Розрахунок і розподіл телефонного навантаження

Телефонне навантаження є найважливішим параметром, що визначає об'єм обладнання систем комутації. При цьому необхідно розрахувати навантаження, що виникає на проєктованій станції, і те, що надходить від інших АТС мережі.

Навантаження, що виникає, створюють заявки на обслуговування від абонентів різної категорії, які протягом деякого часу займають різні прилади станції.

Категорії джерел навантаження відрізняються інтенсивністю питомих абонентських навантажень. В завданні прийняті чотири категорії:

- абоненти ділового сектора – категорія 1;
- абоненти квартирного сектора – категорія 2;
- універсальні таксофони – категорія 3;
- цифрові абоненти – категорія 4.

Спочатку необхідно визначити кількість абонентів кожної категорії на всіх АТС мережі.

Кількість цифрових абонентів, які згідно завдання є тільки на проєктованій АТС, дорівнює:

$$N_{Ц} = K_{ISDN} \cdot N_{6,7}.$$

Кількість квартирних абонентів на кожній i -й АТС мережі дорівнює:

$$N_{KB_I} = K_{KB} \cdot N_I .$$

Кількість універсальних таксофонів, які згідно завдання відсутні на декадно-кроковій АТС і координатній АТС, дорівнює:

$$N_{T_I} = N_I \cdot K_T .$$

Загальна кількість абонентів ділового сектора на кожній i -й АТС мережі, з урахуванням обмежень завдання, дорівнює:

$$N_{НГ_I} = N_I - N_{KB_I} - N_{T_I} - N_{Ц} .$$

Кількість абонентів ділового сектора на кожній i -й АТС з частотним набиранням номеру, з урахуванням обмежень завдання, дорівнює:

$$N_{НГ_ч_I} = 0,6 \cdot N_{НГ_I} .$$

Кількість абонентів ділового сектора на кожній i -й АТС з декадним (імпульсним) набиранням номеру, з урахуванням обмежень завдання, дорівнює:

$$N_{НГ_д_I} = N_{НГ_I} - N_{НГ_ч_I} .$$

Результати розрахунків слід звести в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Кількість абонентів різної категорії на АТС

| Категорія джерел навантаження | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 |
|-------------------------------|---------|--------|--------|----------|
| КВ ТА (дек. наб.) | | | | |
| НГ ТА (дек. наб.) | | | | |
| НГ ТА (част. наб.) | | | | |
| Т (част. наб.) | | | | |
| Ц (ISDN) | | | | |
| Всього | | | | |

Аналогічно слід виконати розрахунок кількості абонентів різної категорії на ПС, згідно завдання. Результати розрахунків звести в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Кількість абонентів різної категорії на ПС

| Категорія джерел навантаження | ПС-1 | ПС-2 |
|-------------------------------|------|------|
| КВ ТА (дек. наб.) | | |
| НГ ТА (дек. наб.) | | |
| НГ ТА (част. наб.) | | |
| Т (част. наб.) | | |
| Ц (ISDN) | | |
| Всього | | |

4.2.1 Розрахунок навантаження, що надходить від цифрових абонентів

Розрахунок навантаження, що надходить від цифрових абонентів, виконують за формулою:

$$Y_{Ц} = \alpha_{Ц} \cdot N_{Ц},$$

де $\alpha_{Ц} = 0,25 \div 0,4$ Ерл – питома інтенсивність навантаження, що надходить від цифрових абонентів (згідно Рекомендацій МСЕ-Т серії Q.500);

$N_{Ц}$ – кількість цифрових абонентів.

4.2.2 Розрахунок навантаження, що надходить від аналогових абонентів

Спочатку розрахунки виконують для АТС, що проектується. Перш за все слід визначити **середню тривалість** одного заняття для кожної k категорії навантаження і типу телефонних апаратів [3]:

$$t_k = \alpha_k P (t_c + n t_n + t_{co} + t_p + T_k + t_o) ,$$

де α_k – коефіцієнт, що враховує розмови, що не відбулися, який визначається по залежності $\alpha_k = f(T_k, P)$, рис. 4.1;

$t_c = 3$ с – середня тривалість слухання сигналу відповіді станції;

n – значність номера;

t_n – час набору однієї цифри номера ($t_{но}$ або $t_{нч}$)

$t_{но} = 1,5$ с ($t_{нч} = 0,8$ с) – середній час набору однієї цифри номера при декадному (частотному) способі передачі номера;

t_{co} – середній час встановлення з'єднання (від моменту закінчення набору номера до підключення абонента, що викликається), залежить від виду зв'язку, типу зустрічної станції і від способу набору номера при:

– при внутрішньостанційному і транзитному з'єднанні – $t_{co} = 0,5$ с; при вихідному зв'язку до АТСДК – $t_{co} = 1,5$ с;

– при вихідному зв'язку до однотипної або координатної станції – $t_{co} = 3$ с;

– при міжміському зв'язку – $t_{co} = 5$ с (якщо проектувана АТС є АМТС);

– при проектуванні можна прийняти $t_{co} = 1,5$ с, якщо ємність АТСДК на мережі складає більше 50% і $t_{co} = 2$ с, якщо ємність менша цієї величини;

t_o – час відбою, який для цифрових АТС складає величину декілька десятків мілісекунд, але на мережі присутні і електромеханічні АТС, тому можна прийняти рівним 1 секунді;

$t_p = 7$ с – середній час посліди виклику при розмові, що відбулася;

T_k – середня тривалість розмови по категоріям навантаження, яка задана згідно завдання.

Інтенсивність навантаження від аналогових абонентів кожної k категорії на i -у АТС дорівнює:

$$Y_k = \frac{N_k C_k t_k}{3600} .$$

Навантаження Y_i' , що надходить від всіх абонентів, на i -у АТС дорівнює сумі навантажень від абонентів різних категорій на кожній АТС:

$$Y_1' = \sum Y_k + Y_{ц} .$$

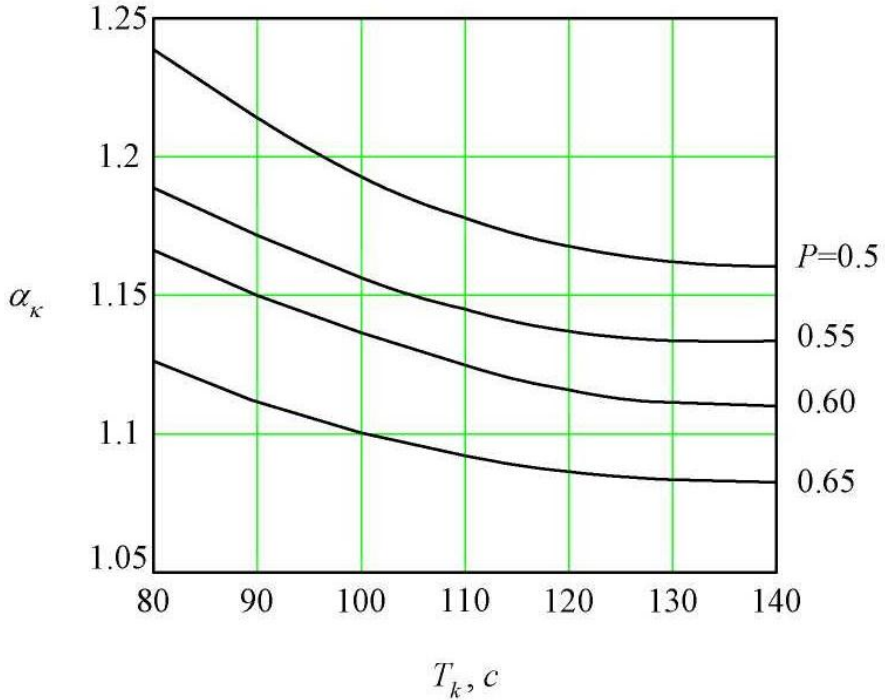


Рисунок 4.1 – Залежність коефіцієнта α_k від T_k і P

Але навантаження, що надходить на входи комутаційного поля (КП) і на напрями вихідного зв'язку, буде меншим за рахунок того, що встановлення з'єднання починається після закінчення набору номера.

Тривалість заняття КП менше часу заняття абонентського комплексу (АК) на час t_{co} і t_n . Отже, навантаження на КП буде пропорційне відношенню:

$$\varphi = \frac{t_{кп}}{t_k} .$$

Для інженерних розрахунків коефіцієнт φ для координатних АТС можна прийняти рівним 0,9. Для АТСДК з'єднання з іншою АТС встановлюється після набору однієї цифри і коефіцієнт φ приймається рівним 0,95. Для електронних, внаслідок їх швидкодії – рівним 1,0.

Отже, навантаження, що надходить від абонентів i -ї АТС, на виході КП дорівнює:

$$Y_{\text{НАДХ}_I} = \varphi \cdot Y'_I .$$

Визначити середню питому інтенсивність навантаження a_k (в Ерл) від джерел кожної k -ї категорії:

$$a_k = t_k \cdot C_k ,$$

де t_k – в секундах.

Визначити загальну кількість викликів, що надходять на АТС:

$$C = \sum (C_k \cdot N_k) .$$

Результати розрахунків звести в таблицю 4.4.

Аналогічно виконуються розрахунки для інших АТС і результати слід розмістити в таблицях 4.5, 4.6, 4.7, які подібні таблиці 4.4.

Сумарне навантаження телефонної мережі дорівнює:

$$Y_{\text{МЕРЖ}} = \sum Y_{\text{НАДХ}_I} .$$

Одержані значення навантаження на всіх АТС занести в таблицю 4.8.

Таблиця 4.4 – Навантаження, що надходить від абонентів АТСЕ-6,7

| Категорія джерела навантаження | P | C | T _k , с | N _k | α _k | t _k , с | a _k | Y _k , Ерл |
|--------------------------------|---|---|--------------------|------------------|----------------|--------------------|----------------|----------------------|
| НГ ТА (дек. наб.) | | | | | | | | |
| НГ ТА (част. наб.) | | | | | | | | |
| КВ ТА (дек. наб.) | | | | | | | | |
| КВ ТА (част. наб.) | | | | | | | | |
| Т (част. набір) | | | | | | | | |
| Ц | | | | | | | | |
| Всього | | | | N _Σ = | | | | Y' = |
| Всього на вих. КП | - | - | - | - | - | - | - | Y _{вих} = |

Таблиця 4.8 – Навантаження на АТС мережі зв'язку

| | АТСДК-2 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 |
|-------------------|---------|--------|--------|----------|
| Y _{надх} | | | | |
| Y _{вих} | | | | |
| Y _{мерж} | | | | |

4.2.3 Розподіл навантаження, що надходить від абонентів

Навантаження, що виникає від абонентів, розподіляється по станціях мережі. Цей розподіл носить випадковий характер і залежить від навантажень абонентів проектованої АТС, інших станцій, їх територіальної віддаленості і т.д. Оскільки точний розподіл досить утруднений, звичайно використовують наближені моделі.

Сумарне навантаження, що надходить від абонентів *i*-ї АТС, розподіляється на виході АТС по наступних напрямках.

Навантаження до вузла спецслужб складає 3÷5% від $Y_{\text{НАДХ}_i}$:

$$Y_{I_{\text{ВСС}}} = (0,03 \div 0,05) \cdot Y_{\text{НАДХ}_i} .$$

Внутрішньостанційне навантаження до абонентів своєї станції:

$$Y_{I_{\text{ВН}}} = Y_{\text{НАДХ}_i} \cdot \eta_i ,$$

де η_i – коефіцієнт внутрішньостанційного навантаження, який визначається за допомогою рисунку 4.2 по коефіцієнту ваги станції η_{CI} , який дорівнює відношенню навантаження, що надходить на i -у АТС, до сумарного навантаження від всіх абонентів всіх АТС на телефонну мережу. Оскільки структурний склад джерел навантаження всіх станцій мережі приблизно однаковий, то коефіцієнт ваги станції:

$$\eta_{CI} = \frac{Y_{\text{НАДХ}_i}}{Y_{\text{МЕРЖ}}} \cdot 100\% .$$

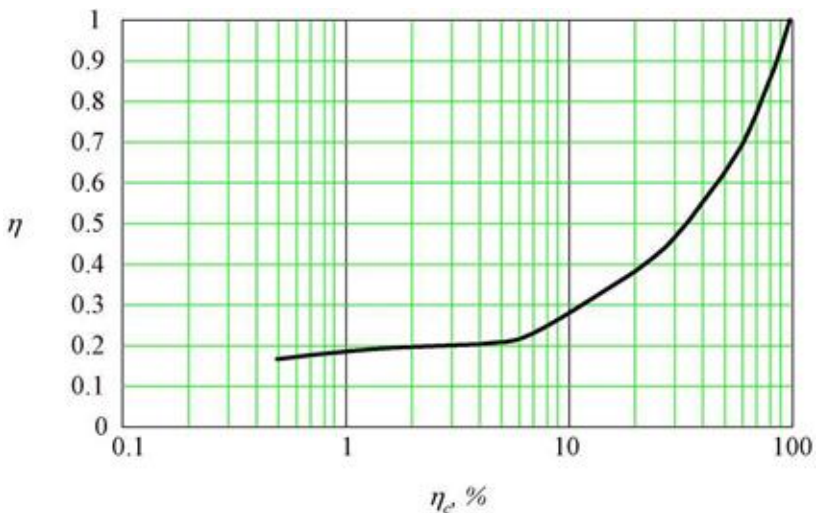


Рисунок 4.2 – Залежність коефіцієнта внутрішньостанційного навантаження η від коефіцієнта ваги станції η_{CI}

Міжміське навантаження до АМТС на замовно-з'єднувальні лінії (ЗЗЛ) визначати наступним чином:

$$Y_{L_{ЗЗЛ}} = \alpha_M \cdot N_i ,$$

де N_i – кількість абонентів i -й АТС;

α_M – питома міжміська інтенсивність навантаження, яку визначають по таблиці 4.9 залежно від кількості мешканців в місті [3].

Таблиця 4.9 – Питома міжміська інтенсивність навантаження

| Кількість мешканців в місті, тис. | α_M , Ерл |
|--------------------------------------|---------------------|
| до 20 | 0,0056 |
| 20-100 | 0,0048 |
| 100-500 | 0,0040 |
| 500-1000 | 0,0032 |
| Більше 1000 | 0,0024 |

Навантаження від АМТС до АТС МТМ на з'єднувальні лінії міжміські (ЗЛМ), визначається по формулі:

$$Y_{ЗЛМ_i} = Y_{ЗЗЛ_i} \cdot \frac{\bar{t}_{ЗЛМ}}{\tau_{ЗЗЛ}} ,$$

де $\bar{t}_{ЗЗЛ} = 150 \text{ с}$ – середня тривалість заняття замовно-з'єднувальної лінії (ЗЗЛ);

$\bar{t}_{ЗЛМ} = 126 \text{ с}$ – середня тривалість заняття з'єднувальних ліній міжміських (ЗЛМ).

Сумарне **навантаження, що виходить** від i -ї АТС до інших АТС мережі і підлягає розподілу, дорівнює:

$$Y_{ВИХ_i} = Y_{НАДХ_i} - Y_{L_{ВН}} - Y_{L_{ВСС}} - Y_{L_{ЗЗЛ}} .$$

Результати розрахунків звести до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Результати розрахунків внутрішньостанційного навантаження, навантаження до ВСС і АМС

| | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 |
|------------------------------|---------|--------|--------|----------|
| Ємність | | | | |
| $Y_{\text{НАДХ, Ерл}}$ | | | | |
| $\eta_c, \%$ | | | | |
| $\eta, \%$ | | | | |
| $Y_{\text{ВН}}, \text{Ерл}$ | | | | |
| $Y_{\text{ВСС}}, \text{Ерл}$ | | | | |
| $Y_{\text{ЗСЛ}}, \text{Ерл}$ | | | | |
| $Y_{\text{ЗЛМ}}, \text{Ерл}$ | | | | |
| $Y_{\text{ВИХ}}, \text{Ерл}$ | | | | |
| α_M | | | | |
| $t_{\text{ЗЗЛ}}, \text{с}$ | | | | |
| $t_{\text{ЗЛМ}}, \text{с}$ | | | | |
| $Y_{\text{мерж}}$ | | | | |

4.3 Розподіл навантаження по напрямках міжстанційного зв'язку

Розрахунок розподілу навантаження на напрямках міжстанційного зв'язку здійснюється за допомогою трьох основних методів:

- пропорційно вихідних навантажень станцій;
- пропорційно ємності станції;
- за допомогою коефіцієнтів телефонного тяжіння.

Пропорційно вихідних навантажень АТС

У цьому випадку навантаження від i -ої АТС до j -ої АТС розраховується по формулі:

$$Y_{i-j} = \frac{Y_{\text{вих}_i} \cdot Y_{\text{вих}_j}}{\sum_{k=1}^m Y_{\text{вих}_k} - Y_{\text{вих}_i}},$$

де m – число АТС на проєктованій мережі (без ВСС і АМТС).

У формулі відношення визначає, яка частина вихідного навантаження від станції i прямує до станції j . Знаменник дробу рівний сумарному вихідному навантаженню всіх станцій мережі за вирахуванням вихідного навантаження станції i .

Результати розрахунків занести до таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Матриця міжстанційних зв'язків

| Куди Звідки | АТСДК-3 (1) | АТСК-4 (2) | ... | АТСЕ-6,7 (n) | ВСС | АМТС | $\sum_I Y_{i \rightarrow j}$ |
|-----------------------------|----------------|---------------|-----|-----------------|-------------|--------------|------------------------------|
| АТСДК-3 (1) | - | Y_{1-2} | | Y_{1-n} | $Y_{1-ВСС}$ | $Y_{1-АМТС}$ | |
| АТСК-4 (2) | Y_{2-1} | - | | Y_{2-n} | $Y_{2-ВСС}$ | $Y_{2-АМТС}$ | |
| ... | | | | | | | |
| АТСЕ-6,7 (n) | Y_{n-1} | Y_{n-2} | | - | $Y_{n-ВСС}$ | $Y_{n-АМТС}$ | |
| АМТС | $Y_{АМТС-1}$ | $Y_{АМТС-2}$ | | $Y_{АМТС-n}$ | - | - | |
| $\sum_J Y_{i \leftarrow j}$ | | | | | | | |

Пропорційно ємності АТС

У цьому випадку навантаження від i -ої АТС до j -ої АТС розраховується по формулі:

$$Y_{i \rightarrow j} = \frac{N_j \cdot Y_{ВИХ_I}}{\sum_{j=1}^m N_j - N_i},$$

де m – число АТС на проєктованій мережі (без ВСС і АМТС).

Результати розрахунків занести до таблиці 4.12, подібній таблиці 4.11.

Пропорційно умовних вихідних навантажень АТС

У цьому випадку навантаження від i -ої АТС до j -ої АТС розраховується по формулі:

$$Y_{i-j} = \frac{n_{i-j} \cdot Y_{ВИХ_I} \cdot Y_{ВИХ_J}}{\sum_{J=1}^m Y_{ВИХ_J} \cdot n_{I-J} - Y_{ВИХ_I} \cdot n_{I-J}},$$

де m – число АТС на проєктованій мережі (без ВСС і АМТС);

n_{i-j} – коефіцієнт, що характеризує телефонне тяжіння абонентів i -ої АТС до абонентів j -ої АТС (рис. 4.3).

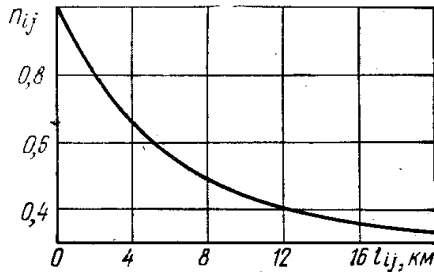


Рисунок 4.3 – Залежність коефіцієнтів тяжіння n_{i-j} від відстані

Значення коефіцієнтів телефонного тяжіння істотно залежать від відстані між абонентами, тобто АТС.

Відстані між АТС (км) для даного варіанту мережі представлені в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Відстані між АТС (км)

| АТС | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 |
|----------|---------|--------|--------|----------|
| АТСДК-3 | 0 | 10 | 12 | 11 |
| АТСК-4 | 10 | 0 | 8 | 5 |
| АТСЕ-5 | 12 | 8 | 0 | 3 |
| АТСЕ-6,7 | 11 | 5 | 3 | 0 |

Згідно графіку (рис. 4.3), знайдемо коефіцієнти тяжіння, відповідно заданим відстаням між АТС, таблиця 4.14.

Таблиця 4.14 – Коефіцієнти тяжіння між АТС мережі

| АТС | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 |
|----------|---------|--------|--------|----------|
| АТСДК-3 | 1,00 | 0,45 | 0,4 | 0,42 |
| АТСК-4 | 0,45 | 1,00 | 0,50 | 0,60 |
| АТСЕ-5 | 0,40 | 0,50 | 1,00 | 0,70 |
| АТСЕ-6,7 | 0,42 | 0,60 | 0,70 | 1,00 |

Результати розрахунків занести до таблиці 4.15, подібній таблиці 4.11.

Якщо розрахунки виконані вірно, то повинна виконуватись рівність для всіх трьох методів:

$$\sum_I Y_{i \rightarrow j} = \sum_J Y_{i \leftarrow j} .$$

Після цього складається, на підставі таблиць 4.11, 4.12, 4.15 таблиця 4.16 наступним чином: з трьох таблиць для кожного елемента таблиці обирається найбільше значення.

Результати занести до таблиці 4.16.

Таблиця 4.16 – Матриця міжстанційних зв'язків

| Куди Звідки | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 | ВСС | АМТС | $\sum_I Y_{i \rightarrow j}$ |
|------------------------------------|---------|--------|--------|----------|-----|------|------------------------------|
| АТСДК-3 | — | | | | | | |
| АТСК-4 | | — | | | | | |
| АТСЕ-5 | | | — | | | | |
| АТСЕ-6,7 | | | | — | | | |
| АМТС | | | | | — | — | |
| $\sum_J \cdot Y_{i \rightarrow j}$ | | | | | | | |

4.4 Матриця розрахункових телефонних навантажень

Після цього складається, на підставі таблиці 4.16 матриця розрахункових значень телефонних навантажень, яка дозволяє провести облік коливань навантаження (сезонне, по днях тижня і годинам доби) і гарантувати якість обслуговування абонентів. Розрахунок виконується по формулі: $Y_p = Y + 0,6742\sqrt{Y}$. Результати розрахунків занести в таблицю 4.17, подібну таблиці 4.16.

Таблиця 4.17 – Матриця реальних розрахункових телефонних навантажень

| Куди \ Звідки | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 | ВСС | АМТС | $\sum_I Y_{i \rightarrow j}$ |
|-----------------------------|---------|--------|--------|----------|-----|------|------------------------------|
| АТСДК-3 | – | | | | | | |
| АТСК-4 | | – | | | | | |
| АТСЕ-5 | | | – | | | | |
| АТСЕ-6,7 | | | | – | | | |
| АМТС | | | | | – | – | |
| $\sum_J Y_{i \leftarrow j}$ | | | | | | | |

За даними матриці розрахункових значень телефонних навантажень необхідно скласти схему розподілу навантаження для проєктованої АТСЕ, загальний вигляд якої приведений на рис. 4.5.

Зі схеми розподілу навантаження визначити вхідне (вихідне) навантаження $Y_{ВХ}^{ЦЗЛ}$ ($Y_{ВИХ}^{ЦЗЛ}$) АТСЕ, що проєктується, по цифрових з'єднувальних лініях (ЦЗЛ). Воно дорівнює сумарному вхідному (вихідному) навантаженню за вираховуванням $Y_{ВН}$.

4.5 Розрахунок кількості ЗЛ (каналів) та ПЦТ

Кількість з'єднувальних ліній (цифрових каналів 64 кбіт/с) між АТС мережі розраховують по першій формулі Ерланга (див. додаток

Б), яка дозволяє знайти кількість з'єднувальних ліній (каналів) при заданому навантаженню Y і заданих втратах p (таблиця 4.18).

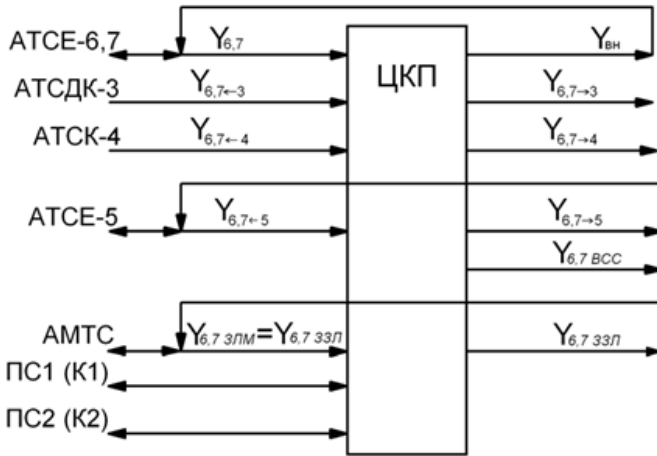


Рисунок 4.5 – Схема розподілу навантаження на проектованій АТСЕ

Таблиця 4.18 – Розподіл втрат p для мережі [3]

| Втрати p | Участок мережі |
|------------|----------------------|
| 0,01 | для ЗЛ між АТС |
| 0,002 | для ЗЗЛ і ЗЛМ |
| 0,001 | для ЗЛ до ВСС |
| 0,003 | внутрішньостанційний |

При розрахунках використовують дані матриці розрахункових телефонних навантажень (табл. 4.17).

Для проектованої АТСЕ при розрахунках слід керуватися схемою розподілу навантаження, приведеного на рис. 4.5. При цьому кількість каналів визначається по наступних формулах:

$$V_{6,7 \rightarrow j} = E(Y_{6,7 \rightarrow j}; 0, 01);$$

$$V_{6,7 \leftarrow j} = E(Y_{6,7 \leftarrow j}; 0, 01);$$

$$V_{I \rightarrow J} = E(Y_{I \rightarrow J}; 0, 01);$$

$$V_{BCC} = E(Y_{BCC}; 0, 001).$$

Ці формули справедливі для ЗЛ одностороннього заняття. Зв'язок між АТСЕ і АМТС здійснюється по ЗЛ двостороннього заняття, так як вони працюють з ЗКС №7. Тому:

$$V_{6,7 \leftrightarrow 5} = E(Y_{6,7 \rightarrow j} + Y_{6,7 \leftarrow j}; 0, 01);$$

$$V_{6,7 \leftrightarrow AMTC} = E(Y_{6,7 \rightarrow AMTC} + Y_{6,7 \leftarrow AMTC}; 0, 002);$$

$$V_{5 \leftrightarrow AMTC} = E(Y_{5 \rightarrow AMTC} + Y_{5 \leftarrow AMTC}; 0, 002).$$

Кількість каналів від і до АТСДК-3 визначається по формулі О'Делла [4] для конкретної АТС:

$$V_{6,7 \leftarrow 3} = 1,58 \cdot Y_{6,7 \leftarrow 3} + 2,9,$$

$$V_{6,7 \rightarrow 3} = 1,58 \cdot Y_{6,7 \rightarrow 3} + 2,9.$$

Кількість каналів від і до АТСК-4 визначається методом ефективної доступності [4] для конкретної АТС:

$$V_{6,7 \leftarrow 4} = 1,24 \cdot Y_{6,7 \leftarrow 4} + 5,1,$$

$$V_{6,7 \rightarrow 4} = 1,24 \cdot Y_{6,7 \rightarrow 4} + 5,1$$

Аналогічно виконуються розрахунки для інших АТС мережі. Результати розрахунків занести в таблицю 4.19.

Таблиця 4.19 – Матриця з'єднувальних ліній мережі

| № АТС | АТСДК-3 (1) | АТСК-4 (2) | АТСЕ-5 (3) | АТСЕ-6,7 (4) | АМТС | ВСС |
|-----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|-------------|
| АТСДК-3 (1) | – | K_{1-2} | K_{1-3} | K_{1-4} | K_{1-AMTC} | K_{1-BCC} |
| АТСК-4 (2) | K_{2-1} | – | K_{2-3} | K_{2-4} | K_{2-AMTC} | K_{2-BCC} |
| АТСЕ-5 (3) | K_{3-1} | K_{3-2} | – | K_{3-4} | K_{3-AMTC} | K_{3-BCC} |
| АТСЕ-6,7 (4) | K_{4-1} | K_{4-2} | K_{4-3} | – | K_{4-AMTC} | K_{4-BCC} |
| АМТС | K_{AMTC-1} | K_{AMTC-2} | K_{AMTC-3} | K_{AMTC-4} | – | – |

Сумарна кількість вихідних і вхідних каналів, включених в проєктовану АТСЕ дорівнює:

$$V_{кан} = V_{6,7 \rightarrow 3} + V_{6,7 \rightarrow 4} + V_{6,7 \leftrightarrow 5} + V_{6,7 \leftrightarrow AMTC} + V_{BCC} + V_{6,7 \leftarrow 3} + V_{6,7 \leftarrow 4}$$

Для того, щоб знайти кількість первинних цифрових трактів Е1 (ліній системи ІКМ-30, що містить 30 інформаційних каналів), кількість з'єднувальних ліній для кожного напрямку слід розділити на 30 і набуте значення округлити у більшу сторону:

$$V_{IKM_{IJ}} = \left\lceil \frac{K_{i-j}}{30} \right\rceil$$

де знак $\lceil \rceil$ вказує на найближче більше ціле число.

Результати розрахунку кількості ПЦТ занести до таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 – Матриця ліній ІКМ-30 по напрямках

| № АТС | АТСДК-3 (1) | АТСК-4 (2) | АТСЕ-5 (3) | АТСЕ-6,7 (4) | АМТС | ВСС |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| АТСДК-3 (1) | – | V ₁₋₂ | V ₁₋₃ | V ₁₋₄ | V _{1-АМТС} | V _{1-ВСС} |
| АТСК-4 (2) | V ₂₋₁ | – | V ₂₋₃ | V ₂₋₄ | V _{2-АМТС} | V _{2-ВСС} |
| АТСЕ-5 (3) | V ₃₋₁ | V ₃₋₂ | – | V ₃₋₄ | V _{3-АМТС} | V _{3-ВСС} |
| АТСЕ-6,7 (4) | V ₄₋₁ | V ₄₋₂ | V ₄₋₃ | – | V _{4-АМТС} | V _{4-ВСС} |
| АМТС | V _{АМТС-1} | V _{АМТС-2} | V _{АМТС-3} | V _{АМТС-4} | – | – |

5 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ EWSD

5.1 Розробка структурної схеми EWSD

До складу обладнання системи EWSD фірми Siemens входять наступні основні функціональні блоки:

- DLU – цифрові абонентські блоки для включення абонентських ліній;

- LTG – лінійні групи для утворення інтерфейсу між аналоговим або цифровим оточенням станції і цифровим комутаційним полем;

- SN – цифрове комутаційне поле для встановлення всіх видів з'єднань;

- CP – координаційний процесор для виконання основних функцій по управлінню обслуговування викликів, координації роботи розподілених мікропроцесорних пристроїв керування окремих блоків і передачі даних між ними;

- MB – буфер повідомлень для керування обміном повідомлень між CP і LTG;

- CCNC – пристрій керування мережі сигналізації по загальному каналу для взаємодії з іншими станціями за системою сигналізації ЗКС №7;

- CCG – центральний генератор тактової частоти для синхронізації роботи всього обладнання станції;
- OSS – комутаторна система для встановлення з'єднань за допомогою телефоністок;
- SYP – системна панель для відображення стану системи;
- ІМ – зовнішня пам'ять (накопичувачі на магнітних стрічках і магнітних дисках) для зберігання програм і даних;
- ОМТ – термінали технічної експлуатації і обслуговування для взаємодії оператора з системою.

Положення кожного блоку в системі і їх взаємодію показано на прикладі структурної схеми комбінованої (місцевої/міжміської) станції EWSD (рис. 5.1).

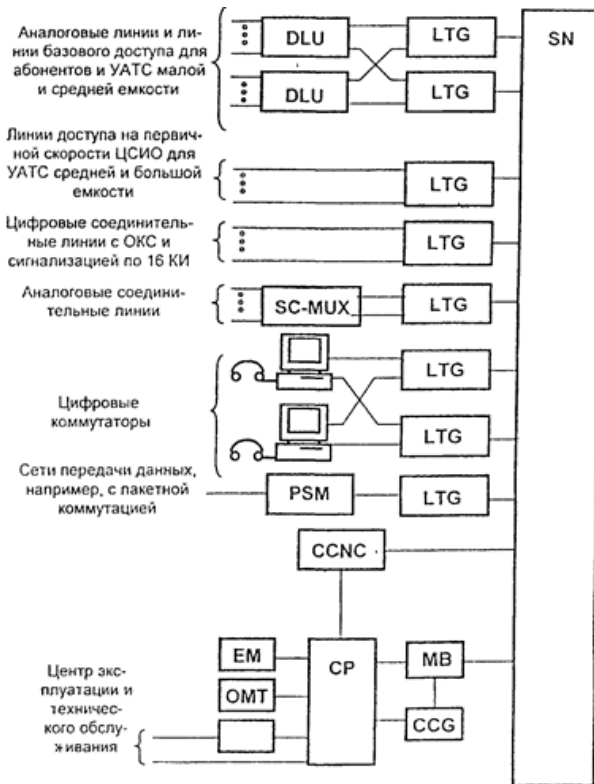


Рисунок 5.1 – Структурна схема комбінованої станції EWSD

Структурна схема практично будь-якої станції EWSD є типовою і включає майже всі перераховані вище функціональні блоки за винятком наступних випадків:

- цифрові абонентські блоки DLU відсутні в транзитних (вузлових) станціях, хоча на АМТС звичайно встановлюють блоки DLU для реалізації службового зв'язку;

- комутаторна система OSS використовується на комбінованих станціях, на АМТС і може бути на станціях цифрової мережі інтегральних служб ISDN;

- блок CCNC застосовується при реалізації на мережі загальноканальної сигналізації №7.

При розробці структурної схеми конкретної станції необхідно визначити:

- розміщення цифрових абонентських блоків DLU (на станції або зовні неї) і спосіб підключення їх до лінійних груп LTG;

- типи лінійних груп LTG, що використовуються, для включення всіх зовнішніх ліній;

- системи сигналізації для роботи з іншими станціями мережі і необхідний для цього тип обладнання системи EWSD;

- способи включення АТС установ;

- спосіб синхронізації станції в мережі;

- спосіб підключення терміналів експлуатації і техобслуговування (на станції, на центрі технічної експлуатації);

- спосіб передачі даних, наприклад, про розмови, що тарифікуються, на центр обробки інформації, про перебування обладнання на ЦТЕ і ін.

Для вирішення даних питань далі приводиться коротка технічна характеристика основних функціональних блоків станції. Більш докладна інформація про систему EWSD наведена в [2].

У цифрові абонентські блоки DLU можуть включатися аналогові і цифрові абонентські лінії (АЛ), місцеві і міжміські таксофони, аналогові і цифрові УАТС, лінії базового доступу цифрової системи інтегрального обслуговування (ISDN). Всі лінії включаються в модулі абонентських комплектів (АК): аналогові – SLMA або цифрові – SLMD (рис. 5.2).

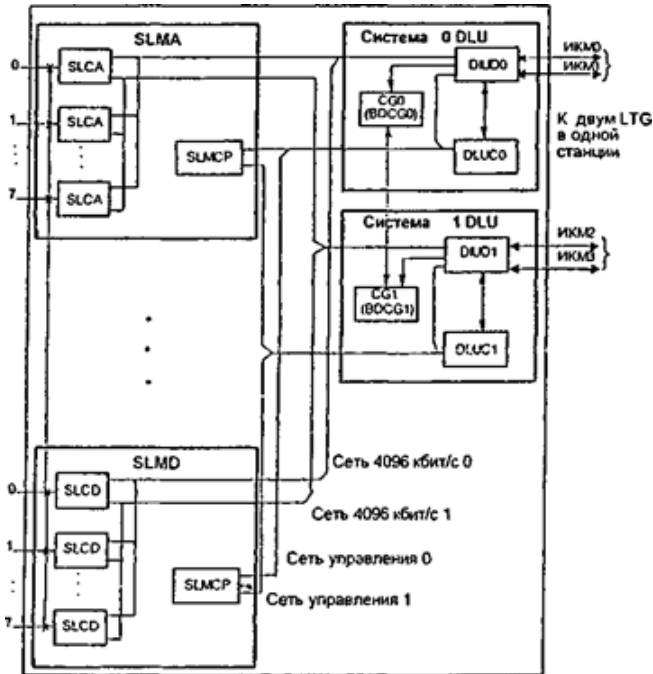


Рисунок 5.2 – Структура цифрового абонентського блоку DLU

До складу модуля SLMA входять 16 аналогових АК SLCA і процесор керування SLMCP. До складу модуля SLMD входять 16 цифрових АК SLCD і процесор SLMCP. Кожний SLCD є базовим доступом для терміналів ISDN для одного абонента.

До складу центральних вузлів DLU входять два цифрові інтерфейси DIUD, два процесори DLUC, два генератори тактової частоти CCG, два генератори визивного струму і тарифні імпульси RGMG. Обмін інформацією між модулями DLU здійснюється за допомогою дубльованої системи шин. Блоки DLU можуть встановлюватися як на станції (локальні DLU), так і зовні неї (віддалені DLU). Віддалені блоки DLU підключаються до спеціальних лінійних груп LTG за допомогою 2 або 4 трактів ІКМ-30 із швидкістю 2048 Кбіт/с. Локальні DLU крім того можуть підключатися до LTG і через цифрові тракти із швидкістю 4096 Кбіт/с, що дозволяє зменшити

кількість з'єднувальних кабелів з LTG.

Лінійні групи LTG утворюють інтерфейс між оточенням станції і цифровим комутаційним полем (КП). В блоки LTG включаються блоки DLU, аналогові і цифрові з'єднувальні лінії (ЗЛ), лінії первинного доступу ISDN, цифрові комутатори, різні службові блоки.

Залежно від типу ліній, що включаються, їх конструктивного виконання розрізняють вісім основних типів груп LTG: LTGB, LTGB:OSS, LTGC, LTGD, LTGF (дві модифікації), LTGG (три модифікації), LTGH, LTGM (дві модифікації). Технічні характеристики різних лінійних груп приведені в таблиці 5.1. Слід зазначити, що в останніх проектах системи EWSD знаходять найбільше застосування лінійні групи LTGG, оскільки вони займають менше місця на штативі. Лінійні групи LTGM застосовуються у версії 10 системи EWSD.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики лінійних груп

| Тип LTG | Зовнішні лінії, що включаються | Застосування | Конструктивне виконання | Примітка |
|-----------|---|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| LTGB | -цифрові ЗЛ з сигналізацією CAS і ЗКС-7; -лінії від DLU; -ЗЛ від УАТС; -первинний доступ від УАТС ISDN | Місцеві станції | Дворядна модульна касета | DLU включаються через ІКМ-лінії |
| LTGB:OS S | лінії від цифрових комутаторів DSB | Міжміські і міжнародні станції | Дворядна модульна касета | |
| LTGC | - цифрові ЗЛ із сигналізацією CAS і R2 (БЧК); - цифрові ЗЛ із сигналізацією ЗКС-7; | Місцеві станції | Однорядна модульна касета | Приймачі коду R2 в окремій касеті |

Продовження таблиці 5.1

| | | | | |
|-----------|---|--------------------------------|--|---|
| LTGD | - цифрові ЗЛ із сигналізацією CAS і №5 або R2; - цифрові ЗЛ із сигналізацією ЗКС-7 | Міжміські і міжнародні станції | Однорядна модульна касета | Можливість включення ехопридушувачів |
| LTGF(B) | Аналогічно LTGB | Місцеві станції | Однорядна модульна касета | Можливе включення DLU і через лінії 4096 Кбіт/с |
| LTGF(C) | Аналогічно LTGC | Місцеві станції | Однорядна модульна касета | |
| LTGG(B) | Аналогічно LTGB | Місцеві станції | Половина модульної касети | Можливе включення DLU і через лінії 4096 Кбіт/с |
| LTGG(C) | Аналогічно LTGC | Місцеві станції | Половина модульної касети | |
| LTGG:OS S | Аналогічно LTGB:OSS | Міжміські і міжнародні станції | Половина модульної касети | |
| LTGH | Зовнішні лінії не включаються | Станції ISDN | Половина модульної касети | Для обробки пакетів даних |
| LTGM(B) | Аналогічно LTGB | Місцеві станції | У модифікованій однорядній касеті 5 груп | Можливе включення DLU і через лінії 4096 Кбіт/с |
| LTGM(C) | Аналогічно LTGC | Місцеві станції | У модифікованій однорядній касеті 5 груп | ЗЛ з сигналізацією БЧК, R1,R2 |

Існують три варіанти комутаційного поля: SN, SN(B), SN(D). Комутаційне поле SN дубльоване і складається зі ступенів часової комутації (TSG) і просторової комутації (SSG) і має ємність від 63 до 504 LTG. В даний час найбільш часто використовується компактний варіант комутаційного поля SN(B), який по функціях повністю

відповідає полю SN, тільки на кожний модуль доводиться більше число функціональних блоків.

Нове розроблене комутаційне поле SN(D) дозволяє підвищити в 4 рази значення параметрів, тобто система з його застосуванням забезпечує обслуговування трафіку – 100 000 Ерл і можливість підключення 240 000 портів і 2016 портів LTG. SN(D) має одноступінчасту структуру і забезпечує проклучення з'єднань без блокувань, що дає необмежену можливість реалізації функцій $n \times 64$ Кбіт/с. Для встановлення з'єднань в SN(D) використовуються волоконно-оптичні лінії. Нове КП підтримує інтерфейс з існуючими LTG.

EWSD обладнана дуже потужним комутаційним полем SN. Завдяки високій якості системи, SN може робити комутацію з'єднань різноманітних типів (наприклад: телефонний, телеграфний, факсимільний, телетекст, передача даних та ін.). Структура комутаційного поля дозволяє робити ступінчасте нарощування комутаційної матриці від малих ємностей (тобто з невеличкою кількістю LTG для малих і кінцевих станцій 63 LTG) до великих ємностей опорно-транзитних станцій і комутаційних вузлів (504 LTG). Для забезпечення роботи каналів повідомлень між GP LTG і CP організуються канали напівпостійного зв'язку тобто постійні з'єднання через комутаційну матрицю, що утримується увесь час поки станція працює, але може бути змінене програмно за допомогою команд оператора.

До найбільш важливих характеристик комутаційного поля відносяться:

- незначні потреби площі;
- незначне внутрішнє блокування;
- високий ступінь функціональної цілісності за допомогою дублювання;
- модульне апаратне і програмне забезпечення;
- наявність уніфікованих типів модулів для всіх ступенів ємності комутаційного поля;
- простота розширення, застосування самої сучасної технології (NMOS і TTLs);
- один комутаційний формат для мовного та інформаційного сигналу (октеди);

– одноканальні та багатоканальні з'єднання.

Комутаційне поле має компактну структуру, в якій велика кількість функцій комутаційного поля сконцентрована в невеликому числі типів модулів. Наприклад, одночасно до 1024 з'єднань можна встановлювати через один модуль просторової ступені. Незважаючи на те, що надійність функцій модулів і найбільша кількість з'єднань через такий модуль забезпечена, комутаційне поле EWSD все-таки завжди є дубльованим. Найбільш часто використовують SN(B). Технічні дані комутаційних полів SN(B) різної ємності приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Технічні дані комутаційних полів SN(B) різної ємності

| Ступені ємності комутаційного поля | SN:63LTG | SN:126LTG | SN:252LTG | SN:504LTG |
|---|----------|-------------|-------------|-----------|
| Комутований трафік, Ерл | 3 150 | 6300 | 12600 | 25200 |
| Місцеві станції (кількість абонентських ліній) | 30000 | 60000 | 125 000 | 250 000 |
| Транзитні станції (кількість з'єднувальних ліній) | 7500 | 15000 | 30000 | 60000 |
| Структура поля | Ч-П-Ч | Ч-П-П-П-Ч | Ч-П-П-П-Ч | Ч-П-П-П-Ч |
| Кількість що підключаються: | | | | |
| – LTG або | 63 | 126 | 252 | 504 |
| – LTG і CCNC | 62+1CCNC | 125 + 1CCNC | 251 + 1CCNC | 503+1CCNC |

При поєднанні абонентських і з'єднувальних ліній цифри відповідно зменшуються.

Поле SN станції великої ємності (504 LTG, 252 LTG, 126 LTG) має наступну структуру:

- один ступінь часової комутації вхідна TSI;
- три ступені просторової комутації SS;

– один ступінь часової комутації вихідна TSO.

Ці ступені складаються з наступних типів модулів:

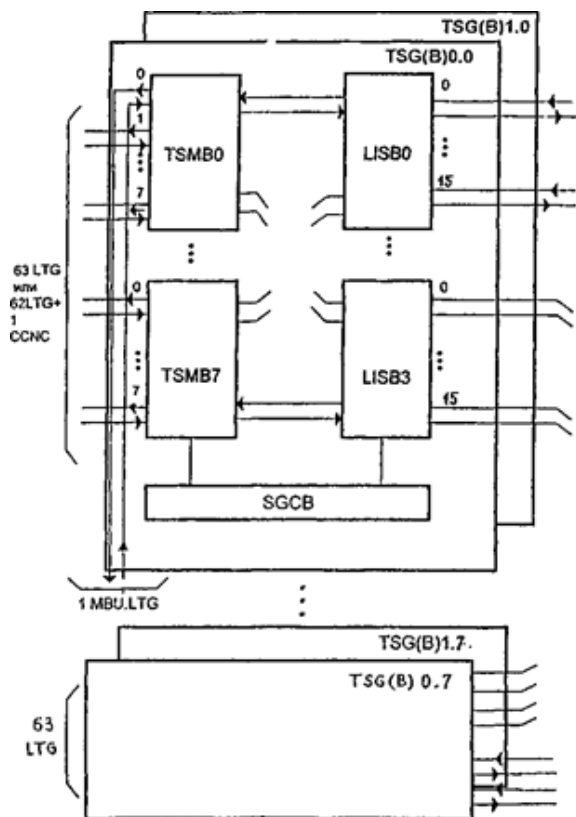
– модуль ступеня часової комутації TSM;

– модуль інтерфейсу між TSM та LTG-LIS;

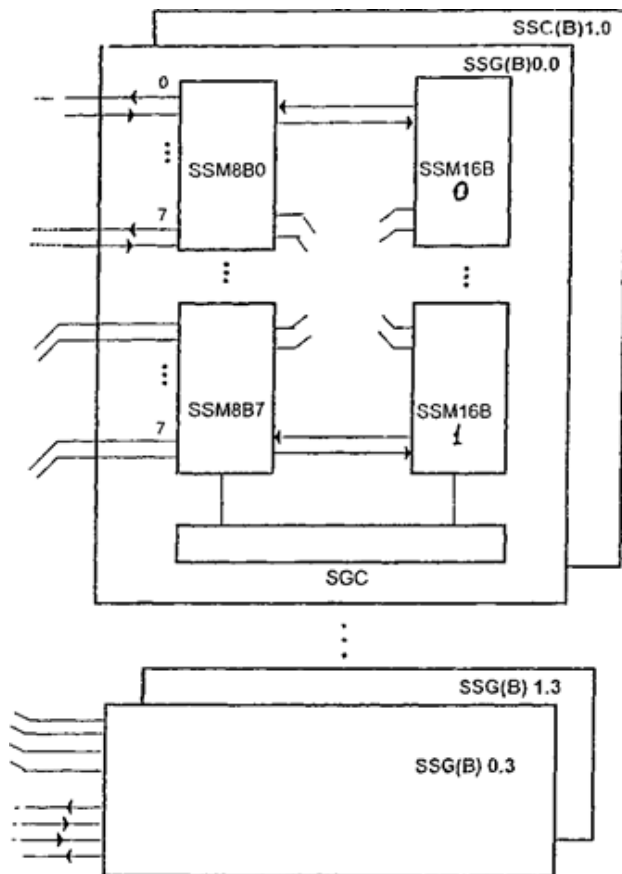
– модулі ступеня просторової комутації SSM 16/16 і SSM 8/15.

Кількість модулів TSM завжди дорівнює кількості модулів LIS.

Кожний модуль TSM складається з одного вхідного ступеня TSI і одного вихідного ступеня TSO. Модуль SSM 8/15 складається з 2-х ступенів просторової комутації: 8/15 і 15/8. На рисунку 5.3, приведена структура комутаційного поля SN(B) на 504 LTG.



a)



б)

Рисунок 5.3 – Комутаційне поле SN(B) 504 LTG

Ступені SN станцій малої ємності (63 LTG) мають наступну структуру:

- один ступінь часової комутації вхідну TSI;
- один ступінь просторової комутації SS;
- один ступінь часової комутації вихідну TSO.

У SN на 63 LTG модулі LIS і SSM 8/15 не використовуються.

Структура комутаційного поля SN(B) 63 LTG наведена на

рисунку 5.4.

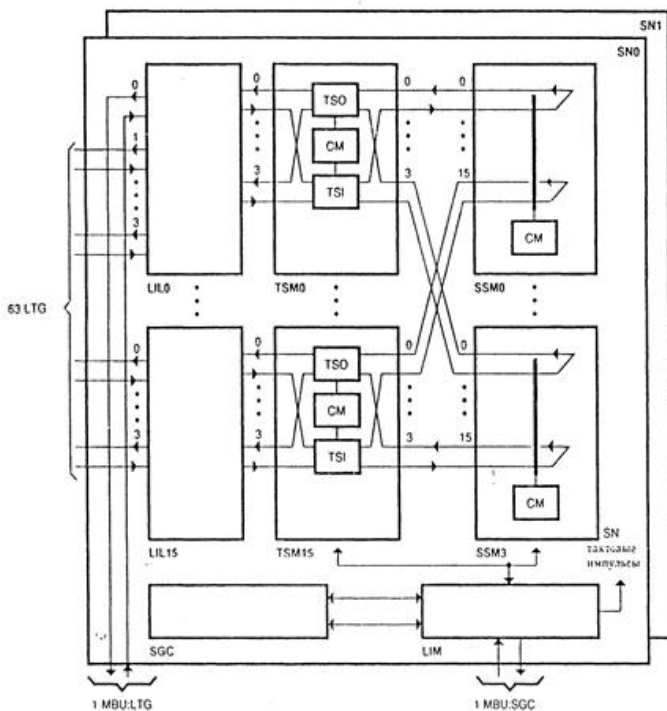


Рисунок 5.4 – Комутаційне поле SN(B) на 63 LTG

Кожний ступінь TSG і SSG, а при SN на 63 LTG кожна сторона КП, мають власний пристрій керування, що складається з 2-х модулів:

- пристрою керування комутаційної групи SGC;
- модуля інтерфейсу між SGC і блоками буфера повідомлень MBU-LIM.

Буфер повідомлень MB(B) призначений для керування обміном міжпроцесорними повідомленнями між наступними підсистемами EWSD:

- між координаційним процесором (CP) і лінійними групами (LTG);
- між різними LTG;

- між LTG і пристроєм керування мережі сигналізації по загальному каналу (CCNC);

- між СР і пристроями керування комутаційної групи (SGC).

Внутрішня структура МВ(В) повністю дубльована і складається з МВ(В) 0 і МВ(В) 1, які працюють за принципом розділення навантаження. МВ(В) підключений до кожної лінійної групи LTG через один канал на 64 Кбіт/с по ущільнених лініях SDC 8192 Кбіт/с (вторинним цифровим потоком). Відповідні канали ущільнених ліній SDC з'єднані між собою напівпостійними з'єднувальними шляхами, що підключені, в комутаційному полі. В нормальних умовах підключені LTG однаково обслуговуються однією з двох сторін системи (МВ(В) 0/площина 0 SN або МВ(В) 1/площина 1 SN).

З пристроєм керування комутаційної групи (SGC) буфер повідомлень з'єднується через одну ущільнену лінію SDC 8192 Кбіт/с в кожному випадку. Залежно від комплектації, ступені МВ(В) 0 або МВ(В) 1 можуть обслуговувати до 12 SGC через одну ущільнену лінію.

З'єднання з процесорами введення-виведення для МВ (IOP:МВ) координаційного процесора СР здійснюється через системи шин В: МВ (В) 0 і В: МВ (В) 1.

Залежно від ємності комутаційного поля SN буфер повідомлень МВ може мати від однієї до чотирьох дубльованих груп буферів повідомлень MBG. Групи MBG00...03 складають МВ(В)0, групи MBG10...13 – МВ(В) 1. Кожна група MBG встановлюється в одній модульній касеті.

Група буфера повідомлень MBG складається з наступних функціональних блоків (рис. 5.5):

- блок буфера повідомлень для лінійної групи (МВU:LTG);
- блок буфера повідомлень для пристрою керування комутаційної групи (МВU:SGC);
- груповий генератор тактової частоти (ССG);
- мультиплексор (MUX), що створює інтерфейс з комутаційним полем;
- інтерфейсний адаптер для процесора введення-виведення для буфера повідомлень.

Блок буфера повідомлень для лінійних груп МВU:LTG містить до чотирьох пристроїв керування передавачем/приймачем (Т/RC) і

один модуль розподілу повідомлень (MDM). Кожний модуль T/RC включає два мікропроцесори і може обслуговувати до 16 лінійних груп (LTG). Один блок MBU:LTC забезпечує розширення станції ступенями по 16 лінійних груп. Максимально чотири T/RC модуля MBU:LTG можуть з'єднуватися між собою за допомогою модуля розподілу повідомлень MDM.

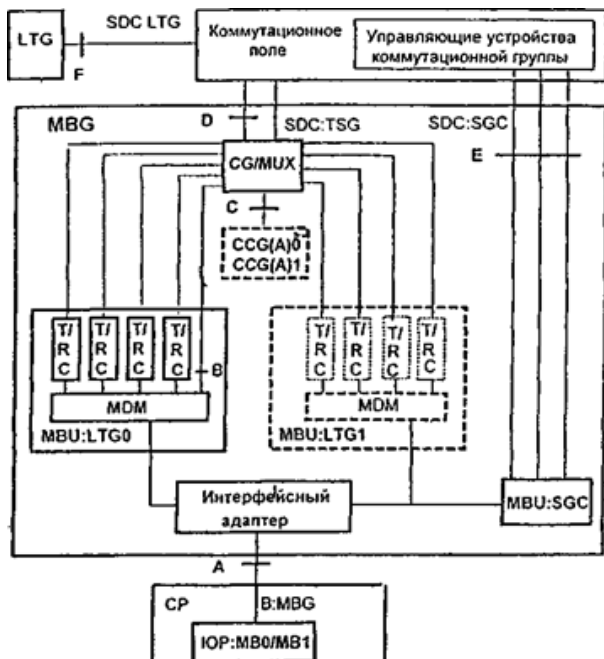


Рисунок 5.5 – Структура буфера повідомлень (MB(B))

Блок буфера повідомлень для пристрою керування комутаційної групи MBU:SGC з'єднаний з інтерфейсним адаптером IOP:MAD в загальний модуль (IOPC). Принципово MB:SGC має таку ж структуру, як MB:LTG. Але у зв'язку з тим, що він обслуговує максимум три пари каналів керування, в даному випадку модуль розподілу повідомлень (MDM) не використовується і в його склад входить всього один мікропроцесор.

Мультиплексор (MUX) з'єднаний з комутаційним полем через

два вторинних цифрових потоки SDC. Обмін повідомленнями з відповідними LTG здійснюється відповідно по 63-м вхідним і вихідним каналам цих потоків. Як показано на рисунку 5.5, мультиплексор концентрує потоки даних, що поступають з двох MBU:LTG. Кожний з максимум чотирьох T/RC блоків MBU:LTG живить мультиплексор двічі по вісім каналів через ущільнені лінії 4 Мбіт/с. 63 вхідні канали двох цифрових потоків, що йдуть з комутаційного поля, розподіляються мультиплексором по чотирьох T/RC відповідних MBU:LTG.

Інтерфейсний адаптер виконує функцію перетворення двотактних сигналів IOP:MB у форму TTL і назад. Кожна MBG з'єднана з IOP:MB0 і IOP:MB1 окремою шиною даних (B:MBG).

Координаційний процесор CP113 виконує основні координаційні функції: по обробці викликів, по технічній експлуатації, по обслуговуванню і забезпеченню надійності станції.

Головними характерними особливостями координаційного процесора CP113 є:

- застосування модульної мікропроцесорної системи;
- пристосованість до телефонних станцій різної ємності;+
- продуктивність обробки складає від 250 000 до 1 238 000 спроб викликів в ГНН;
- можливість об'єднання задач і розподіл навантаження;
- резервування за допомогою дублювання загального пристрою, що запам'ятовує, системи шин, основних процесорів, пристроїв керування введенням-виведенням і процесорів введення-виведення, а також за допомогою об'єднання процесорів обробки викликів в пул;
- стандартне використання мікропроцесора, який має високі робочі характеристики;
- 32-бітова ширина інформаційної шини;
- 4-Гігабайтна здатність адресації;
- загальний пристрій, що запам'ятовує, з ємністю до 64 Мбайт (основа 4 Мбайт динамічного ЗППВ);
- 7 рівнів переривання з постійним пріоритетом;
- гнучкість в підключенні периферійних пристроїв, завдяки використанню індивідуальних процесорів введення-виведення;
- язык програмування CHILL, що рекомендується МСЕ;
- мобільність випробуваного прикладного програмного

забезпечення EWSD.

До складу CP 113 входять наступні функціональні блоки (рис. 5.6):

- основні процесори (BAP);
- процесори обробки викликів (CAP), що не відносяться до ступеня основної продуктивності);
- пристрої керування введення-виведення (IOC);
- шина до загальної пам'яті (BCMY);
- загальна пам'ять (СМУ);
- процесори вводу-виводу (IOP) для обробки викликів і периферійних пристроїв експлуатації і техобслуговування.

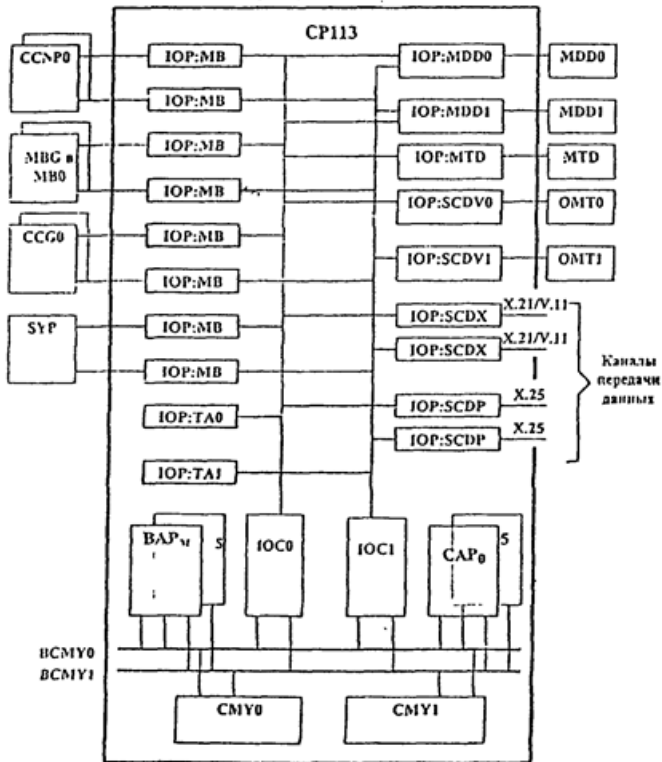


Рисунок 5.6 – Структура координаційного процесора CP113

Модульний принцип побудови CP 113 забезпечує просте узгодження процесора з різними ємностями комутаційної станції. В таблиці 5.3 представлені ступені розширення CP 113, що відповідають мінімальній і максимальній продуктивності.

Таблиця 5.3 – Ступені розширення CP 113

| Функціональний блок | Мінімальна кількість | Максимальна кількість |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| Основний процесор, що веде, ВАРМ | 1 | 1 |
| Основний процесор, що відомий, ВАРС | 1 | 1 |
| Процесор обробки виклику САР | 0 | 6 |
| Загальна пам'ять СМУ (блоками по 16 Мбайт) | 64 Мбайт | 1024 Мбайт |
| Процесор введення-виведення для буфера повідомлень для LTG и SGC IOP:MB (LTG/SGC) | 2 | 8 |
| Процесор введення-виведення для буфера повідомлень для ССГ IOP:MB (ССГ) | 2 | 2 |
| Процесор введення-виведення для буфера повідомлень для SYP IOP:MB (SYP) | 2 | 2 |
| Процесор введення-виведення для буфера повідомлень для ССНС IOP:MB (ССНС) | 2 (за наявності ССНС) | 2 (за наявності ССНС) |
| Процесор введення-виведення для реально- го часу і аварійної сигналізації IOP:ТА | 2 | 2 |
| Процесор введення-виведення для накопичувача на магнітному диску MDD IOP:MDD | 2 | 2 |
| Процесор введення-виведення для накопичувача на магнітній стрічці MTD IOP:MTD | 1 | 4 |
| Процесор введення-виведення для каналу передачі даних з інтерфейсом V.24/V.28 IOP:SCDV | 2 | 6 |
| Процесор введення-виведення для каналу передачі даних з інтерфейсом X.21/V.11 IOP:SCDX | По числу каналів передачі даних | 12 |
| Процесор введення-виведення для каналу передачі даних з інтерфейсом X.25 IOP:SCDP | По числу каналів передачі даних | 12 |

У CP113 використовуються наступні типи процесорів введення-виведення ІОР:

- процесор введення-виведення для буфера повідомлень (ІОР:МВ);
- процесор введення-виведення для реального часу і аварійної сигналізації (ІОР:ТА);
- процесор введення-виведення накопичувача на магнітному диску (ІОР:МДД);
- процесор введення-виведення для накопичувача на магнітній стрічці (ІОР:МТД);
- процесор введення-виведення для пристроїв послідовної передачі даних (ІОР:SCD).

До процесорів введення-виведення для буфера повідомлень (ІОР:МВ) підключаються наступні функціональні блоки:

- групи буферів повідомлення MBG для зв'язку з LTG і SGC;
- пристрій керування мережі сигналізації по загальному каналу №7 (CCNC);
- центральні генератори тактової частоти (CCG);
- системна панель (SYP).

У таблиці 5.3 наведена мінімальна і максимальна кількість різних ІОР, що можна підключити в CP113. Якщо використовується більш одного ІОР одного типу, то вони з метою забезпечення надійності по винні підключатися до різних пристроїв керування ІОС (наприклад, два ІОР:ТА повинні підключатися до ІОС0 і ІОС1).

Блок пристрою керування мережею по загальному каналу сигналізації №7 CCNC включається до складу обладнання станції EWSD при роботі з системою сигналізації ЗКС №7. В один блок CCNC може бути включене максимум 254 цифрових ланок сигналізації. Ланки сигналізації по загальному каналу реалізуються між двома станціями по основних цифрових каналах 64 Кбіт/с в цифровому потоці 2048 Кбіт/с. Блок CCNC включається в цифрове комутаційне поле через дві ущільнені лінії зі швидкістю 8192 Кбіт/с, кожна з яких має 128 часових каналних інтервалів. Через кожен таку лінію може бути підключено до CCNC максимум 127 ланок сигналізації.

До складу CCNC входять три основні функціональні блоки (рис. 5.7):

- мультиплексори (MUX);
- групи прикінцевих пристроїв ланки сигналізації (SILTG);
- процесори мережі сигналізації по загальному каналу (CCNP).

Головна функція мультиплексорів полягає в обробці функцій рівня 1 для максимум 254 цифрових ланок сигналізації. Мультиплексорна система розподіляє прийняті повідомлення, що поступають з комутаційного поля (швидкість передачі 8192 Кбіт/с), на окремі цифрові прикінцеві пристрої ланки сигналізації (SILTD, напрям прийому). Повідомлення, що посилаються з SILTD, концентруються на двох ущільнених лініях, що ведуть в SN (напрямок передачі). Для кожної сторони SN (SN0 і SN1) в мультиплексорну систему входять максимум два головні мультиплексори (MUXM). До кожного MUXM може бути підключено всього 16 підлеглих мультиплексорів (MUXS).

Цифровий прикінцевий пристрій ланки сигналізації (SILTD) постійно закріплений за ланкою сигналізації. SILTD є закінченням ланки сигналізації. Функції рівня 2 системи ЗКС №7 (функції захисту повідомлень) реалізуються в SILTD, який здійснює захист передачі сигнальних повідомлень, які приймаються або передаються станцією, що працює як прикінцевий пункт сигналізації (SP) або транзитного пункту сигналізації (STP). Кожні вісім SILTD об'єднуються з одним пристроєм керування прикінцевого пристрою ланки сигналізації (SILTC) в групу (SILTG).

До складу кожного процесора сигналізації по загальному каналу №7 CCNP входять:

- адаптер сигнальної периферії (SIPA), який здійснює передачу повідомлень між SIMP і SILTC, а також виконує функції техобслуговування;
- процесор керування сигналізацією (SIMP), який реалізує функції рівня 3 ЗКС №7 (функції передачі повідомлень);
- інтерфейс координаційного процесора (CP), який здійснює перетворення повідомлень з формату EWSD у формат CCNC і зворотне перетворення.

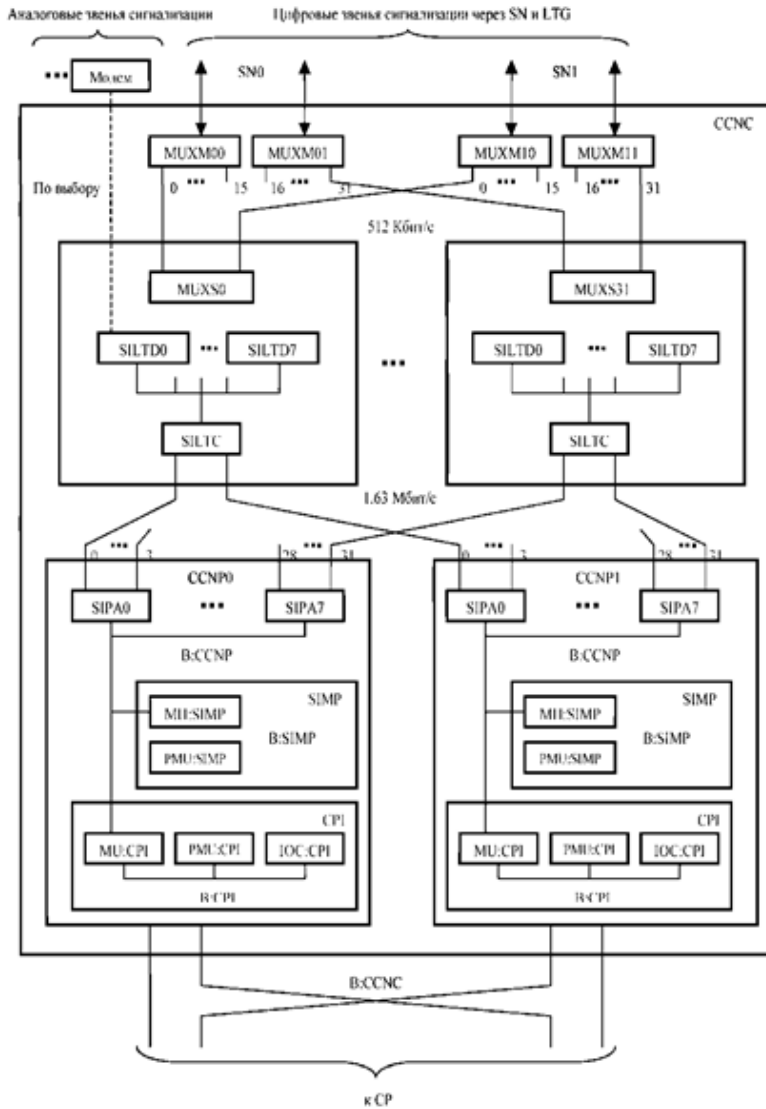


Рисунок 5.7 – Структурная схема CCNC

Комутаторна система OSS інтегрована в систему EWSD. Вона оснащена специфічними для OSS пакетами програм, цифровими комутаторами (DSB) і модулями підключення телефоністки (OLMD) в лінійних групах для цифрових комутаторів LTGB:OSS або LTGG:OSS (рис. 5.8). У лінійних групах може бути, використано до 8 модулів OLMD, а до кожного модуля OLMD може бути підключено 8 цифрових комутаторів, що забезпечує тим самим 64 цифрові комутатори на LTG. В даний час цифрові комутатори реалізовані на базі персональних комп'ютерів із спеціальною клавіатурою і гарнітурою телефоністки. Кожен цифровий комутатор підключений до двох різних лінійних груп для цифрових комутаторів.

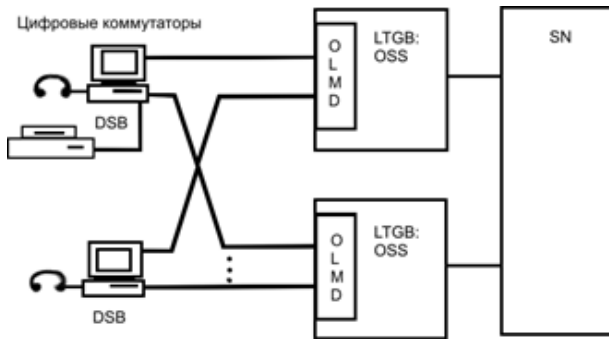


Рисунок 5.8 – Включення цифрових комутаторів в EWSD

5.2 Розрахунок об'єму обладнання EWSD

При проектуванні станційних споруд АТС типу EWSD необхідно розрахувати об'єм наступного обладнання:

- об'єм абонентського обладнання;
- число лінійних груп LTG різного типу;
- ємність комутаційного поля SN;
- кількість функціональних блоків буфера повідомлень MB(B);
- кількість функціональних блоків пристрою керування мережі сигналізації по загальному каналу CCNC;

– кількість функціональних блоків координаційного процесора CP 113.

5.2.1 Розрахунок об'єму абонентського обладнання

До складу абонентського обладнання системи EWSD входять цифрові абонентські блоки DLU, які можуть розташовуватися як на самій станції (локальні DLU), так і зовні неї (віддаленні DLU), а також спеціальні блоки дистанційного керування RCU.

Штативи R:DLU мають різні варіанти конфігурації залежно від необхідної ємності і розмірів, що використовуються, і дозволяють розмістити один або два блоки DLU. У системі EWSD використовуються три типи модульних касет:

- F:DLU(A) максимум на 176 абонентських ліній;
- F:DLU(B) максимум на 256 абонентських ліній;
- F:DLU(C) максимум на 128 абонентських ліній.

У окремий блок DLU можна включити до 952-х абонентських ліній (кількість може змінюватись) залежно від їх типу (аналогових, ISDN, таксофони та ін.) або від передбачених функціональних блоків і необхідних значень трафіку (пропускна спроможність блоку до 100 Ерл).

Кількість блоків DLU при включенні аналогових і цифрових АЛ дорівнює:

$$N_{DLU} = \lceil N/952 \rceil$$

де N – абонентська ємність станції;

$\lceil x \rceil$ – найближче ціле число, не менше x .

Кількість модулів аналогових АЛ SLMA дорівнює:

$$M_{SLMA} = \lceil N_A/16 \rceil$$

де N_A – кількість аналогових АЛ.

Кількість модулів цифрових АЛ SLMD дорівнює:

$$M_{SLMD} =]N_{Ц} / 16[$$

де $N_{Ц}$ – кількість цифрових АЛ.

На одному штативі розташовується до 119 модулів SLM. Кількість штативів R:DLU дорівнює:

$$S_{DLU} =]M_{SLMA} + M_{SLMD} / 119[$$

Кількість аналогових абонентських комплектів SLCA дорівнює:

$$N_{SLCA} = N_A$$

Кількість цифрових абонентських комплектів SLCD дорівнює:

$$N_{SLCD} = N_{Ц}$$

Кількість процесорів абонентських модулів SLMCP дорівнює:

$$N_{SLMCP} = M_{SLMA} + M_{SLMD}$$

Блоки DLU можуть експлуатуватися в межах станції і дистанційно. В дистанційний блок RCU можуть входити до 6-ти блоків DLU. Кожний DLU блоку RCU включає аварійний пристрій керування SASC, який призначений для керуванням з'єднанням між абонентами RCU в аварійному режимі і встановлюється на місці 2-х абонентських модулів SLM.

Кількість штативів DLU у виносному блоці RCU дорівнює:

$$S'_{DLU} =]M'_{SLM} / 117 [,$$

де M'_{SLM} – кількість модулів SLM у виносному RCU.

$$M'_{SLM} =]N' / 16 [,$$

де N' – число абонентських ліній, включених в RCU.

Кількість процесорів SLMCP в RCU дорівнює:

$$N'_{\text{SLMCP}} =] M'_{\text{SLM}} [.$$

При використанні абонентських блоків DLU(B) застосовуються модульні касети типа D і E і на одному штативі R:DLU(B) можна розмістити два блоки DLU(B). В одному блоці розміщується 52 модулі ємністю 832 лінії. Таким чином, при навантаженні на абонентську лінію не менше 0,1 Ерл один штатив R:DLU(B) дозволяє включити 1664 абонентські лінії. При навантаженні менше 0,1 Ерл ємність R:DLU(B) складає 1712 ліній.

5.2.2 Розрахунок кількості лінійних груп LTG

Розрахунок кількості лінійних груп LTG виконується залежно від їх типу і кількості ліній, що включаються в них.

У одну групу LTGB включаються до 120 каналів, тобто до 4-х трактів ІКМ-30. Блоки DLU включаються в LTGB через 2 або 4 ІКМ – лінії (залежно від навантаження DLU). Кожна група DLU включається в два різних LTGB (для підвищення надійності), і в кожний LTGB включається два DLU, тобто кількість LTGB дорівнює кількості блоків DLU:

$$N_{\text{LTGB}} = N_{\text{DLU}} .$$

На одному штативі R·LTGB розташовуються до 4-х блоків LTGB.

Кількість штативів R·LTGB дорівнює:

$$S_{\text{LTGB}} =] N_{\text{LTGB}} / 4 [.$$

Якщо EWSD працює як АМТС, то для включення цифрових комутаторів DSB використовується лінійна група LTGB:OSS. Кожний DSB має 2 цифрові тракти, за допомогою яких підключається до двох LTGB:OSS. Кожний блок LTGB:OSS містить 8 модулів LTU, в кожному з яких 8 портів для підключення цифрових трактів від DSB

тобто в кожний LTGB.OSS можна включити до 64-х DSB. На АМТС типу EWSD необхідна наступна кількість блоків LTGB.OSS:

$$N_{\text{LTGB.OSS}} =] N_{\text{DSB}} / 64 [,$$

де N_{DSB} – кількість цифрових комутаторів DSB.

Але при цьому, кількість LTGB.OSS має бути не менше двох для підвищення надійності.

У лінійну групу С включаються цифрові ЗЛ і цифрові УАТС. Кожна група LTGC дозволяє включити до 4-х трактів ІКМ-30, тобто можливе включення до 120 цифрових каналів. Кількість блоків LTGC визначається як:

$$N_{\text{LTGC}} =] \sum V_{\text{ЦЗЛ}} / 120 [,$$

де $\sum V_{\text{ЦЗЛ}}$ – загальна кількість цифрових ЗЛ по всіх напрямках, включених в АТС або

$$N_{\text{LTGC}} =] \sum V_{\text{ІКМ}} / 4 [,$$

де $\sum V_{\text{ІКМ}}$ – загальна кількість ІКМ – трактів для зв'язку з іншими АТС.

На одному штативі R:LTGC може знаходитися до 6 блоків LTGC. Кількість штативів LTGC визначається як:

$$S_{\text{LTGC}} =] N_{\text{LTGC}} / 6 [.$$

Внутрішньозонові канали, вхідні і вихідні міжміські канали, ЗЗЛ і ЗЛМ включаються в блоки LTGD. В один блок LTGD включаються до 4-х ІКМ-30 – трактів.

Кількість блоків LTGD дорівнює:

$$N_{\text{LTGD}} =] \sum V_{\text{ІКМ}} / 4 [,$$

де $\sum V_{\text{ІКМ}}$ – загальна кількість ІКМ – трактів, включених в LTGD.

На одному штативі R.LTGD розміщується до 4-х блоків LTGD, отже, кількість штативів LTGD дорівнює:

$$S_{LTGD} =] N_{LTGD} / 4 [.$$

Кількість блоків LTGF(B) визначається як кількість LTGB, а кількість блоків LTGF(C) – як кількість LTGC. На одному штативі R:LTGF можуть розміщуватися до 6-ти груп LTGF(C) або до 5-ти груп LTGF(B), отже кількість штативів дорівнює:

$$S_{LTGF(C)} =] N_{LTGF(C)} / 6 [,$$

$$S_{LTGF(B)} =] N_{LTGF(B)} / 5 [.$$

Різні модифікації лінійної групи LTGG виконують ті ж функції, що і групи LTGB, LTGC і LTGB:OSS, але в однорядній модульній касеті розміщуються дві групи LTGG. Число відповідних груп LTGG визначається аналогічно числу груп LTGB, LTGC і LTGB:OSS. В один блок LTGG включається до 4-х ІКМ-30 – трактів, тобто кількість блоків LTGG дорівнює:

$$N_{LTGG} =] \sum V_{IKMG} / 4 [,$$

де $\sum V_{IKMG}$ – загальна кількість ІКМ-трактів, що включаються в блоки LTGG.

На одному штативі R:LTGG знаходиться до 10 блоків LTGG, тобто кількість штативів LTGG дорівнює:

$$S_{LTGG} =] N_{LTGG} / 10 [.$$

Якщо станція EWSD працює в мережі ISDN, то в ній використовують лінійні групи LTGH. Кожна група LTGH містить до 4-х пристроїв обробки кадрів FHMA. В один пристрій FHMA включається до 11 Vd-DLU-каналів (каналів пакетної комутації від каналу D базового доступу) від 11 цифрових абонентських блоків DLU з абонентами ISDN.

DLU здійснює збір упакованих даних від ISDN-абонентів в два окремі Vd-DLU-канали. Для надійності вміст цих двох каналів передається через комутаційне поле SN в два FHMA в двох різних

групах LTGH. На одній АТС типу EWSD повинно бути не менше двох модулів LTGH. Кількість LTGH визначається так:

$$N_{LTGH} =] N_{DLU.ISDN} / (11*4) [,$$

де $N_{DLU.ISDN}$ – кількість блоків DLU з абонентськими лініями ISDN.

На одній касеті розміщується дві групи LTGH. Одна касета з двома лінійними групами LTGH розміщується на штативі для лінійних груп LTGG (R:LTGG) разом з чотирма касетами LTGG (вісім лінійних груп LTGG).

У системі EWSD кількість лінійних груп LTGM з функціями В і С визначається аналогічно кількості лінійних груп LTGB і LTGC. При цьому на одному штативі R:LTGM може розміщуватися до 30 лінійних груп.

5.2.3 Вибір ємності комутаційного поля SN

Для вибору ємності комутаційного поля SN слід визначити загальну кількість блоків LTG, що включені на станції:

$$\sum N_{LTG} = N_{LTGB} + N_{LTGC} + N_{LTGD} + N_{LTGF} + N_{LTGB.OSS} + N_{LTGH}$$

або якщо використовуються різні модифікації лінійної групи LTGG

$$\sum N_{LTG} = N_{LTGG} + N_{LTGD} + N_{LTGH} + N_{LTGF}$$

Вибирається стандартна ємність SN (63, 126, 252 або 504 LTG), яка повинна бути, не менше $\sum N_{LTG}$.

Загальна кількість касет ступенів часової і просторової комутації і штативів комутаційного поля SN(B) різної ємності (з обліком дублювання) приведено в таблиці 5.4. Причому для комутаційного поля SN(B) на 63 LTG потрібна всього одна касета для кожної сторони поля. Крім того, для скорочення довжини з'єднувальних кабелів часто використовуються суміщені штативи R:SN(B)/LTG на яких, окрім касет ступенів часової або просторової

комутації, розташовуються по 6 лінійних груп LTG.

Таблиця 5.4 – Загальна кількість касет ступенів часової і просторової комутації і штативів комутаційного поля SN(B) різної ємності (з обліком дублювання)

| Ступені ємності комутаційного поля SN(B) | 63 LTG | 126 LTG | 252 LTG | 504 LTG |
|---|--------|---------|---------|---------|
| Кількість касет ступеня часової комутації | 1/2 | 4 | 8 | 16 |
| Кількість касет ступеня просторової комутації | 1/2 | 2 | 4 | 8 |
| Кількість суміщених штативів R:SN(B)/LTG | 1 | 3 | 6 | 12 |
| Кількість окремих штативів R:SN(B) | – | 1 | 2 | 3 |

5.2.4 Розрахунок об'єму обладнання буфера повідомлень MB(B)

Об'єм обладнання буфера повідомлень MB(B) залежить від загальної кількості лінійних груп LTG на станції і ступені ємності комутаційного поля SN. При проектуванні системи EWSD слід визначити об'єм наступного обладнання буфера повідомлень MB(B):

- кількість пристроїв керування передавачів/приймачів T/RC;
- блоків буфера повідомлень для лінійних груп MBU.LTG;
- блоків буфера повідомлень для пристроїв керування комутаційних груп MBU:SGC;
- груп буферів повідомлень MBG.

Кожний модуль пристроїв керування передавачів/приймачів T/RC може обслуговувати до 16 LTG, отже, кількість таких модулів дорівнює:

$$N_{T/RC} =] N_{LTG}/16 [,$$

де N_{LTG} – загальна кількість лінійних груп LTG на станції.

У кожний блок буфера повідомлень для лінійних груп MBU:LTG включається до 4-х пристроїв керування передавачів/приймачів T/RC, отже, кількість блоків MBU:LTG дорівнює:

$$N_{MBU\ LTG} =] N_{T/RC} / 4 [.$$

Кількість блоків буфера повідомлень для пристроїв керування комутаційних груп MBU:SGC залежить від блоку ступеня ємності комутаційного поля. Кожний блок MBU:SGC обслуговує три пристрої керування комутаційних груп і їх кількість на станції дорівнює:

$$N_{MBU\ SGC} =] N_{SGC} / 3 [,$$

де N_{SGC} – кількість пристроїв керування комутаційної групи, що визначають залежно від ступені ємності комутаційного поля згідно таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Кількість пристроїв керування в залежності від ємності SN

| Ступені ємності комутаційного поля SN | 63LTG | 126 LTG | 252 LTG | 504 LTG |
|---------------------------------------|-------|---------|---------|---------|
| N_{SGC} | 1 | 3 | 6 | 12 |

Кількість груп буферів повідомлень MBG знаходиться в діапазоні від 1 до 4 і розраховується по формулі:

$$N_{MBG} =] N_{MBU\ LTG} / 2 [.$$

Групи буфера повідомлень MBG дубльовані з міркування надійності і працюють в режимі розділення навантаження. При цьому MBG, закріплені за 0-гілкою комутаційного поля, мають нумерацію від 00 до 03, а MBG, закріплені за 1-ою гілкою комутаційного поля,

мають нумерацію від 10 до 13. Таким чином, розраховану кількість груп буфером повідомлень MBG завжди слід збільшувати в 2 рази.

Кожна група буферів повідомлень MBG займає одну однорядну модульну касету. На одному штативі R:MB(B) розміщується до 4-х груп буферів повідомлень MBG, отже кількість штативів R:MB(B) дорівнює:

$$S_{MB(B)} = \lceil \sum N_{MBG} / 4 \rceil ,$$

де $\sum N_{MBG}$ – загальна кількість груп буферів повідомлень MBG з урахуванням дублювання.

На одному зі штативів разом з групами буфера повідомлень розташовують: центральний генератор тактової частоти CCG(A), пристрій керування системної панелі SYPC і зовнішні розподільники тактової частоти CDEX (штатив R:MB/CCG).

5.2.5 Розрахунок об'єму обладнання пристрою керування мережі ЗКС №7 CCNC

При проектуванні системи EWSD, що працює з сигналізацією ЗКС, необхідно визначити кількість наступних функціональних блоків пристрою керування мережі ЗКС №7 CCNC:

- цифрових прикінцевих пристроїв ланки сигналізації SILTD;
- груп прикінцевих пристроїв ланки сигналізації SILTG;
- мультиплексорів MUXM;
- адаптерів сигнальної периферії SIPA в процесорах мережі сигналізації по загальному каналу CCNP.

Цифровий прикінцевий пристрій ланки сигналізації SILTD постійно закріплений за ланкою сигналізації, тому кількість SILTD дорівнює кількості ланок сигналізації ЗКС, включених в станцію.

Розрахунок кількості ланок сигналізації АТС типу EWSD V_{OKC} здійснюється з урахуванням структури абонентів даної АТС. Передбачається, що є два типи абонентів: аналогові абоненти і абоненти ISDN.

Канал ЗКС №7 працює в режимі дуплекс зі швидкістю передачі 64 Кбіт/сек. Використання каналу ЗКС №7 в ГНН не повинно

перевищувати 0,2 Ерл (по Рекомендації МСЕ-Т Q.706).

Для встановлення і роз'єднання розмовного тракту між аналоговими абонентами даної АТС і іншими АТС потрібно передати через ЗКС №7 в середньому 14 сигнальних одиниць по 12 байт кожна, для ISDN – 14 сигнальних одиниць по 24 байт кожна.

Розрахунок виконують з припущення, що сумарне питома абонентське навантаження одного аналогового абонента в ГНН дорівнює $\alpha_{AH} = 0,1$ Ерл (0,05 Ерл – вихідне навантаження і 0,05 Ерл – що входить), одного абонента ISDN – $\alpha_{ISDN} = 0,25 \div 0,4$ Ерл (по Рекомендаціях МСЕ-Т серії Q.500).

Необхідну кількість ланок сигналізації ЗКС №7 при системі резервування [n+1] на проєктованій станції можна визначити по формулі:

$$V_{ЗКС} = \left\lceil \frac{[(M_{AH} + M_{ISDN})]}{64 \text{Кбіт} / \text{сек} \cdot 3600 \text{сек} \cdot 0,2} + 1 \right\rceil ,$$

де M_{AH} – кількість біт даних, переданих по ЗКС №7 для обслуговування аналогових абонентів в ГНН;

M_{ISDN} – кількість біт даних, переданих по ЗКС №7 для обслуговування абонентів ISDN в ГНН.

Об'єм переданих даних в ГНН по мережі ЗКС №7 від аналогових абонентів і абонентів ISDN визначається відповідними формулами:

$$M_{AH} = C_{AH} * 14 * 12 * 8 ,$$

де C_{AH} – загальна кількість розмов в ГНН, здійснених аналоговими абонентами і абонентами інших станцій при сигналізації по мережі ЗКС №7;

8 – кількість біт в одному байті даних.

$$M_{ISDN} = C_{ISDN} * 14 * 24 * 8 ,$$

де M_{ISDN} – загальна кількість розмов в ГНН, здійснених абонентами ISDN з абонентами інших станцій при сигналізації ЗКС №7.

Таким чином, для визначення необхідного числа ланок

сигналізації на АТС необхідно визначити загальну кількість розмов, здійснених всіма абонентами проекрованої станції з абонентами інших АТС, АМТС і ВСС при сигналізації по мережі ЗКС №7.

Якщо EWSD працює тільки як АТС МТМ, то вона може використовувати мережу ЗКС №7 при обслуговуванні вихідних і вхідних місцевих з'єднань, вихідних і вхідних міжміських з'єднань, з'єднань до ВСС.

Тоді загальна кількість викликів $C_{ЗКС}$, обслуговуваних АТС, що проектується, при сигналізації по мережі ЗКС №7, дорівнює:

$$C_{ЗКС} = C_{ВИХ} + C_{ВХ} + C_{ЗЗЛ} + C_{ЗЛМ} + C_{ВСС} ,$$

де $C_{ВИХ}$ – кількість вихідних викликів, що виникають від абонентів даної АТС до абонентів інших станцій при сигналізації ЗКС №7:

$$C_{ВИХ} = Y_{ВИХ} / t = Y_{ВИХ} \cdot 3600 / 72 ,$$

де $Y_{ВИХ}$ – сумарне вихідне навантаження проекрованої АТС до інших АТС (що працюють за ЗКС №7), $t = 72$ с – середня тривалість заняття при місцевому з'єднанні. $Y_{ВИХ}$ для аналогових абонентів і абонентів ISDN було розраховане раніше.

$$C_{ВИХ АН} = Y_{ВИХ АН} / t = Y_{ВИХ АН} \cdot 3600 / 72 ,$$

$$C_{ВИХ ISDN} = Y_{ВИХ ISDN} / t = Y_{ВИХ ISDN} \cdot 3600 / 72 ,$$

де $C_{ВХ}$ – кількість вхідних викликів від абонентів інших АТС до проекрованої АТС при сигналізації на мережі ЗКС №7 (для проекрованої мережі тільки АТСЕ):

$$C_{ВХ} = \sum Y_{j-i} / t ,$$

де $\sum Y_{j-i}$ – сума телефонних навантажень, що надходить від інших АТС до проекрованої i -ої АТС;

$$C_{ВХ АН} = Y_{ВХ АН} \cdot 3600 / 72 ,$$

$$C_{\text{BX ISDN}} = Y_{\text{BX ISDN}} \cdot 3600 / 72 ,$$

де $C_{\text{ЗЗЛ}}$ – кількість вихідних міжміських викликів від абонентів i -ої АТС до АМТС при сигналізації на мережі ЗКС №7.

$$C_{\text{ЗЗЛ}} = Y_{\text{ЗЗЛ}} / t_{\text{ЗЗЛ}} = Y_{\text{ЗЗЛ}} \cdot 3600 / 150 ,$$

де $Y_{\text{ЗЗЛ}}$ – міжміське телефонне навантаження на ЗЗЛ від абонентів проектованої АТС до АМТС;

$t_{\text{ЗЗЛ}} = 150$ с – середня тривалість вихідного міжміського з'єднання;

$C_{\text{ЗЛМ}}$ – кількість вхідних міжміських викликів від АМТС до проектованої АТС при сигналізації по мережі ЗКС №7:

$$C_{\text{ЗЛМ}} = Y_{\text{ЗЛМ}} / t_{\text{ЗЛМ}} = Y_{\text{ЗЛМ}} \cdot 3600 / 126 ,$$

де $Y_{\text{ЗЛМ}}$ – вхідне міжміське навантаження;

$t_{\text{ЗЛМ}} = 126$ с – середня тривалість вхідного міжміського з'єднання.

Кількість викликів до ВСС дорівнює:

$$C_{\text{ВСС}} = Y_{\text{ВСС}} / t_{\text{ВСС}} = Y_{\text{ВСС}} \cdot 3600 / 45 ,$$

де $Y_{\text{ВСС}}$ – навантаження до ВСС;

$t_{\text{ВСС}} = 45$ с – середня тривалість заняття при зв'язку з ВСС.

Якщо EWSD суміщає функції АТС і АМТС, необхідно врахувати виклики, що надходять по міжміських каналах: вхідні – $C_{\text{МВХ}}$, вихідні – $C_{\text{МВИХ}}$ і транзитні $C_{\text{МТР}}$ (якщо АМТС забезпечує транзит міжміського навантаження або система EWSD працює як ОПТС). Внутрішньозоновий обмін враховується в $C_{\text{МВИХ}}$ і $C_{\text{МВХ}}$.

Таким чином, на підставі розрахованої кількості викликів, що обслуговуванні з використанням системи сигналізації ЗКС №7, визначається кількість пристроїв ланки сигналізації $V_{\text{ОКС}}$, і отже, кількість цифрових прикінцевих пристроїв ланки сигналізації SILTD, оскільки:

$$N_{\text{SILTD}} = V_{\text{ЗКС}} .$$

Доцільно при розрахунках обладнання пристроїв ланки сигналізації врахувати, що застарілі електромеханічні АТС будуть

демонтовані, а на їх місце будуть встановленні віддаленні абонентські блоки DLU.

В одну групу прикінцевих пристроїв ланки сигналізації SILTG може включатись до 8 SILTD, отже кількість груп дорівнює:

$$N_{\text{SILTG}} =] N_{\text{SILTG}} / 8 [.$$

На станції може бути максимально 4 мультиплектори MUXM, причому мультиплектори з номерами 00 і 01 підключаються до сторони поля SN0, а мультиплектори з номерами 10 і 11 – до сторони SN1. Якщо ланок сигналізації не більше 127, то використовують тільки 2 мультиплектори (00 і 10).

У блоці CCNC для забезпечення надійності завжди встановлюють два процесори сигналізації по загальному каналу CCNP0 і CCNP1.

Один адаптер сигнальної периферії SIPA відповідає за чотири групи SILTG, тобто їх кількість в кожному процесорі CCNP дорівнює:

$$N_{\text{SIPA}} =] N_{\text{SILTG}} / 4 [.$$

Якщо на станції не більше 12 груп прикінцевих пристроїв ланки сигналізації SILTG, то використовують один штатив R:CCNP/SILTD. При числі груп SILTG більше 12 додається ще один штатив R:SILTD.

5.2.6 Розрахунок об'єму обладнання координаційного процесора CP113

При проектуванні системи EWSD визначається об'єм наступного обладнання координаційного процесора CP113:

- кількість процесорів обробки викликів CAP;
- об'єм загальної пам'яті СМУ;
- кількість процесорів введення-виведення ІОР;
- кількість пристроїв керування введенням-виведенням ІОС.

При нормальному режимі роботи координаційного процесора CP113 основний процесор ВАРМ (ведучий) виконує функції

техобслуговування і функції обробки викликів. При цьому до 60% продуктивності процесора ВАРМ витрачається на обробку викликів і приблизно 15% продуктивності – на функції техобслуговування. Процесор ВАРС (відомий) у нормальному стані роботи СР113 займається тільки обслуговуванням викликів. При цьому при виході з ладу ВАРМ його функції починає виконувати ВАРС.

Комплект основних процесорів ВАРМ і ВАРС встановлюється в тому випадку, якщо значення навантаження, що надходить на станцію не перевищує деякого заданого значення для даної версії системи. Якщо навантаження на станцію перевищує це значення, то в конфігурацію СР113 окрім, основних процесорів ВАРМ і ВАРС включаються процесори обробки викликів САР. Кількість процесорів обробки викликів САР $N_{\text{САР}}$ вибирається виходячи з кількості викликів, оброблюваних в ГНН, згідно даним таблиці 5.6 (кількість викликів вимірюється в КВНСА – тисяча викликів в годину найбільшого навантаження). В таблиці 5.6 приведені також дані для компактного варіанту координаційного процесора СР113С, який відрізняється від СР113 більшою продуктивністю і меншим об'ємом обладнання.

Таблиця 5.6 – Дані для компактного варіанту координаційного процесора СР 113С

| Координаційний процесор СР 113 | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Версія | ВАРО/1 | +САР0 | +САР1 | +САР2 | +САР3 | +САР4 | +САР5 |
| V10 | 87 | 167 | 247 | 326 | 402 | 476 | 541 |
| Координаційний процесор СР 113С | | | | | | | |
| V10 | 174 | 332 | 479 | 622 | 753 | 877 | 979 |

Приклад розрахунку конфігурації координаційного процесора.

В місцеву АТС включено 50 тис. аналогових абонентських ліній з навантаженням 0,1 Ерл і 5000 з'єднувальних ліній (2500 вхідних і 2500 вихідних) з навантаженням 0,8 Ерл. Необхідно визначити необхідну конфігурацію координаційного процесора.

Для того, щоб скористатися таблицею 5.6, необхідно знати загальну кількість викликів, що надходить на станцію в ГНН. Спочатку розрахуємо загальне навантаження, що надходить на станцію.

Навантаження, що надходить на станцію по абонентських лініях від абонентів, дорівнює:

$$Y_{AB} = N \cdot \alpha ,$$

$$Y_{AB} = 50\,000 \cdot 0,05 = 2500 \text{ Ерл.}$$

Навантаження, що надходить на станцію по вхідних з'єднувальних лініях, дорівнює:

$$Y_{ЗЛ} = Y_{AB} \cdot \alpha ,$$

$$Y_{ЗЛ} = 2500 \cdot 0,8 = 2000 \text{ Ерл.}$$

Середня тривалість заняття абонентської лінії дорівнює $t_{АЛ} = 72 \text{ с.}$

Середня тривалість заняття з'єднувальної лінії дорівнює $t_{ЗЛ} = 60 \text{ с.}$

Кількість викликів, що надходить на станцію в ГНН, дорівнює:

$$N_{ГНН} = Y_{AB} \cdot 3600 / t_{АЛ} + Y_{ЗЛ} \cdot 3600 / t_{ЗЛ}$$

$$N_{ГНН} = Y_{AB} \cdot 3600 / 72 + Y_{ЗЛ} \cdot 3600 / 60 = 2500 \cdot 3600 / 72 + 2000 \cdot 3600 / 60 = 245000 ,$$

або 245 КВНСА (кіловикликів в ГНН).

Згідно даним таблиці 5.6 маємо, що для обслуговування даної кількості викликів в ГНН до складу процесора СР113 окрім основних процесорів ВАР 0/1 необхідно включити два процесори обробки викликів САР0 і САР1. При використанні процесора СР113С достатньо одного САР0.

Розрахунок ємності загальної пам'яті СМУ координаційного процесора проводиться на підставі даних таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Дані для розрахунку ємності загальної пам'яті СМУ координаційного процесора

| | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Кількість LTG в системі EWSD | до 31 | до 63 | до 126 | до 252 | до 504 |
| Ємність загальної пам'яті СМУ, Мбайт | 64 | 128 | 256 | 512 | 1024 |

Кількість процесорів введення-виведення ІОР:МВ для центрального генератора тактової частоти ІОР:МВ(ССГ) і системної панелі ІОР:МВ(СР) завжди дорівнює двом (для забезпечення надійності), решта процесорів ІОР:МВ розраховуються залежно від ємності станції.

Кількість процесорів введення-виведення для групи буферів повідомлень ІОР:МВ(МВГ) розраховується по формулі:

$$N_{\text{ІОР МВ(МВГ)}} = \sum N_{\text{МВГ}},$$

де $\sum N_{\text{МВГ}}$ – загальна кількість груп буферів повідомлень МВГ з урахуванням дублювання.

Кількість процесорів введення-виведення для пристрою керування системою сигналізації ЗКС №7 ІОР:МВ(СНС) розраховується по формулі:

$$N_{\text{ІОР МВ(СНС)}} = 2 * N_{\text{СНС}},$$

де $N_{\text{СНС}}$ – кількість блоків СНС на станції.

Розрахунок кількості процесорів введення-виведення для ліній передачі даних ІОР:СД виконують з наступних міркувань:

– один процесор введення-виведення ІОР:СДХ (інтерфейс Х.21/В.11) з розрахунку на 4 канали передачі даних;

– один процесор введення-виведення ІОР:СДР (інтерфейс Х.25) з розрахунку на 2 канали передачі даних або на 2 термінали експлуатації і техобслуговування на основі персонального комп'ютера (ОМТ-РС);

– один процесор введення-виведення ІОР:СДВ (інтерфейс В.24/В.28) з розрахунку на 4 канали передачі даних або на 3 канали і один термінал експлуатації та технічного обслуговування. Розрахунок

кількості пристроїв керування введенням-виведенням ІОС виконують виходячи з таких умов:

- один пристрій керування введенням-виведенням ІОС дозволяє включати до 16 процесорів введення-виведення ІОР;
- з міркувань надійності пристрої керування введення-виведення дублюються – є ІОС0 і ІОС1.

Координаційний процесор мінімальної продуктивності (без процесорів обробки викликів САР) займає два штатива: один для процесорів ВАР і загальної пам'яті (R:CP113A), інший штатив (R:DEVD) – для процесорів введення-виведення і пристроїв машинної периферії (накопичувачі на магнітних стрічках МТД, накопичувачі на магнітних дисках МДД). За наявності в конфігурації процесорів обробки викликів САР потрібно встановлення ще одного штатива R:CP113B.

5.3 Розміщення обладнання EWSD в автозали

Конструкція системи EWSD відрізняється компактним і модульним принципом побудови. Вона складається з наступних конструктивних компонентів:

- модулів;
- модульних касет;
- штативів;
- штативних рядів;

Найважливіші характеристики механічної конструкції:

- вставні стандартизовані основні блоки для штативів і модульних касет дозволяють збирати станції будь-якої бажаної конфігурації;
- сучасна технологія з'єднання, як наприклад, запресовані з'єднувачі в одношарових і багатошарових друкованих платах;
- простий і ефективний монтаж шляхом встановлення в ряд повністю укомплектованих і випробуваних штативів і підключення за допомогою кабелів;
- повністю облицьовані штативи;
- повна екранізація для захисту від електромагнітних впливів

(опромінювання і випромінювання);

- оптимальний тепловідвід за рахунок природної конвекції, в штативах з високою потужністю розсіяння-відведення тепла здійснюється за допомогою вентиляторів;

- просте техобслуговування завдяки простій заміні модулів і завдяки надійним роз'ємним з'єднувачам;

- менші потреби в займаній площі в порівнянні з аналоговими комутаційними станціями;

- економія на мережі абонентських ліній завдяки використанню RSU, віддалених DLU і DLU в захисних корпусах.

Зйомні модулі стандартизованих розмірів є найменшими конструктивними компонентами. Основу кожного модуля складає друкована плата. Всі компоненти, що використовуються в системі EWSD, починаючи від дискретних елементів і кінчаючи великими інтегральними напівпровідниковими схемами, монтується на друкованій платі, утворюючи модуль.

У EWSD використовуються модулі заввишки 230 мм і глибиною 277 мм. Модулі з'єднуються з монтажною платою модульної касети за допомогою двох 60-контактних з'єднувальних колодок. Для модулів, що вимагають більш високої контактної щільності, використані колодки з більшою кількістю пружинних контактів. Точки підключення утворюють, крім того, інтерфейс для автоматичного випробування модулів. На бічній стороні друкованої плати встановлена пластмасова лицьова панель з індикаторами та елементами керування.

Друковані плати для модулів виготовлені з одно-, дво- або багатошарового епоксидного склопластика, що вкритий шаром міді.

Модульні касети додають модулям механічну стабільність і створюють електричний контакт між ними. Модулі встановлюються в касету з передньої сторони, а кабелі, що прокладаються до інших модульних касет, із задньою.

Використовуються модульні касети висотою:

- 270 мм (9 відділень штатива x 30 мм);

- 510 мм (17 відділень штатива x 30 мм).

Модулі відповідно можуть встановлюватися в один ряд (монтажна висота 9 x 30 мм) або в два ряди (монтажна висота 17 x 30 мм), один над іншим.

Ширина касети, призначеної для модулів, ґрунтується на 5 міліметрових розподілах. Такі розподіли нумеруються від 1 до 126 і маркуються на передній і задній стороні касети. На боці кросування ряди з'єднувачів додатково промарковані літерами А і В або А, В, С і D.

Функціональні блоки, з'єднані в модульних касетах, розміщують в штативі. Основним елементом конструкції штатива є вільностоячий каркас, що виготовлений з сталевих профілів. Каркас оснащений ніжками, висота яких регулюється. Для комплектування штативів модульними касетами в бічних стійках передбачені отвори на відстані 30 мм один від одного. Верхня і нижня частини утворюють замкнуту раму.

Габаритні розміри штатива:

– висота 2450 мм;

– ширина 770 мм;

– глибина 460 мм (500 мм з облицюванням).

Штатив поставляється як повністю змонтований і укомплектований, випробуваний на заводі блок. Тепло, що виробляється вмонтованими пристроями, відводиться зі штатива на основі природної конвекції. Повітряна циркуляція за допомогою вентиляторів використана в штативах координаційного процесора CP113 і пристроїв машинної периферії DEVD.

На місці монтажу штативи з'єднуються між собою кріпильними елементами і утворюють штативні ряди.

Станції EWSD можуть встановлюватися в будівлях будь-якого типу, навіть в типових спорудах, а при необхідності і сумісно з вже існуючим обладнанням інших систем. При цьому мінімальна висота приміщення повинна складати 2900 мм, а підлога повинна витримувати навантаження 3500 Н/м².

Стандартна відстань між передніми сторонами штативних рядів складає 1200 мм, а ширина проходу між рядами – 700 мм, як показано на рисунку 5.9. Довжина штативних рядів залежить від габаритних розмірів приміщень, але більшою мірою від тепловідводу.

При розробці плану розміщення обладнання в автозалі слід керуватись наступними принципами:

– штативи координаційного процесора, пристроїв машинної периферії, буфера повідомлень повинні бути розташовані в першому

штативному ряду, найближчому до виходу;

– однотипні штативи повинні розташовуватися по можливості поряд в штативних рядах;

– штативи з DLU повинні розташовуватися максимально ближче до штативів LTGF для зменшення витрат станційного кабелю;

– термінали експлуатації і техобслуговування повинні розташовуватися в сусідньому з автозалом приміщенні, де встановлюється також табло системної панелі і знаходиться обслуговуючий персонал.

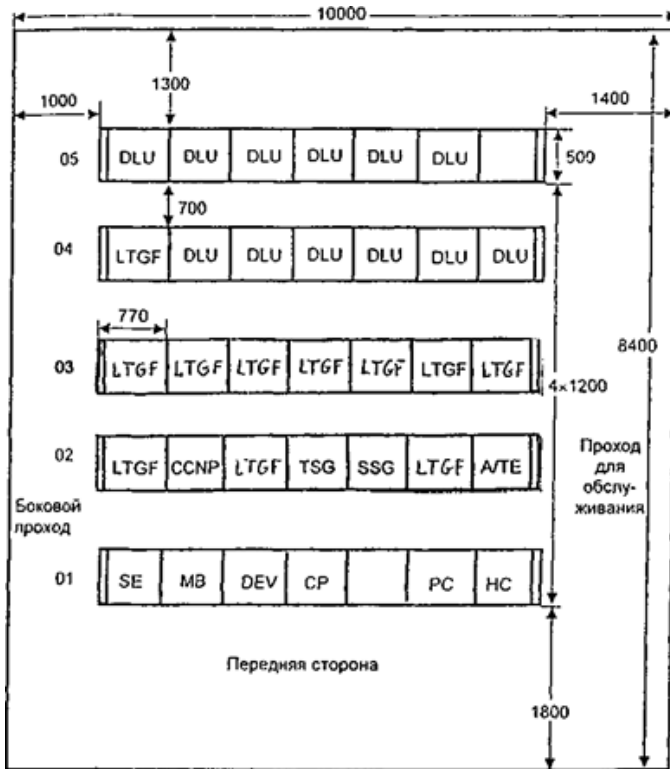


Рисунок 5.9 – План розміщення обладнання станції EWSD ємністю 12 084 абонентських і 4 530 з'єднувальних ліній

5.4 Кондиціонування

Температура повітря поблизу рядів апаратури повинна бути в межах 18-24°C, а відносна вологість – 55-70% (влітку допускається температура 25-35°C при вологості 45-55%, взимку допустиме зниження температури до 15-17°C при вологості 45-80%).

У всіх приміщеннях АТС використовується центральне водяне опалювання. Вентиляційна установка на обслуговуваних АТС повинна забезпечувати подачу зовнішнього повітря в об'ємі 30 м³ в годину на одного працюючого. При повній герметизації приміщення використовуються дві установки: приточна і витяжна з обміном 60 м³ в годину на працюючого.

Станція EWSD забезпечує високу концентрацію комутаційного обладнання на незначних площах. При повному використанні площі автозалу для відведення тепла потрібна потужна вентиляція. Ідеальним рішенням в цьому випадку може бути встановлення обладнання на фальшпідлогу і подача з-під неї повітря, необхідного для охолодження автозалу. Фальшпідлога забезпечує циркуляцію повітря на великому просторі з мінімальною швидкістю повітряних потоків, а також цілеспрямовану подачу повітря знизу у облицьовані штативи. Швидкість руху повітря не повинна перевищувати 1 м/с. На необслуговуваних АТС допускається природна витяжка повітря з однократним обміном. Простір під фальшпідлогою використовується також для станційної проводки.

Фальшпідлога має стандартні розміри 600 x 600 мм. Мінімальна висота фальшпідлоги складає 300 мм. Для підведення повітря і кабелю під штативами виконуються отвори в плитах підлоги. При використуванні фальшпідлоги висота приміщення повинна складати не менше 3200 мм.

5.5 Освітлення

Для запобігання безпосередньої дії сонячного проміння на апаратуру, у вікна вставляють напівпрозорі склоблоки або матові стекла, або покривають звичайне скло білою клейовою фарбою. Для

загального освітлення автосалу використовуються люмінесцентні світильники, для роботи на штативах – переносні лампи напругою 36 В. Розетки цієї напруги встановлюються в торці ряду, вони повинні конструктивно відрізнятися від розеток 220 В.

5.6 Електроживлення станції

Для підведення енергії від опорного джерела до живлених пристроїв на АТС будується токорозподілена мережа (ТРМ), яка повинна бути високонадійною і безпечною. Разом із створенням ТРМ на АТС створюється система заземлень.

При створенні ТРМ основною задачею є подача електроенергії з необхідними допусками по напрузі і збереження різниці напруги між будь-якими двома заземленими точками не вище за допустиме значення. Для виконання вказаних вимог на АТС будується радіальна ТРМ.

У радіальній ТРС електроживлення від опорного джерела до кожного функціонального блоку або штативу підводиться окремими дротами (мінусовий і обов'язково плюсовий), що йде безпосередньо від опорного джерела або від розподільного пристрою.

У цифрових електронних АТС система заземлення виконується таким чином. Мережа заземлення виконується мідними дротами, які проходять у верхній частині штативів уздовж рядів, а також над кожним штативом упоперек рядів. В місці перетину вони надійно з'єднуються і утворюють сітку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008: 2015. Звіти у сфері науки і техніки – К., 2016.
2. НТП-112-2000. Городские и сельские телефонные сети. – СПб., 2000. – 128 с.
3. Росляков А.В. Проектирование цифровой ГТС. Учебное пособие. / А.В. Росляков, Н.Д. Черная, Ю.Ю. Харченко и др. – Самара: ПГАТИ, 1998. – 124 с.
4. Вербанов О.В. Системи комутації електрозв'язку. Термінальне обладнання та вузли комутації. Навчальний посібник. Частина 1. / О.В. Вербанов, В.І. Дузь, В.М. Колчар, Г.В. Стівбун – Одеса, ОНАЗ ім. О.С. Попова, – 2008.
5. Системи комутації електрозв'язку. Основи телефонної акустики та електроакустичні перетворювачі. / Укладач В.І. Дузь – Одеса, ОНАЗ ім. О.С. Попова, – 2007.
6. Дузь В.І. Системи комутації і розподілу інформації. Модуль 1: навч. посіб. / В.І. Дузь – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, – 2013.
7. Лившиц Б.С. Теория телетрафика. / Б.С. Лившиц, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич – М.: Связь, 1979.
8. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. / Т.Л. Саати – М.: Сов. радио, 1971.
9. Аваков Р.А. Основы автоматической коммутации: Учебник для вузов. / Р.А. Аваков, О.С. Шилов, В.И. Исаев – М.: Радио и связь, 1981.
10. Баркун М.А. Цифровые системы синхронной коммутации. / М.А. Баркун, О.Р. Ходасевич – Минск, Эко-Трендз, 2001.
11. Беллами Дж. Цифровая телефония: Пер. с англ. / Под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.

ДОДАТОК А

Вхідні дані для розрахунку

Таблиця А.1 – Вхідні дані (X – остання цифра № залікової книжки)

| Цифра X | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| N ₃ , тис.ном. | 9,5 | 9 | 8,5 | 8 | 7,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 |
| N ₄ , тис.ном. | 9,2 | 9 | 8,8 | 8,6 | 8,4 | 8,2 | 8 | 7,8 | 7,6 | 7,4 |
| K _{КВ} , % | 45 | 44 | 43 | 42 | 41 | 40 | 39 | 38 | 37 | 36 |
| C _{НГ} | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 |
| C _{КВ} | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,7 |
| C _T | 9,8 | 9,6 | 9,4 | 9,2 | 9,0 | 9,2 | 9,4 | 9,6 | 9,8 | 10,0 |
| T _{НГ} , с | 118 | 120 | 118 | 116 | 118 | 120 | 118 | 116 | 118 | 120 |
| T _{КВ} , с | 132 | 134 | 136 | 138 | 140 | 142 | 144 | 146 | 148 | 150 |
| T _T , с | 110 | 108 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 96 | 94 | 92 |

Таблиця А.2 – Вхідні дані (Y – передостання цифра № залікової книжки)

| Цифра Y | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N ₅ , тис.ном. | 8,6 | 8,4 | 8,2 | 8,0 | 8,2 | 8,4 | 8,6 | 8,8 | 9,0 | 9,2 |
| N _{6,7} тис.ном. | 18,5 | 18,0 | 17,5 | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,5 | 19,0 | 19,5 | 20,0 |
| P | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,6 | 0,55 |

Таблиця А.3 – Відстані між АТС (км) для даного варіанту мережі

| АТС | АТСДК-3 | АТСК-4 | АТСЕ-5 | АТСЕ-6,7 |
|----------|---------|--------|--------|----------|
| АТСДК-3 | 0 | 10 | 12 | 11 |
| АТСК-4 | 10 | 0 | 8 | 5 |
| АТСЕ-5 | 12 | 8 | 0 | 3 |
| АТСЕ-6,7 | 11 | 5 | 3 | 0 |

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Визначення навантаження Y (в Ерл) повнодоступної системи, що обслуговує найпростіший потік викликів, при заданій кількості з'єднувальних ліній V в залежності від заданих втрат p .

| V кіль. ліній | Навантаження Y , що надходить, при втратах, p | | | | | | | | | |
|---------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| 2 | 0,046 | 0,065 | 0,080 | 0,093 | 0,105 | 0,151 | 0,22 | 0,27 | 0,32 | 0,36 |
| 3 | 0,194 | 0,248 | 0,288 | 0,320 | 0,347 | 0,451 | 0,59 | 0,69 | 0,78 | 0,85 |
| 4 | 0,439 | 0,534 | 0,600 | 0,653 | 0,698 | 0,861 | 1,07 | 1,22 | 1,34 | 1,45 |
| 5 | 0,761 | 0,898 | 0,992 | 1,065 | 1,126 | 1,347 | 1,62 | 1,82 | 1,97 | 2,11 |
| 6 | 1,15 | 1,32 | 1,44 | 1,54 | 1,61 | 1,89 | 2,23 | 2,47 | 2,65 | 2,81 |
| 7 | 1,58 | 1,79 | 1,94 | 2,05 | 2,15 | 2,48 | 2,88 | 3,15 | 3,37 | 3,55 |
| 8 | 2,05 | 2,31 | 2,48 | 2,61 | 2,72 | 3,10 | 3,55 | 3,87 | 4,11 | 4,32 |
| 9 | 2,56 | 2,85 | 3,04 | 3,19 | 3,32 | 3,75 | 4,26 | 4,61 | 4,88 | 5,10 |
| 10 | 3,09 | 3,42 | 3,64 | 3,80 | 3,94 | 4,42 | 4,98 | 5,36 | 5,66 | 5,91 |
| 11 | 3,85 | 4,01 | 4,25 | 4,44 | 4,59 | 5,11 | 5,73 | 6,14 | 6,46 | 6,72 |
| 12 | 4,23 | 4,63 | 4,89 | 5,09 | 5,25 | 5,82 | 6,48 | 6,93 | 7,27 | 7,55 |
| 13 | 4,83 | 5,26 | 5,54 | 5,76 | 5,93 | 6,54 | 7,25 | 7,73 | 8,09 | 8,39 |
| 14 | 5,44 | 5,91 | 6,21 | 6,44 | 6,63 | 7,28 | 8,04 | 8,54 | 8,93 | 9,24 |
| 15 | 6,07 | 6,57 | 6,89 | 7,14 | 7,34 | 8,03 | 8,83 | 9,36 | 9,77 | 10,10 |
| 16 | 6,72 | 7,24 | 7,59 | 7,85 | 8,06 | 8,79 | 9,63 | 10,19 | 10,62 | 10,97 |
| 17 | 7,37 | 7,93 | 8,29 | 8,57 | 8,79 | 9,56 | 10,44 | 11,03 | 11,47 | 11,85 |
| 18 | 8,04 | 8,63 | 9,01 | 9,30 | 9,53 | 10,33 | 11,26 | 11,87 | 12,34 | 12,72 |
| 19 | 8,72 | 9,33 | 9,73 | 10,03 | 10,28 | 11,12 | 12,09 | 12,72 | 13,21 | 13,60 |
| 20 | 9,40 | 10,05 | 10,46 | 10,78 | 11,04 | 11,91 | 12,92 | 13,58 | 14,08 | 14,49 |
| 21 | 10,10 | 10,77 | 11,21 | 11,53 | 11,80 | 12,71 | 13,76 | 14,44 | 14,96 | 15,38 |
| 22 | 10,80 | 11,50 | 11,95 | 12,29 | 12,57 | 13,52 | 14,60 | 15,31 | 15,84 | 16,28 |
| 23 | 11,51 | 12,24 | 12,71 | 13,06 | 13,35 | 14,33 | 15,45 | 16,18 | 16,73 | 17,18 |
| 24 | 12,23 | 12,96 | 13,47 | 13,84 | 14,13 | 15,14 | 16,30 | 17,05 | 17,62 | 18,08 |
| 25 | 12,96 | 13,74 | 14,24 | 14,62 | 14,92 | 15,96 | 17,16 | 17,93 | 18,52 | 18,99 |
| 26 | 13,69 | 14,49 | 15,01 | 15,40 | 15,72 | 16,79 | 18,02 | 18,81 | 19,41 | 19,90 |
| 27 | 14,42 | 15,26 | 15,79 | 16,19 | 16,52 | 17,62 | 18,88 | 19,70 | 20,31 | 20,81 |
| 28 | 15,17 | 16,02 | 16,57 | 16,98 | 17,32 | 18,45 | 19,75 | 20,58 | 21,22 | 21,72 |
| 29 | 15,91 | 16,79 | 17,37 | 17,78 | 18,13 | 19,29 | 20,62 | 21,48 | 22,12 | 22,64 |
| 30 | 16,67 | 17,57 | 18,15 | 18,59 | 18,94 | 20,13 | 21,49 | 22,37 | 23,03 | 23,56 |
| 31 | 17,43 | 18,35 | 18,95 | 19,39 | 19,75 | 20,98 | 22,37 | 23,26 | 23,94 | 24,48 |
| 32 | 18,19 | 19,14 | 19,75 | 20,20 | 20,57 | 21,83 | 23,25 | 24,17 | 24,86 | 25,41 |
| 33 | 18,95 | 19,93 | 20,55 | 21,02 | 21,40 | 22,68 | 24,13 | 25,07 | 25,77 | 26,34 |

Продовження таблиці Б.1

| V кїл. лїній | Навантаження Y, що надходить, при втратах, <i>p</i> | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| 34 | 19,72 | 20,72 | 21,36 | 21,84 | 22,22 | 23,53 | 25,02 | 25,97 | 26,69 | 27,26 |
| 35 | 20,50 | 21,52 | 22,17 | 22,66 | 23,05 | 24,39 | 25,91 | 26,88 | 27,61 | 28,19 |
| 36 | 21,28 | 22,32 | 22,98 | 23,48 | 23,89 | 25,25 | 26,80 | 27,79 | 28,53 | 29,12 |
| 37 | 22,06 | 23,12 | 23,80 | 24,31 | 24,72 | 26,11 | 27,69 | 28,70 | 29,45 | 30,06 |
| 38 | 22,84 | 23,93 | 24,62 | 25,14 | 25,56 | 26,98 | 28,58 | 29,61 | 30,38 | 30,99 |
| 39 | 23,63 | 24,74 | 25,44 | 25,97 | 26,40 | 27,85 | 29,48 | 30,52 | 31,30 | 31,93 |
| 40 | 24,42 | 25,55 | 26,27 | 26,81 | 27,25 | 28,72 | 30,38 | 31,44 | 32,23 | 32,87 |
| 41 | 25,21 | 26,36 | 27,10 | 27,65 | 28,09 | 29,59 | 31,28 | 32,36 | 33,16 | 33,81 |
| 42 | 26,01 | 27,18 | 27,93 | 28,49 | 28,94 | 30,46 | 32,18 | 33,28 | 34,09 | 34,75 |
| 43 | 26,81 | 28,00 | 28,76 | 29,33 | 29,79 | 31,34 | 33,08 | 34,20 | 35,03 | 35,69 |
| 44 | 27,61 | 28,82 | 29,60 | 30,17 | 30,64 | 32,22 | 33,99 | 35,12 | 35,96 | 36,63 |
| 45 | 28,42 | 29,65 | 30,43 | 31,02 | 31,50 | 33,10 | 34,89 | 36,04 | 36,89 | 37,58 |
| 46 | 29,23 | 30,48 | 31,27 | 31,87 | 32,36 | 33,98 | 35,80 | 36,97 | 37,83 | 38,52 |
| 47 | 30,04 | 31,31 | 32,12 | 32,72 | 33,22 | 34,86 | 36,71 | 37,89 | 38,77 | 39,47 |
| 48 | 30,85 | 32,14 | 32,96 | 33,58 | 34,08 | 35,75 | 37,62 | 38,82 | 39,71 | 40,41 |
| 49 | 31,66 | 32,97 | 33,81 | 34,43 | 34,94 | 36,63 | 38,54 | 39,75 | 40,64 | 41,36 |
| 50 | 32,48 | 33,81 | 34,65 | 35,29 | 35,80 | 37,52 | 39,45 | 40,68 | 41,59 | 42,31 |
| 51 | 33,30 | 34,65 | 35,50 | 36,15 | 36,67 | 38,41 | 40,37 | 41,61 | 42,53 | 43,26 |
| 52 | 34,12 | 35,49 | 36,36 | 37,01 | 37,54 | 39,30 | 41,28 | 42,54 | 43,47 | 44,21 |
| 53 | 34,94 | 36,33 | 37,21 | 37,87 | 38,41 | 40,19 | 42,20 | 43,47 | 44,41 | 45,16 |
| 54 | 35,77 | 37,17 | 38,06 | 38,74 | 39,28 | 41,09 | 43,12 | 44,40 | 45,36 | 46,11 |
| 55 | 36,59 | 38,02 | 38,92 | 39,60 | 40,15 | 41,98 | 44,04 | 45,34 | 46,30 | 47,07 |
| 56 | 37,42 | 38,86 | 39,78 | 40,47 | 41,02 | 42,88 | 44,96 | 46,27 | 47,25 | 48,02 |
| 57 | 38,25 | 39,71 | 40,64 | 41,34 | 41,90 | 43,78 | 45,88 | 47,21 | 48,19 | 48,97 |
| 58 | 39,09 | 40,56 | 41,50 | 42,21 | 42,78 | 44,68 | 46,80 | 48,15 | 49,14 | 49,93 |
| 59 | 39,92 | 41,42 | 42,37 | 43,08 | 43,65 | 45,58 | 47,73 | 49,09 | 50,09 | 50,89 |
| 60 | 40,75 | 42,27 | 43,23 | 43,95 | 44,53 | 46,48 | 48,65 | 50,02 | 51,04 | 51,84 |
| 61 | 41,59 | 43,12 | 44,10 | 44,83 | 45,41 | 47,38 | 49,58 | 50,96 | 51,99 | 52,80 |
| 62 | 42,43 | 43,98 | 44,96 | 45,70 | 46,30 | 48,29 | 50,50 | 51,90 | 52,94 | 53,76 |
| 63 | 43,27 | 44,84 | 45,83 | 46,58 | 47,18 | 49,19 | 51,43 | 52,85 | 53,89 | 54,71 |
| 64 | 44,11 | 45,69 | 46,70 | 47,46 | 48,06 | 50,09 | 52,36 | 53,79 | 54,84 | 55,67 |
| 65 | 44,95 | 46,56 | 47,57 | 48,33 | 48,95 | 51,00 | 53,29 | 54,73 | 55,79 | 56,63 |
| 66 | 45,80 | 47,42 | 48,45 | 49,22 | 49,84 | 51,91 | 54,22 | 55,67 | 56,75 | 57,59 |
| 67 | 46,65 | 48,28 | 49,32 | 50,10 | 50,72 | 52,82 | 55,15 | 56,62 | 57,70 | 58,55 |
| 68 | 47,49 | 49,14 | 50,20 | 50,98 | 51,61 | 53,73 | 56,08 | 57,96 | 58,65 | 59,52 |
| 69 | 48,34 | 50,01 | 51,07 | 51,86 | 52,50 | 54,64 | 57,01 | 58,51 | 59,61 | 60,48 |
| 70 | 49,19 | 50,88 | 51,95 | 52,75 | 53,39 | 55,55 | 57,95 | 59,45 | 60,56 | 61,44 |

| V кіль. ліній | Навантаження Y, що надходить, при втратах, p | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| 71 | 50,04 | 51,74 | 52,83 | 53,63 | 54,29 | 56,46 | 58,88 | 60,40 | 61,52 | 62,40 |
| 72 | 50,89 | 52,61 | 53,71 | 54,52 | 55,18 | 57,38 | 59,82 | 61,35 | 62,48 | 63,36 |
| 73 | 51,75 | 53,48 | 54,59 | 55,41 | 56,07 | 58,29 | 60,75 | 62,30 | 63,43 | 64,33 |
| 74 | 52,60 | 54,35 | 55,47 | 56,30 | 56,97 | 59,20 | 61,69 | 63,25 | 64,39 | 65,29 |
| 75 | 53,46 | 55,23 | 56,35 | 57,19 | 57,86 | 60,12 | 62,62 | 64,20 | 65,35 | 66,26 |
| 76 | 54,31 | 56,10 | 57,23 | 58,08 | 58,76 | 61,04 | 63,56 | 65,14 | 66,31 | 67,22 |
| 77 | 55,17 | 56,97 | 58,12 | 58,97 | 59,66 | 61,95 | 64,50 | 66,09 | 67,26 | 68,19 |
| 78 | 56,03 | 57,85 | 59,00 | 59,86 | 60,56 | 62,87 | 65,44 | 67,05 | 68,22 | 69,15 |
| 79 | 56,89 | 58,72 | 59,89 | 60,75 | 61,45 | 63,79 | 66,38 | 68,00 | 69,18 | 70,12 |
| 80 | 57,75 | 59,60 | 60,78 | 61,65 | 62,35 | 64,71 | 67,32 | 68,95 | 70,14 | 71,09 |
| 82 | 59,48 | 61,36 | 62,55 | 63,44 | 64,16 | 66,55 | 69,20 | 70,85 | 72,07 | 73,02 |
| 84 | 61,21 | 63,12 | 64,33 | 65,23 | 65,96 | 68,39 | 71,08 | 72,76 | 73,99 | 74,96 |
| 86 | 62,94 | 64,88 | 66,11 | 67,03 | 67,77 | 70,24 | 72,96 | 74,67 | 75,91 | 76,89 |
| 88 | 64,68 | 66,65 | 67,90 | 68,83 | 69,58 | 72,09 | 74,85 | 76,58 | 77,84 | 78,83 |
| 90 | 66,42 | 68,42 | 69,69 | 70,63 | 71,40 | 73,94 | 76,74 | 78,49 | 79,77 | 80,77 |
| 92 | 68,16 | 70,19 | 71,48 | 72,44 | 73,21 | 75,79 | 78,63 | 80,40 | 81,70 | 82,71 |
| 94 | 69,91 | 71,97 | 73,27 | 74,25 | 75,03 | 77,64 | 80,53 | 82,32 | 83,63 | 84,66 |
| 96 | 71,66 | 73,75 | 75,07 | 76,06 | 76,85 | 79,50 | 82,42 | 84,24 | 85,56 | 86,59 |
| 98 | 73,41 | 75,53 | 76,87 | 77,87 | 78,68 | 81,36 | 84,32 | 86,15 | 87,49 | 88,53 |
| 100 | 75,17 | 77,32 | 78,67 | 79,68 | 80,51 | 83,22 | 86,21 | 88,07 | 89,43 | 90,48 |
| 102 | 76,92 | 79,10 | 80,48 | 81,51 | 82,33 | 85,08 | 88,11 | 90,00 | 91,36 | 92,42 |
| 104 | 78,69 | 80,89 | 82,29 | 83,33 | 84,17 | 86,95 | 90,02 | 91,92 | 93,30 | 94,37 |
| 106 | 80,45 | 82,69 | 84,10 | 85,15 | 86,00 | 88,82 | 91,92 | 93,84 | 95,24 | 96,32 |
| 108 | 82,22 | 84,48 | 85,91 | 86,97 | 87,83 | 90,68 | 93,82 | 95,77 | 97,18 | 98,27 |
| 110 | 83,99 | 86,28 | 87,72 | 88,80 | 89,67 | 92,55 | 95,73 | 97,69 | 99,12 | 100,22 |
| 112 | 85,76 | 88,08 | 89,54 | 90,63 | 91,51 | 94,43 | 97,63 | 99,62 | 101,06 | 102,17 |
| 114 | 87,53 | 89,88 | 91,36 | 92,46 | 93,35 | 96,30 | 99,54 | 101,55 | 103,00 | 104,12 |
| 116 | 89,31 | 91,68 | 93,10 | 94,30 | 95,19 | 98,18 | 101,45 | 103,48 | 104,94 | 106,07 |
| 118 | 91,09 | 93,49 | 95,00 | 96,13 | 97,04 | 100,05 | 103,36 | 105,41 | 106,89 | 108,03 |
| 120 | 92,87 | 95,30 | 96,82 | 97,97 | 98,88 | 101,93 | 105,27 | 107,34 | 108,83 | 109,98 |
| 125 | 97,3 | 99,8 | 101,4 | 102,6 | 103,5 | 106,6 | 110,1 | 112,2 | 113,7 | 114,9 |
| 130 | 101,8 | 104,4 | 106,0 | 107,2 | 108,1 | 111,3 | 114,8 | 117,0 | 118,6 | 119,8 |
| 135 | 106,3 | 108,9 | 110,6 | 111,8 | 112,8 | 116,1 | 119,6 | 121,9 | 123,4 | 124,7 |
| 140 | 110,8 | 113,5 | 115,2 | 116,5 | 117,5 | 120,8 | 124,5 | 126,7 | 128,3 | 129,6 |
| 150 | 119,8 | 122,7 | 124,5 | 125,7 | 126,8 | 130,3 | 134,1 | 136,4 | 138,1 | 139,4 |
| 160 | 128,9 | 131,8 | 133,7 | 135,0 | 136,1 | 139,8 | 143,7 | 146,1 | 147,9 | 149,2 |
| 170 | 138,0 | 141,0 | 143,0 | 144,3 | 145,5 | 149,3 | 153,4 | 155,9 | 157,7 | 159,0 |

Продовження таблиці Б.1

| V кїл. лїній | Навантаження Y, що надходить, при втратах, <i>p</i> | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 |
| 180 | 147,1 | 150,3 | 152,3 | 153,7 | 154,9 | 158,8 | 163,1 | 165,6 | 167,5 | 168,9 |
| 190 | 156,2 | 159,5 | 161,6 | 163,1 | 164,4 | 168,4 | 172,8 | 175,4 | 177,3 | 178,7 |
| 200 | 165,4 | 168,8 | 170,9 | 172,5 | 173,8 | 177,9 | 182,5 | 185,2 | 187,1 | 188,6 |
| 210 | 174,6 | 178,1 | 180,3 | 181,9 | 183,3 | 187,5 | 192,2 | 195,0 | 196,9 | 198,5 |
| 220 | 183,9 | 187,4 | 189,7 | 191,3 | 192,7 | 197,1 | 201,9 | 204,8 | 206,8 | 208,3 |
| 230 | 193,1 | 196,8 | 199,1 | 200,8 | 202,2 | 206,7 | 211,6 | 214,6 | 216,6 | 218,2 |
| 240 | 202,4 | 206,2 | 208,6 | 210,3 | 211,7 | 216,4 | 221,4 | 224,4 | 226,4 | 228,1 |
| 250 | 211,7 | 215,6 | 218,0 | 219,8 | 221,3 | 226,0 | 231,1 | 234,2 | 236,3 | 238,0 |
| 300 | 258,3 | 262,7 | 265,4 | 267,4 | 269,1 | 274,3 | 280,0 | 283,3 | 285,7 | 287,5 |
| 350 | 305,4 | 310,2 | 313,1 | 315,3 | 317,1 | 322,9 | 329,0 | 332,6 | 335,2 | 337,1 |
| 400 | 352,7 | 357,8 | 361,0 | 363,4 | 365,3 | 371,6 | 378,2 | 382,1 | 384,7 | 386,7 |
| 450 | 400,1 | 405,6 | 409,1 | 411,6 | 413,7 | 420,4 | 427,4 | 431,5 | 434,3 | 436,4 |
| 500 | 447,8 | 453,6 | 457,3 | 460,0 | 462,2 | 469,3 | 476,7 | 481,0 | 484,0 | 486,2 |
| 600 | 543,4 | 549,9 | 554,0 | 557,1 | 559,5 | 567,4 | 575,5 | 580,2 | 583,4 | 585,7 |
| 700 | 639,5 | 646,6 | 651,1 | 654,5 | 657,1 | 665,7 | 674,4 | 679,5 | 682,9 | 685,3 |
| 800 | 735,9 | 743,6 | 748,4 | 752,1 | 754,9 | 764,1 | 773,5 | 778,8 | 782,5 | 785,1 |
| 900 | 832,5 | 840,8 | 846,0 | 850,0 | 852,9 | 862,7 | 872,8 | 878,3 | 882,1 | 884,8 |
| 1000 | 929,2 | 938,2 | 943,8 | 947,9 | 951,1 | 961,4 | 972,1 | 977,8 | 981,8 | 984,4 |