



УПРАВЛІННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ КОМУТАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Методичні вказівки до практичних занять
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка»
галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка
денної та заочної форм навчання

УДК 621.396.93 (07)

У 66

Рекомендовано до видання вченою радою факультету КІТ ЛНТУ,
протокол № _____ від « ____ » _____ 20 25 року.

Голова вченої ради факультету КІТ _____ І.С. Кондіус

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Н.П. Поліщук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електроніки та телекомунікацій
ЛНТУ, протокол № _____ від « ____ » _____ 20 25 року.

Завідувач кафедри ЕіТК _____ В.Ю. Заблоцький

Укладач: _____ А.А. Ткачук, кандидат технічних наук, доцент
кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Рецензент: _____ Й.Р. Селепина, кандидат технічних наук, доцент
кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

Відповідальний за випуск: _____ В.Ю. Заблоцький, кандидат
технічних наук, доцент, завідувач кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ

У 66 **Управління та експлуатація комутаційних систем:** методичні
вказівки до практичних занять для здобувачів другого (магістерського)
рівня вищої освіти освітньої програми «Телекомунікації та
радіотехніка» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні
комунікації спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка
денної та заочної форм навчання / уклад. А.А. Ткачук. Луцьк: ЛНТУ,
2025. 60 с.

Методичні вказівки до практичних занять «**Управління та експлуатація
комутаційних систем**»: складені відповідно до діючої програми курсу.

Призначені для здобувачів вищої освіти спеціальності 172 Електронні
комунікації та радіотехніка освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка».

А.А. Ткачук 2025

ЗМІСТ

	стор.
Практична робота №1 Аналіз побудови міських телефонних мереж	4
Практична робота №2 Розробка структурної схеми міської телефонної мережі з використанням цифрової системи комутації «КВАНТ-Е»	9
Практична робота №3 Розрахунок інтенсивності абонентських навантажень на телефонній мережі	13
Практична робота №4 Розрахунок міжстанційних навантажень	21
Практична робота №5 Розрахунок числа з'єднувальних ліній і групових трактів	26
Практична робота №6 Розробка функціональної схеми ОПС (ПС)	30
Практична робота №7 Системи сигналізації та аналіз роботи ЦСК при міжстанційних з'єднаннях на МТМ	37
Перелік скорочень англійською мовою	43
Перелік скорочень українською мовою	53
Література	56
Додаток А	57
Для нотаток	59

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

АНАЛІЗ ПОБУДОВИ МІСЬКИХ ТЕЛЕФОННИХ МЕРЕЖ

1 Мета роботи

Вивчення побудови структурних схем МТМ, принципів нумерації абонентських ліній, організації міжстанційного зв'язку, зв'язку з АМТС та ВСС.

2 Теоретичні відомості

Міська телефонна мережа (МТМ) – це сукупність комутаційного обладнання, лінійно-кабельних споруд і кінцевих абонентських пристроїв (телефонних апаратів – ТА), яка призначена для забезпечення телефонним зв'язком абонентів міста.

ТА підключаються до автоматичних телефонних станцій (АТС) за допомогою абонентських ліній (АЛ). Кожному абоненту МТМ привласнюється певний абонентський номер. Сукупність номерів усіх абонентів міста називають нумерацією МТМ. Значність нумерації МТМ, тобто кількість цифр у номері, залежить від загальної ємності МТМ.

На МТМ використовуються, крім абонентських номерів, скорочені (дво-, три і чотиризначні) номери, що привласнені різним спецслужбам. Номери всіх спецслужб звичайно починаються з цифри 0, тому 0 не може бути першою цифрою абонентських номерів. Абонентські номери не повинні починатися також з цифри 8, яка є індексом виходу на автоматичну міжміську телефонну станцію (АМТС), яка забезпечує міжміський зв'язок.

МТМ може бути побудована на базі обладнання однієї АТС, що буде обслуговувати всіх абонентів міста. У цьому випадку МТМ називається нерайонованою.

Ємність такої мережі теоретично не перевищує 10000 номерів і абонентський номер має структуру ТСДО.

В АТС можуть включатися підстанції (ПС) і відомчі АТС (ВАТС).

Підстанцією називається частина комутаційного обладнання основної станції, винесена за межі АТС і розташована в безпосередній близькості від досить значної групи абонентів (близько 1000). Застосування ПС дозволяє скоротити витрати на абонентській лінії (АЛ) за рахунок зменшення їхньої довжини.

ПС зв'язується з АТС трьома пучками з'єднувальних ліній (ЗЛ) одnobічної дії: два пучки (вихідний і вхідний) для місцевого зв'язку й один пучок з'єднувальних ліній міжміських (ЗЛМ) для вхідного міжміського зв'язку. Всі види з'єднань абонентів ПС (взаємний зв'язок включно) здійснюються через опорну АТС.

У великих містах територію міста поділяють на райони, кожен з яких обслуговує окрема районна АТС (РАТС). Така мережа є районованою. При п'ятизначній нумерації ємність мережі не може перевищувати 80000 номерів. Кожної РАТС привласнюється однозначний код і абонентський номер має структуру: КТСДО. Цифрою коду К не можуть бути 0 та 8, тобто число РАТС на такій мережі не може бути більше 8.

РАТС з'єднується одна з одною за принципом «кожна з кожною» двома пучками ЗЛ одnobічної дії. Проводовість і тип ЗЛ залежать від відстані між РАТС. При відстані менше 1,5 км використовуються трипроводові фізичні ЗЛ (ФЗЛ); при відстані більше

1,5 км, але практично менше 8 км ($1,5 \text{ км} \leq l \leq 8 \text{ км}$) – двопроводові ФЗЛ; при відстані між РАТС більше 8 км використовуються цифрові ЗЛ із застосуванням цифрових систем передач (ЦСП).

Для виходу абонентів МТМ на міжміську мережу служать автоматичні міжміські телефонні станції (АМТС). Зв'язок АМТС із РАТС МТМ здійснюється двома пучками ЗЛ: замовно-з'єднувальними лініями (ЗЗЛ – від РАТС до АМТС) і з'єднувальними лініями міжміськими (ЗЛМ – від АМТС до РАТС).

ЗЗЛ і ЗЛМ можуть бути фізичними трипроводовими або цифровими.

ЗЗЛ включаються на РАТС у поле ступеня І ГП. Вхідне з'єднання від АМТС здійснюється по ЗЛМ, що включаються в ступінь групового пошуку міжміського (ГПМ). На районованих МТМ зв'язок зі спецслужбами здійснюється через вузол спецслужб (ВСС). Спецслужбами називають установи, виклик яких виконується набиранням скороченого номера, що починається з цифри 0. ВСС, як правило, установлюється на одній з РАТС МТМ.

Від усіх РАТС до ВСС організовуються пучки однобічної дії (ЗЛ), тип і провідність яких така сама, як і до РАТС, на який він розміщений. Якщо ВСС побудований на цифровому обладнанні, то ЗЛ до нього повинні бути цифровими, а на аналогових РАТС установлюються ЦСП. У цьому випадку можлива побудова Coll-центру з вхідним і вихідним зв'язком й організацією з'єднання з АМТС.

3 Контрольні запитання

1. Яка мережа називається районованою?
2. Чому дорівнює найбільше число РАТС на МТМ з п'ятизначною нумерацією і чому?
3. Від чого залежить значність нумерації на МТМ? Яка структура абонентського номера при п'ятизначній нумерації?
4. Як організовується міжстанційний зв'язок на МТМ із п'ятизначною нумерацією?
5. Від чого залежить тип ЗЛ між РАТС?
6. З якою метою на МТМ використовується ВСС?
7. Призначення ЗЗЛ і ЗЛМ при зв'язку РАТС з АМТС?
8. Назвіть призначення підстанції. Як організовується зв'язок РАТС із включеною в неї ПС?

4. Хід роботи

1. Використовуючи літературу вивчіть принципи побудови МТМ.
2. Дайте письмово відповіді на контрольні запитання.
3. Накресліть, відповідно до заданих вихідних даних, структурну схему МТМ. На схемі зазначте:
 - місце розташування РАТС, ПС, ВСС і АМТС;
 - тип і спрямованість міжстанційних ЗЛ, тип використовуваних систем передач;
 - ємність РАТС, ПС, тип обладнання, нумерацію АЛ.
4. Дати нумерацію АЛ РАТС-5, ємність якої 8748 абонентів, за умови, що на МТМ використовується п'ятизначна нумерація. Вказати абонентський номер абонента

з порядковим номером 1245.

5. Опис практичної роботи та методики її виконання

1. З огляду на відстань вибрати типи ЗЛ й організувати міжстанційні зв'язки на заданій МТМ.

2. Дати нумерацію АЛ РАТС, ПС з урахуванням заданих ємностей станцій мережі.

6. Зміст звіту

1. Самостійне завдання.

2. Структурна схема МТМ, отримана в результаті виконання роботи.

3. Висновки.

Порядок виконання практичної роботи

Включити комп'ютер і запустити програму СКЕС-3. Ввести дані: ім'я, прізвище, факультет, курс, групу і зареєструватися.

Запустити програму ПР № 1.

Після запуску програми ПР № 1 на екрані з'явиться вікно, яке складається з:

– робочого поля з комутаційним обладнанням, що використовується на заданій МТМ;

– поля «Вхідні дані» з комірками Д і О та кнопками «Підтвердити дані» і «Змінити дані»;

– поля «Меню»;

– поля «Методичні вказівки»;

– комірка «Ваша відмітка»;

– кнопок: «Продовжити», «Вихід» (рис. 1).

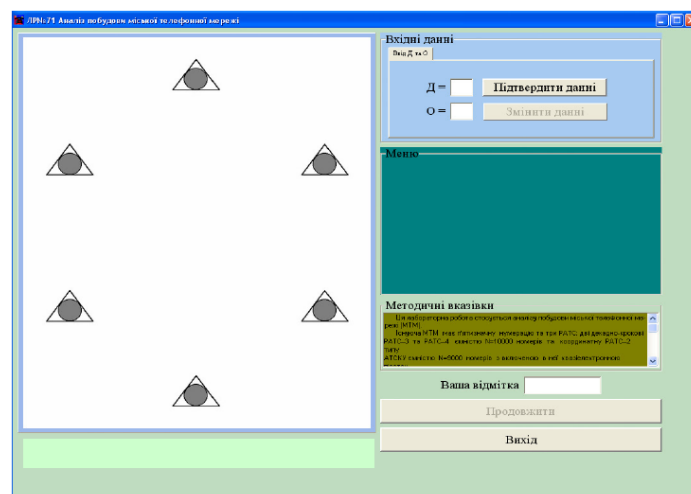


Рисунок 1 – Структурна схема існуючої телефонної мережі (крок 1)

Робота виконується в наступній послідовності:

У полі «Вхідні дані» вводяться значення в комірки Д і О (номер варіанта) та кнопкою «Підтвердити дані» підтверджується введення.

Відповідно до введеного варіанта у вікні з'являються:

- на робочому полі – коди РАТС, їх номерна ємність і тип обладнання;
- у полі «Вхідні данні» – відстані між станціями мережі;
- у полі «Меню» – типи ЗЛ між станціями;
- у полі «Методичні вказівки» – вказівки до виконання завдання, які необхідно прочитати (рис. 2).

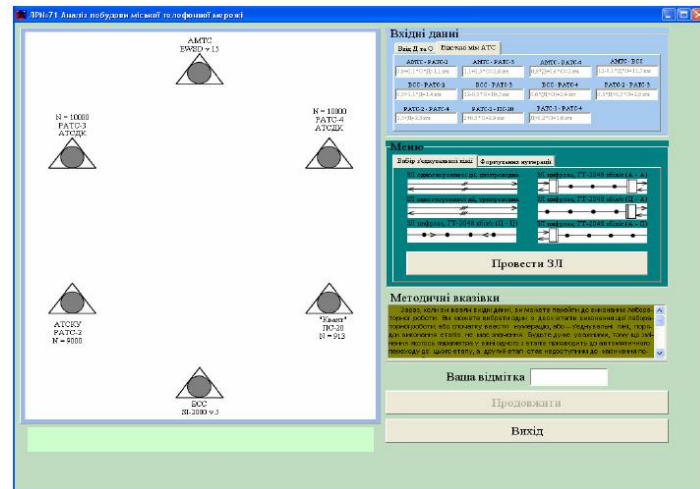


Рисунок 2 – Структурна схема існуючої телефонної мережі

З огляду на міжстанційні відстані вибрати типи ЗЛ та організувати зв'язок між станціями. Для цього позначається:

- АТС від якої буде проводитися ЗЛ;
- АТС до якої проводиться ЗЛ;
- ЗЛ у полі «Меню», за допомогою якої організовується зв'язок між зазначеними АТС;
- Кнопка «Провести ЗЛ».

У залежності від правильності вибору типу ЗЛ виставляється оцінка.

Після закінчення правильної побудови структурної схеми МТМ, у полі «Меню» з'являються комірки для визначення нумерації АЛ станцій мережі. У полі «Методичні вказівки» – методичні вказівки для виконання цього етапу роботи (рис. 3).

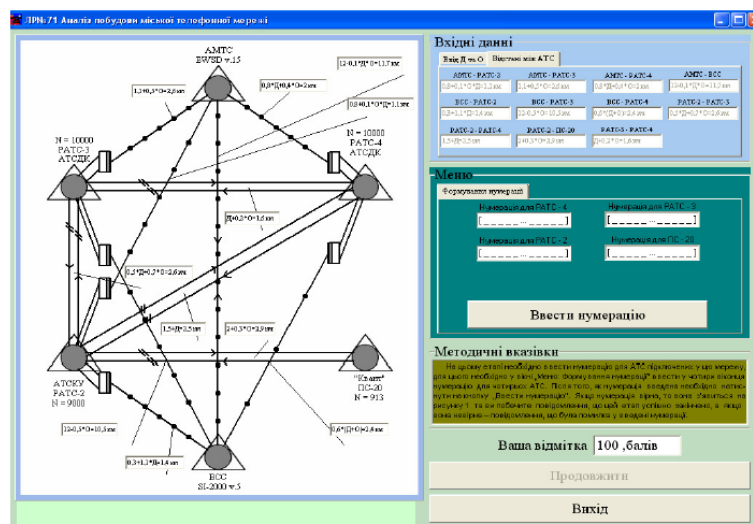


Рисунок 3 – Структурна схема існуючої телефонної мережі (крок 3)

Нумерація АЛ вводиться в комірки для всіх станцій відповідно до зазначеної ємності і натискається кнопка «Ввести нумерацію». При правильному введенні нумерації вона з'являється на схемі мережі.

Нумерація АЛ РАТС починається з K1111, де К – код РАТС (рис. 4).

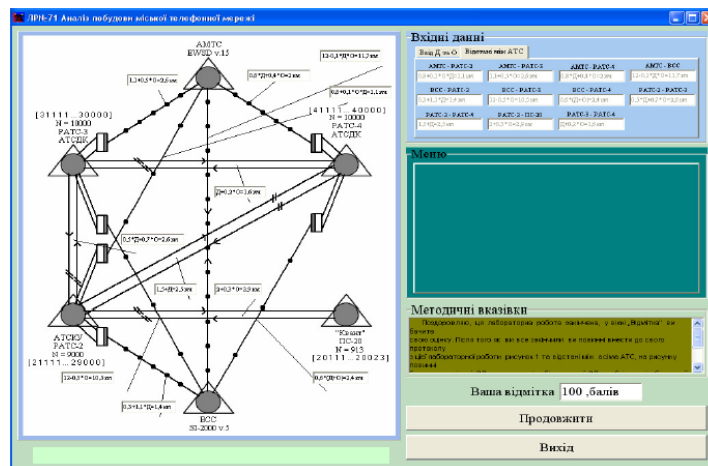


Рисунок 4 – Структурна схема існуючої телефонної мережі (крок 4)

Отримана структурна схема МТМ (рис. 5) повинна бути наведена у звіті.

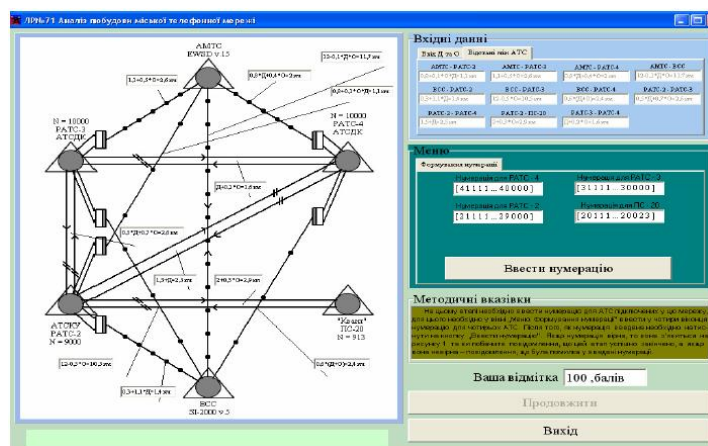


Рисунок 5 – Структурна схема існуючої телефонної мережі

Після закінчення роботи натиснути кнопку «Продовжити» і завершити роботу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2
РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ МІСЬКОЇ ТЕЛЕФОННОЇ МЕРЕЖІ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ «КВАНТ-Е»
1 Мета роботи

Вивчення принципів реконструкції і розвитку МТМ з використанням цифрових систем комутації і передачі, аналіз організації взаємодії аналогових РАТС з обладнанням ЦСК.

2. Теоретичні відомості

Метою реконструкції і розвитку МТМ повинно бути: поліпшення технічного стану телефонної мережі; впровадження сучасних послуг зв'язку.

На цифровій мережі обладнання ЦСК, яка виконує функції РАТС, називають опорними станціями – ОПС. Якщо обладнання ЦСК, крім функцій РАТС, виконує функції транзитних вузлів комутації, то це обладнання називають опорно-транзитними станціями – ОПТС. Головною функціональною складовою ОПС (чи ОПТС) є так зване опорне обладнання (ОпО) ЦСК (Host). Виносні абонентські модулі (ВАМ) доцільно використовувати в мікрорайонах міста з низькою щільністю населення. Застосування ВАМ дозволяє зменшити довжину АЛ. Виносні комутаційні модулі (ВКМ) доцільно установлювати як ОПС. Співвідношення між ємностями ОпО і виносними (ВКМ) може бути будь-яким. Таксофони, що включаються в обладнання ЦСК, є універсальними, тобто мають вихідний і вхідний місцевий зв'язок, а також вихідний і вхідний міжміський зв'язок. Таксофони мають абонентські номери, які входять в номерну ємність ОПТС (ОПС) на відміну від таксофонів, включених в аналогові РАТС (на аналогових РАТС таксофони не входять в номерну ємність станції).

Принципи впровадження ЦСК:

1. Цифрове комутаційне обладнання на МТМ, як правило, впроваджують «методом накладеної мережі». Цей метод припускає, що цифрова й аналогова телефонні мережі обслуговують єдину територію. З'єднання між абонентами, включеними у цифрові станції, обслуговуються цифровою мережею, з'єднання між абонентами аналогових АТС завжди обслуговуються аналоговою частиною мережі, а з'єднання між абонентами цифрових і аналогових станцій – повинні мати один перехід від цифрової частини мережі до аналогової, і не більше двох у зворотному напрямку.

2. Число типів ЦСК для однієї МТМ повинно бути мінімальним (один чи два).

3. Цифрові ОПТС поєднують функції вузлів вхідних сполучень (ВВС), вузлів вхідних сполучень міжміських (ВВСМ), у тому числі і на МТМ без вузлоутворення, і їх доцільно виділяти в окремий район, ємність якого може перевищувати звичайну сотисячну межу.

4. Стики ЦСК з аналоговою частиною МТМ бажано виконувати ЦЗЛ з установкою ЦСП на аналогових станціях.

5. Цифрове обладнання установлюється, як правило, у приміщеннях існуючих АТС, тому що в цих будинках є вільні площі і підведені всі комунікації, що дозволяє заощаджувати значні кошти при реконструкції і розвитку мережі.

6. Впроваджені ЦСК повинні забезпечувати можливість надання користувачу послуг ЦМІО (цифрової мережі з інтеграцією обслуговування).

Технічно грамотно побудована цифрова мережа дозволяє більш ефективно використовувати з'єднувальні лінії: середній коефіцієнт використання каналу – $\eta = 0,8 \dots 0,9$, у той час як цей самий показник на аналоговій мережі не перевищує величини $\eta = 0,5 \dots 0,6$.

Високе використання ЗЛ на цифровій мережі зумовлено: організацією повнодоступного включення на ЦСК; використанням ЗЛ двосторонньої дії; використанням обхідних напрямів; динамічним керуванням мережею, за рахунок якого немає відмов у з'єднанні. Впровадження ЦСК і ЦСП на МТМ дозволяє значно збільшити доходи за рахунок надання нових послуг і різкого зниження експлуатаційних витрат, особливо при централізації технічної експлуатації. На МТМ України рекомендуються до впровадження наступні типи ЦСК: EWSD, 5ESS, «Квант-Е», 1000E-10.

3 Контрольні запитання

1. Назвіть основні принципи реконструкції і розвитку МТМ.
2. Яким методом здійснюється цифровізація МТМ? У чому полягає сутність методу?
3. До чого приводить наявність кількох пар переходів від аналогової мережі до цифрової (перехід «аналог – цифра») і навпаки (перехід «цифра – аналог»)?
4. Які таксофони включаються в обладнання ЦСК?
5. Чому таксофони, що включаються в обладнання ЦСК входять у номерну ємність станції, а таксофони, що включаються в аналогові РАТС, ні?
6. Яке призначення ВАМ і ВКМ?
7. Як здійснюється зв'язок абонентів ВКМ з АМТС і ВСС?
8. Чим обумовлене високе використання з'єднувальних ліній на цифровій мережі?
9. Які вигоди дає цифровізація МТМ із погляду споживача та оператора мережі?

4 Хід роботи

1. Використовуючи літературу вивчити запитання цифровізації МТМ.
2. Зобразити структурну схему МТМ, що містить:
 - РАТС типу АТСК-У;
 - РАТС типу АТС ДК;
 - ОПС із ВКМ типу «Квант-Е»;
 - АМТС і ВСС на базі обладнання ЦСК.

На схемі вказати тип і ємність станцій, нумерацію АЛ, тип з'єднувальних ліній.

3. Дайте письмово відповіді на контрольні запитання.

5 Зміст практичної роботи

1. Використовуючи схему мережі, розроблену в результаті виконання ПР №1, провести заміну устаткування однієї з АТС ДК на устаткування ЦСК «Квант-Е». В ОПС включити ВКМ заданої ємності.
2. Вказати ємність і нумерацію АЛ на ОПС і ВКМ.

3. Організувати зв'язок ОПС (ВКМ) з аналоговими РАТС, АМТС, ВСС.

6 Зміст звіту

1. Завдання для самостійного опрацювання.
2. Схема МТМ з ОПС і ВКМ на базі ЦСК «Квант-Е», що була отримана в результаті виконання роботи.
3. Висновки.

7 Порядок виконання практичної роботи

1. Включити комп'ютер і вибрати програму СКЕС-3. Виконати п. 7.1 - 7.2 практичної роботи № 1.
2. Відповідно до введеного варіанта на екрані з'явиться вікно, в полі «Меню» якого знаходяться кнопки: «Вибір РАТС для заміни» та «Вибір РАТС для розміщення ПС» (рис. 6).
3. Позначити «мишею» РАТС, що обрана для заміни, і натиснути кнопку «Вибір РАТС для заміни». Аналогічно виконати операції з розміщенням ПС (ВКМ).
4. Далі, аналогічно п. 7.3.1. - 7.3.5. ПР №1, побудувати структурну схему МТМ (рис. 7, рис. 8).

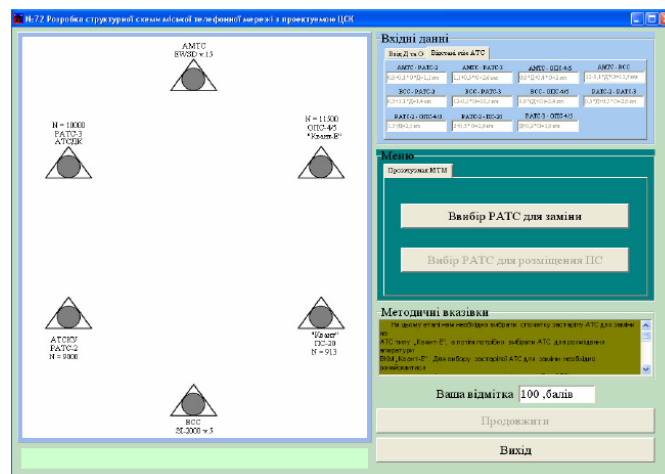


Рисунок 6 – Структурна схема телефонної мережі з проектованою ЦСК (крок 1)

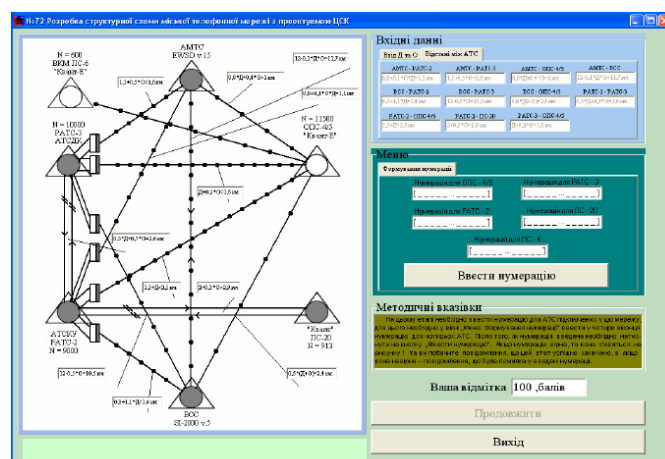


Рисунок 7 – Структурна схема телефонної мережі з проектованою ЦСК (крок 2)

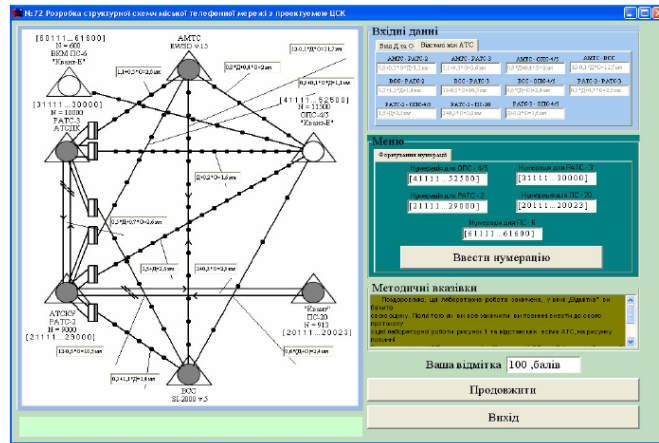


Рисунок 8 – Структурна схема телефонної мережі з проектованою ЦСК (крок 3)

5. Після закінчення роботи й одержання оцінки натиснути кнопку «Продовжити» і завершити роботу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

РОЗРАХУНОК ІНТЕНСИВНОСТІ АБОНЕНТСЬКИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ТЕЛЕФОННІЙ МЕРЕЖІ

1 Мета роботи

Вивчення методики прогнозування інтенсивності абонентських навантажень для цифрових і аналогових систем комутації і розрахунок інтенсивності навантажень на пучки з'єднувальних ліній.

2 Теоретичні відомості

Навантаженням у момент часу t називається випадкова величина, яка дорівнює числу зайнятих з'єднувальних пристроїв i в цей момент часу.

Вихідними даними для розрахунку абонентських навантажень є структурний склад абонентів станції і значення питомих інтенсивностей абонентських навантажень.

До структурного складу абонентів можуть входити до дев'яти категорій і джерел навантаження. Категорії відрізняються одна від одної питомими інтенсивностями абонентських навантажень, які вони створюють (табл. 1).

Таблиця 1 – Категорії абонентів

i – номер категорії	Назва абонентських категорій
1	Абоненти з доступом до ЦМІО
2	Абоненти з підвищеним навантаженням
3	Абоненти адміністративно-ділового сектора
4	Квартирні абоненти
5	Таксофони
6	Міжміські телефони
7	Лінії міжміських переговорних пунктів
8	Лінії екстрених спецслужб
9	Лінії інформаційних служб

У конкретну станцію включаються, як правило, абоненти не всіх категорій. У даній роботі структурний склад ОПС, ВКМ (ПС), РАТС включає абонентів трьох категорій:

- 1 – абоненти адміністративно-ділового сектора;
- 2 – квартирні абоненти;
- 3 – таксофони.

На цифрових станціях таксофони входять у номерну ємність станції, тобто мають абонентський номер. Отже, таксофони надають абоненту, як вихідний, так і вхідний місцевий і міжміський зв'язок. На аналогових станціях таксофони не мають абонентського номера, тобто не входять у номерну ємність і можуть надати користувачу тільки місцевий вихідний зв'язок.

Кожна АЛ i -ї категорії характеризується в годину найбільшого навантаження (ГНН) інтенсивностями навантаження місцевого, вихідного, вхідного і внутрішньостанційного зв'язку – y_{ei} , y_{exi} та y_{adi} , і відповідно вихідним і вхідним міжміським навантаженням – y_{ame} , y_{amex} . Ці параметри одержують за результатами

вимірювання у телефонних мережах. У таблиці 2 наведені значення інтенсивності питомих абонентських навантажень.

Таблиця 2 – Інтенсивності питомих абонентських навантажень

Категорія абонентів	y_{ϵ} , мЕрл	$y_{\epsilon x}$, мЕрл	$y_{ам\epsilon}$, мЕрл	$y_{ам\epsilon x}$, мЕрл
1 – адміністративно-діловий сектор	30	29	3	2
2 – квартирний сектор	45	44	5	4
3 – таксофони	80	25	40	8

Число абонентів i -ї категорії визначається з урахуванням коефіцієнтів K_i – що задають частки абонентів i -й категорії в структурному складі станції. У даній роботі задаються коефіцієнти K_2 і K_3 – які враховують частку квартирних абонентів і таксофонів відповідно.

Наприклад: для РАТС типу АТСК-У ємністю $N = 8000$, $K_2 = 0,7$ і $K_3 = 0,01$ структурний склад абонентів буде наступним:

$$N_1 = N_{AM} (1 - K_2) = 8000 (1 - 0,7) = 2400,$$

$$N_2 = NK_2 = 8000 \cdot 0,7 = 5600,$$

$$N_3 = NK_3 = 8000 \cdot 0,01 = 80.$$

Для абонентського модуля (АМ) ЦСК типу «Квант-Е» структурний склад абонентів при $N_{AM} = 128$, $K_2 = 0,7$ і $K_3 = 0,01$ визначається таким чином:

$$N_1 = N_{AM} (1 - K_2 - K_3) = 128 (1 - 0,7 - 0,01) \approx 37,$$

$$N_2 = N_{AM} K_2 = 128 \cdot 0,7 \approx 89,$$

$$N_3 = N_{AM} K_3 = 128 \cdot 0,01 \approx 2.$$

З наведених розрахунків видно, що в аналогових РАТС таксофони не входять у номерну ємність, а на цифрових входять.

Розрахунок абонентського навантаження для цифрових станцій проводиться в наступній послідовності:

1. Визначається інтенсивність навантажень, що створюються абонентами, включеними в один абонентський модуль при місцевому і міжміському вихідному і вхідному зв'язку за формулами:

$$Y_{\epsilon} = \sum_{i=1}^3 N_i y_{\epsilon_i} = N_1 y_{\epsilon_1} + N_2 y_{\epsilon_2} + N_3 y_{\epsilon_3}, \quad (1)$$

$$Y_{\epsilon x} = \sum_{i=1}^3 N_i y_{\epsilon x_i} = N_1 y_{\epsilon x_1} + N_2 y_{\epsilon x_2} + N_3 y_{\epsilon x_3}, \quad (2)$$

$$Y_{ам\epsilon} = \sum_{i=1}^3 N_i y_{ам\epsilon_i} = N_1 y_{ам\epsilon_1} + N_2 y_{ам\epsilon_2} + N_3 y_{ам\epsilon_3}, \quad (3)$$

$$Y_{ам\epsilon x} = \sum_{i=1}^3 N_i y_{ам\epsilon x_i} = N_1 y_{ам\epsilon x_1} + N_2 y_{ам\epsilon x_2} + N_3 y_{ам\epsilon x_3}, \quad (4)$$

де N_i – число абонентів i -ї категорії в АМ; y_i – інтенсивність питомих абонентських навантажень i -ї категорії (табл. 2).

При розрахунку значень $Y_{амв}$ та $Y_{амвх}$ – таксофони можна не враховувати.

2. Розраховується інтенсивність навантаження до вузла спецслужб за формулою:

$$Y_{СП} = Y_B \cdot K_{СП},$$

де $K_{СП} = 0,03 \dots 0,05$ – коефіцієнт, що враховує частку навантаження, яка направляється до ВСС.

Значення $K_{СП}$ залежить від рівня розвитку служб сервісу, що надаються абонентам. З урахуванням навантаження до ВСС вихідне навантаження АМ дорівнює:

$$Y'_B = Y_B - Y_{СП}.$$

Схема розподілу навантаження АМ наведена на рисунку 9.

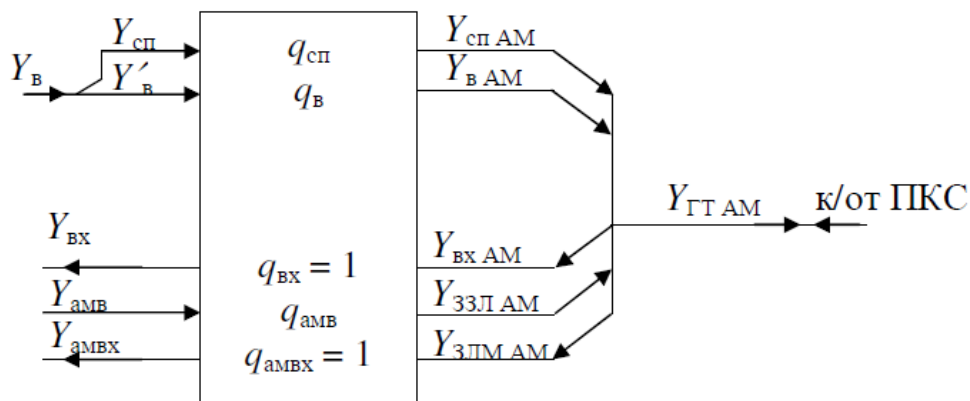


Рисунок 9 – Схема розподілу навантаження на АМ

3. Розрахунок навантаження на виході АМ (навантаження на груповий тракт АМ-ПКС).

Навантаження на виході АМ менше навантаження на АЛ через різницю тривалості займання ліній на вході і виході АМ. Ця відмінність визначається коефіцієнтом q , значення якого залежить від виду зв'язку:

– для місцевого вихідного зв'язку:

$$q_g = \frac{t_g - \Delta t_g}{t_g} \quad (5)$$

де t – середня тривалість займання АЛ; t залежить від частки квартирних абонентів

$$\Delta t_g = t_{ГС} + t_{НАБ} + t_{ВС}$$

де $t_{ГС}$ – час слухання сигналу «готовність станції»; $t_{НАБ}$ – час набиравання номера; $t_{НАБ} = 1,5 \cdot n$ – при набиранні номера ДКШІ; $t_{НАБ} = 0,4 \cdot n$ – при тональному номері (DTMF); n – число цифр, що набираються; $t_{ВС}$ – час встановлення з'єднання (на ЦСК $t_{ВС} \approx 0$);

– для вихідного міжміського зв'язку:

$$q_{амв} = \frac{t_{амв} - \Delta t_{амв}}{t_{амв}} \quad (6)$$

де $t_{амв}$ – середня тривалість займання АЛ, залежить від частки квартирних абонентів

$$\Delta t_{амв} = t_{ГС} + t_{НЦ} \cdot n + t_{ВС}$$

де $t_{НЦ}$ – час набирання цифри (1,5с – шлейфове; 0,4с – тональне набирання); n – число цифр номера, визначається як:

$$n = 9 \cdot p_{зон} + 11p_{мм} + 14p_{нм},$$

де $p_{зон} = 0,6$; $p_{мм} = 0,3$; $p_{нм} = 0,1$ – частки викликів при зоновому, міжміському і міжнародному зв'язку відповідно;

– для вхідного місцевого і міжнародного зв'язку значення коефіцієнтів q приймаються такими, що дорівнюють одиниці:

$$q_{вх} = 1; q_{амвх} = 1;$$

– для зв'язку з ВСС:

$$q_{сн} = \frac{t_{сн} - \Delta t_{сн}}{t_{сн}}$$

де $t_{сн} = 30с$ – час довідки; $\Delta t_{сн} = t_{сн} + t_{наб} + t_{вс}$, при цьому n число цифр, що набираються, прийняти такими, що дорівнюють 2 чи 3, у залежності від рівня розвитку служб сервісу на МТМ.

З урахуванням розрахованих значень коефіцієнтів q одержуємо навантаження на виході АМ:

$$Y_{BAM} = Y'_B \cdot q_B,$$

$$Y_{BXAM} = Y_{вх},$$

$$Y_{33ЛAM} = Y_{амв} \cdot q_{амв},$$

$$Y_{3ЛМAM} = Y_{амвх},$$

$$Y_{СПAM} = Y_{сн} \cdot q_{сн}.$$

Навантаження на ГТ АМ:

$$Y_{ГТAM} = Y_{BAM} + Y_{BXAM} + Y_{33ЛAM} + Y_{3ЛМAM} + Y_{СПAM}$$

4. Загальне навантаження на ОПС (ПС) дорівнює:

$$Y_{B_{ОПС}} = n_{AM} \cdot Y_{B_{AM}},$$

$$Y_{B_{X_{ОПС}}} = n_{AM} \cdot Y_{B_{X_{AM}}},$$

$$Y_{33П_{ОПС}} = n_{AM} \cdot Y_{33П_{AM}},$$

$$Y_{3ПМ_{ОПС}} = n_{AM} \cdot Y_{3ПМ_{AM}},$$

$$Y_{СП_{ОПС}} = n_{AM} \cdot Y_{СП_{AM}},$$

де n_{AM} – число АМ на ОПС (ПС),

$$n_{AM} = \frac{N_{ОПС}}{128}, \left(n_{AM} = \frac{N_{ПС}}{128} \right).$$

Розрахунок навантаження на аналогових РАТС виконується аналогічно, з урахуванням того, що таксофони не входять у номерну ємність РАТС і повинні враховуватися тільки при розрахунку місцевого вихідного навантаження. Розрахунок навантаження обчислюється відразу на повну ємність РАТС за формулами:

$$Y_{\epsilon} = \sum_{i=1}^3 N_i y_{\epsilon_i} = N_1 y_{\epsilon_1} + N_2 y_{\epsilon_2} + N_3 y_{\epsilon_3},$$

$$Y_{\epsilon x} = \sum_{i=1}^2 N_i y_{\epsilon x_i} = N_1 y_{\epsilon x_1} + N_2 y_{\epsilon x_2},$$

$$Y_{ам\epsilon} = \sum_{i=1}^2 N_i y_{ам\epsilon_i} = N_1 y_{ам\epsilon_1} + N_2 y_{ам\epsilon_2},$$

$$Y_{ам\epsilon x} = \sum_{i=1}^2 N_i y_{ам\epsilon x_i} = N_1 y_{ам\epsilon x_1} + N_2 y_{ам\epsilon x_2}.$$

Значення $Y_{ам\epsilon}$ і $Y_{ам\epsilon x}$ на аналогових АТС можна не розраховувати.

Коефіцієнти q розраховуються за формулами (5...7). У цих формулах необхідно врахувати, що $t_{\epsilon c} \approx 0,5c$ – для аналогових станцій. Значення коефіцієнтів $q_{\epsilon x}$ і $q_{ам\epsilon x}$ у даному випадку відмітні від нуля і визначаються за формулами:

$$q_{\epsilon x} = \frac{t_{\epsilon x} + \Delta t_{\epsilon x}}{t_{\epsilon x}}, q_{ам\epsilon x} = \frac{t_{ам\epsilon x} + \Delta t_{ам\epsilon x}}{t_{ам\epsilon x}},$$

де $\Delta t_{\epsilon x} = t_{нц} \cdot n + t_{\epsilon c}$; n – число цифр, прийнятих АТС при вхідному з'єднанні; $t_{нц}$ – час прийняття цифри (1,2с – декадне, 0,4с – багаточастотне і нуль при СКС).

Для декадно-крокової станції $\Delta t_{\text{вхДК}} = 7\text{с}$, а для координатної станції $\Delta t_{\text{вхК}} = 2\text{с}$.

Значення середніх тривалостей займань АЛ для заданого в роботі структурного складу абонентів дорівнюють: $t_{\text{в}} = 70\text{ с}$; $t_{\text{вх}} = 80\text{ с}$; $t_{\text{амв}} = 170\text{ с}$; $t_{\text{амвх}} = 200\text{ с}$.

Усі розрахунки навантажень на станціях мережі зводяться в таблиці 3.

Таблиця 3 – Розрахунок навантажень на МТМ

Код РАТС, ОПС, ПС	Y_B	Y_{BX}	$Y_{СП}$	$Y_{ЗЗЛ}$	$Y_{ЗЛМ}$
ОПС					
ПС-6					
РАТС-2					
РАТС-3					
ПС-20					

Після розрахунку перевіряється загальний баланс навантаження на МТМ, тобто виконання умови:

$$\sum_z Y_{B_z} = \sum_z Y_{BX_z},$$

де $z = 1, \dots, n$ – індекс, що приймає номери всіх станцій мережі.

Якщо умова балансу навантажень не виконується і різниця між сумою вхідних і вихідних навантажень мережі менше 10%, то значення Y_{BX_z} уточнюються множенням

на коефіцієнт $R = \frac{\sum_z Y_{B_z}}{\sum_z Y_{BX_z}}.$

За більшої різниці необхідно скоригувати питомі інтенсивності навантажень і повторити розрахунки.

3 Контрольні запитання

1. Що є вихідними даними для розрахунку абонентського навантаження?
2. Що називається навантаженням?
3. В яких одиницях вимірюється навантаження?
4. Які категорії абонентів можуть входити в структурний склад станції?
5. У чому полягає відмінність абонентів різних категорій?
6. Що враховують коефіцієнти?
7. Як розраховується навантаження до ВСС?
8. У чому відмінність розрахунку навантажень на аналогових станціях від розрахунку навантажень на цифрових станціях?

4 Завдання для самостійного опрацювання

1. Використовуючи літературу і конспект лекцій вивчити методику розрахунку навантажень.
2. Письмово відповісти на контрольні запитання.

3. Розрахувати абонентське і зовнішнє навантаження для РАТС ємністю: $N = (D \cdot 1000 + O \cdot 100)$ номерів (при значеннях $D(O)$, що дорівнюють 0, брати 10 і $K_1 = 0,4$, $K_3 = 0,01$ інші необхідні дані обрати самостійно).

4. Розрахувати середнє число набраних цифр при міжміському зв'язку, без урахування міжнародного зв'язку, якщо внутрізоновий зв'язок складає $(O \cdot 2) \cdot 0,1$ при $O \leq 4$ і $O \cdot 0,08$ при $O \geq 5$.

5. Розрахувати середню тривалість набирання номера для п'яти ($D \leq 5$) чи шестизначної нумерації ($D > 5$) якщо $0,1 \cdot O$ абонентів мають ТА з тональним набиранням номера.

6. Наведіть схему розподілення навантаження на АМ.

5 Хід роботи

1. Визначення структурного складу станцій МТМ.
2. Розрахунок абонентських навантажень.
3. Розрахунок коефіцієнтів q .
4. Розрахунок зовнішніх навантажень.

6 Зміст звіту

1. Таблиця структурного складу абонентів.
2. Таблиця розрахунку абонентських навантажень.
3. Таблиця розрахунку коефіцієнта q .
4. Таблиця розрахунку зовнішніх навантажень.
5. Висновки.

7 Порядок виконання практичної роботи

1. Включити комп'ютер, вибрати програму СКС-3 ТКС. Ввести дані: ім'я, прізвище, факультет, курс, групу і зареєструватися.

2. Запустити програму ПР №3.

Після запуску програми на екрані з'явиться вікно (рис. 10), яке складається з:

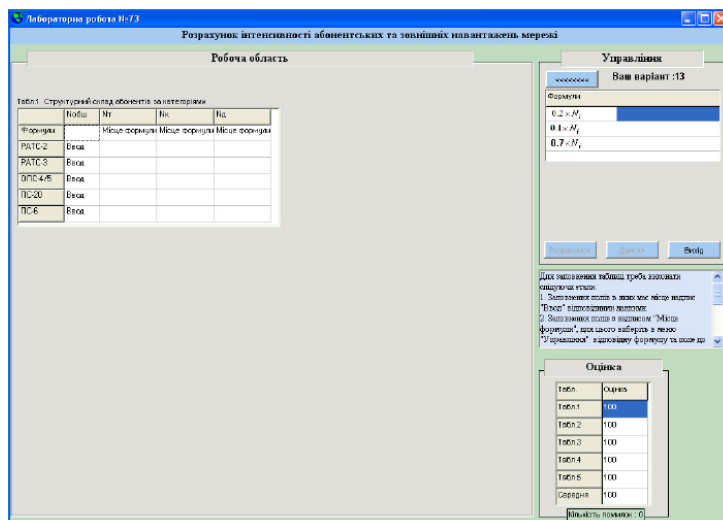


Рисунок 10 – Розрахунок абонентських навантажень (крок 1)

- робочої області, що містить таблиці для розрахунку навантажень;
- поля управління, що містить комірки з розрахунковими формулами і кнопки: «Розрахунок», «Далі», «Вихід» <<<< – кнопка переносу;
- поля «Методичні вказівки»;
- комірки «Оцінка».

До початку розрахунку необхідно ознайомитися з методичними вказівками до роботи, розміщеними в полі «Методичні вказівки».

3. Розрахунок проводиться в такій послідовності:

- ввести дані свого варіанта в комірки «Ввід» (табл. 1). Відзначити місце формули в таблиці і формулу, яку треба туди записати з комірки поля управління. Натиснути кнопку переносу.

- після вибору всіх формул натискається кнопка «Розрахунок». Результати розрахунків фіксуються в звіті.

- натискається кнопка «Далі» й аналогічно заповнюється наступна таблиця.

- після закінчення всіх розрахунків натискається кнопка «Вихід» і завершується робота.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4

РОЗРАХУНОК МІЖСТАНЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

1 Мета роботи

Вивчення методики розрахунку міжстанційних навантажень. Визначення коефіцієнтів тяжіння. Розподілення міжстанційних навантажень на пучки ЗЛ.

2 Теоретичні відомості

Для розрахунку міжстанційного навантаження використовують принцип пропорційного розподілення навантаження. Вихідне навантаження від i -ї станції до j -ї станції – Y_{ij} визначається співвідношенням:

$$Y_{ij} = Y_{\theta i} \cdot K_{ij},$$

де K_{ij} – коефіцієнт пропорційного розподілення навантаження, що визначає частку навантаження в j -му напрямку.

$$\sum_{j=1}^m K_{ij} = 1,$$

де m – загальне число напрямів.

Вихідне навантаження від i -ї станції дорівнює:

$$Y_{\theta i} = Y_{i-1} + Y_{i-2} + Y_{i-3} + \dots + Y_{i-(m-1)} + Y_{i-m}.$$

Наприклад, для заданої структурної схеми МТМ вихідне навантаження від ОПС 4/5 буде розподілятися як на (рис. 11):

$$Y_{\theta \text{ ОПС}} = Y_{\text{ОПС-РАТС-2}} + Y_{\text{ОПС-РАТС-3}} + Y_{\text{ОПС-ПС-20}} + Y_{\text{ОПС-ПС-6}} + Y_{\text{ОПС-ОПС}}$$

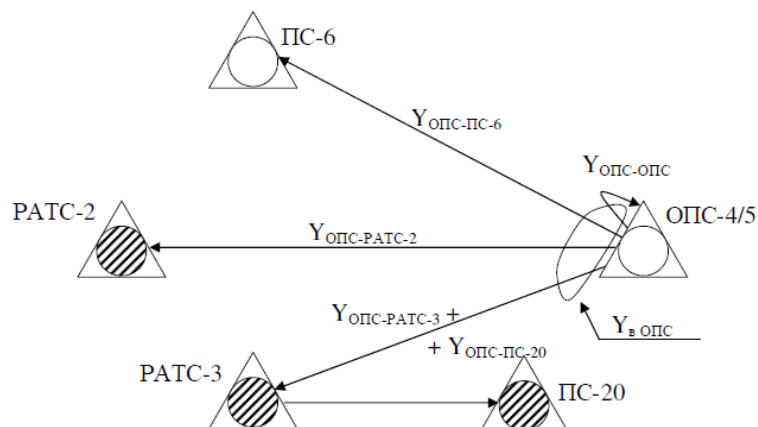


Рисунок 11 – Схема розподілення вихідного навантаження від ОПС 4/5

При використанні принципу пропорційного розподілення отримаємо:

$$Y_{ij} = \frac{Y_{\text{в}i} Y_{\text{вх}i}}{\sum_z Y_{\text{вх}z}} \quad (8)$$

де $\sum_z Y_{\text{вх}z}$ – сума вхідних навантажень на всі РАТС, ОПС, ПС міської телефонної мережі.

Однак дійсне розподілення навантаження на мережі суттєво відрізняється від розрахованого за формулою (8). Інтенсивність навантаження до власної і найближчої станцій, а також до станцій розташованих у центрі міста, завжди виявляється вище, ніж при пропорційному розподіленні. Щоб урахувати цю особливість, у формулу (8) вводять коефіцієнти тяжіння n_{ij} , що характеризують тяжіння станції i до станції j .

Тоді:

$$Y_{ij} = \frac{Y_{\text{в}i} Y_{\text{вх}i} n_{ij}}{\sum_z Y_{\text{вх}z} n_{iz}},$$

n_{ij} – нормовані коефіцієнти тяжіння визначаються за результатами вимірювань на мережі. Справедливі відношення:

$$n_{i-i} = 1; n_{ij} \leq 1.$$

Коефіцієнти тяжіння залежать від відстані між станціями, місця розташування їх відносно ділового і культурного центрів міста і від структурного складу абонентів. У залежності від відстані між станціями значення n_{ij} визначається за таблицею 4.

Таблиця 4 – Залежність коефіцієнтів тяжіння від відстані

Відстань l , км	0	1	2	3	4	7	8	10	15
n	1	0,9	0,8	0,75	0,7	0,55	0,5	0,45	0,37

Для прикладу визначимо величину навантаження від ОПС 4/5 до РАТС-2 (рис. 11):

$$Y_{\text{ОПС-РАТС-2}} = \frac{Y_{\text{в} \text{ОПС}} Y_{\text{вх} \text{РАТС-2}} n_{\text{ОПС-РАТС-2}}}{Y_{\text{вх} \text{ОПС}} \cdot n_{\text{ОПС-ОПС}} + Y_{\text{вх} \text{ПС6}} \cdot n_{\text{ОПС-ПС6}} + Y_{\text{вх} \text{РАТС-2}} \cdot n_{\text{ОПС-РАТС-2}} + Y_{\text{вх} \text{РАТС-3}} \cdot n_{\text{ОПС-РАТС-3}} + Y_{\text{вх} \text{ПС20}} \cdot n_{\text{ОПС-ПС20}}}$$

Позначимо:

$$P_o = \frac{Y_{\text{в} \text{ОПС}}}{Y_{\text{вх} \text{ОПС}} \cdot n_{\text{ОПС-ОПС}} + Y_{\text{вх} \text{ПС6}} \cdot n_{\text{ОПС-ПС6}} + Y_{\text{вх} \text{РАТС-2}} \cdot n_{\text{ОПС-РАТС-2}} + Y_{\text{вх} \text{РАТС-3}} \cdot n_{\text{ОПС-РАТС-3}} + Y_{\text{вх} \text{ПС20}} \cdot n_{\text{ОПС-ПС20}}}$$

Тоді навантаження до станцій мережі будуть визначатися наступними виразами:

$$Y_{\text{ОПС-ОПС}} = P_o Y_{\text{вх} \text{ОПС}} \cdot n_{\text{ОПС-ОПС}} ;$$

$$Y_{ОПС-РАТС-3} = P_{O} Y_{вх РАТС-3} \cdot n_{ОПС-РАТС-3};$$

$$Y_{ОПС-ПС6} = P_{O} Y_{вх ПС6} \cdot n_{ОПС-ПС6};$$

$$Y_{ОПС-ПС20} = P_{O} Y_{вх ПС20} \cdot n_{ОПС-ПС20}.$$

Аналогічно розраховуються навантаження від усіх станцій МТМ. За результатами розрахунків складаємо таблицю інтенсивності міжстанційних навантажень (табл. 5).

Таблиця 5 – Інтенсивність міжстанційних навантажень

Від \ До	ОПС	ПС6	РАТС-2	РАТС-3	ПС20	$\sum Y_{\varepsilon}$
ОПС						$\sum Y_{\varepsilon ОПС}$
ПС6						
РАТС-2						
РАТС-3						
ПС20						
$\sum Y_{вх}$	$\sum Y_{вх ОПС}$					

Якщо розрахунки виконані вірно, то суми значень по рядках повинні збігатися з відповідними значеннями $Y_{\varepsilon i}$, а суми стовпців повинні збігатися з відповідними значеннями $Y_{вх i}$ з точністю до 10%.

За підсумками розрахунку міжстанційних навантажень визначають навантаження на пучки ЗЛ.

Розглянемо схему розподілення навантаження на пучки ЗЛ (рис. 12).

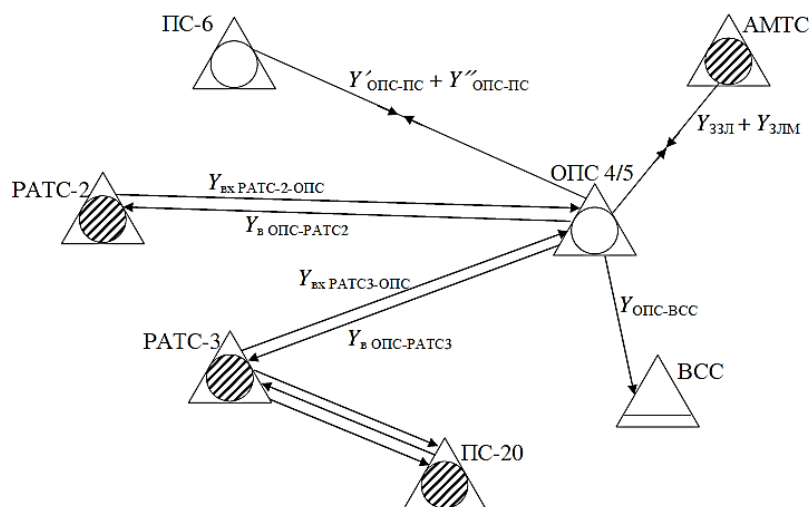


Рисунок 12 – Розподіл навантажень на пучки ЗЛ

Навантаження на пучки ЗЗЛ і ЗЛМ дорівнює:

$$Y_{ЗЗЛ} = Y_{ЗЗЛ ОПС} + Y_{ЗЗЛ ПС6};$$

$$Y_{ЗЛМ} = Y_{ЗЛМ\ ОПС} + Y_{ЗЛМ\ ПС6} ;$$

Навантаження до ВСС:

$$Y_{ОПС-ВСС} = Y_{СП\ ОПС} + Y_{СП\ ПС6} .$$

Навантаження на пучок ЗЛ до ПС6 складається з навантажень:

$$Y'_{ОПС-ПС6} = Y_{ОПС-ПС6} + Y_{РАТС-2-ПС6} + Y_{РАТС-3-ПС6} + Y_{ПС20-ПС6} + Y_{ПС6-ОПС} + Y_{ПС6-РАТС2} + , \\ + Y_{ПС6-РАТС-3} + Y_{ПС6-ПС20} + Y_{ЗЛ-ПС6}$$

$$Y''_{ОПС-ПС6} = Y_{ПС6-ВСС} + Y_{ЗЛМ-ПС6} .$$

Вхідне і вихідне навантаження на ОПС 4/5 від/до РАТС-2 і РАТС-3:

$$Y_{вх\ РАТС-2-ОПС} = Y_{РАТС-2-ОПС} + Y_{РАТС-2-ПС6} ;$$

$$Y_{в\ ОПС-РАТС-2} = Y_{ОПС-РАТС-2} + Y_{ПС6-РАТС-2} ;$$

$$Y_{вх\ РАТС-3-ОПС} = Y_{РАТС-3-ОПС} + Y_{ПС20-ОПС} + Y_{РАТС-3-ПС6} + Y_{ПС20-ПС6} ;$$

$$Y_{в\ ОПС-РАТС-3} = Y_{ОПС-РАТС-3} + Y_{ПС6-РАТС-3} + Y_{ОПС-ПС20} + Y_{ПС6-ПС20} .$$

3 Контрольні запитання

1. За яким принципом проводиться розрахунок міжстанційного навантаження?
2. Що визначає коефіцієнт K_{ij} ?
3. Від чого залежить коефіцієнт тяжіння n_{ij} ?
4. Як змінюється коефіцієнт тяжіння зі збільшенням відстані?
5. Чому $n_{ij} \leq 1$?
6. Від чого залежить Y_{ij} ?
7. Як перевіряється вірність розрахунків міжстанційних навантажень?

4 Завдання для самостійного опрацювання

1. Використовуючи літературу і конспект лекцій вивчити методику розрахунку міжстанційного навантаження і його розподіл на пучки ЗЛ.
2. Письмово відповісти на контрольні запитання.
3. Використовуючи результати ПР №3 розрахувати міжстанційне навантаження між РАТС-2 і ОПС 4/5. Відстань між АТС взяти з даних ПР №2.

5 Хід роботи

1. Розрахунок коефіцієнтів тяжіння.

2. Розрахунок міжстанційних навантажень.
3. Розрахунок навантажень на пучки ЗЛ.

6 Зміст звіту

1. Таблиця коефіцієнтів тяжіння.
2. Таблиця міжстанційних навантажень.
3. Схема розподілу навантажень на пучки ЗЛ.
4. Висновки.

7 Порядок виконання практичної роботи

1. Включити комп'ютер, вибрати програму СКС-3 ТКС. Ввести дані: ім'я, прізвище, факультет, курс, групу і зареєструватися.
2. Запустити програму ПР №4. Після запуску програми на екрані з'явиться вікно, аналогічне вікну ПР №3. Робоча площина вікна складається з таблиць розрахунку коефіцієнтів тяжіння (табл. 1), міжстанційних навантажень (табл. 2) і навантажень на пучки ЗЛ (табл. 3) (рис. 13).

Табл. 1. Значення коефіцієнтів тяжіння

Формула	РАТС-2	РАТС-3	ОПС-4/5	ПС-20	ПС-6
$\gamma_{i,j} = \frac{1}{r_{i,j}^2} \cdot \frac{q_i \cdot q_j}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$	1	0,974	0,984	1	0,974
РАТС-2		0,974	1	0,984	0,974
РАТС-3			0,975	1	0,984
ОПС-4/5				0,974	1
ПС-20					0,974
ПС-6					

Табл. 2. Інтенсивності міжстанційних навантажень в мережі

Формула	РАТС-2	РАТС-3	ОПС-4/5	ПС-20	ПС-6	Сума
$T_{i,j} = \gamma_{i,j} \cdot \frac{q_i \cdot q_j}{r_{i,j}^2}$	229,5	255	293,25	23,3495	15,3	
РАТС-2	218,03	62,18	67,3	78,19	6,33	218,03
РАТС-3	242,25	67,25	76,72	86,82	6,84	242,25
ОПС-4/5	278,53	77,37	86,76	101,39	7,87	278,53
ПС-20	22,18	8,35	8,87	7,91	0,85	22,18
ПС-6	14,53	4,93	4,6	5,21	0,41	14,53
Сума	217,19	242,25	278,53	22,1	14,53	0

Табл. 3. Навантаження на пучки з'єднувальних ліній

Формула	РАТС-2	РАТС-3	ОПС-4/5	ПС-20	ПС-6
$U_{i,j} = \gamma_{i,j} \cdot \frac{q_i \cdot q_j}{r_{i,j}^2}$	0	67,25	77,37	24,81	0
РАТС-2	74,17	0	86,76	0	0
РАТС-3	75,21	86,82	0	0	16,25
ОПС-4/5	13,6	13,71	16,59	0	0
ВСС	14,87	15	18,15	0	0

Рисунок 13 – Розрахунок міжстанційних навантажень

До початку розрахунків необхідно ознайомитися з методичними вказівками до ЛР №4, розміщеними в полі «Методичні вказівки».

3. Для виконання роботи необхідно:

– Ввести в табл. 1 формулу для розрахунку коефіцієнтів тяжіння, яку необхідно вибрати з поля управління. Натиснути кнопки переносу та «Розрахунок». Після фіксування результатів натиснути кнопку «Далі».

– Аналогічно виконуються операції з розрахунку міжстанційних навантажень (табл. 2) і розрахунку навантажень на пучки ЗЛ (табл. 3) (рис. 13).

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

РОЗРАХУНОК ЧИСЛА З'ЄДНУВАЛЬНИХ ЛІНІЙ І ГРУПОВИХ ТРАКТІВ

1 Мета роботи

Вивчення методів розрахунку числа виходів (ЗЛ) для повнодоступних і неповнодоступних комутаційних систем.

2 Теоретичні відомості

1. Розрахунок однокаскадних повнодоступних систем з явними втратами.

Вихідні дані для розрахунку числа ЗЛ: комутаційне поле (ПКС) – повнодоступне, неблоковане; потік викликів, що надходить – найпростіший; дисципліна обслуговування – з явними втратами. У цьому випадку для розрахунку числа ЗЛ використовується перша формула Ерланга. На основі першої формули Ерланга створені розрахункові таблиці Башарина $V = f(Y, P)$, де Y – розраховане міжстанційне навантаження на пучок ЗЛ; P – норма втрат, V – число ЗЛ, що розраховується.

При визначенні числа ЗЛ рекомендуються такі норми втрат:

- 0,005 – для внутрішньосистемних, зовнішніх ЗЛ і ЗЗЛ;
- 0,001 – для з'єднувальних ліній до ВСС і ЗЛМ.

У даній практичній роботі усі вихідні пучки ЗЛ від ОПС 4/5, розраховуються за першою формулою Ерланга.

Число ЗЛ до ВСС (пучок односторонній):

$$V = f(Y_{\text{ОПС-ВСС}}, P = 0,001).$$

Число ЗЛ до РАТС-3 (пучок односторонній):

$$V = f(Y_{\text{ОПС-РАТС-3}}, P = 0,005).$$

Число ЗЛ до РАТС-2 (пучок односторонній):

$$V = f(Y_{\text{ОПС-РАТС-2}}, P = 0,005).$$

Число ЗЛ між ОПС 4/5 і ПС-6 (пучок двосторонній):

$$V' = f(Y'_{\text{ОПС-ПС6}}, P = 0,005);$$

$$V'' = f(Y''_{\text{ОПС-ПС6}}, P = 0,001);$$

$$V_{\text{ОПС-ПС6}} = V' + V''.$$

Число ЗЛ між ОПС 4/5 і АМТС (пучок двосторонній):

$$V' = f(Y_{\text{ЗЗЛ}}, P = 0,005);$$

$$V'' = f(Y_{3ЛМ}, P = 0,001);$$

$$V_{ОПС-АМТС} = V' + V''.$$

Значення навантажень для розрахування кількості ЗЛ були отримані в практичній роботі №4.

2. Розрахунок двокаскадних неповнодоступних систем з явними втратами. Вихідні дані: комутаційне поле (перша ступінь ГП АТСК) – двокаскадне, неповнодоступне; потік викликів – найпростіший; дисципліна обслуговування з явними втратами. У цьому випадку число виходів схеми визначається за допомогою методу ефективної доступності:

$$V = D_{ef} + \alpha_{ef}(Y - Y_{D_{ef}}),$$

де $D_{ef} = D_{\min} + \Theta(\bar{D} - D_{\min})$; $\Theta = 0,75 \dots 0,85$ – емпіричний коефіцієнт;

$$D_{\min} = (m_a - n_a + 1)q;$$

де n_a, m_a – структурні параметри схеми $n_a = 13,3$; $m_a = 20$; q – параметр напрямку; $q = 2$, що забезпечує доступність $D = 40$.

$$\bar{D} = (m_a - Y_{ma})q;$$

$$Y_{ma} = a \cdot m_a.$$

де $a = 0,5$ Ерл – інтенсивність навантаження на один вхід; Y – значення розрахованого навантаження від i -ї до j -ї станції.

Значення $\alpha_{ef} = f(D_{ef}, P)$ і $Y_{D_{ef}} = f(V = D_{ef}, P)$ знаходять за табл. П.10 і табл. додатку.

Тоді число ЗЛ від РАТС-3 типу АТСКУ до ОПС 4/5 буде визначатися за формулою:

$$V_{РАТС-3-ОПС} = D_{ef} + \alpha_{ef}(V_{РАТС-3-ОПС} - Y_{D_{ef}}).$$

3. Розрахунок однокаскадних неповнодоступних систем

Вихідні дані: комутаційне поле (перша ступінь ГП ДК АТС) – однокаскадне, неповнодоступне; потік викликів – найпростіший; дисципліна обслуговування з явними втратами. У цьому випадку число ЗЛ розраховується за формулою О'Делла:

$$V = D + \alpha(Y - Y_D)$$

де $D = 10$; $\alpha = \frac{1}{\sqrt[p]{p}} = 1,7$ (див. табл. П.10, додаток) і $Y_D = 3,941$ Ерл (див. табл. Додатку А) при значеннях $D = 10$ і $P = 0,005$.

Число ЗЛ від РАТС-2 ДК АТС до ОПС 4/5 (пучок односторонній):

$$V_{РАТС-2-ОПС} = D + \alpha(Y_{РАТС-2-ОПС} - Y_D).$$

Результати розрахунків заносяться в таблиці 6.

Таблиця 6 – Число ЗЛ і ГТ, які підключаються до ОПС

Напрямок зв'язку	Y, Ерл	P, %	Метод розрахунку	$V_{ЗЛ}$	$N_{ГТ}$
від РАТС-2 до РАТС-2	$Y_{РАТС-2-ОПС}$	0,005	формула О'Делла	V'	$\frac{V' + V''}{30}$
	$Y_{ОПС-РАТС-2}$	0,005	перша формула Ерланга	V''	
від РАТС-3 до РАТС-3	$Y_{РАТС-3-ОПС}$	0,005	метод ефективної доступності	V'	$\frac{V' + V''}{30}$
	$Y_{ОПС-РАТС-3}$	0,005	перша формула Ерланга	V''	
від/до ВКМ (ПС6)	$Y'_{ОПС-ПС6}$	0,005	перша формула Ерланга	V'	$\frac{V' + V''}{30}$
	$Y''_{ОПС-ПС6}$	0,001		V''	
до ВСС	$Y_{ОПС-ВСС}$	0,001	перша формула Ерланга	V' V''	$\frac{V' + V''}{30}$
до АМТС	$Y_{ЗЛ}$	0,005	перша формула Ерланга	V'	$\frac{V' + V''}{30}$
від АМТС	$Y_{ЗЛМ}$	0,001		V''	

3 Контрольні запитання

- Від яких параметрів залежить число ЗЛ?
- Назвіть методи розрахунку числа ЗЛ?
- За яких умов використовується для розрахунку числа ЗЛ: 1) перша формула Ерланга; 2) формула О'Делла; 3) метод ефективної доступності?
- В яких одиницях вимірюються втрати?
- Які норми втрат пропонуються: для міжстанційних ЗЛ, ЗЛ до ВСС, ЗЗЛ, ЗЛМ?
- Наведіть визначення термінів: «норма втрат», «повнодоступна комутаційна схема», «доступність».
- Як змінюється число ЗЛ зі зменшенням норми втрат?
- Як змінюється число ЗЛ зі збільшенням доступності?

4 Завдання для самостійного опрацювання

- Використовуючи літературу і конспект лекцій письмово відповісти на контрольні запитання.
- Розрахувати навантаження на ЗЗЛ для АТС із ПС, якщо вихідне міжміське навантаження від АТС і ПС дорівнює $7 \cdot D$ Ерл і $2 \cdot O/5$ Ерл відповідно.
- Для значення навантаження, розрахованого в п. 4.2, визначити кількість ЗЗЛ і групових трактів за умови, що обладнання АТС типу: 1 – АТСДК; 2 – АТСКУ ($q = 2$);

3 – ЦСК. Порівняйте результати розрахунків кількості ліній і зробіть висновки.

5 Хід роботи

1. Розрахунок числа ЗЛ на телефонній мережі.
2. Розрахунок числа групових трактів.

6 Зміст звіту

1. Завдання для самостійного опрацювання.
2. Таблиці розрахунків числа ЗЛ, отриманих у результаті виконання роботи.
3. Зведена таблиця числа ЗЛ і ГТ підключених до ОПС4/5 (табл. 6).
4. Висновки.

7 Порядок виконання практичної роботи

1. Включити комп'ютер, вибрати програму СКЕЗ-3 ТКС. Ввести дані: ім'я, прізвище, факультет, курс, групу і зареєструватися.

2. Запустити програму ПР №5. Після запуску програми на екрані з'явиться вікно, робоча площа яка складається з таблиць розрахунку кількості ЗЛ від станцій телефонної мережі, а у полі «Управління» наведені формули розрахунку ЗЛ (рис. 14).

3. Для виконання роботи необхідно: вибрати формулу для розрахунку ЗЛ у полі «Управління» з урахуванням типу АТС, від якої визначається кількість ЗЛ, та ввести її у таблицю. Для цього треба відмітити вибрану формулу, її місце у таблиці та натиснути кнопку перенесення <<<<. Після заповнення таблиці виконується «Розрахунок».

Робоча область

Табл. 1 Розрахунок кількості ЗЛ від РАТС-2 БС

Формула	Тип	Р	Б	а	Уд	Ува
РАТС-2 БС	ДКС	0.005	26	1.3	3.94	100
ОПС-4/5	УСК	0.005	26	1.3	3.94	144
ПКС-20	УСК	0.0001	26	1.33	3.94	43
ВСК	УСК	0.005	26	1.3	3.94	33
АМТС	УСК	0.005	26	1.3	3.94	35

Табл. 2 Розрахунок кількості ЗЛ від РАТС-2 ДКС

Формула	Тип	Р	Б	а	Уд	Ува
РАТС-2 ДКС	ДКС	0.005	10	1.7	3.94	100
ОПС-4/5	УСК	0.005	10	1.7	3.94	123
ВСК	УСК	0.005	10	1.7	3.94	27
АМТС	УСК	0.005	10	1.7	3.94	29

Табл. 3 Розрахунок кількості ЗЛ від ОПС-4/5, ПКС-20, ПКС-4/6, ПКС-30, ПКС-4, АМТС, ВСК

Формула	Тип	РАТС-2	РАТС-2 ДКС	ПКС-4/6	ПКС-30	ПКС-4	АМТС	ВСК
Зведена таблиця		100	121	0	0	25	41	33
ПКС-20		48	0	0	0	0		
ПКС-4		0	0	88	0	0		

Управління

Вибір параметра: 1.3

Формула:

Вибір формули:

Розрахунок Далі Вихід

Далі

Оцінка

Табл. 1 100

Табл. 2 100

Табл. 3 100

Табл. 4 100

Табл. 5 100

Осередки 100

Обчислює кількість: 0

Рисунок 14 – Розрахунок числа ЗЛ

Після фіксування результатів натиснути кнопку «Далі». Аналогічно виконуються розрахунки та заповнення усіх таблиць. Після проведення усіх розрахунків Ви одержуєте оцінку і натискаєте кнопку «Вихід».

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОПС

1 Мета роботи

Вивчення принципів побудови ЦСК «Квант-Е», розробка функціональної схеми ОПС (ПС).

2 Теоретичні відомості

1. Склад обладнання і функціональні можливості. ЦСК «Квант-Е» являє собою комплекс обладнання і програмного забезпечення, що виконує функції встановлення усіх видів телефонного зв'язку. ЦСК має модульну структуру побудови обладнання і програмного забезпечення (ПО).

Основу модульної структури складають:

- 1) Модулі обладнання – це набір блоків, касет, ТЕЗів і монтажних комплектів.
- 2) Програмні модулі – це набір програм, що реалізують визначені функції і мають власний програмний інтерфейс, що задає логіку виконання цих функцій і визначальну процедуру взаємодії з іншими модулями.
- 3) Системні модулі – це набір функціональних програмно-апаратних засобів, що виконують самостійні функції по реалізації алгоритму роботи конкретного варіанта комутаційної станції.

До основних системних модулів, що визначають комутаційні можливості станції, відносяться:

- КМ – комутаційні модулі;
- ВКМ і ВАМ – виносні комутаційні й абонентські модулі, які використовуються при розподіленій конфігурації системи.

У залежності від реалізованих послуг, у складі станції можуть бути:

- М-АРМТ – модуль автоматизованих робочих місць телефоністів;
- М-АРД – модуль абонентського радіодоступу;
- М-СКС №7 – модуль спільного каналу сигналізації №7;
- М-ЦМІО – модуль цифрової мережі інтегрального обслуговування;
- М-СОПЗ – модуль системи оперативно-пошукових заходів та інші.

За функціональним призначенням.

В складі обладнання є такі основні блоки:

- ПКС – пристрій комутації і спряження – блок в якому розміщуються дубльований просторово-часовий комутатор на 32ГТ-2,048 Мбіт/с або на 128ГТ-2,048 Мбіт/с (32ГТ-8,096 Мбіт/с) з пристроєм керування, а також відповідне генераторне устаткування;
- СКС – синхронізація комутаційної системи – блок, в якому розміщуються два високостабільних задаючих генератори зі схемою контролю й автоматичного перемикавання на резерв;
- БАЛ – блок абонентських ліній – АМ на 128 ААЛ, в якому розміщуються абонентські комплекти, цифровий комутатор на 8ГТ-2,048 Мбіт/с з мікропроцесорним керуючим пристроєм, діагностичне обладнання, цифровий генератор тональних сигналів (ЦГТС), цифровий приймач (ЦП) і пристрій сигналізації і синхронізації (ПСС);

– ЦЗЛ – блок, у якому розміщуються комплекти узгодження з груповими трактами 2,048 Мбіт/с, ЦГТС, ЦП.

Керування встановленням з'єднань здійснюється за допомогою пристрою керування (ПК), у якості якого використовується ПК (основний і резервний).

Технічне обслуговування ЦСК «Квант-Е» здійснюється ПК-ТО, що виконують роль серверів для виділених груп ПК комутаційних модулів.

ПК-ТО з'єднуються з ПК КМ по портах RS-232 і забезпечують керування, контроль й індикацію ПК, а також збір статистичної і тарифікаційної інформації.

Склад обладнання і конфігурація ОПС визначається технічним завданням на її проектування.

2. Розробка функціональної схеми ОПС.

2.2.1. Основні підсистеми ЦСК «Квант-Е». Підсистема абонентського доступу забезпечує стик з АЛ. Вона реалізується на аналогових і цифрових АМ. У практичній роботі розглядаються аналогові АМ ємністю 128 ААЛ, що включаються безпосередньо в ПКС ГТ 2,048 Мбіт/с.

Призначення АМ – підключення АЛ і концентрація навантаження (4:1). АМ виконує для ААЛ функції BORSCHT. ААЛ використовується як індивідуальними абонентами, так і таксофонами (у тому числі міжміськими і міжнародними). У абонентів можуть бути телефонні апарати зі шлейфним чи частотним набором.

Число АМ визначається з ємності ОПС (ПС):

$$n_{\text{АМ}}^{\text{ОПС}} = \frac{N_{\text{ОПС}}}{128}.$$

Схема АМ наведена на рисунку 15.

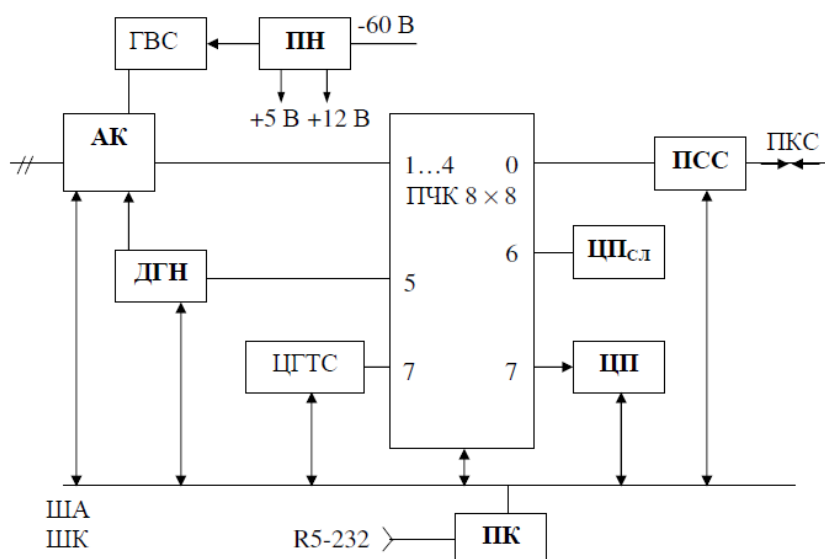


Рисунок 15 – Схема АМ, ЦСК «Квант-Е»

Схема АМ містить:

- абонентські комплекти (АК). Кожен АК займає певний канальний інтервал КІ в одному із чотирьох 32-канальних групових трактів (ГТ 1, 2, 3, 4) до ПЧК;
- ПСС – пристрій синхронізації і сигналізації – здійснює стик АМ із ПКС ОПС.

За допомогою ПСС відбувається одержання синхроімпульсів з СКС та утворення ВССК. ПСС підключається до ПЧК «0» ГТ;

- ПЧК – просторово-часовий комутатор, комутує вісім 32-канальних ГТ;

- ПК – керує роботою АМ, одержує й обробляє адресну інформацію від ТА чи ПКС ОПС по ВССК;

- ГВС – генератор викличного сигналу, виробляє напругу змінного струму частотою 25 ± 5 Гц для посилення виклику (ПВ);

- ЦПСЛ – цифровий послаблювач вносить у розмовний тракт додаткове послаблення 6 дБ. ЦПСЛ включається в 6-й ГТ ПЧК. У локальних АМ ЦПСЛ не використовується, тому що все необхідне послаблення забезпечує ПКС;

- ЦГТС – цифровий генератор тональних сигналів виробляє 32 тональних сигнали, необхідних для роботи, а також одне мовне повідомлення тривалістю 4 с (автовідповідач);

- ЦП – цифровий приймач для приймання адресної інформації багаточастотним кодом БТМБ. ЦГТС і ЦП включаються в 7 ГТ ПЧК.

Підсистема комутації призначена для підключення, підтримки і роз'єднання з'єднань. Вона утворена головним цифровим комутаційним полем (ЦКП) – ПКС, комутаційними полями КМ і АМ.

У даній роботі необхідно визначити ємність і вибрати тип ПКС ОПС 4/5 і ПС 6.

Тип ПКС залежить від кількості групових трактів, що включаються в нього, від АМ і від усіх станцій мережі. Загальне число групових трактів на ОПС 4/5 буде визначатися як:

$$n_{ГТ_{ПКС}} = \sum n_{ГТ_{ЗЛ}} + \sum n_{ГТ_{АМ}} .$$

де $\sum n_{ГТ}$ – кількість ГТ від усіх станцій мережі (див. роботу № 5, табл. 6); $\sum n_{ГТ_{АМ}}$ – число ГТ від АМ, яке дорівнює кількості АМ ОПС.

Бажано до загального числа ГТ додати ще 10% від $n_{ГТ_{ПКС}}$ як резерв.

На ОПС при $n_{ГТ} > 54$ доцільно використовувати ПКС-128. У цьому випадку 4 ГТ Е1 використовуються для підключення ЦГТС і ЦП і в полі ПКС можна підключити 124 інформаційних ГТ. Якщо $n_{ГТ} > 124$, то необхідно схему групоутворення будувати на двох ПКС-128. При цьому 8 ГТ будуть використовуватися для об'єднання цих двох ПКС (рис. 16).

Тоді кількість інформаційних ГТ у кожному ПКС буде:

$$128 - 4_{ЦГТС} - 8_{ПЛ} = 116 .$$

Загальна кількість ГТ складе для двох ПКС $116 \times 2 = 322$ ГТ, які рівномірно розподіляються між двома ПКС.

Загальна кількість ГТ на ПС6 (ВКМ) визначається за формулою:

$$n_{ГТ_{ПС6}} = \sum n_{ГТ_{АМ_{ПС6}}} + \sum n_{ГТ_{ОПС}} .$$

де $\sum n_{ГТ_{АМ\text{ ПС6}}}$ – кількість ГТ від АМ, яка дорівнює кількості АМ підстанції; $\sum n_{ГТ_{опс}}$ – кількість ГТ для зв'язку з ОПС.

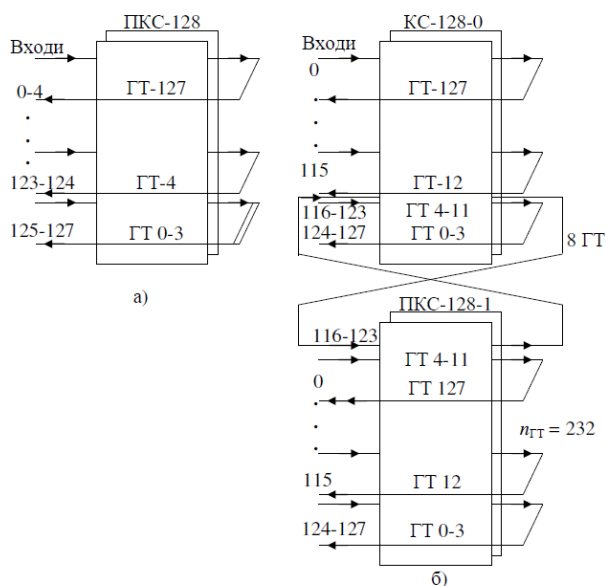


Рисунок 16 – Групоутворення ПКС-128: а) ПКС-128 ємністю $n_{ГТ} \leq 124$; б) ПКС-128×2 ємністю $n_{ГТ} = 232$

Для підстанції ПС6 доцільно використовувати ПКС-32, в який можна включити 30 інформаційних ГТ 2,048 Мбіт/с. ГТ-0 використовується для сигналізації, а в ГТ-1 включаються ЦГТС і ЦП. При $n_{ГТ} \geq 30$ використовують два ПКС-32. У цьому випадку в кожному блоці ПКС ГТ 29, 30, 31 виконують функції проміжних ліній і ємність двох ПКС складає 54 ГТ (рис. 17).

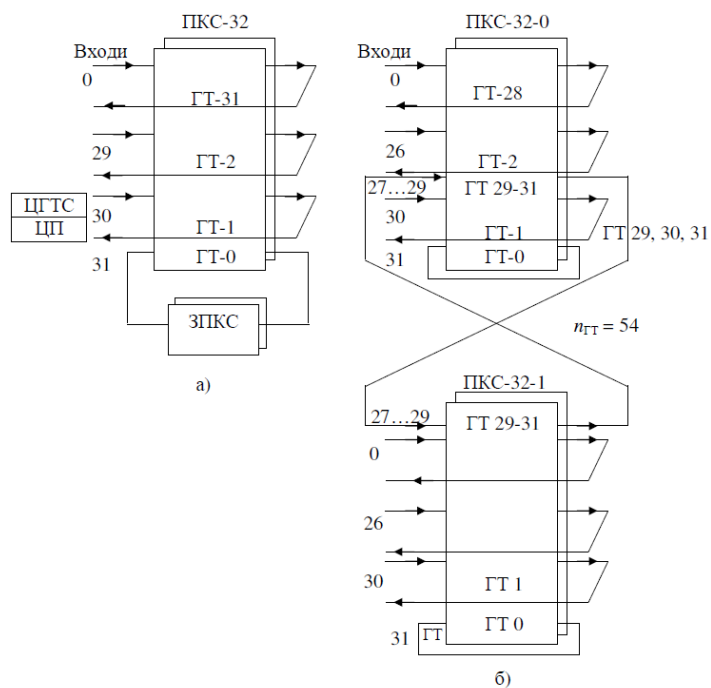


Рисунок 17 – Групоутворення ПКС-32: а) ПКС-32 ємністю $n_{ГТ} = 30$; б) ПКС-32×2 ємністю $n_{ГТ} = 54$

Підсистема лінійного доступу забезпечує стик зі ЗЛ і реалізується в ЦСК «Квант-Е» блоками ЦЗЛ, що включаються між ПКС і ЗЛ. У ЦЗЛ включаються цифрові з'єднувальні лінії Е1 2,048 Мбіт/с.

Підсистема сигналізації забезпечує обмін лінійними і керуючими сигналами в зовнішніх і внутрішньосистемних напрямках зв'язку, а також абонентську сигналізацію.

Абонентська сигналізація – це передавання інформаційних і керуючих (адресна інформація) сигналів по АЛ. Адресна інформація в ААЛ передається ДКШТ або кодом DTMF (Dual Tone Multi Frequency).

Внутрішньосистемна сигналізація – це передавання службової інформації і сигналів керування по внутрішньосистемному сигнальному каналу (ВССК) між керуючими пристроями модулів системи.

ВССК створюється у 16-му каналному інтервалі кожного внутрішньосистемного тракту ТКМ. Сигнальна інформація передається пакетом довжиною 16 байтів. Таким чином для передавання одного пакета потрібен час одного надциклу, який дорівнює 2 мс із 16 циклів передачі загальною тривалістю 2 мс. Сигнальний пакет містить:

- синхрослово надциклу;
- індикатор довжини – число змістовних двобайтових повідомлень у пакеті;
- статус – біт-S – вказує на наявність змін у даному пакеті порівняно з попереднім;
- шість двобайтових сигнальних повідомлень. Кожне повідомлення містить: код лінійного сигналу, цифру номера чи код стану обладнання, а також номер каналу, якому відповідає це повідомлення;
- байт – рестарту тракту ТКМ, що визначає стан усіх його каналів;
- контрольну суму байтів – для перевірки вірності прийому пакета. У ПКС-32 для ВССК виділяється «0» ГТ, а в ПКС-128 -0, 32, 64 і 96 ГТ ТКМ.

Міжстанційна сигналізація забезпечує передавання лінійних та керуючих сигналів по ЗЛ (див. роботу №7).

У ЦСК «Квант-Е» до обов'язкових підсистем також відносяться підсистеми синхронізації, живлення; керування (яка керує функціонуванням системи і складається із взаємодіючих ПК, що є в кожному блоці і модулі); технічної експлуатації й адміністративного керування.

2.2.2. Розробка функціональної схеми ОПС (ПС). Функціональна схема ОПС містить у собі схему ПКС, ЦГТС, ЦП, ПКС-2, блок синхронізації (СКС), МТЕ. В поле ПКС включаються АМ і всі напрями зовнішнього зв'язку з РАТС, ВСС, АМТС, ПСб.

Схема ОПС наведена на рисунку 18.

На схемі повинно бути зазначене число АМ, нумерація АЛ, число ГТ зовнішнього зв'язку і число ПКС. Аналогічно будується функціональна схема ПСб (ВКМ).

3 Контрольні запитання

1. Дайте визначення ЦСК.
2. Назвіть основні функціональні підсистеми ЦСК «Квант-Е».
3. Як реалізується підсистема абонентського доступу в ЦСК «Квант-Е»?

4. Назвіть основні блоки АМ і вкажіть їхні функції.
5. Як реалізується підсистема комутації в ЦСК «Квант-Е»?
6. Скільки інформаційних ГТ можна підключити в ПКС-32 (ПКС-128) і чому?
7. Скільки ГТ необхідно для підключення АМ у ПКС?
8. Як реалізується підсистема лінійного доступу в ЦСК «Квант-Е»?
9. Як здійснюється внутрішньосистемна сигналізація «Квант-Е»?

4 Хід роботи

1. Використовуючи літературу і конспект лекцій письмово відповісти на контрольні запитання.
2. Відповідно за результатами робіт №3 і №5 визначити загальне число ГТ, які включаються в ОПС 4/5 (ПС6).
3. Вибрати схему групоутворення ОПС 4/5 (ПС6) (рис. 18).

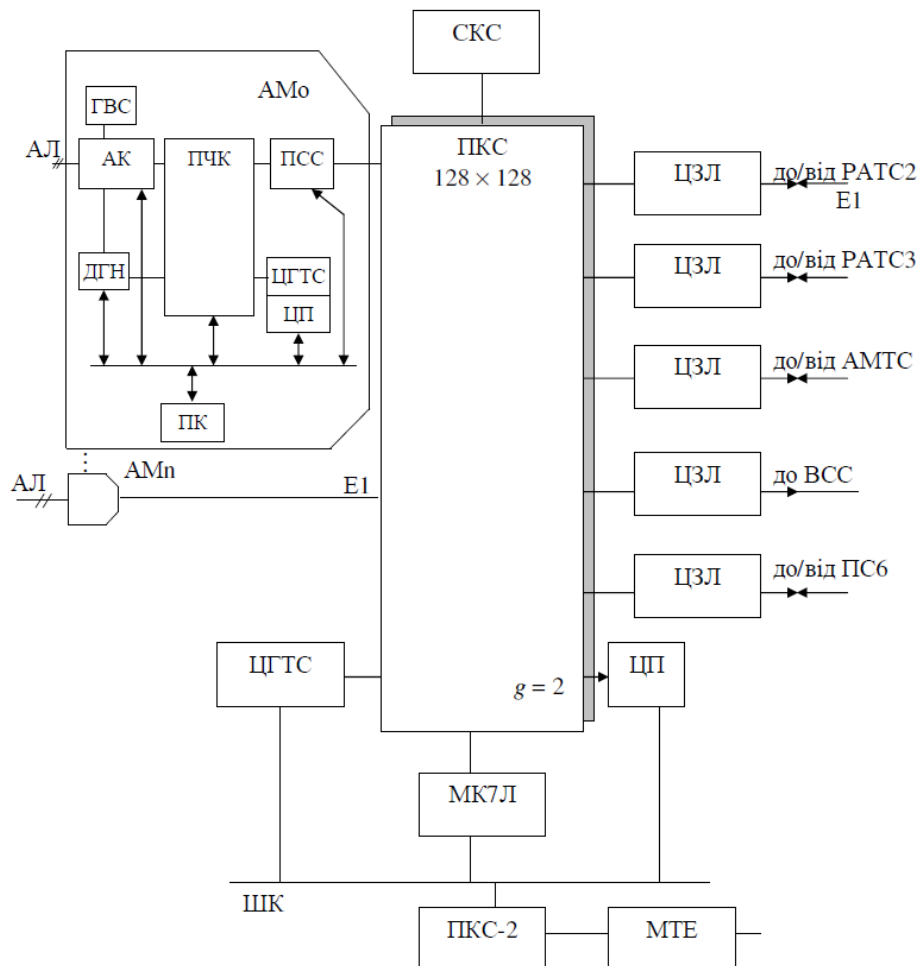


Рисунок 18 – Функціональна схема ОПС

5 Зміст практичної роботи

1. Вивчення основних функціональних підсистем ЦСК «Квант-Е».
2. Вибір схеми ПКС ОПС (ПС).
3. Побудова функціональної схеми ОПС (ПС).
4. Визначення нумерації АЛ.

6 Зміст звіту

1. Завдання для самостійного опрацювання.
2. Функціональна схема ОПС 4/5 (ПС6) одержана в результаті виконання роботи, з позначенням числа АМ, числа і типу ПКС, ЦЗЛ, ЦГТС, ЦП, СКС, ПКС, МТЕ, числа зовнішніх ГТ до всіх станцій мережі.

7 Методика виконання практичної роботи

1. Включити комп'ютер, вибрати програму СКЕЗ-3 ТКС. Ввести дані: ім'я, прізвище, факультет, курс, групу і зареєструватися.
2. Запустити програму ПР №6.
3. У поле «Вхідні дані» заносимо число ЗЛ в комірки між ОПС і станціями мережі, одержані в роботі №5. Потім натискаємо кнопку «Ввід даних». У полі робочої площини одержуємо схеми ПКС ОПС і ПС (рис. 19) і натискаємо кнопку «Продовжити».

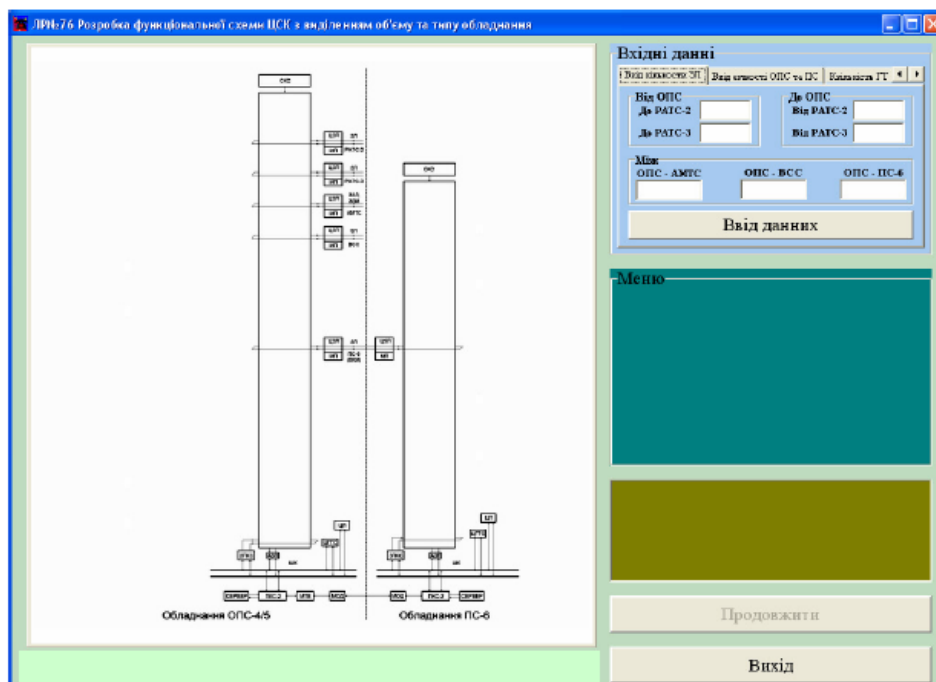


Рисунок 19 – Функціональна схема ОПС та ПС ЦСК (крок 1)

У поле «Вхідні дані» заносимо ємності ОПС і ПС і розраховуємо число АМ, натиснувши кнопку «Ввід даних».

4. Аналогічно ПР №1 і №2 формуємо нумерацію АЛ у полі «формування нумерації» та натискаємо кнопку «Введення нумерації».
5. Схеми ОПС (ПС), побудовані в процесі виконання ЛР, навести в звіті.
6. Після закінчення роботи натиснути на кнопку «Вихід» і завершити роботу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ ЦСК ПРИ МІЖСТАНЦІЙНИХ З'ЄДНАННЯХ НА МТМ

1 Мета роботи

1. Вивчення систем сигналізації, які застосовуються у разі міжстанційного зв'язку на МТМ з аналоговими АТС та ЦСК.
2. Вивчення алгоритмів та схем етапів роботи ЦСК при міжстанційних з'єднаннях між різними типами ЦСК та позасистемними АТС.

2 Теоретичні відомості

1. На етапах встановлення з'єднань між абонентським терміналом (користувачем) та вузлом комутації мережі зв'язку, між вузлами комутації різного функціонального призначення, між терміналами користувачів передаються по елементах мережі зв'язку та каналах спеціальні сигнали.

Існує три типи таких сигналів: інформаційні (акустичні та оптичні), лінійні сигнали та керуючі (адресові, реєстрові) сигнали.

Акустичні сигнали інформують абонентів та операторів про стан та етапи встановлення з'єднань. До них відносяться тональні сигнали частотою 425 Гц «Відповідь станції (ВС)», «Контроль посилення виклику (КПВ)», «Сигнал виклику (СВ)» частотою 25 Гц та його тритональний сигнал, частоти якого розташовані в діапазоні 400...700 Гц. До цього типу сигналів також відносяться спеціальні сигнали додаткових послуг, видів зв'язку та стандартні фрази автоінформаторів. Оператори та абоненти також можуть отримувати оптичні інформаційні сигнали з екранів дисплеїв. Інформаційні сигнали є «прозорими» для користувача при контролюванні етапів процесу встановлення з'єднань. До складу абонентської сигналізації входять керуючі сигнали про номери абонентів, що передаються декадним, частотним або двійковим кодами, а також лінійні сигнали «Виклик станції (ВС)» та «Відбій (В)», які відповідають, наприклад, для аналогової АЛ, замиканню та розмиканню шлейфа АЛ по постійному струму.

Міжстанційна (мережна) сигналізація застосовується для передавання інформації, необхідної для керування етапами встановлення з'єднань, розподілом ресурсів мережі, пошукам місця знаходження необхідних вузлів комутації. Існує кілька десятків систем сигналізації, різноманіття яких відповідає типам та функціональному призначенню взаємодіючих комутаційних вузлів; видам каналів та ліній, типу мереж і виду зв'язку. Кожній системі сигналізації відповідає набір сигналів, апаратне та програмне забезпечення передавання та приймання сигналів.

Для випадку аналізу процесів встановлення з'єднань на МТМ з ЦСК різних типів аналогових станцій – декадно-крокових, координатних та квазіелектронних АТС, потрібно позначати такі основні положення відносно застосованих систем сигналізації. Існує два методи передавання сигналів систем сигналізації: сигналізація по виділеному каналу для кожного розмовного каналу, який постійно закріплений за цим розмовним та сигналізація по спільному каналу.

При установленні на МТМ нових ЦСК вони у більшості випадків з'єднуються, з оглядом на економічну доцільність та перспективи розвитку мережі, з іншими вузлами

комутації цифровими з'єднувальними лініями, розрахованими на передавання кількох цифрових групових трактів (ГТ) зі швидкістю передавання цифрових сигналів 2048 кбіт/с (потік Е1). ГТ має 30 часових розмовних каналів та два службових: один канал для цифрової синхронізації, другий – для передавання сигналів взаємодії та керування. На ЦСК апаратна частина цифрової системи передавання (ЦСП) входить до складу підсистеми лінійного доступу ЦСК, а на аналогових АТС для організації цифрової лінії розміщується апаратура ЦСП типу ІКМ-30/32. Разом з ЦСП на аналогових АТС установлюються узгоджуючі комплекти: узгоджуючий вихідний (УВ) та вхідний (УВх). Станційна сторона комплектів шестипроводна: два проводи для передавання розмовних сигналів та по два проводи для двох трактів передавання та приймання сигналів сигналізації, кожен з котрих має два розряди.

У ЦСП ІКМ 30/32 16-й часовий канал кожного циклу у надциклі передавання (16 циклів) розбито на два чотирибітові підканали, кожен з яких жорстко закріплений за одним з розмовних. Перші два розряди кожного підканалу (*a*, *b*) призначені для передавання закріплених за ними двох розмовних, що дозволяє протягом одного надциклу передати сигнали керування та взаємодії від всіх 30 розмовних каналів.

Для випадку цифрових виділених каналів передавання сигналів систем сигналізації на МТМ з ЦСК та аналогових АТС відбувається наступним чином. У випадку взаємодії ЦСК та АТСДК лінійні та керуючі сигнали передаються 16-м часовим каналом ІКМ 30/32. При взаємодії ЦСК та АТСК лінійні сигнали передаються 16-тим часовим каналом, а керуючі сигнали кодом БЧК «2 з 6» по розмовному каналу. При цьому двочастотні імпульси цифрової адресової інформації перетворюються у цифрову форму і навпаки так само, як і мовні сигнали. Подібно попередньому випадку відбувається взаємодія ЦСК з АТСКЕ, а також, як виключення з іншими ЦСК. Як правило, при взаємодії ЦСК з ЦСК іншого типу застосовується передавання сигналів по спільному каналу сигналізації (СКС). Апаратні та програмні засоби реалізації сучасного варіанта СКС – СКС №7 є у кожній сертифікованій ЦСК.

У випадку СКС №7 один цифровий канал, стандартно зі швидкістю 64кбіт/с, використовується для передавання сигнальних одиниць (СО) для деякої кількості каналів і для керування мережею зв'язку.

Сигнальна одиниця (пакет) має заголовок, який містить адресу частину телефонного каналу, до якого відноситься сигнальна інформація, код пункту призначення (14 біт), код вихідного пункту (8 біт), лінійні сигнали та початкове адресне повідомлення; інформаційне поле та додаткову інформацію (маркери початку та кінця СО, номери СО, байти захисту інформації). У інформаційному полі розміщується категорія виклику, кількість знаків адресної інформації, номери абонентів, керуючі сигнали та інше. Для передавання СО може використовуватися спеціальна мережа СКС з комутацією каналів та передаванням пакетів. Мережа СКС також є транспортною системою для передавання цифрових сигналів інших видів зв'язку та центрів обслуговування й експлуатації, що вказує на перспективність СКС №7.

2. Програмне керування процесами комутації ЦСК забезпечує багатоетапний процес обслуговування викликів. Кількість етапів залежить від типу з'єднання (внутрішньосистемне, вхідне, вихідне, транзитне), типу зв'язку (зв'язок між аналоговими або цифровими АЛ, місцевий або міжміський) та інших факторів. Для головних етапів встановлення з'єднань характерно передавання лінійних сигналів. Для

міжстанційного зв'язку на МТМ це сигнали: «Контроль вихідного стану», «Зайнято» та «Роз'єднання» для керування етапами зміни стану з'єднувальних ліній та сигнали «Відповідь аб. Б», «Відбій аб. А», «Відбій аб. Б» відносно стану абонентських ліній. Лінійні та керуючі сигнали створюють набір сигналів сигналізації, якими обмінюються керуючі пристрої вузлів комутації.

Конкретному етапу відповідає з'єднувальний тракт передавання сигналів між лінійними комплектами або керуючими пристроями.

Етапи роботи ЦСК при міжстанційних з'єднаннях та розроблення відповідно етапам схем можна розбити на три групи етапів.

Перша група етапів відповідає етапам роботи вузла комутації конкретного типу у разі вихідного зв'язку. Для випадку ЦСК це етапи, аналогічні етапам встановлення внутрішньосистемного зв'язку до етапу передавання номера абонента Б у керуючі пристрої АМ цього абонента. Цей етап замінюється на етап обміну сигналами між процесорами взаємодіючих вузлів комутації. Для аналогових АТС – це схеми етапів та роботи при вихідному зв'язку (від виклику станції абонентом А до етапу закінчення роботи ступені вихідного ГП і зайняття з'єднувальної лінії).

Друга група етапів відповідає етапам обміну сигналів між комплектами та керуючими пристроями двох взаємодіючих вузлів комутації. У разі ЦСК сигнали передаються по СКС №7 між процесорами підсистем лінійного доступу через лінійні комплекти. При зв'язку ЦСК з аналоговими АТС сигнали передаються виділеними сигнальними каналами способами, розглянутими у попередньому підрозділі ключових положень. Схеми етапів показують зв'язок між процесорами ЦСК і відповідним керуючим пристроєм або маркером у випадку АТСК та електронною керуючою машиною (АТС КЕ).

Третя група етапів встановлення з'єднань припадає на етапи встановлення вхідного зв'язку на зустрічному вузлі комутації. Для ЦСК ці етапи аналогічні етапам встановлення внутрішньосистемного з'єднання, починаючи з закінчення етапу передавання інформації від процесора АМ абонента А у процесор комутаційного поля ОПС та закінчуючи етапом встановлення з'єднання з абонентом Б. При цьому керуючі сигнали вже прийняті у процесор КП ОПС у другій частині етапів за допомогою каналів мережі ОКС та підсистеми лінійного доступу. У разі безпосереднього керування (зустрічна станція АТС ДК) друга та третя частини етапів об'єднуються у часі. Для АТСК та АТСКЕ третя група етапів відповідає стандартним процедурам встановлення вхідного зв'язку.

3. Для випадку ЦСК «Квант-Е» етапи встановлення на МТМ міжстанційних з'єднань характеризуються наступним чином.

При вихідному зв'язку всі етапи міжстанційного з'єднання аналогічні етапам внутрішньосистемного з'єднання до етапу обміну пакетом внутрішньосистемної сигналізації між МП УКС та МП АМ-Б. Цей етап замінюється на етап обміну сигналами відповідної системи сигналізації (п. 1), в залежності від типу зустрічного вузла комутації. Схема етапу має вигляд:

МП УКС → ЗУУС → УКС → ЦСЛ → ЗЛ – (пристрої тракту обміну інформацією між керуючим пристроєм вхідного вузла комутації) – керуючий пристрій вхідного вузла.

При вхідному зв'язку для ЦСК «Квант-Е» етапи встановлення з'єднань починаються з етапу обміну сигналами відповідної системи сигналізації між

керуючим пристроєм вихідного вузла комутації та МП УКС. Схема етапу має такий вигляд: керуючий пристрій вихідного вузла комутації – пристрій тракту обміну інформації між керуючим пристроєм вихідного вузла при вихідному зв'язку: ЗЛ → ЦСЛ → УКС → ЗУУС → МП УКС. Після прийому пакета з керуючими сигналами в МП УКС вхідної ЦСК «Квант-Е» починаються етапи аналогічні етапам встановлення внутрішньосистемного з'єднання, починаючи з етапу пошуку та створення тракту до АМ-Б.

Аналогічним чином проводиться аналіз етапів встановлення міжстанційних з'єднань для інших типів ЦСК: 81-2000, EWSD, 5E88.

3 Контрольні запитання

1. Які три типи сигналів входять до складу систем сигналізації і які функції вони виконують?
2. Які канали застосовуються для обміну сигналами систем сигналізації?
3. Опишіть метод передавання сигналів сигналізації при організації цифрових міжстанційних з'єднувальних ліній.
4. Як передаються сигнали систем сигналізації між ЦСК та АТС ДК по цифрових ЗЛ?
5. Як передаються сигнали систем сигналізації при взаємодії ЦСК та АТСК по цифрових ЗЛ?
6. Як передаються сигнали систем сигналізації при взаємодії ЦСК та АТС КЄ по цифрових ЗЛ?
7. Які методи обміну сигналами систем сигналізації застосовуються при взаємодії двох ЦСК?
8. Яким методом передаються сигнали у випадку використання СКС №7?
9. Вкажіть призначення головних частин сигнальної одиниці СКС №7?
10. Вкажіть елементи ЦСК «Квант-Е», які утворюють тракти обміну сигналами систем сигналізації при міжстанційному зв'язку?

4 Хід роботи

1. Вивчити ключові положення до роботи.
 2. Використовуючи літературу та конспект лекцій дайте письмові відповіді на контрольні запитання.
 3. Зобразіть схеми з елементів підсистем лінійного доступу та з'єднувальної цифрової лінії для випадків обміну сигналами систем сигналізації між ЦСК «Квант-Е» та АТС ДК, АТСК, АТС КЄ і ЦСК, якщо для міжстанційного з'єднання застосовується груповий тракт з номером О та розмовний канал з номером Д.
- На схемах вкажіть номери групових трактів та каналів, якими передаються лінійні та керуючі сигнали типових для цих випадків систем сигналізації, лінійні комплекти, ступені пошуку, до яких підключені комплекти та керуючі пристрої.

5 Опис практичної роботи та методики виконання

- 1 Віртуальний макет складається з комп'ютерної програми і панелі користувача з відповідним дидактичним матеріалом. Після запуску програми на екрані з'являється

назва роботи та меню частин роботи. Вибираючи курсором та лівою кнопкою миші кнопку реєстрації, студент заносить свої дані у вікно реєстрації. Після реєстрації студент виходить знов на меню та вибирає частину виконання роботи.

2. Відповідаючи на тестові запитання допуску до роботи студент контролює вірність відповідей на контрольні запитання самостійної підготовки та отримує допуск до роботи.

3. Отримавши допуск студент відкриває вікно програм, на якому розміщені спрощені структурні схеми варіантів міжстанційних з'єднань ЦСК «Квант-Е» з іншими типами АТС: АТС ДК, АТС КУ, АТС КЕ та варіанти внутрішньосистемних з'єднань. Студент вибирає мишею варіант завдання.

4. На екрані з'являється головна форма, яка має такі частини (рис. 20):

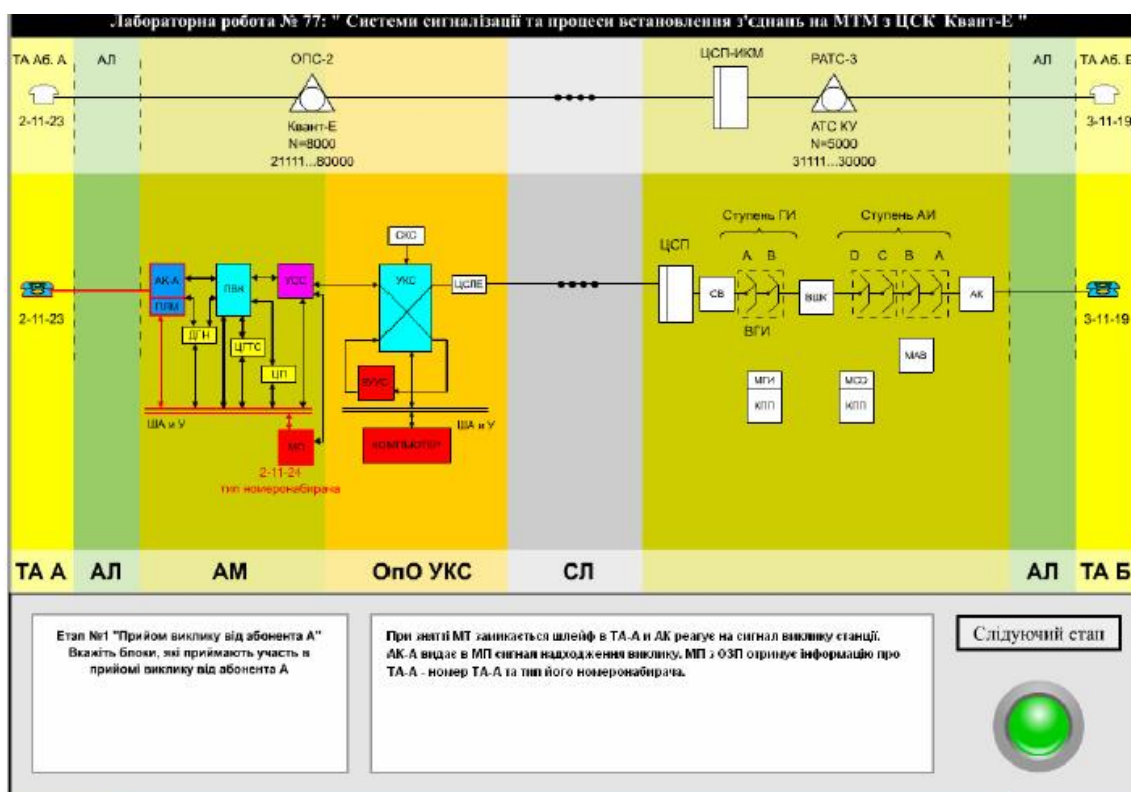


Рисунок 20 – Приклад вікна практичної роботи з'єднувального тракту МГМ з ЦСК «Квант-Е»

- структурну схему з'єднувального тракту з параметрами вузлів комутації, ліній та абонентів;
- розгорнути функціональну схему міжстанційного з'єднувального тракту, на якій вказані всі елементи та блоки для всіх етапів встановлення з'єднання;
- вікно у лівій нижній частині екрану, де вказуються етапи встановлення з'єднань;
- вікно у середній частині, нижній частині екрану, де з'являються додаткові методичні пояснення роботи блоків вузлів комутації на кожному етапі після вірного виконання студентом кожного етапу лабораторної роботи;
- кнопка «ОК» для перевірки вірності дій та переходу до наступного етапу, натискання на яку можливе тільки після вірного виконання попереднього етапу;
- індикатор, який має зелений колір, якщо етап виконано вірно, та червоний у протилежному випадку.

5. На кожному етапі студент обирає, потрібні на його думку елементи схеми, які виконують функції цього етапу. Обраний елемент виділяється зміною кольору контуру елемента. Якщо елемент обрано помилково, то повторний вибір мишею цього елемента дозволяє відключити його з набору елементів відповіді. Коректування відповіді можливо тільки до натискання курсором кнопки «ОК».

6 Зміст протоколу

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Схеми завдання.
3. Схеми етапів роботи комутаційних вузлів при міжстанційному з'єднанні на МТМ «Квант-Е» та пояснення до схем.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ

μBAN	Мікровузол широкосмугового доступу ємністю 8 ADSL
2B+D ₁₆	Basic Rate Access – базовий доступ
2B1Q	Лінійний код (заміна двох двійкових символів на один чотириріневий)
30B+D ₆₄	Primary Rate Access – первинний доступ ЦМІО
5ESS	5 Extension Switching System – підсистема розширеної комутації 5 версії
A	Стик для ЦЗЛ – каналів стандартного 32-канального тракту ІКМ типу Е1 (2048 кбіт/с)
A ₁	Стик для ЦЗЛ – каналів 16-канального тракту Е1/2 (1024кбіт/с), аналогічного ІКМ-15
ABR	Available Bit Rate – надання користувачу незатребуваної частини фізичного каналу, що залишилася
ACC	Account Calling Card – виклик за розрахунковою картою
ACM	Address Complete Message – повідомлення про прийняття повної адреси
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line – асиметрична цифрова абонентська лінія
AG	Access Gateway – шлюз доступу
ALEX	External Alarm Set – блок зовнішньої аварійної сигналізації
AM	Associated Mode – зв’язаний режим сигналізації
AMA	Automatic Message Account – автоматичний облік повідомлень
AMI	Alternating Mark Inversion – код з полярністю імпульсів, що чергуються
AMPC	ATM bridge Processor type C – процесор моста АТМ, типу С
AMX	ATM Multiplexor – АТМ мультиплексор
AN	Access Node – вузол доступу
AN	Access Network – мережа доступу
AN-BB	AN Broadband – широкосмуговий вузол мережі доступу
ANM	Answer Message – повідомлення про відповідь
AN-NB	AN Narrowband – вузькосмуговий вузол мережі доступу
AN-WLL	Wireless Access Node – вузол бездротового абонентського доступу
APS	Application Program System – система прикладних програм
AS	Application Server – сервер додатків
ASE	Application Service Elements – сервісні елементи прикладного рівня
ASN	ATM Switching Network – комутаційне поле АТМ
ATM	Asynchronous Transfer Mode – асинхронний режим передачі даних
B	Battery feed – електроживлення ТА
BAI	Broadband Access Interface – інтерфейс широкосмугового доступу
BAN	Broadband Access Node – широкосмуговий вузол доступу
BAN	Broadband Access Node – широкосмуговий вузол доступу ємністю 240 ліній ADSL
BAP	Base Processor – базовий процесор
BCMY	Bus to Common Memory – шина спільної пам’яті
BDG	BAS Distribution Module – модуль розподілу шин
BIB	Backward Bit-indicator – зворотний біт-індикатор
BORSC	Функції цифрового абонентського комплекту
HT	

BSN	Backward Sequence Number – зворотний порядковий номер
BSSAP	Base Station System Application Part – прикладна підсистема системи базових станцій (мережі стандарту GSM)
BWA	Broadband Wireless Access – широкосмуговий радіодоступ
C	Coding – кодування і декодування мовного сигналу
C ₁	Стик між устаткуванням аналого-цифрового перетворення, що вмикається на виході ЦКП, і чотирипровідними АЗЛ
C ₂	Стик між устаткуванням аналого-цифрового перетворення, що вмикається на виході ЦКП, і дво- чи трипровідними ФЗЛ
Call-center	Центр обслуговування викликів
CAP	Camel Application Part – прикладна підсистема поліпшеної логіки адаптованих користувачів для мережі рухомого зв'язку (стандарту UMTS)
CAP	Call Processor – процесор оброблення викликів
CAS	Channel Associated Signaling – сигналізація виділеним каналом
CBR	Constant Bit Rate – постійна бітова швидкість передачі даних
CC	Contact Center – контакт центр
CCA	Головна секція DSW ємністю 4×16 трактів HSL
CCA-AB	Central Module Controller – дубльований контролер центрального модуля, що виконує функції комутації і керування
CCG	Central Clock Generator – центральний генератор сигналів
CCNC	Common Channel Signaling Network Controller – пристрій керування мережі сигналізації загальним каналом
CCNP	Common Channel Signaling Network Processor – процесор мережі сигналізації спільним каналом
CD	Collision Detecting – виявлення зіткнень
CDA	Communication Controller – комунікаційний контролер
CDB, CDD	Communication Controller in MLC – комунікаційний контролер модуля MLC
CDCS	Continuous Dynamic Channel Select – динамічний вибір вільного каналу з оцінкою його завадостійкості
CDG	Процесор керування
CDMA	Code Division Multiple Access – множинний доступ з кодовим поділом
CG	Clock Generator – генератор тактової частоти
CHILL	CCITT High Level programming Language – мова програмування високого рівня МККТТ
CK	Check Bit – перевірочні біти
CLC	Line Module Control in MLC – контролер лінійного модуля MLC
CLK	Clock – сигнал тактової сигналізації
CMY	Common Memory – спільна пам'ять
CMYM	Common Memory Module – модуль спільної пам'яті
COC	Cross-Office Check – внутрішньостанційна перевірка
COM	Послідовний порт
CP	Coordination Processor – координаційний процесор
CPI	Coordination Processor Interface – інтерфейс координаційного процесора
CR	Code Receiver – кодовий приймач

CS	Call Server – програмний комутатор Softswitch
CV	Processor Unit – процесор керування модуля MLC
CVC	Computer in MCA – комп’ютер центрального модуля, що містить нагромаджувач на жорсткому диску HDD для збереження ПЗ і тарифних даних
DECT	Digital European Cordless Telecommunications – цифрова європейська система бездротового зв’язку
dial-up	Комутований доступ до мережі Інтернет
DIU	Digital Interface Unit – модуль цифрового інтерфейсу
DIUD	Digital Interface Unit for DLU – модуль цифрового інтерфейсу для DLU
DLUG	Digital Line Unit – цифровий абонентський блок типу G
DLUIC	DLU Controller – контролер DLU
DLU-IP	Digital Line Unit , IP – цифровий абонентський блок для IP
DP	Destination Point – пункт призначення
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Module – модуль доступу цифровими абонентськими лініями
DSP	Digital Signal Processor – сигнальний процесор має 32 багаточастотних приймача-передавача (DTMF, і БЧК), 16 генераторів сигналів одночастотної сигналізації і 32 генератори сигналів двохчастотної сигналізації
DSW	Digital Switch – просторово-часовий комутатор (Чп, ємністю 16×16 трактів HSL)
DVA	Battery Backed-up Static Random Access memory – енергонезалежний запам’ятовуючий пристрій для збереження тарифних даних
DMX	DeMultipleXor – демультимплексор
E1/IMA	E1/Inverse Multiplexing – інтерфейс E1 з інверсним мультиплексування – n 2Мбіт/с (максимально 16Мбіт/с), де n – число використаних інтерфейсів E1.
EAS	Ethernet Aggregation Switch – плата агрегуючого комутатора
EDSS1	European Digital Subscriber Signaling – цифрова абонентська сигналізація
Ethernet	Локальна обчислювальна мережа
EWSD	Electronic World-wide Switch Digital – електронна світова цифрова комутаційна система
F	Flag – прапор, що виконує роль обмежника сигнальних одиниць
FAU	Fixed Access Unit – фіксований абонентський термінал
FE	Fast Ethernet – технологія ЛОМ зі швидкістю передачі 100Мбіт/с
FHMA	Frame Handler, Module A – оброблювач кадрів, модуль А
FIB	Forward Bit-indicator – прямий біт-індикатор
FISU	Fill-In Signal Unit – сигнальна одиниця, що заповнює
FR	Frame Relay – ретрансляція кадрів
FRH	Free phone – безкоштовний виклик
FS	Frame Signal – сигнал циклової сигналізації
FSN	Forward Sequence Number – прямий порядковий номер
FTTB	Fiber To The Building – ВОЛЗ до будинку
FTTC	Fiber To The Curb – ВОЛЗ до розподільної коробки
FTTH	Fiber To The Home – ВОЛЗ до дому
FTTO	Fiber To The Office – ВОЛЗ до офісу
FTTR	Fiber To The Remote – ВОЛЗ до винесеного пристрою

FTTx	Fiber To The x – ВОЛЗ до точки x
GCG	Group Clock Generator – груповий тактовий генератор
GE	Gigabit Ethernet – гігабітний Ethernet
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying – Гаусівська маніпуляція з мінімальним зрушенням
GP	Group Processor – груповий процесор
GS	Group Switch – груповий комутатор
GTT	Global Title Translation – трансляція глобальних заголовків
H	Hybrid – дифсистема, перехід із двохпроводного тракту в чотирипроводний і навпаки
hBAN	Hybrid BAN – гібридний вузол широкосмуговго доступу ємністю 96 ADSL а також 288 ААЛ
HDB3	High Density Bipolar of Order 3 – біполярний код високої щільності 3-го порядку
HDLC	High level Data Link Controller – сигнальний контролер ланки даних високого рівня. HDLC використовується для сигналізації DSS1, ВСК у KI-16 і СКС-7
HSL	High Speed Link – високошвидкісний тракт для комунікації між центральною частиною (ССА і ІНА) і периферійною частиною (ТРС)
HTI	Host Timeslot Interchange – центральний комутатор часових інтервалів
Hub	Concentrator – концентратор локальної обчислювальної мережі
HUP	Handover User Part – підсистема користувача хендвером для NMT
IAM	Initial Address Message – початкове адресне повідомлення
iCS	Integrated Call Server – інтегрований програмний комутатор
IDC	Центральна комутаційна плата (24Gb/12Gb)
ІНА	Секція розширення DSW ємністю 4×16 трактів HSL
ILTF	Integrated Line Test Function – інтегрована функція тестування ліній
IN	Intelligent Network – інтелектуальна мережа
INAP	Intelligent Network Application Part – прикладна підсистема інтелектуальної мережі
IOC	Input/output Control – блок керування введенням/виведенням
IOP	Input/output Processor – процесор уведення/виведення
IOPC	Input/output Processor, Control for message buffer – процесор уведення/виведення, блок керування буфером повідомлень
IP	Internet Protocol – Інтернет протокол
ipBAN	IP Ethernet DSLAM, який поєднує різні технології доступу (xDSL, Fiber, BWA) на одній і тій же апаратній платформі
IPoP	Integrated Point of presence IP – вузол доступу до мережі Internet
IPOP	Internet Point Presence – пункт присутності Інтернет
ISDN	Integrated Services Digital Network – цифрова мережа з інтеграцією служб
ISP	Internet Service Provider – провайдер послуг Інтернет
ISUP	ISDN User Part – підсистема користувача ISDN
IVA	Hard Disk Adapter – адаптер жорсткого диска, на якому розміщується жорсткий диск HDD з ПЗ
IVR	Interactive Voice Response – інтерактивна мовна взаємодія
IVRS	IVR Service – послуги IVR

Jmp	Перемичка
KBD	Роз'єм для підключення клавіатури
KLC	Line Test Unit in MLC – модуль тестування абонентських ліній у MLC, виконує вимірювання на АЛ і ТА за запитом
LC	Line Circuit – лінійна схема
LDI	Local DLU Interface – місцевий інтерфейс DLU
LDID	Local DLU Interface-D – місцевий інтерфейс DLU, типу D
LI	Length Indicator – індикатор довжини
LIC	Line Interface Card – плата лінійного інтерфейсу
LILD	Line Interface for LTG-D – інтерфейсний модуль для LTG, типу D
LISB	Link Interface between TSG and SSG – канальний інтерфейс між TSG і SSG
LIU	Link Interface between LTG and SN – блок лінійного інтерфейсу між LTG і SN
LOS	Пряма видимість
LSL	Low Speed Link – низькошвидкісні тракти 2Мбіт/с між периферійними блоками і контролером CLC
LSSU	Link Status Signal Unit – сигнальна одиниця стану ланки
LT	Line Termination – пристрій лінійного закінчення ЦАЛ
LTBAM	Loop Test and Access Module – модуль тестування шлейфу і доступу до шини
LTG	Line Trunk Group – лінійна група
LTGN	Line Trunk Group N – лінійна група типу N
MAP	Mobile Application Part – прикладна підсистема рухомого зв'язку (мережі стандарту GSM)
MAS	Mobile Application Server – сервер мобільних додатків
MASTE R	Активний режим
MATC	Matrix Controller – модуль контролера матриці
MATM	Matrix Module – модуль матриці
MB	Message Buffer – буфер повідомлень
MBG	Message Buffer Group – група буферів повідомлень
MBU:L TG	Message Buffer Unit for LTG – блок буфера повідомлень для лінійної групи LTG
MBU:S GC	Message Buffer Unit for SGN – блок буфера повідомлень для пристрою керування комутаційної групи SGN
MCA	Module Central version A – центральний комутаційний модуль, апаратне представлення вузла комутації SN
MCS	Message Connection Server – сервер оброблення повідомлень
MDM	Message Distribution Module – модуль розподілу повідомлень
MFC	Multi-Frequency Compelled – багаточастотна система сигналізації
MGCP	Media Gateway Control Protocol – протокол керування медіашлюзами
MH	Message Handler – оброблювач повідомлень
miniAN	Mini Access Node – міні вузол доступу
miniBA N	Мини вузол ширококутвого доступу ємністю 24 ADSL
MLC	Module Location version C – локальний модуль вузла доступу

MMRS	Multi Module Remote Switching Module – багатомодульний виносний
M	комутаційний модуль
MN	Management Node – вузол керування
MP	Main Processor – головний процесор
MSAN	Multiservice Switch Access Node – мультисервісний вузол комутації і доступу
MSAP	Multiservice Access Plan – площина доступу, основою якого є MSAN
MSC	Mobile Switching Center – центр комутації мобільного зв'язку
MSCN	Multiservice Control Node – мультисервісний вузол керування
MSCP	Multiservice Control Plane – площина керування з апаратно програмною реалізацією
MSU	Message Signaling Unit – сигнальна одиниця повідомлення в МТР СКС №7
MTAB	Metallic Test Access B – провідниковий тестовий доступ, тип В
MTP	Message Transfer Part – протокол передачі повідомлень СКС-7
MUP	Mobile User Part – підсистема мобільного користувача мережі NMT
MUT	Монтажна одиниця
MUX	MultipleXor Unit– блок мультиплексорів трактів LSL
MUXC	Multiplexer Controller – модуль контролера мультиплексора SNMUXA
MUXS	Multiplexor Slave – відомий мультиплексор
MX	Multiplexor – мультиплексор
NGN	Next Generation Network – мережа наступного покоління
NLOS	Не пряма видимість
NP	Number Portability – збереження (можливість переносу) номера
nrt-VBR	No Real Time Variable Bit Rate – VBR з ослабленими вимогами до затримки передачі
NT	Network Termination – пристрій мережного закінчення ЦАЛ
O	Overvoltage Protection – захист станційного устаткування від високих напруг в абонентській лінії
OA&M	Operation, Administration and Maintenance System – експлуатація, керування і технічне обслуговування
OAM	Operation, Administration and Maintenance – експлуатація, адміністрування і технічне обслуговування
OLT	Optical Line Termination – оптичне лінійне закінчення ЦМІО
OMAP	Operation and Maintenance Application Part – підсистема експлуатації, технічного обслуговування і керування в СКС-7
OMASE	Operation and Maintenance Application Service Element – прикладний сервісний елемент експлуатації і технічного обслуговування
OML920	Модуль трансивера для оптичних з'єднань
OP	Originating Point – вихідний пункт сигналізації
OSAP	Open Service & Application Plane – площина послуг і додатків
PB	Protection Bus – захисна шина
PDC	Primary Digital Carrier – первинний цифровий потік
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy – плезіохронна цифрова ієрархія
PH	Packet Handler – оброблювач пакетів
PHUB	Packet Concentrator – концентратор пакетів

PHub	Plesiochronous HUB – плезіохронний концентратор
PLC	DC/DC power supply, ringing generator in MLC – блок вторинного електроживлення. Містить DC/DC – для перетворення напруг акумуляторної батареї у вторинні напруги: +/-5В, +3,3В, +/-12В, програмно регульована напруга 34В та ін.
PON	Passive Optical Network – пасивна оптична мережа абонентського доступу
POP	Point of Presence – точка входу в мережу
POTS	Plain Old Telephone Service – традиційні послуги телефонного зв'язку
PRM	Premium Rate – послуга за доданою вартістю
QAM	Quasi Associated Mode – квазізв'язаний режим
R	Ringing – посилка «Сигналу виклику» частотою 25Гц, 95В
RANAP	Radio Access Network Application Part – прикладна підсистема мережі радіодоступу (для стандарту UMTS)
RAU	Remote Access Unit – виносний модуль
RCU	Remote Control Unit – блок дистанційного керування
RDLU	Remote Digital Line Unit – винесений абонентський блок
REL	Release – повідомлення про звільнення
RF	Relay Field – релейне поле для підключення вхідних портів TPC до схеми RPA чи до шини тестування ТВ
RLC	Release Complete – повідомлення про закінчення звільнення
ROM	Read-Only Memory – постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП)
RPA	Primary Rate Protection – релейна плата для вмикання трактів Е1 і захисту
RPC	Primary Rate Measurement – релейна плата для з'єднання виходів резервного блока TPC із шиною захисту
RSU	Remote Switch Unit – виносний комутаційний блок
RSUC	Remote Switch Unit Control – контролер виносного комутаційного блока
RTI	Remote Timeslot Interchange – віддалений комутатор часових інтервалів
rt-VBR	real time Variable Bit Rate – перемінна швидкість передачі даних у реальному часі
S	Supervision – контроль стану абонентського шлейфу, прийом виклику, набору номера ДКШІ і відбою
S	Splitter – сплітер
SAM	Subsequent Address Message – наступні адресні повідомлення
SAN	Switch and Access Node – вузол комутації і доступу
SASC	Stand-Along Service Control – автономний пристрій керування обслуговуванням
SAC	Subscriber Analog Board – абонентська плата для 32-х портів вмикання ААЛ
SBB	Subscriber Board – абонентська плата для 16 інтерфейсів базового доступу ЦСІО
SBC	Subscriber Board – абонентська плата для 16 двохпровідних інтерфейсів типу U
SCCP	Signaling Connection Control Point – підсистема керування сигнальними з'єднаннями в СКС-7
SDC	Secondary Digital Carrier – вторинний цифровий потік
SDH	Synchronous Digital Hierarchy – синхронна цифрова ієрархія
SF	Status Field – поле стану міститься тільки в сигнальних одиницях стану

	ланки LSSU
SFP	Fiber – оптичний інтерфейс 1000Base-FX GBE
SG	Signaling Gateway – шлюз сигналізації
SG	SDSL Interface Unit – модуль високошвидкісних абонентських ліній SDSL
SG	SynchroGenerator – синхрогенератор
SGM	Абонентські плати по 32 /ADSL/G.SHDSL/ADSL2+
SGN	Абонентські плати по 48 /ADSL/G.SHDSL/ADSL2+
SI-3000	Пакетна система комутації ПкСК
SIF	Signaling Information Field – поле сигнальної інформації
SILC	Signaling Link Control – блок керування сигнального каналу
SILT	Signaling Link Terminal – термінал сигнального каналу
SILTC	Signaling Link Terminal Control – блок керування терміналом сигнального каналу
SILTD	Signaling Link Terminal, Digital – цифровий термінал сигнального каналу
SILTG	Signaling Link Terminal Group – група терміналів блока керування сигнального каналу
SIMP	Signaling Management Processor – процесор керування сигналізацією
SIHI/O	Signal Highway, Input/output – вхід/вихід сигнальної магістралі
SIO	Service Information Octet – байт службової інформації передається тільки в значущих SU MSU
SIPA	Signaling Periphery Adapter – адаптер сигнальної периферії
SL	Signaling Link – ланки сигналізації
SLAVE	Пасивний режим
SLCA	Subscriber Line Circuit, Analog – аналоговий абонентський комплект
SLCD	Subscriber Line Circuit, Digital – цифровий абонентський комплект
SLMA	Subscriber Line Module, Analog – аналоговий модуль абонентських комплектів
SLMCP	Processor for Subscriber Line Module – процесор модуля абонентських комплектів
SLMD	Subscriber Line Module, Digital – цифровий модуль абонентських комплектів
SLMI	Subscriber Line Module, Internet – модуль абонентських комплектів з доступом до Інтернет
SLS	Signaling Link-Set – пучок ланок сигналізації
SLT	Signaling Link Termination – закінчення сигнального каналу
SM	Signaling Mode – режим сигналізації
SM	Signaling Management – адміністратор сигналізації
SMG	Signaling and Media Gateway – шлюз сигналізації і медіа шлюз
SN	Switching Network – комутаційне поле
SND	Switching Network – комутаційне поле типу D
SNMAT	Switching Network Matrix – матриця комутаційного поля
SNMUX	Switching Network Multiplexor – мультиплексор комутаційного поля
A	
Softswitch	Гнучкий програмний комутатор
SP	Signaling Point – пункт сигналізації
SPC	Signaling Point Code – код пункту сигналізації

SPHI/O	Speech Highway, Input/output – вхід/вихід мовної магістралі
SR	Signaling Route – сигнальний маршрут
SRS	Signaling Route-Set – пучок сигнальних маршрутів
SS	Space Stage – ступінь просторової комутації
SSI	Плати splitter
SSM	Space Stage Module – модуль ступеня просторової комутації
SSNC	Signaling System Network Controller – мережний контролер системи сигналізації
SSP	Service Switching Point – пункт комутації послуг інтелектуальної мережі
STM	Synchronous Transfer Mode – синхронний режим передачі даних
STM-1	Synchronous Transport Module-1 – синхронний транспортний модуль-1. Швидкість передачі модуля 155,52Мбіт/с
STP	Signaling Transfer Point – транзитний пункт сигналізації СКС-7
SU	Signal Unit – сигнальна одиниця
SU	Signaling Unit – блок сигналізації
SURPA	Мультиплексор IP DSLAM в ЦСК EWSD
SS	
SVN	Service Node – вузол надання послуг
SWC	Switch Communication – просторово-часовий комутатор ємністю 16×16 трактів 16Мбіт/с
SI-2000	Цифрова система комутації
T	Testing – діагностика АЛ і тестування АК
T/RC	Transmitter/Receiver Control – блок керування передавачем/приймачем
TAA	Analogue Trunk Line, A – плата для 16 двохпровідних ФЗЛ інтерфейсів типу C22
TAB	Analogue Trunk Line, B – плата для 8 АЗЛ каналів СП ЧРК інтерфейсів типу C11
TB	Testing Bas – шина тестування
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol – протокол передачі даних/Інтернет-протокол
TCAP	Transaction Capabilities Application Part – прикладна підсистема транзакційних можливостей
TDD	Time Division Duplexing – часове дуплексування
TDM	Time Division Multiplexing – мультиплексування з часовим поділом
TDMA	Time Division Multiple Access – множинний доступ з часовим поділом каналів
TMN	Telecommunication Management Network – мережа керування телекомунікації
TOG	Tone Generator – генератор тональних сигналів
TPC	Primary Rate Access Interface – інтерфейс первинного доступу. До ТРС можливо підключити до 16 трактів Е1
TS	Time Switch – часовий комутатор
TSG	Time State Group – група ступеня часової комутації
TSI	Time Stage, Incoming – ступінь часової комутації
TSM	Time Stage Module – модуль ступеня часової комутації
TSO	Time Stage Outgoing – ступінь вихідної часової комутації

TU	Test Unit – пристрій тестування
U	Стик забезпечує вмикання цифрових абонентських ліній базового доступу до блока лінійного закінчення LT
UBR	Unspecified Bit Rate – невизначена бітова швидкість передачі даних
UBR+	Unspecified Bit Rate+ – модифікація UBR, що передбачає припинення передачі комірок переданого повідомлення при виникненні перевантаження в мережі
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Service – універсальна система рухомого зв'язку – система радіодоступу, що поєднує існуючі стільникові і безпроводні системи з інформаційними службами
UP	User Part – підсистема користувачів різних послуг
V ₁	Стик між групою лінійних закінчень LT і цифровим комутаційним полем АТС
V ₂	Стик для вмикання ВАР трактам Е1 до цифрового комутаційного поля АТС
V ₃	Стик доступу 30В+D до ISDN на первинній швидкості 2048кбіт/с
V ₄	Стик для вмикання ВАР (мультиплексорів)
V _{5.1}	Стик, що дозволяє ввімкнути один тракт Е1 (до 30 ААЛ чи каналів В основного доступу без концентрації) і до 16 трактів Е1 – ліній доступу 30В + D до устаткування бездротового доступу
V _{5.2}	Стик, що дозволяє ввімкнути один тракт Е1 (до 30 ААЛ чи каналів В основного доступу без концентрації) і до 16 трактів Е1 – ліній доступу 30В + D до блока широкосмугового доступу з можливою концентрацією й окремими сигнальними каналами в кожному тракті
VME	Шина керування модулем МСА
VOT	Televoiting – телемовлення
V _{B5}	Стик із широкосмуговими оптичними чи коаксіальними лініями
VCDX	Very Compact Digital eXchange – компактна цифрова станція
WLL	Wireless Local Loop – лінія бездротового абонентського доступу
WWW	World Wide Web – Всесвітня павутина мережі Інтернет
xDSL	x Digital Subscriber Line – x цифрова абонентська лінія
Z	Стик забезпечує вмикання аналогових абонентських ліній до абонентських комплектів

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ

ААК	Аналоговий абонентський комплект
ААМ	Аналоговий абонентський модуль
АДІКМ	Адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція зі швидкістю 32кбіт/с
АЗП	Адресний запам'ятовуючий пристрій
АК	Абонентський комплект
АЛ	Абонентська лінія
АМ	Абонентський модуль
АМТС	Автоматична міжміська телефонна станція
АВН	Автоматичний визначник номера
АЗЛ	Аналогова з'єднувальна лінія
БАЛ	Блок абонентських ліній
БАЛД-1	Касета, де розміщуються два абонентських модулі
БАЛК	Касета на один БАЛ
БАЛ-Ц	Цифровий БАЛ
БПкК	Блок пакетної комутації
БПКМ	Блок перетворення напруги -60В; +5В; +12В; -12В
БС	Базова станція
БК	Блок керування
ВАМ	Виносний абонентський модуль
ВАТС	Відомча АТС
ВКМ	Виносний комутаційний модуль
ВСКС	Внутрісистемний спільний канал сигналізації
ВВС	Еталонна модель взаємодії відкритих систем
ВСК	Виділений сигнальний канал
ВССК	Внутрісистемний сигнальний канал
ГВВ	ТЕЗ, на якому розташовані генератор-розподільник сітки частот і генератор тональних сигналів
ГВС	Генератор викличних сигналів
ГРІ	Генератор-розподільник сітки частот
ГСС	Високостабільний генератор тактових імпульсів синхронізації
ГТС	Генератор тональних сигналів
ДВО	Додаткові види обслуговування
ДГН	Діагностичне устаткування АК і АЛ
ЗПКС	Запам'ятовуючий пристрій керування і сканування
ІД	Індикатор довжини пакета ВСКС
К7Л	Контролер спільної сигналізації №7 лінійний
К7С	Контролер сигнальний СКС7
КА	Комутатор адреси
КБС	Контролер базових станцій
Квант-Е	Цифрова система комутації «КВАНТ-Е»
КК	Комутація каналів
КП	Комутаційне поле
КС8А	Комутаційна система, системний контролер для керування модулем БАЛ, а

	також сигналізації і синхронізації
ЛКС	Лінійні і керуючі сигнали
МБС	Мультиплексор базової станції
МДМ	Мультиплексор і демультимплексор
МТЕ	Модуль технічної експлуатації, з яким зв'язані всі ККС
МЦК	Міжнародний центр комутації
БЧК	Багаточастотний код
СКС-7	Сигналізація спільним каналом № 7
ОпО	Опорне обладнання
ОПС	Опорна станція
ОПТС	Опорно-транзитна станція
ПАРБ	Портативний абонентський радіоблок
ПВК	Просторово часовий комутатор
ПЛМ	Програмувальна логічна матриця
ПНГФ	Перетворювач напруги -60В; +5В; +12В; -12В і генератор викличного сигналу частотою 25Гц напругою 95В
ПНФ	Перетворювач напруги -60В; +5В; +12В; -12В
ПП	Приймач-передавач
ПР-ПС	Перетворювачі паралельного коду в послідовний
ПС	Підстанція
ПС	Пункт сигналізації
ПС-ПР	Перетворювачі послідовного коду в паралельний
МАУ	ТЕЗ мовного й адресного запам'ятовуючого пристрою
РБС	Ретранслятор базових станцій
РВПЗ	Робоча версія програмного забезпечення АТС «КВАНТ-Е»
МЗП (ІЗП)	Мовний (інформаційний) запам'ятовуючий пристрій
РМО	Робоче місце оператора
СК	Сигнальний канал
СКС	Синхронізація комутаційної системи
СКС-М	Модуль синхронізації комутаційної системи типу М
СКС-Ц	Модуль синхронізації комутаційної системи типу Ц
СОНЗ	Система оперативно пошукових заходів
СРІ	Системи розподілу інформації
ЛЧ	Лічильник
ТАРБ	Термінальний абонентський радіоблок
ТО	Технічне обслуговування
ТО і ТЕ	Технічне обслуговування і технічна експлуатація
ТП	ТЕЗ містить шістнадцять приймачів-передавачів ПП
ТСшл	Точка сканування шлейфу АЛ
ТМЗК	Телефонна мережа загального користування
ТЕ	Технічна експлуатація
ТЕЗ	Типовий елемент заміни
ВАК	Вузол автоматичної комутації
ВК	Вузол комутації
ВКК	Вузол комутації каналів

ККС	Керування комутація і сполучення
ППСЦ	Підсилювач потужності сигналізації
ВСС	Вузол спецслужб
ПСС	Пристрій сигналізації і синхронізації
ПК	Пристрій керування
ПК-ПК	Пристрій керування – персональний комп'ютер
ПКС-2	ТЕЗ пристрою керування модулем комутації і сполучення
ФЗЛ	Фізична з'єднувальна лінія
ЦАК	Цифровий абонентський комплект
ЦАЛ	Цифрова абонентська лінія
ЦГТС	Цифровий генератор тональних сигналів: СС, СЗ, КПВ
ЦКМЗ	Центр комутації мобільного зв'язку
ЦКП	Цифрове комутаційне поле
ЦП	Центральний процесор
ЦП	Цифровий приймач багаточастотний
ЦП16У	Цифровий приймач 16У
ЦМІО	Цифрова мережа інтегрального обслуговування
ЦМІС	Цифрова мережа інтегральних служб
ЦСК	Цифрова система комутації
ЦЗЛ	Цифрові з'єднувальні лінії
ЦЗЛ	Лінійний комплект цифрової з'єднувальної лінії
ЦСЛЕ	ТЕЗ комплектів цифрових з'єднувальних ліній трактів Е1
ЦСП	Цифрова система передачі
ЦТА	Цифровий телефонний апарат
ЦТО	Центр технічного обслуговування
ЦТЕ	Центр технічної експлуатації
ЦПд	Цифровий подовжувач на 6 дБ для внутрішньостанційного зв'язку
ЦПК	Центральний пристрій керування

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Правил здійснення діяльності у сфері телекомунікацій: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1309-19#Text> (дата звернення: 28.01.2025 р.).
2. R. Izhak. Principles of Data Transfer Through Communications Networks, the Internet, and Autonomous Mobiles. Wiley-IEEE Press, 2025. 716 p.
3. W. Licheng, W. Zidong, W. Guoliang. Data-Rate-Constrained State Estimation and Control of Complex Networked Systems. CRC Press, 2025. 247 p.
4. Ghafoor S., Rehmani M.H. Green Machine Learning Protocols for Future Communication Networks. Boca Raton: CRC Press, 2024. 223 p.
5. ETSI EN 300 462-2-1: «Transmission and Multiplexing (TM); Generic requirements for synchronization networks; Part 2-1: Synchronization network architecture based on SDH networks».
6. ETSI EN 300 166: «Transmission and Multiplexing (TM); Physical and electrical characteristics of hierarchical digital interfaces for equipment using the 2 048 kbit/s – based plesiochronous or synchronous digital hierarchies».
7. MCE-T G.703: «Physical / electrical characteristics of hierarchical digital interfaces».
8. ITU-T G.8261, «Timing and synchronization aspects in packet networks», 03/2024.

ДОДАТОК А

Пропускна спроможність повнодоступного пучка ємністю V ліній при обслуговуванні найпростішого потоку викликів з явними втратами

V	Y, Ерл при втратах			V	Y, Ерл при втратах			V	Y, Ерл при втратах		
	0,0001	0,001	0,005		0,0001	0,001	0,005		0,0001	0,001	0,005
1	0,0001	0,001	0,005	31	14,9	17,4	19,8	61	37,4	41,6	45,4
2	0,0001	0,001	0,005	32	15,6	18,2	20,6	62	38,2	42,4	46,3
3	0,014	0,046	0,105	33	16,3	18,9	21,4	63	39,0	43,3	47,2
4	0,087	0,194	0,347	34	17,0	19,7	22,2	64	39,8	44,1	48,1
5	0,235	0,439	0,698	35	17,8	20,5	23,1	65	40,6	45,0	48,9
6	0,73	1,15	1,61	36	18,5	21,3	23,9	66	41,4	45,8	49,8
7	1,05	1,58	2,15	37	19,2	22,1	24,7	67	42,2	46,6	50,7
8	1,42	2,05	2,72	38	19,9	22,8	25,6	68	43,0	47,5	51,6
9	1,83	2,56	3,32	39	20,6	23,6	26,4	69	43,8	48,3	52,5
10	2,26	3,09	3,94	40	21,4	24,4	27,2	70	44,6	49,2	53,4
11	2,72	3,65	4,59	41	22,1	25,2	28,1	71	45,4	50,0	54,3
12	3,21	4,23	5,25	42	22,8	26,0	28,9	72	46,2	50,9	55,2
13	3,71	4,83	5,93	43	23,6	26,8	29,8	73	47,0	51,7	56,1
14	4,24	5,44	6,63	44	24,3	27,6	30,6	74	47,8	52,6	57,0
15	4,78	6,07	7,34	45	25,1	28,4	32,5	75	48,6	53,5	57,9
16	5,34	6,72	8,06	46	25,8	29,2	32,4	76	49,4	54,3	58,8
17	5,91	7,37	8,79	47	26,6	30,0	33,2	77	50,2	55,2	59,7
18	6,50	8,04	9,53	48	27,3	30,8	34,1	78	51,1	56,0	60,6
19	7,09	8,72	10,28	49	28,1	31,7	34,9	79	51,9	56,9	61,5
20	7,70	9,40	11,04	50	28,9	32,5	35,8	80	52,7	57,8	62,4
21	8,32	10,1	11,8	51	29,6	33,3	36,7	81	53,5	58,6	63,3
22	8,95	10,8	12,6	52	30,4	34,1	37,5	82	54,3	59,5	64,2
23	9,58	11,5	13,3	53	31,2	34,9	38,4	83	55,1	60,3	65,1
24	10,2	12,2	14,1	54	31,9	35,8	39,3	84	56,0	61,2	66,0
25	10,9	13,0	14,9	55	32,7	36,6	40,2	85	56,8	62,1	66,9
26	11,5	13,7	15,7	56	33,5	37,4	41,0	86	57,6	62,9	67,8
27	12,2	14,4	16,5	57	34,3	38,3	41,9	87	58,4	63,8	68,7
28	12,9	15,2	17,3	58	35,1	39,1	42,8	88	59,3	64,6	69,6
29	13,6	15,9	18,1	59	35,8	39,9	43,7	89	60,1	65,5	70,5
30	14,2	16,7	18,9	60	36,6	40,8	44,5	90	60,9	66,4	71,4

ДОДАТОК А (продовження)

Пропускна спроможність повнодоступного пучка ємністю V ліній при обслуговуванні найпростішого потоку викликів з явними втратами

V	Y, Ерл при втратах			V	Y, Ерл при втратах			V	Y, Ерл при втратах		
	0,0001	0,001	0,005		0,0001	0,001	0,005		0,0001	0,001	0,005
91	61,8	67,3	72,3	142	105,1	112,6	119,3	202	158,0	167,3	175,6
92	62,6	68,2	73,2	144	106,9	114,4	121,2	204	159,7	169,1	177,5
93	63,4	69,0	74,1	146	108,6	116,2	123,0	206	161,5	171,0	179,5
94	64,2	69,9	75,0	148	110,4	118,0	124,9	208	163,3	172,8	181,4
95	65,1	70,8	75,9	150	112,1	119,8	126,8	210	165,1	174,6	183,3
96	65,9	71,7	76,9	152	113,8	121,7	128,7	212	166,9	176,5	185,2
97	66,8	72,5	77,8	154	115,6	123,5	130,5	214	168,7	178,3	187,1
98	67,6	73,4	78,7	156	117,3	125,3	132,3	216	170,5	180,2	189,0
99	68,4	74,3	79,6	158	119,1	127,1	134,2	218	172,3	182,0	190,8
100	69,3	75,2	80,5	160	120,8	128,9	136,1	220	174,0	183,9	192,7
102	70,9	76,9	82,3	162	122,6	130,7	138,0	222	175,8	185,7	194,6
104	72,6	78,7	84,2	164	124,3	132,6	139,9	224	177,6	187,6	196,5
106	74,3	80,4	86,0	166	126,1	134,4	141,8	226	179,4	189,4	198,4
108	76,0	82,2	87,9	168	127,9	136,2	143,6	228	181,2	191,3	200,3
110	77,7	84,0	89,7	170	129,6	138,0	145,5	230	183,0	193,1	202,2
112	79,4	85,7	91,6	172	131,4	139,8	147,4	232	184,8	195,0	204,1
114	81,1	87,6	93,3	174	133,1	141,7	149,3	234	186,6	196,9	206,1
116	82,8	89,4	95,2	176	134,9	143,5	151,1	236	188,4	198,7	208,0
118	84,5	91,2	97,0	178	136,7	145,3	153,0	238	190,2	200,6	209,9
120	86,2	92,9	98,9	180	138,4	147,2	154,0	240	192,0	202,4	211,8
122	87,9	94,6	100,7	182	140,2	149,0	156,8	242	193,8	204,3	213,7
124	89,6	96,4	102,6	184	142,0	150,8	158,7	244	195,6	206,1	215,5
126	91,3	98,2	104,5	186	143,7	152,6	160,6	246	197,4	208,0	217,4
128	93,1	100,0	106,3	188	145,5	154,4	162,5	248	199,2	209,9	219,3
130	94,8	101,8	108,2	190	147,3	156,2	164,4	250	201,0	211,7	221,3
132	96,5	103,6	110,0	192	149,1	158,1	166,2	260	210,0	221,0	230,8
134	98,2	105,6	111,8	194	150,8	159,9	168,1	270	219,1	230,3	240,3
136	100,0	107,2	113,7	196	152,6	161,7	170,0	280	228,2	239,6	249,8
138	101,7	109,0	115,6	198	154,4	163,6	171,8	290	237,3	248,9	259,4
140	103,4	110,8	117,4	200	156,2	165,4	173,7	300	246,4	258,3	269,0

ДЛЯ НОТАТОК

У 66 **Управління та експлуатація комутаційних систем** : методичні вказівки до практичних занять для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка денної та заочної форм навчання / уклад. А.А. Ткачук. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 60 с.

Методичні вказівки до практичних занять «**Управління та експлуатація комутаційних систем**»: складені відповідно до діючої програми курсу.

Призначені для здобувачів вищої освіти спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка».

Комп'ютерний набір А.А. Ткачук

Редактор А.А. Ткачук

Підп. до друку «___» _____ 2025 р.
Формат 60х84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
Ум. друк. арк. _____. Тираж 10 прим. Зам. _____

Відділ іміджу та промоцій
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75