

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНИКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра «Транспортний зв'язок»

**ПРОЕКТУВАННЯ АТС ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА
НА ОСНОВІ ОБЛАДНАННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ
КОМУТАЦІЇ SI2000**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до курсового та дипломного проектування
з дисципліни**

«СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ»

Харків 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Транспортний зв'язок" 2 жовтня 2008 р., протокол № 3.

У методичних вказівках викладені основні питання, які необхідно вирішити при проектуванні АТС залізничного вузла на основі обладнання цифрової системи комутації SI2000.

Укладачі:

доценти С.І. Приходько,
В.Д. Долбня,
О.С. Жученко,
В.П. Лисечко

Рецензент

доц. К.С. Клименко

ПРОЕКТУВАННЯ АТС ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА
НА ОСНОВІ ОБЛАДНАННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ
КОМУТАЦІЇ SI2000

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування
з дисципліни

«СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ»

Відповідальний за випуск Жученко О.С.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 02.12.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 4,5. Обл.-вид.арк. 4,75.

Замовлення № Тираж 100. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7

Українська державна академія залізничного транспорту

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА
ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра «Транспортний зв'язок»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування з дисципліни

«СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ В ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ»

на тему

*«Проектування АТС залізничного вузла на основі обладнання
цифрової системи комутації SI2000»*

С.І. Приходько, В.Д. Долбня, О.С. Жученко, В.П. Лисечко

Декан факультету АТЗ

О.М. Прогонний

Завідувач каф. ТЗ

С.І. Приходько

Голова науково-метод. комісії

О.В. Єлізаренко

Автори:

С.І. Приходько

В.Д. Долбня

О.С. Жученко

В.П. Лисечко

Харків 2008

Методичні вказівки розглянуті і схвалені на засіданні кафедри «Транспортний зв'язок», протокол № 3 від 2 жовтня 2008 р.

У методичних вказівках викладені основні питання, які необхідно вирішити при проектуванні АТС залізничного вузла на основі обладнання цифрової системи комутації SI2000.

Укладачі

С.І. Приходько, В.Д. Долбня,
О.С. Жученко, В.П. Лисечко

Рецензент

доц. К.С. Клименко

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Склад курсового проекту. Завдання та вихідні дані на курсовий проект.....	5
1.1 Склад курсового проекту.....	5
1.2 Завдання на курсовий проект.....	6
1.3 Вихідні дані.....	7
2 Розрахунок інтенсивності навантаження.....	10
2.1 Рекомендації з визначення абонентського навантаження.....	10
2.2 Розрахунок інтенсивності вхідного й вихідного зовнішніх навантажень та внутрішньостанційного навантаження.....	14
2.3 Розрахунок міжстанційних навантажень.....	18
2.4 Приклад розрахунку інтенсивності навантаження.....	21
2.4.1 Розрахунок інтенсивності навантаження для АТС телефонної мережі залізничного вузла.....	21
2.4.2 Розрахунок інтенсивності навантаження для АТС телефонної мережі сільського району та міської телефонної мережі.....	29
3 Розрахунок кількості з'єднувальних ліній, робочих місць операторів інформаційно-довідкових служб та каналів сигналізації СКС7.....	43
3.1 Розрахунок кількості з'єднувальних ліній.....	43
3.2 Розрахунок кількості робочих місць операторів інформаційно-довідкових служб.....	46
3.3 Розрахунок кількості каналів сигналізації СКС7.....	47
4 Розрахунок обсягу обладнання проектованої АТС.....	50
4.1 Розрахунок обсягу обладнання вузла доступу.....	50
4.2 Розрахунок обсягу обладнання вузла комутації.....	54

5 Розміщення обладнання проектованої АТС.....	57
5.1 Розміщення з'ємних блоків у секціях статива.....	57
5.2 Розміщення секцій у стативах.....	60
5.3 Розміщення станційного обладнання.....	61
Список літератури.....	63
Додаток А Варіанти завдань для курсового проектування.....	64
Додаток Б Терміни та визначення.....	70
Додаток В Табульована узагальнена перша формула Ерланга.	72

ВСТУП

Сучасний рівень техніки зв'язку й нових мережних технологій вимагає організації на залізничному транспорті цифрових мереж зв'язку. Це у свою чергу вимагає пророблення питань будівництва й експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку; впровадження систем передачі синхронної цифрової ієрархії із гнучкими мультиплексорами, крос-конектами, оптичними ретрансляторами; заміни електромеханічних АТС цифровими системами комутації; впровадження пакетних технологій передачі; побудови мереж передачі даних, що відповідають міжнародним стандартам.

Телефонний зв'язок на залізничному транспорті є основним видом зв'язку за обсягом переданої інформації. Мережа телефонного зв'язку в межах залізничного вузла не є локальною. Вона повинна мати вихід на мережу залізничного міжміського телефонного зв'язку й на телефонну мережу загального користування.

Таким чином, у ході курсового (дипломного) проектування здійснюється проектування АТС залізничного вузла на основі сучасної цифрової системи комутації SI2000 з урахуванням взаємодії з телефонною мережею загального користування на рівні місцевих телефонних мереж.

Метою проектування є узагальнення теоретичних знань з дисципліни «Системи комутації в електрозв'язку» та набуття практичних навичок у проектуванні АТС на основі обладнання цифрової системи комутації SI2000.

1 СКЛАД КУРСОВОГО ПРОЕКТУ. ЗАВДАННЯ ТА ВИХІДНІ ДАНІ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

1.1 Склад курсового проекту

Курсовий проект повинен складатися з пояснювальної записки й графічної частини. При оформленні пояснювальної записки треба користуватися методичним посібником з

додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності [4].

Текстова частина пояснювальної записки складається з титульного аркуша, завдання на курсове проектування (завдання по варіантах див. у додатку А), змісту, вступу та змістових розділів, висновків, переліку використаних джерел та, в разі потреби, додатків.

У вступі необхідно підкреслити актуальність теми курсового проектування, а у висновках – навести основні отримані результати та зробити висновок про досягнення мети курсового проектування.

У змістових розділах пояснювальної записки повинні бути розглянуті такі питання:

- 1 Аналіз вихідних даних.
- 2 Розрахунок інтенсивності навантаження.
- 3 Розрахунок кількості з'єднувальних ліній, робочих місць операторів інформаційно-довідкових служб та каналів спільноканальної сигналізації СКС 7 для проектованої АТС.
- 4 Розрахунок обсягу обладнання проектованої АТС.
- 5 Розміщення обладнання проектованої АТС.

Обсяг пояснювальної записки (шрифт Times New Roman, інтервал 1,5) повинен знаходитися в межах 25 – 35 аркушів, причому обсяг першого розділу не повинен перевищувати 2 – 3 аркуша, а вступу та висновків – 1 аркуша.

Склад графічної частини курсового проекту:

- 1 Схема мережі телефонного зв'язку.
- 2 Схема проектованої АТС.
- 3 Схеми розміщення знімних блоків у секції статива для МСА та МЛС.
- 4 План розміщення обладнання проектованої АТС.

1.2 Завдання на курсовий проект

Спроекувати АТС залізничного вузла (ЗАТС) з урахуванням взаємодії з телефонною мережею загального користування (ТМЗК) на рівні місцевих телефонних мереж. У якості проектованої АТС використати цифрову систему комутації

SI2000 версії 5, що може використовуватися як опорна (ОПС), транзитна (ТС), опорно-транзитна станція (ОПТС), сільсько-приміський вузол (СПВ), центральна (ЦС), вузлова (ВС) і кінцева (КС) станція (визначення цих термінів див. у додатку Б).

Проектована АТС залізничного вузла повинна забезпечувати:

- внутрішньостанційний зв'язок;
- зв'язок з іншими АТС залізниці;
- зв'язок з вузлом автоматичної комутації (ВАК) залізниці;
- зв'язок з інформаційно-довідковими службами з функціями допомоги абонентам у встановленні міжміських з'єднань, реалізованими на базі системи комп'ютеризованих робочих місць операторів (СРМ) на проектованій АТС залізничного вузла (СРМ має вмикатися у цифрові АЛ основного доступу 2В+D до ISDN);
- зв'язок з місцевими мережами телефонної мережі загального користування – міською телефонною мережею (МТМ) та телефонною мережею сільського району (ТМСР);
- зв'язок з вузлом спецслужб (ВСС) телефонної мережі загального користування;
- зв'язок з автоматичною міжміською телефонною станцією (АМТС) телефонної мережі загального користування.

1.3 Вихідні дані

Приклад схеми телефонної мережі, яка складається з МТМ, ТМСР та телефонної мережі залізничного вузла, наведено на рисунку 1.1. Розглянутий приклад є загальним. Конкретний варіант завдання на курсове проектування може бути простішим та містити тільки частину елементів загальної схеми.

Телефонна мережа залізничного вузла складається з трьох АТС: ЗАТС1, ЗАТС2, ЗАТС3, зв'язаних за принципом «кожна з кожною». Станція ЗАТС1 є опорно-транзитною станцією (ОПТС), а станції ЗАТС2 і ЗАТС3 – опорними (ОПС).

У курсовому проекті здійснюється проектування ЗАТС1.

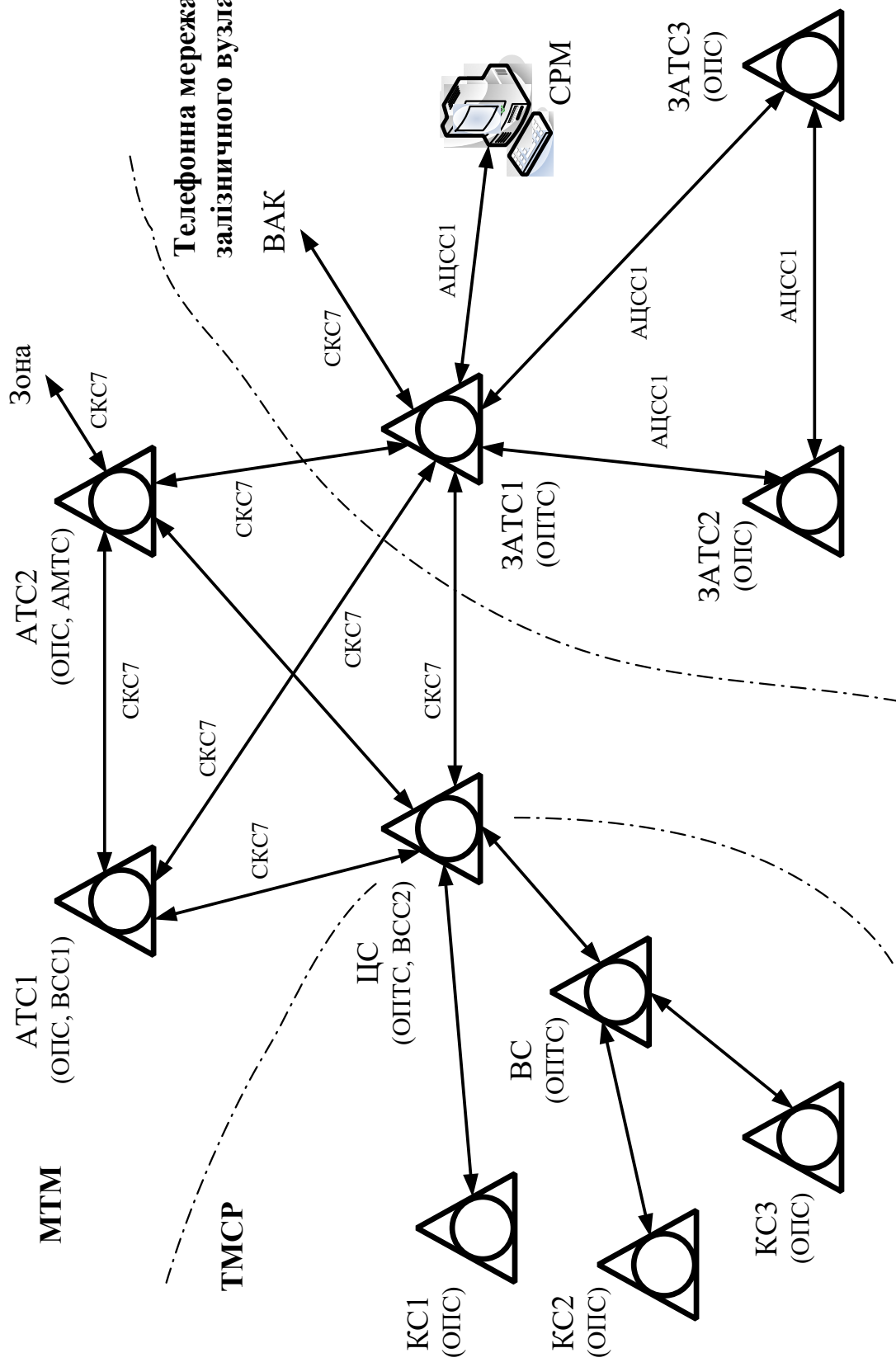


Рисунок 1.1 – Схема мережі телефонного зв'язку

У ЗАТС1 передбачено пучок з'єднувальних ліній з ВАК залізниці. На цій АТС організована система комп'ютеризованих робочих місць операторів СРМ. Ця система забезпечує абонентам надання різноманітних довідок та допомагає абонентам у встановленні міжміських з'єднань (виконує функції ручної АТС). Система СРМ має вмикатися у цифрові АЛ основного доступу 2В+D до ISDN.

Взаємодія телефонної мережі залізничного вузла з ТМЗК здійснюється на рівні місцевої мережі – МТМ через ЗАТС1, яка має три напрямки зв'язку в бік ТМЗК.

Міська телефонна мережа МТМ є районовою без вузлоутворення та складається з трьох АТС, зв'язаних за принципом «кожна з кожною»: АТС1 (ОПС), АТС2 (ОПС та АМТС) та ЦС (ОПТС). Слід зазначити, що ЦС також є складовою частиною ТМСР. Такий спосіб взаємодії МТМ та ТМСР реалізується, коли місто є одночасно центром сільського адміністративного району. На АТС1 організовано вузол спецслужб МТМ ВСС1.

Телефонна мережа сільського району ТМСР має радіально-вузлову структуру та складається з центральної станції ЦС (ОПТС), ВС (ОПТС) та кінцевих станцій КС1 (ОПС), КС2 (ОПС) і КС3 (ОПС). На ЦС організовано вузол спецслужб ТМСР ВСС2.

Використовувані системи сигналізації. При курсовому проектуванні вважається, що всі АТС є цифровими з функціями ISDN. З'єднувальні лінії усіх АТС є двобічними. Телефонні станції АТС1, АТС2, ЦС та ЗАТС1 взаємодіють між собою за допомогою спільноканальної системи сигналізації № 7 (СКС7). Телефонні станції ЗАТС1, ЗАТС2 та ЗАТС3 взаємодіють між собою за допомогою абонентської цифрової системи сигналізації № 1 АЦСС1 (DSS1).

2 РОЗРАХУНОК ІНТЕНСИВНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.1 Рекомендації з визначення абонентського навантаження

При розрахунках абонентського навантаження абонентів розподіляють за категоріями, які відрізняються питомими інтенсивностями навантажень і/або розташуванням години найбільшого навантаження (ГНН). У загальному випадку можливі абонентські категорії наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Категорії абонентів за навантаженням

<i>i</i> (умовний номер категорії)	Назва абонентської категорії
1	Абоненти з підвищеним навантаженням
2	Абоненти адміністративно-ділового сектора
3	Квартирні абоненти
4	Абоненти з доступом до Internet по телефонній АЛ
5	Користувачі інтелектуальних послуг
6	Абоненти з доступом до ISDN
7	Місцеві таксофони
8	Міжміські й універсальні таксофони
9	Лінії екстрених спецслужб
10	Лінії інформаційно-довідкових служб

Як правило, на проєктованій станції є абоненти не всіх категорій. До абонентів з підвищеним навантаженням відносять відповідальних фахівців державних органів управління, підприємств, установ тощо (незалежно від форм власності); абонентів, апарати яких доступні відносно широкому колу співробітників (бухгалтерії, планові відділи тощо); абонентів з ввімкненими в АЛ додатковими терміналами й пристроями (факсом, диспетчерським пультом, комутатором тощо). Абоненти категорій 4 і 5 належать одночасно ще одній категорії з можливих 1 ÷ 3, 6.

Питомі інтенсивності абонентських навантажень повинні вимірюватися на проєктованій мережі в загальностанційні ГНН. Мають оцінюватися питомі навантаження абонентів кожної i -ї категорії з 1 ÷ 3, 6 (таблиця 2.1): $y_{в.і}$ при вихідних зовнішніх, $y_{вн.і}$ – вихідних внутрішньостанційних, $y_{вх.і}$ – вхідних зовнішніх, $y_{ав.і}$ – вихідних до АМТС та $y_{авх.і}$ – вхідних від АМТС з'єднаннях. Для АЛ таксофонів і спецслужб мають оцінюватися такі самі параметри при властивих для них видах зв'язку. Для абонентів категорій 4 і 5 повинні додатково оцінюватися відповідно питомі навантаження до мережі Internet $y_{int.і}$ і до пунктів надання інтелектуальних послуг $y_{SSP.і}$.

За відсутності даних вимірювань рекомендується:

а) прогнозувати питомі навантаження основної маси абонентів (категорій 1 ÷ 3) без врахування категорійної належності за усередненими оцінками, поданими в таблиці 2.2 для МТМ і в таблиці 2.3 для ТМСР та на рисунку 2.1 для внутрішньостанційних навантажень міських станцій малої ємності (навантаження подані в міліерлангах); таблицю 2.3 рекомендується застосовувати також і для визначення навантаження сільських станцій, підключених до СПВ міської мережі (функції СПВ також може виконувати і ЦС, як в прикладі, що розглядається);

б) задавати додатково для абонентів з доступом до Internet по телефонній АЛ інтенсивності навантажень Internet у межах y_{int} від 0,05 до 0,3 Ерл (для індивідуальних абонентів рекомендується від 0,05 до 0,1 Ерл, для абонентів ISDN – від 0,1 до 0,2 Ерл, для колективних – від 0,2 до 0,3 Ерл) при середній тривалості зайняття АЛ в сеансі зв'язку Internet 540 с, а в сеансі ІР-телефонії – 180 с;

в) задавати додатково для користувачів інтелектуальних послуг інтенсивності абонентських навантажень до пунктів надання цих послуг y_{SSP} з урахуванням конкретних впроваджених послуг та того, що в перерахунку на одну послугу ці навантаження знаходяться в орієнтовних межах від 0,0001 до 0,0002 Ерл при середніх тривалостях зайняття АЛ близько 65 с (крім послуг телеголосування, в яких ця тривалість становить приблизно від 7 до 10 с);

Таблиця 2.2 – Усереднені для МТМ питомі інтенсивності навантажень і середні тривалості занять

Параметри	Значення при ємності мережі, тис. номерів			Параметри	Значення
	до 100	100 ÷ 300	понад 300		
$u_{в},$ мЕрл	43	46	50	$t_{в},$ с	85
$u_{вх},$ мЕрл	39	42	45	$t_{вх},$ с	90
$u_{вн},$ мЕрл (для станцій ємністю понад 3500 номерів)	17	19	20	$t_{вн},$ с	80
$u_{ав},$ мЕрл	6	7	8	$t_{ав},$ с	160
$u_{авх},$ мЕрл	5	6	7	$t_{авх},$ с	180
Загальне навантаження АЛ, Ерл	0,11	0,12	0,13	—	—

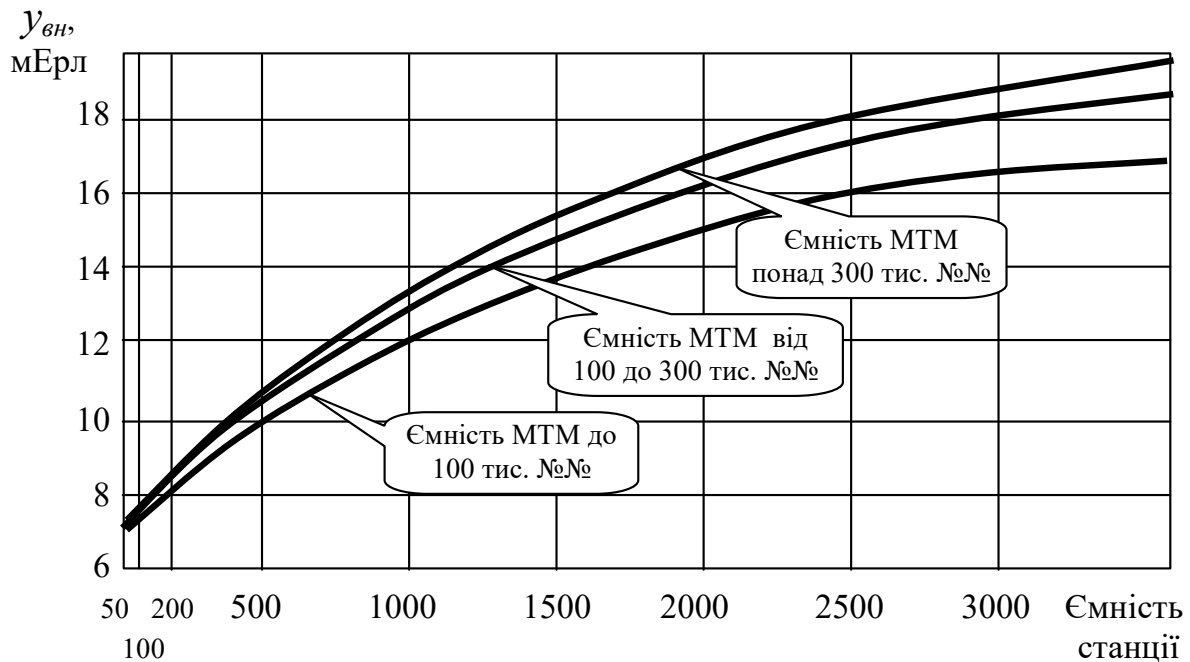


Рисунок 2.1 – Питоме внутрішньостанційне навантаження для міських станцій малої ємності

г) задавати інтенсивності навантажень абонентів основного доступу 2B+D до ISDN в 2,2 ÷ 2,8 разу більшими, ніж для решти абонентів за даними таблиці 2.2 чи 2.3 (залежно від числа терміналів доступу), при середніх тривалостях зайняття каналу В, відповідають даним таблиці 2.2 чи 2.3 для телефонного, відеотелефонного та факсимільного зв'язку, а для сеансів Internet та IP-телефонії – відповідно до пункту б) даного переліку;

Таблиця 2.3 – Усереднені для ТМСР питомі інтенсивності навантажень

Монтована ємність станції, номерів	Значення параметрів					Загальне навантаження АЛ, Ерл
	y_v , мЕрл	y_{vx} , мЕрл	y_{vn} , мЕрл	y_{av} , мЕрл	y_{avx} , мЕрл	
станції райцентру						
64 ÷ 256	30	27	15	4,5	3,5	0,080
256 ÷ 512	32	29	16	4,5	3,5	0,085
512 ÷ 1024	34	30	18	4,5	3,5	0,090
1024 ÷ 2048	37	33	21	5,0	4,0	0,100
2048 ÷ 4096	39	34	23	5,0	4,0	0,105
понад 4096	40	36	25	5,0	4,0	0,110
станції інших міст району, смт, великих ¹⁾ СНП та СНП – центрів сільрад						
64 ÷ 256	27	23	13	4,0	3,0	0,070
256 ÷ 512	30	27	15	4,5	3,5	0,080
512 ÷ 1024	32	29	16	4,5	3,5	0,085
1024 ÷ 2048	34	30	18	4,5	3,5	0,090
2048 ÷ 4096	36	31	19	5,0	4,0	0,095
понад 4096	37	33	21	5,0	4,0	0,100
станції пересічних СНП						
64 ÷ 256	23	20	10	4,0	3,0	0,060
256 ÷ 512	25	22	11	4,0	3,0	0,065
512 ÷ 1024	29	26	12	4,5	3,5	0,075
¹⁾ Маються на увазі СНП з чисельністю мешканців понад 2000. <i>Примітка</i> – Параметри навантаження задані для шлейфового набору номера абонентами. Для станцій, де частка абонентів з тональним набором (DTMF) досягне 70 % чи більше, рекомендується зменшити вихідні навантаження (y_v , y_{vn} , y_{av}) на 5 %.						

д) задавати інтенсивності навантажень ліній місцевих таксофонів (тільки $y_{v.i}$, $y_{vn.i}$) в 1,2 ÷ 1,5 рази більшими, ніж за даними таблиці 2.2 чи 2.3 (залежно від місцезнаходження таксофона) при середніх тривалостях зайняття їх АЛ, що відповідають таблиці 2.2;

е) задавати питомі інтенсивності навантажень міжміських таксофонів ($y_{ав.і}$), екстрених та інформаційних служб ($y_{вх.і}$) рівними відповідно від 0,3 до 0,4; від 0,1 до 0,15 і від 0,2 до 0,35 Ерл при середніх тривалостях зайняття АЛ міжміських таксофонів 160 с та вказаних служб відповідно 55 і 45 с;

ж) задавати середні тривалості зайняття АЛ без врахування категорійної належності абонентів за даними таблиці 2.2 (у тому числі й для абонентів ТМСП);

і) у разі ввімкнення центрів комутації мереж рухомого зв'язку безпосередньо в міську мережу задавати для їх абонентів інтенсивності навантажень і тривалості зайняття на 25 – 40 % меншими, ніж за даними таблиці 2.2;

к) при ввімкненні в проєктовану станцію відомчих АТС (ВАТС) для абонентів останніх задавати питомі параметри навантаження за даними таблиці 2.2 чи 2.3;

л) при впровадженні на проєктованій станції ліній доступу до ISDN на первинній швидкості передбачати максимальну пропускну спроможність одного інтерфейсу PRI рівною 14 Ерл при припустимих втратах викликів 0,003.

2.2 Розрахунок інтенсивності вхідного й вихідного зовнішніх навантажень та внутрішньостанційного навантаження

Система умовних позначень. В подальшому у формулах малі літери у позначають питомі абонентські навантаження, а великі Y – загальні навантаження груп абонентів, пучків ЗЛ тощо. Підрядкові індекси формул мають основну частину і можливе розширення, відділене крапкою. Основна частина містить переважно типові скорочення, що вказують тип навантаження: $в$ – вихідне зовнішнє, $вх$ – вхідне зовнішнє, $вн$ – внутрішньостанційне, $ав$ і $авх$ – вихідне й вхідне при автоматичному міжміському й міжнародному зв'язку, Int – вихідне до Internet, SSP – вихідне до пунктів інтелектуальних послуг. Розширення містить символи $i, j, k (x, z, \dots)$, де завжди i позначає номер категорії абонента згідно з таблицею 2.1; j/k – умовний номер станції, який містить номер (код) вузлового району або групи станцій j та номер (код) станції у вузловому

районі чи групі k ; символи x, z, \dots використовуються для заміни j, k залежно від контексту.

Приклад. $Y_{e,j/k}$ – вихідне зовнішнє навантаження, створюване абонентами станції з умовним номером j/k .

Рекомендації з розрахунку інтенсивності вхідного й вихідного зовнішніх навантажень. У загальному випадку міжстанційні навантаження МТМ розраховуються шляхом послідовного виконання таких кроків:

Крок 1. Для кожної станції j/k мережі знаходять інтенсивності навантажень: вихідного й вхідного зовнішніх

$$Y_{e,j/k} = q_e \sum_i N_{i,j/k} y_{e,i}, \quad Y_{ex,j/k} = q_{ex} \sum_i N_{i,j/k} y_{ex,i}; \quad (2.1)$$

вихідного й вхідного при автоматичному міжміському зв'язку

$$Y_{av,j/k} = q_{av} \sum_i N_{i,j/k} y_{av,i}, \quad Y_{avx,j/k} = q_{avx} \sum_i N_{i,j/k} y_{avx,i}; \quad (2.2)$$

вихідного до мережі Internet та, за потреби, до пункту надання інтелектуальних послуг

$$Y_{Int,j/k} = q_e \sum_i N_{4,i,j/k} y_{Int,i}, \quad (2.3)$$

$$Y_{SSP,j/k} = \sum_x q_{e,x} N_{5,x,j/k} y_{SSP,x}, \quad (2.4)$$

де $N_{i,j/k}$ – кількість абонентів i -ї категорії на станції j/k включно, за потреби, з абонентами, ввімкнених у станцію ВАТС, що мають право виходу на ТМЗК (зокрема $N_{4,i,j/k}$ – число абонентів i -ї категорії з виходом в Internet по телефонній АЛ, $N_{5,x,j/k}$ – число абонентів, що використовують x -у інтелектуальну послугу);

y – задаються згідно з підрозділом 2.1;

q – коефіцієнти, що враховують відмінність навантаження ЗЛ від прогнозованих для АЛ. Ці коефіцієнти знаходять окремо для кожної станції за формулами:

$$q_e = (t_e - \Delta_e) / t_e, \quad q_{ex} = (t_{ex} + \Delta_{ex}) / t_{ex}; \quad (2.5)$$

$$q_{ав} = (t_{ав} - \Delta_{ав}) / t_{ав}, \quad q_{авх} = (t_{авх} + \Delta_{ех}) / t_{авх}; \quad (2.6)$$

$$q_{е.х} = (t_{е.х} - \Delta_{е}) / t_{е.х}, \quad (2.7)$$

де $q_{е.х}$ і $t_{е.х}$ – відповідний коефіцієнт і середня тривалість зайняття для x -ї інтелектуальної послуги;

$\Delta_{е}$ – середні відмінності тривалостей зайняття викликом АЛ і ЗЛ (каналу) при відповідних з'єднаннях.

У загальному випадку для вихідних зовнішніх і автоматичних міжміських з'єднань

$$\Delta_{е} = t_{ГС} + t_{НЦ} m + t_{ВС}; \quad \Delta_{ав} = t_{ГС} + t_{НЦ} m_a + t_{ВС}, \quad (2.8)$$

де $t_{ГС}$ – середня тривалість прослуховування сигналу “готовність станції”, $t_{ГС} = \square 2$ с;

m та m_a – кількість цифр відповідно місцевого й міжміського номера, що приймаються від абонента до початку встановлення з'єднання (визначається алгоритмом обробки викликів на станції; при різних m для різних напрямків у формулу підставляють середнє значення);

$t_{НЦ}$ – середня тривалість набору цифри (1,2 с – шлейфовий; 0,4 с – тональний набір);

$t_{ВС}$ – середня тривалість встановлення з'єднання в межах станції від приймання потрібних цифр до зайняття ЗЛ (звичайно нею можна нехтувати).

Для вхідних зовнішнього місцевого та міжміського зв'язку

$$\Delta_{ех} = t_{НЦ} m_{ех} + t_{ВС}, \quad (2.9)$$

де $m_{ех}$ – кількість цифр, що приймає станція при вхідних з'єднаннях (залежить від її ємності й нумерації абонентів);

$t_{НЦ}$ – середній час приймання цифри (1,0 с – декадний, 0,1 с – багаточастотний код чи R2D і практично нуль при використанні сучасних систем сигналізації – СКС7, АЦСС1; при значеннях, що відрізняються для різних напрямків, у формулу підставляють середнє);

t_{BC} – тривалість встановлення вхідного з'єднання від закінчення приймання номера до ввімкнення виклику в АЛ (близько 0,5 с на координатних і практично нуль на декадно-крокових, квазіелектронних та електронних АТС).

За потреби знаходження навантаження пучків ЗЛ відомчої АТС, ввімкненої в проєктовану станцію, вони розраховуються за формулами (2.1) ÷ (2.4) з урахуванням лише тих абонентів ВАТС, для яких виділено номерний ресурс місцевої мережі.

За наявності на МТМ центрів комутації стільникових мереж рухомого зв'язку вони розглядаються як станції МТМ відповідної ємності.

Станції сільсько-приміської зони, які вмикаються через СПВ, розглядаються як станції МТМ, і навантаження пучка ЗЛ кожної конкретної станції визначається відповідними сумами обслуговуваних навантажень, знайдених за формулами (2.1) ÷ (2.4) з використанням даних таблиці 2.3. Але для зменшення розмірності матриці міжстанційних навантажень рекомендується на подальших кроках розглядати СПВ з підключеними до нього сільськими й приміськими станціями як одну гіпотетичну ОПС сумарної ємності, причому для її абонентів доцільно застосовувати зменшені приблизно на 10 % порівняно з таблицею 2.3 питомі абонентські навантаження y_v та y_{ex} – з тим, щоб врахувати взаємне тяжіння між сільськими й приміськими станціями.

Крок 2. Оскільки питомі абонентські навантаження задаються з певною похибкою, а вихідні й вхідні навантаження розраховуються незалежно, то перевіряється загальний баланс навантажень на мережі, тобто виконання умови

$$\sum_{j,k} Y_{v,j/k} = \sum_{j,k} Y_{ex,j/k} . \quad (2.10)$$

Тут враховується навантаження всіх без винятку станцій мережі. Якщо права й ліва частини рівняння (2.10) відрізняються, то рекомендується уточнити знайдені з виразу (2.1) значення $Y_{ex,j/k}$ множенням їх на поправковий коефіцієнт

$$R = \frac{\sum_{j,k} Y_{e.j/k}}{\sum_{j,k} Y_{ex.j/k}}. \quad (2.11)$$

Рекомендації з розрахунку інтенсивності внутрішньостанційного навантаження. Перелік внутрішньостанційних навантажень, які підлягають розрахунку, визначається об'єктом проектування і типом комутаційного обладнання. У загальному випадку можуть визначатися навантаження внутрішньосистемних ЗЛ (для системи комутації SI2000 – від вузла комутації до вузла доступу) та загальне внутрішньостанційне навантаження

$$Y_{en.j/k} = q_{en} \sum_i N_{i.j/k} y_{en.i}. \quad (2.12)$$

Тут значення y_{en} задаються згідно з п. 2.1, а коефіцієнт –

$$q_{en} = (t_{en} - \Delta_{en}) / t_{en}, \quad (2.13)$$

де Δ_{en} визначається аналогічно Δ_g за формулою (2.8) з урахуванням того, що з'єднання починається після приймання всього номера, а значенням t_{ec} можна знехтувати.

2.3 Розрахунок міжстанційних навантажень

Крок 1. Задаються початкові значення нормованих коефіцієнтів тяжіння. Потрібна повна матриця коефіцієнтів тяжіння $n_{j/k-x/z}$ (від станції j/k до станції x/z) між кожною парою станцій. Рекомендується задавати початкові значення $n_{j/k-x/z}$ в межах:

а) від 1,0 до 1,2 у напрямках з імовірним максимальним тяжінням (наприклад, до станцій, розташованих поблизу чи в центрі міста);

б) від 0,1 до 0,3 і від 0,5 до 0,9 відповідно до і від станцій сільсько-приміської зони (які вмикаються через СПВ);

в) від 0,7 до 0,9 для решти напрямків з урахуванням транспортної віддаленості станцій, їх розміщення одна відносно

одної й центра міста, структурного складу абонентів та інших можливих місцевих факторів впливу.

Крок 2. Розраховується матриця міжстанційних навантажень. Визначаються навантаження між кожною парою станцій, тобто для будь-яких визначених значень умовних номерів станцій j/k та r/s

$$Y_{j/k-r/s} = \frac{Y_{e,j/k} Y_{ex,r/s} n_{j/k-r/s}}{\sum_{z,z \neq k} Y_{ex,j/z} n_{j/k-j/z} + \sum_{x,x \neq j} \sum_z Y_{ex,x/z} n_{j/k-x/z}} \cdot \quad (2.14)$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю 2.4, куди заносяться також визначені за формулою (2.1) оцінки вхідних і вихідних зовнішніх навантажень відповідних станцій мережі.

Таблиця 2.4 – Матриця інтенсивностей міжстанційних навантажень

Від станцій	До станцій					Вихідні навантаження
	...	j/k	...	r/s	...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
j/k	...	—	...	$Y_{j/k-r/s}$...	$Y_{e,j/k}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
r/s	...	$Y_{r/s-j/k}$...	—	...	$Y_{e,r/s}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Вхідні навантаження	...	$Y_{ex,j/k}$...	$Y_{ex,r/s}$...	—

Крок 3. Перевіряється баланс міжстанційних навантажень у таблиці 2.4. Перевірка необхідна, оскільки початкове задання коефіцієнтів тяжіння неминуче має похибки.

За відсутності помилок сума розрахованих міжстанційних навантажень кожного рядка таблиці співпадатиме з відповідним загальним вихідним навантаженням ($Y_{e,j/k}$).

При правильному заданні коефіцієнтів тяжіння сума розрахованих міжстанційних навантажень кожного стовпця має бути близькою до відповідних загальних вхідних навантажень ($Y_{ex,j/k}$). При відхиленнях до 5 % точність дотримання балансу є прийнятною. В іншому випадку необхідно скоригувати

коефіцієнти тяжіння, збільшивши їх в напрямках, що відповідають стовпцям з розрахованими сумами, меншими, ніж відповідні загальні вхідні навантаження, і зменшивши для напрямків, у стовпцях яких це співвідношення є зворотним. При ручних розрахунках рекомендується процентні зміни коефіцієнтів тяжіння робити дещо більшими за процентні відхилення навантажень, а при машинних – задавати інкремент і декремент рівним 0,02.

Потім, використовуючи скориговані коефіцієнти тяжіння, треба повторити *крок 2*, знову перевірити баланс навантажень і так далі до досягнення балансу.

Крок 4. З урахуванням топологічної структури мережі визначаються маршрути всіх потоків навантаження й за даними таблиці 2.4 підраховуються інтенсивності навантажень всіх пучків ЗЛ (для кожного з них знаходять суму тих навантажень, які ним обслуговуються). Для відповідних пучків враховуються навантаження до вузла спецслужб, яке для кожної станції можна приймати рівним близько 2 % від $Y_{e,j/k}$, а також знайдені на *кроці 1* за формулами (2.2) ÷ (2.4) міжміські навантаження, навантаження до мережі Internet й до пунктів надання інтелектуальних послуг.

Навантаження Internet враховується в пучках, якими передається до найближчого пункту ІРОР присутності Internet. Для станції, де організовано ІРОР, підраховується сума значень $Y_{Int,j/k}$ від відповідних станцій мережі, потрібна далі для визначення необхідної ємності модемного пула, який використовує серійні абонентські номери (з розрахунку не вище 0,1 Ерл на один модем на аналогових АТС і не вище 0,3 Ерл – на цифрових АТС). За наявності ІРОР, які надають послуги ІР-телефонії, необхідно враховувати, що до них від відповідних станцій мережі спрямовується ще й певна частка вихідного міжміського (й міжнародного) навантаження з відповідним зменшенням навантаження до АМТС. Ця частка залежить від рівня розвиненості послуг ІР-телефонії й співвідношення їх тарифів з традиційними телефонними. Для кожної МТМ зазначену частку треба прогнозувати індивідуально.

За наявності на МТМ вузлів відомчих АТС (ВАТС), що об'єднують вхідне навантаження від станцій мережі до групи ВАТС, до них передаються вхідні місцеві й міжміські навантаження, розраховані для відповідних ВАТС за формулами (2.1) і (2.2).

2.4 Приклад розрахунку інтенсивності навантаження

2.4.1 Розрахунок інтенсивності навантаження для АТС телефонної мережі залізничного вузла

З метою спрощення розрахунків інтенсивності навантаження для телефонної мережі залізничного вузла будемо проводити окремо від ТМЗК. Одним з результатів розрахунку буде вхідне та вихідне навантаження, що надходить до ТМЗК. У подальшому це навантаження буде використовуватися в якості вихідних даних при розрахунку МТМ.

Схема телефонної мережі залізничного вузла зображена на рисунку 2.2. Вихідні дані представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку телефонної мережі залізничного вузла

АТС	1-3 категорій абонентів	категорії (ISDN)абонентів	q_v	q_{av}	$q_{vx},$ q_{avx}	$q_{вн}$	$\alpha_{ТМЗК}$	$\alpha_{ВАК}$	$\alpha_{СРМ}$	$\alpha_{ВСС}$
ЗАТС1	1000	50	0,9	0,9	1	0,9	0,5	0,2	0,01	0,02
ЗАТС2	500	25	0,9	0,9	1	0,9	0,3	0,2	0,01	0,02
ЗАТС3	300	15	0,9	0,9	1	0,9	0,3	0,2	0,01	0,02

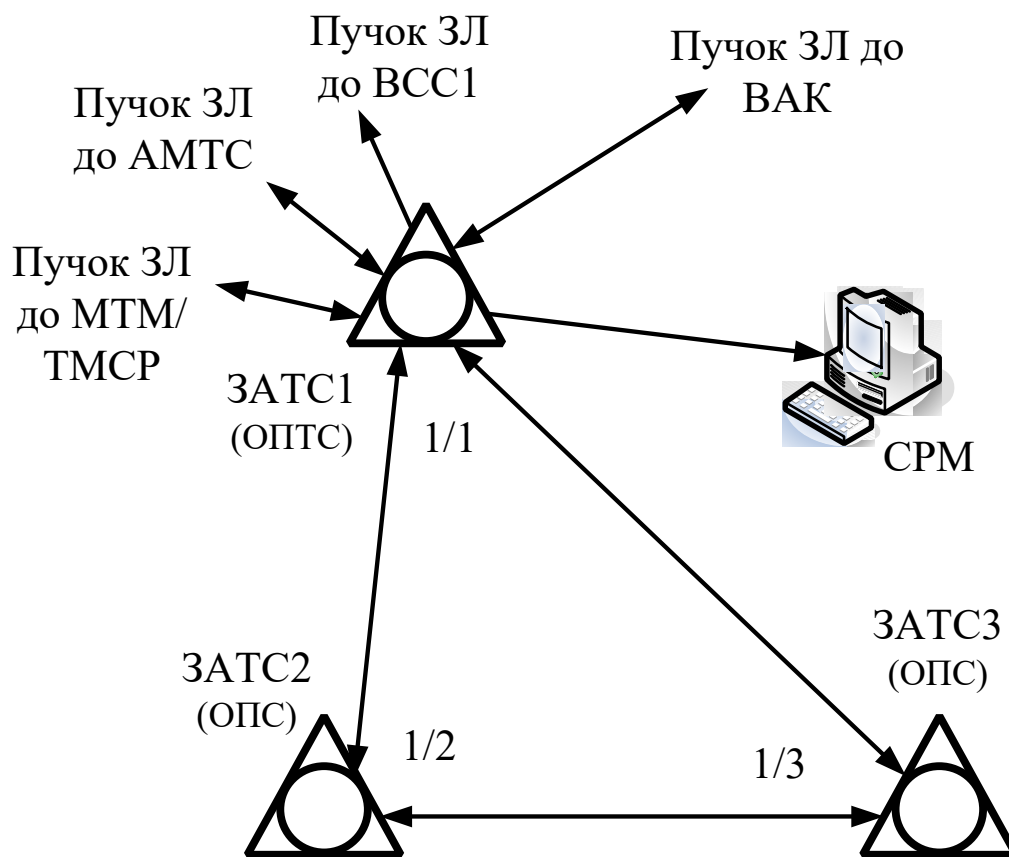


Рисунок 2.2 – Схема телефонної мережі залізничного вузла

Введемо умовну нумерацію АТС: ЗАТС1 – 1/1, ЗАТС2 – 1/2, ЗАТС3 – 1/3.

Згідно з наведеними вище рекомендаціями визначимо абонентське навантаження абонентів категорій 1–3 та 6, користуючись таблицею 2.2, та складемо таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати визначення абонентського навантаження для АТС телефонної мережі залізничного вузла

Параметри	Абонентське навантаження абонентів 1-3 категорій	Абонентське навантаження абонентів 6 категорії (ISDN)
$y_{в}, \text{ мЕрл}$	43	107,5
$y_{вх}, \text{ мЕрл}$	39	97,5
$y_{вн}, \text{ мЕрл}$ (ЗАТС1, ЗАТС2, ЗАТС3)	12, 10, 9	30, 25, 22,5

$y_{ав}, \text{ мЕрл}$	6	15
$y_{авх}, \text{ мЕрл}$	5	12,5

Для кожної станції j/k мережі знайдемо інтенсивності навантажень:

вихідного й вхідного зовнішніх

$$Y''_{e.1/1} = 0,9(1000 \cdot 43 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 107,5 \cdot 10^{-3}) = 43,5 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{e.1/2} = 0,9(500 \cdot 43 \cdot 10^{-3} + 25 \cdot 107,5 \cdot 10^{-3}) = 21,8 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{e.1/3} = 0,9(300 \cdot 43 \cdot 10^{-3} + 15 \cdot 107,5 \cdot 10^{-3}) = 13 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{ax.1/1} = 1000 \cdot 39 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 97,5 \cdot 10^{-3} = 43,9 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{ax.1/2} = 500 \cdot 39 \cdot 10^{-3} + 25 \cdot 97,5 \cdot 10^{-3} = 21,9 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{ax.1/3} = 300 \cdot 39 \cdot 10^{-3} + 15 \cdot 97,5 \cdot 10^{-3} = 13,2 \text{ Ерл};$$

вихідного й вхідного при автоматичному міжміському зв'язку

$$Y_{ав.1/1} = Y_{1/1-AMTC} = 0,9(1000 \cdot 6 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 15 \cdot 10^{-3}) = 6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ав.1/2} = Y_{1/2-AMTC} = 0,9(500 \cdot 6 \cdot 10^{-3} + 25 \cdot 15 \cdot 10^{-3}) = 3 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ав.1/3} = Y_{1/3-AMTC} = 0,9(300 \cdot 6 \cdot 10^{-3} + 15 \cdot 15 \cdot 10^{-3}) = 1,8 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх.1/1} = Y_{AMTC-1/1} = 1000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 5,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх.1/2} = Y_{AMTC-1/2} = 500 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 25 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 2,8 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх.1/3} = Y_{AMTC-1/3} = 300 \cdot 5 \cdot 10^{-3} + 15 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 1,7 \text{ Ерл};$$

Також визначимо загальне внутрішньостанційне навантаження для ЗАТС1:

$$Y_{вн.1/1} = 0,9(1000 \cdot 12 \cdot 10^{-3} + 50 \cdot 30 \cdot 10^{-3}) = 13,5 \text{ Ерл};$$

Далі, використовуючи задані коефіцієнти, необхідно для ЗАТС1 визначити вхідне та вихідне навантаження для напрямків зв'язку до ВАК – $Y_{1/1-ВАК}$, $Y_{ВАК-1/1}$, до ТМЗК – $Y_{1/1-ТМЗК}$, $Y_{ТМЗК-1/1}$, до ВСС1 на МТМ – $Y_{1/1-ВСС}$, внутрішньостанційне для інформаційно-довідкових служб на ЗАТС1 – $Y_{СРМ1/1}$.

Те саме необхідно визначити для ЗАТС2 та ЗАТС3: $Y_{1/2-ВАК}$, $Y_{1/3-ВАК}$, $Y_{ВАК-1/2}$, $Y_{ВАК-1/3}$, $Y_{1/2-ТМЗК}$, $Y_{ТМЗК-1/2}$, $Y_{1/3-ТМЗК}$, $Y_{ТМЗК-1/3}$, $Y_{1/2-ВСС}$, $Y_{1/3-ВСС}$. Оскільки ЗАТС2 та ЗАТС3 не є об'єктами проектування, то розрахунок навантаження для інформаційно-довідкових служб для цих станцій не виконується.

$$Y_{1/1-BAK} = \alpha_{BAK\ 1/1} Y''_{e.1/1} = 0,2 \cdot 43,5 = 8,7 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-BAK} = \alpha_{BAK\ 1/2} Y''_{e.1/2} = 0,2 \cdot 21,8 = 4,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-BAK} = \alpha_{BAK\ 1/3} Y''_{e.1/3} = 0,2 \cdot 13 = 2,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{BAK-1/1} = \alpha_{BAK\ 1/1} Y''_{ex.1/1} = 0,2 \cdot 43,9 = 8,8 \text{ Ерл};$$

$$Y_{BAK-1/2} = \alpha_{BAK\ 1/2} Y''_{ex.1/2} = 0,2 \cdot 21,9 = 4,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{BAK-1/3} = \alpha_{BAK\ 1/3} Y''_{ex.1/3} = 0,2 \cdot 13,2 = 2,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-TM3K} = \alpha_{TM3K\ 1/1} Y''_{e.1/1} = 0,5 \cdot 43,5 = 21,8 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-TM3K} = \alpha_{TM3K\ 1/2} Y''_{e.1/2} = 0,3 \cdot 21,8 = 6,5 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-TM3K} = \alpha_{TM3K\ 1/3} Y''_{e.1/3} = 0,3 \cdot 13 = 3,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{TM3K-1/1} = \alpha_{TM3K\ 1/1} Y''_{ex.1/1} = 0,5 \cdot 43,9 = 22 \text{ Ерл};$$

$$Y_{TM3K-1/2} = \alpha_{TM3K\ 1/2} Y''_{ex.1/2} = 0,3 \cdot 21,9 = 6,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{TM3K-1/3} = \alpha_{TM3K\ 1/3} Y''_{ex.1/3} = 0,3 \cdot 13,2 = 4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-BCC} = \alpha_{BCC\ 1/1} Y''_{e.1/1} = 0,02 \cdot 43,5 = 0,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-BCC} = \alpha_{BCC\ 1/2} Y''_{e.1/2} = 0,02 \cdot 21,8 = 0,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-BCC} = \alpha_{BCC\ 1/3} Y''_{e.1/3} = 0,02 \cdot 13 = 0,3 \text{ Ерл};$$

$$Y_{CPM\ 1/1} = \alpha_{CPM\ 1/1} Y''_{en.1/1} = 0,01 \cdot 13,5 = 0,135 \text{ Ерл}.$$

Тепер необхідно знайти вхідні та вихідні навантаження для кожної ЗАТС, які в подальшому будуть розподілені безпосередньо між цими ЗАТС:

$$Y_{e.j/k} = Y''_{e.j/k} - Y_{j/k-BAK} - Y_{j/k-TM3K} - Y_{j/k-BCC};$$

$$Y'_{ex.j/k} = Y''_{ex.j/k} - Y_{BAK-j/k} - Y_{TM3K-j/k}.$$

Виконуємо розрахунок:

$$\begin{aligned} Y_{e.1/1} &= Y''_{e.1/1} - Y_{1/1-BAK} - Y_{1/1-TM3K} - Y_{1/1-BCC} = \\ &= 43,5 - 8,7 - 21,8 - 0,9 = 12,1 \text{ Ерл}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y'_{ex.1/1} &= Y''_{ex.1/1} - Y_{BAK-1/1} - Y_{TM3K-1/1} = \\ &= 43,9 - 8,8 - 22 = 13,1 \text{ Ерл}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{e.1/2} &= Y''_{e.1/2} - Y_{1/2-BAK} - Y_{1/2-TM3K} - Y_{1/2-BCC} = \\ &= 21,8 - 4,4 - 6,5 - 0,4 = 10,5 \text{ Ерл}; \end{aligned}$$

$$Y'_{ex.1/2} = Y''_{ex.1/2} - Y_{BAK-1/2} - Y_{TMЗK-1/2} =$$

$$= 21,9 - 4,4 - 6,6 = 10,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{e.1/3} = Y''_{e.1/3} - Y_{1/3-BAK} - Y_{1/3-TMЗK} - Y_{1/3-BCC} =$$

$$= 13 - 3,9 - 2,6 - 0,3 = 6,2 \text{ Ерл};$$

$$Y'_{ex.1/3} = Y''_{ex.1/3} - Y_{BAK-1/3} - Y_{TMЗK-1/3} =$$

$$= 13,2 - 2,6 - 4 = 6,6 \text{ Ерл.}$$

Далі перевіряємо загальний баланс навантажень на мережі:

$$Y_{e.1/1} + Y_{e.1/2} + Y_{e.1/3} = 12,1 + 10,5 + 6,2 = 28,8 \text{ Ерл};$$

$$Y'_{ex.1/1} + Y'_{ex.1/2} + Y'_{ex.1/3} = 13,1 + 10,9 + 6,6 = 30,6 \text{ Ерл.}$$

Оскільки права й ліва частини рівняння (2.10) відрізняються

$$\sum_{j,k} Y_{e.j/k} \neq \sum_{j,k} Y_{ex.j/k},$$

то необхідно уточнити знайдені з виразу (2.1) значення $Y_{ex,j/k}$ множенням їх на поправковий коефіцієнт:

$$R = \frac{Y_{e.1/1} + Y_{e.1/2} + Y_{e.1/3}}{Y'_{ex.1/1} + Y'_{ex.1/2} + Y'_{ex.1/3}} = \frac{28,8}{30,6} = 0,94.$$

Розраховуємо уточнені значення $Y_{ex,j/k}$:

$$Y_{ex.1/1} = RY'_{ex.1/1} = 0,94 \cdot 13,1 = 12,3 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ex.1/2} = RY'_{ex.1/2} = 0,94 \cdot 10,9 = 10,2 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ex.1/3} = RY'_{ex.1/3} = 0,94 \cdot 6,6 = 6,2 \text{ Ерл.}$$

Тепер необхідно скласти матрицю міжстанційних навантажень для телефонної мережі залізничного вузла. До цієї матриці повинні увійти тільки навантаження, які замикаються в телефонній мережі залізничного вузла (без врахування навантажень по зовнішніх напрямках зв'язку МТМ, ВСС1, ВАК та АМТС).

Задамо початкові значення нормованих коефіцієнтів тяжіння $n_{j/k-x/z}$ (від станції j/k до станції x/z) згідно з рекомендаціями між кожною парою станцій (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Початкові значення нормованих коефіцієнтів тяжіння

j/k	x/z		
	1/1	1/2	1/3
1/1	–	0,7	0,7
1/2	1,2	–	0,8
1/3	1,2	0,8	–

Розраховуємо елементи матриці міжстанційних навантажень та складаємо таблицю 2.8:

$$Y_{1/1-1/2} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3}} =$$

$$= \frac{12,1 \cdot 10,2 \cdot 0,7}{10,2 \cdot 0,7 + 6,2 \cdot 0,7} = 7,5 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-1/3} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3}} =$$

$$= \frac{12,1 \cdot 6,2 \cdot 0,7}{10,2 \cdot 0,7 + 6,2 \cdot 0,7} = 4,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/3} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3}} =$$

$$= \frac{10,5 \cdot 6,2 \cdot 0,8}{12,3 \cdot 1,2 + 6,2 \cdot 0,8} = 2,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/1} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3}} =$$

$$= \frac{10,5 \cdot 12,3 \cdot 1,2}{12,3 \cdot 1,2 + 6,2 \cdot 0,8} = 7,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/1} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2}} =$$

$$= \frac{6,2 \cdot 12,3 \cdot 1,2}{12,3 \cdot 1,2 + 10,2 \cdot 0,8} = 4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/2} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2}} =$$

$$= \frac{6,2 \cdot 10,2 \cdot 0,8}{12,3 \cdot 1,2 + 10,2 \cdot 0,8} = 2,2 \text{ Ерл.}$$

Таблиця 2.8 – Матриця інтенсивностей міжстанційних навантажень

Від станції	До станції			Вихідні навантаження, $Y_{e,j/k}$
	1/1	1/2	1/3	
1/1	–	7,5	4,6	12,1 (12,1)
1/2	7,9	–	2,6	10,5 (10,5)
1/3	4	2,2	–	6,2 (6,2)
Вхідні навантаження, $Y_{ex,j/k}$	11,9 (12,3)	9,7 (10,2)	7,2 (6,2)	–

Сума навантажень стовпців матриці міжстанційних навантажень (таблиця 2.8) дещо відрізняється від отриманих значень $Y_{ex,j/k}$ у попередніх розрахунках. Тому необхідно скоригувати коефіцієнти тяжіння (таблиця 2.7) та повторити розрахунок.

Для спрощення ручних розрахунків при курсовому проектуванні допускається обмежитися тільки двома ітераціями та прийняти отримані значення навантажень. У даному прикладі приймаємо значення міжстанційних навантажень з таблиці 2.8 та заповнюємо таблицю 2.9, де містяться всі раніше розраховані навантаження для кожної пари станцій.

Таблиця 2.9 – Результати визначення інтенсивностей навантажень між кожною парою станцій чи напрямками

	ЗАТС1	ЗАТС2	ЗАТС3	ВАК	МТМ/ ТМСР (ТМЗК)	АМТС	ВСС
ЗАТС1	–	7,5	4,6	8,7	21,8	6	0,9
ЗАТС2	7,9	–	2,6	4,4	6,5	3	0,4
ЗАТС3	4	2,2	–	2,6	3,9	1,8	0,3
ВАК	8,8	4,4	2,6	–	–	–	–
МТМ/ ТМСР (ТМЗК)	22	6,6	4	–	–	–	–
АМТС	5,6	2,8	1,7	–	–	–	–

Тепер з урахуванням топологічної структури мережі визначаємо маршрути всіх потоків навантаження й за даними таблиці 2.9 та рисунка 2.3 підраховуємо інтенсивності навантажень всіх пучків ЗЛ (для кожного з них знаходимо суму тих навантажень, які ним обслуговуються (таблиця 2.10)).

Таблиця 2.10 – Результати визначення інтенсивностей навантажень всіх пучків ЗЛ

	ЗАТС1	ЗАТС2	ЗАТС3	ВАК	МТМ/ ТМСР (ТМЗК)	АМТС	ВСС
ЗАТС1	–	21,3	12,9	15,7	32,2	10,8	1,6
ЗАТС2	22,2	–	2,6	–	–	–	–
ЗАТС3	12,6	2,2	–	–	–	–	–
ВАК	15,8			–	–	–	–
МТМ/ ТМСР (ТМЗК)	32,6	–	–	–	–	–	–
АМТС	10,1	–	–	–	–	–	–

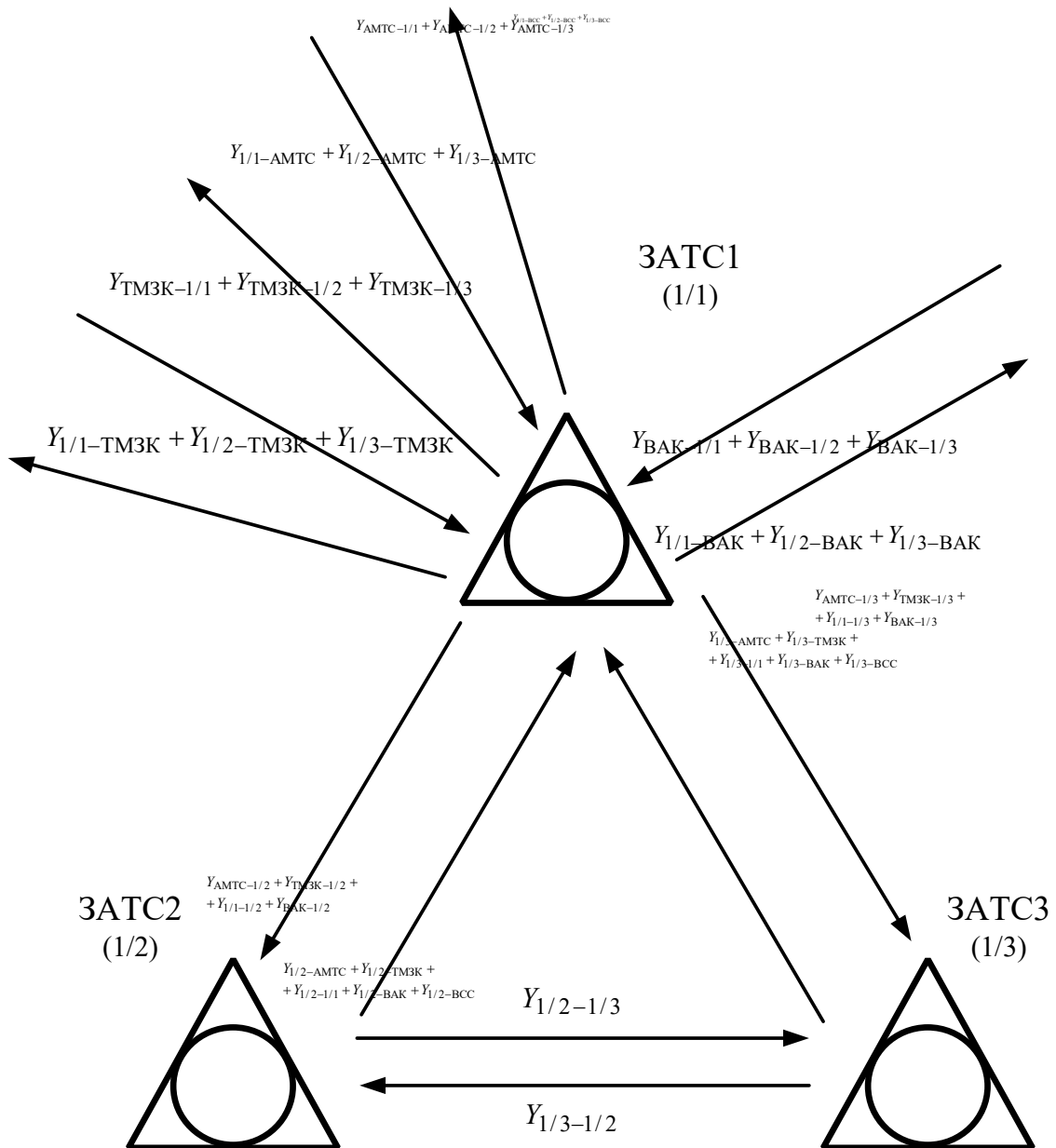


Рисунок 2.3 – Схема розподілу навантаження пучків ЗЛ

2.4.2 Розрахунок інтенсивності навантаження для АТС телефонної мережі сільського району та міської телефонної мережі

Розрахунок інтенсивності вхідного та вихідного навантажень для ЦС ТМСП. Схема телефонної мережі ТМСП зображена на рисунку 2.4. Вихідні дані для розрахунку представлені в таблиці 2.11.

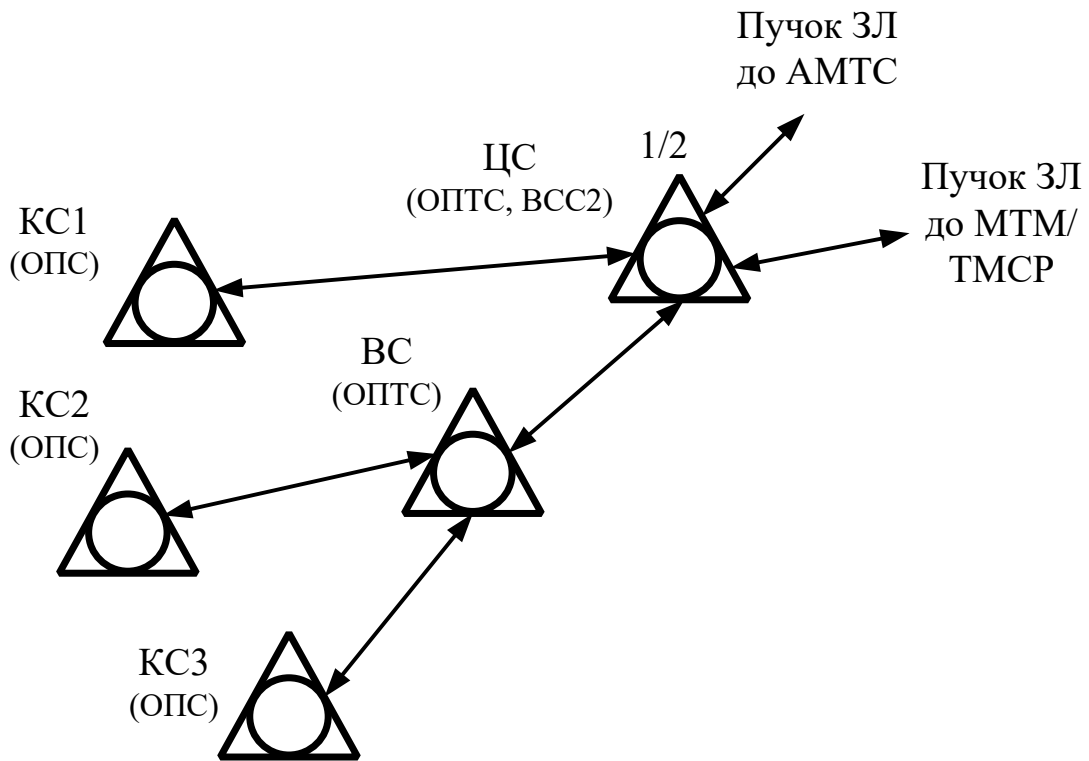


Рисунок 2.4 – Схема ТМСР

Таблиця 2.11 – Вихідні дані для розрахунку навантаження ЦС

АТС (умовна нумерація)	Загальна кількість абонентів 1-3 категорій	Кількість абонентів 6 категорії (ISDN)	q_v	q_{av}	q_{vx}, q_{avx}	q_{vn}
ЦС	2000	–	0,9	0,9	1	0,9
ВС	1000	–	0,9	0,9	1	0,9
КС1	300	–	0,9	0,9	1	0,9
КС2	300	–	0,9	0,9	1	0,9
КС3	300	–	0,9	0,9	1	0,9

Згідно з наведеними вище рекомендаціями визначимо абонентське навантаження, користуючись таблицею 2.3, результати зведемо в таблиці 2.12 – 2.14.

Таблиця 2.12 – Результати визначення абонентського навантаження для ЦС

Параметри	Абонентське навантаження абонентів 1-3 категорій
y_v , мЕрл	37
y_{ex} , мЕрл	33
y_{en} , мЕрл	21
y_{av} , мЕрл	5,0
y_{avx} , мЕрл	4,0

Таблиця 2.13 – Результати визначення абонентського навантаження для ВС

Параметри	Абонентське навантаження абонентів 1-3 категорій
y_v , мЕрл	32
y_{ex} , мЕрл	29
y_{en} , мЕрл	16
y_{av} , мЕрл	4,5
y_{avx} , мЕрл	3,5

Таблиця 2.14 – Результати визначення абонентського навантаження для КС1, КС2, КС3

Параметри	Абонентське навантаження абонентів 1-3 категорій
y_v , мЕрл	25
y_{ex} , мЕрл	22
y_{en} , мЕрл	11
y_{av} , мЕрл	4,0
y_{avx} , мЕрл	3,0

Знайдемо інтенсивності навантажень:
вихідного й вхідного зовнішніх для ЦС, ВС та КС1, КС2, КС3:

$$\begin{aligned}
 Y_{e. \text{ЦС}} &= 0,9 \cdot 2000 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 66,6 \text{ Ерл}; \\
 Y_{e. \text{ВС}} &= 0,9 \cdot 1000 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 28,8 \text{ Ерл}; \\
 Y_{e. \text{КС}} &= Y_{e. \text{КС1}} = Y_{e. \text{КС2}} = Y_{e. \text{КС3}} = 0,9 \cdot 300 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 6,6 \text{ Ерл}; \\
 Y_{ex. \text{ЦС}} &= 2000 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 66 \text{ Ерл}; \\
 Y_{ex. \text{ВС}} &= 1000 \cdot 29 \cdot 10^{-3} = 29 \text{ Ерл};
 \end{aligned}$$

$$Y_{ex. KC} = Y_{ex. KC} = Y_{ex. KC} = 300 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 6,6 \text{ Ерл};$$

вихідного й вхідного при автоматичному міжміському зв'язку

$$Y_{ав. ЦС} = 0,9 \cdot 2000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ав. ВС} = 0,9 \cdot 1000 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ав. КС} = Y_{ав. КС} = Y_{ав. КС} = 0,9 \cdot 300 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 1,1 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх. ЦС} = 2000 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 8 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх. ВС} = 1000 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} = 3,5 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх. КС} = Y_{авх. КС} = Y_{авх. КС} = 300 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ Ерл}.$$

Тепер згідно з рекомендаціями, розглянутими вище, знайдемо сумарне навантаження для гіпотетичної ЦС сумарної ємності:

$$Y''_{с.1/2} = Y_{с. ЦС} + Y_{с. ВС} + 3 \cdot Y_{с. КС} = 66,6 + 28,8 + 3 \cdot 6,6 = 115,2 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{ex.1/2} = Y_{ex. ЦС} + Y_{ex. ВС} + 3 \cdot Y_{ex. КС} = 66 + 29 + 3 \cdot 6,6 = 114,8 \text{ Ерл};$$

вихідного й вхідного при автоматичному міжміському зв'язку

$$\begin{aligned} Y_{ав.1/2} &= Y_{1/2-AMTC} = Y_{ав. ЦС} + Y_{ав. ВС} + 3 \cdot Y_{ав. КС} = \\ &= 9 + 4 + 3 \cdot 1,1 = 16,3 \text{ Ерл} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{авх.1/2} &= Y_{AMTC-1/2} = Y_{авх. ЦС} + Y_{авх. ВС} + 3 \cdot Y_{авх. КС} = \\ &= 8 + 3,5 + 3 \cdot 0,9 = 14,2 \text{ Ерл} \end{aligned}$$

Розрахунок інтенсивності вхідного та вихідного навантажень для АТС міської телефонної мережі. Схема ТМЗК зображена на рисунку 2.5. Вихідні дані представлені в таблиці 2.15.

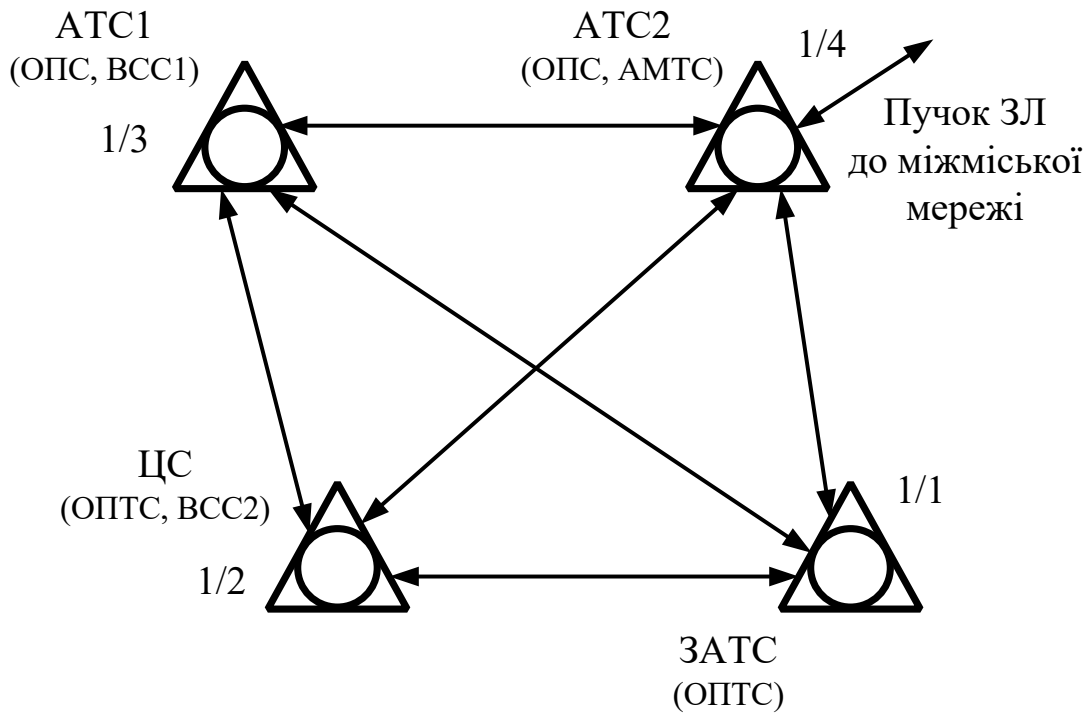


Рисунок 2.5 – Схема МТМ

Таблиця 2.15 – Вихідні дані для розрахунку МТМ

АТС (умовний номер)	Загальна кількість абонентів 1-3 категорій	Кількість абонентів 6 категорій (ISDN)	q_e	q_{av}	$q_{ex},$ q_{avx}	q_{vn}	α_{BCC}
АТС1 (1/3)	5000	–	0,9	0,9	1	0,9	0,02
АТС2 (1/4)	4000	–	0,9	0,9	1	0,9	0,02

Згідно з наведеними вище рекомендаціями визначимо абонентське навантаження абонентів категорій 1–3, користуючись таблицею 2.2, результати зведемо в таблицю 2.16.

Таблиця 2.16 – Результати визначення абонентського навантаження для АТС МТМ

Параметри	Абонентське навантаження абонентів 1-3 категорій
y_e , мЕрл	43
y_{ex} , мЕрл	39
y_{vn} , мЕрл	17
y_{av} , мЕрл	6
y_{avx} , мЕрл	5

Знайдемо інтенсивності навантажень:

вихідного й вхідного зовнішніх

$$Y''_{e.1/3} = 0,9 \cdot 5000 \cdot 43 \cdot 10^{-3} = 193,5 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{e.1/4} = 0,9 \cdot 4000 \cdot 43 \cdot 10^{-3} = 154,8 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{ex.1/3} = 5000 \cdot 39 \cdot 10^{-3} = 195 \text{ Ерл};$$

$$Y''_{ex.1/4} = 4000 \cdot 39 \cdot 10^{-3} = 156 \text{ Ерл};$$

вихідного й вхідного при автоматичному міжміському зв'язку

$$Y_{ав.1/3} = Y_{1/3-AMTC} = 0,9 \cdot 5000 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 27 \text{ Ерл};$$

$$Y_{ав.1/4} = Y_{1/4-AMTC} = 0,9 \cdot 4000 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 21,6 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх.1/3} = Y_{AMTC-1/3} = 5000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 25 \text{ Ерл};$$

$$Y_{авх.1/4} = Y_{AMTC-1/4} = 4000 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 20 \text{ Ерл}.$$

Навантаження для ЦС та ЗАТС вже були розраховані раніше та наведені в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Результати визначення навантаження для ЦС та ЗАТС (з попередніх розрахунків)

Параметри	АТС (x/z)	
	ЦС (1/2)	ЗАТС (1/1)
$Y''_{e.j/k}$, Ерл	115,2	32,2
$Y''_{ex.j/k}$, Ерл	114,8	32,6
$Y_{ав.j/k}$, Ерл ($Y_{j/k-AMTC}$)	16,3	10,8
$Y_{авх.j/k}$, Ерл ($Y_{AMTC-j/k}$)	14,2	10,1
$Y_{1/1-BCC}$	–	1,6

Тепер перевіримо загальний баланс навантажень на мережі:

$$\begin{aligned} Y''_{e.1/1} + Y''_{e.1/2} + Y''_{e.1/3} + Y''_{e.1/4} &= \\ &= (32,2 + 1,6) + 115,2 + 193,5 + 154,8 = 497,3 \text{ Ерл} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y''_{ex.1/1} + Y''_{ex.1/2} + Y''_{ex.1/3} + Y''_{ex.1/4} &= \\ &= 32,6 + 114,8 + 195 + 156 = 498,4 \text{ Ерл} \end{aligned}$$

Оскільки права й ліва частини рівняння (2.10) відрізняються

$$\sum_{j,k} Y_{e.j/k} \neq \sum_{j,k} Y_{ex.j/k},$$

то необхідно уточнити знайдені з виразу (2.1) значення $Y_{ex.j/k}$ множенням їх на поправковий коефіцієнт

$$R = \frac{Y''_{e.1/1} + Y''_{e.1/2} + Y''_{e.1/3} + Y''_{e.1/4}}{Y''_{ex.1/1} + Y''_{ex.1/2} + Y''_{ex.1/3} + Y''_{ex.1/4}} = \frac{497,3}{498,4} = 0,998.$$

Розраховуємо уточнені значення $Y_{ex.j/k}$:

$$\begin{aligned} Y'_{ex.1/1} &= RY''_{ex.1/1} = 0,998 \cdot 32,6 = 32,5 \text{ Ерл}; \\ Y'_{ex.1/2} &= RY''_{ex.1/2} = 0,998 \cdot 114,8 = 114,6 \text{ Ерл}; \\ Y'_{ex.1/3} &= RY''_{ex.1/3} = 0,998 \cdot 195 = 194,6 \text{ Ерл}; \\ Y'_{ex.1/4} &= RY''_{ex.1/4} = 0,998 \cdot 156 = 155,7 \text{ Ерл}. \end{aligned}$$

Далі необхідно розрахувати навантаження, яке надходить до ВСС1 та ВСС2:

$$\begin{aligned} Y_{1/4\text{-ВСС}} &= \alpha_{\text{ВСС}} Y''_{e.1/4} = 0,02 \cdot 154,8 = 3,1 \text{ Ерл}; \\ Y_{1/3\text{-ВСС}} &= \alpha_{\text{ВСС}} Y''_{e.1/3} = 0,02 \cdot 193,5 = 3,9 \text{ Ерл}; \\ Y_{1/2\text{-ВСС}} &= \alpha_{\text{ВСС}} Y''_{e.1/2} = 0,02 \cdot 115,2 = 2,3 \text{ Ерл}. \end{aligned}$$

Розраховуємо вихідні навантаження без частки навантаження до ВСС1 та ВСС2:

$$\begin{aligned} Y_{e.1/4} &= Y''_{e.1/4} - Y_{1/4\text{-ВСС}} = 154,8 - 3,1 = 151,7 \text{ Ерл}; \\ Y_{e.1/3} &= Y''_{e.1/3} - Y_{1/3\text{-ВСС}} = 193,5 - 3,9 = 189,6 \text{ Ерл}; \\ Y_{e.1/2} &= Y''_{e.1/2} - Y_{1/2\text{-ВСС}} = 115,2 - 2,3 = 112,9 \text{ Ерл}. \end{aligned}$$

Заповнюємо таблицю 2.18.

Таблиця 2.18 – Результати визначення навантаження АТС МТМ

Параметри	АТС (x/z)
-----------	-----------

	ЗАТС (1/1)	ЦС (1/2)	АТС1 (1/3)	АТС2 (1/4)
$Y_{e.j/k}$, Ерл	32,2	112,9	189,6	151,7
$Y_{ex.j/k}$, Ерл	32,6	114,8	194,6	155,7
$Y_{ae.j/k}$ ($Y_{j/k-AMTC}$), Ерл	10,8	16,3	27	21,6
$Y_{aex.j/k}$ ($Y_{AMTC-j/k}$), Ерл	10,1	14,2	25	20
$Y_{j/k-BCC}$, Ерл	1,6	2,3	3,9	3,1

Розрахунок інтенсивності міжстанційних навантажень для міської телефонної мережі. Задамо початкові значення нормованих коефіцієнтів тяжіння (таблиця 2.19).

Таблиця 2.19 – Початкові значення нормованих коефіцієнтів тяжіння

j/k	x/z			
	1/1	1/2	1/3	1/4
1/1	-	0,3	1,2	1,2
1/2	0,7	-	0,8	0,8
1/3	0,7	0,2	-	0,9
1/4	0,7	0,2	0,9	-

Розраховуємо елементи матриці міжстанційних навантажень, заповнюємо таблицю 2.20:

$$Y_{1/1-1/2} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{32,2 \cdot 114,8 \cdot 0,3}{114,8 \cdot 0,3 + 194,6 \cdot 1,2 + 155,7 \cdot 1,2} = 2,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-1/3} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{32,2 \cdot 194,6 \cdot 1,2}{114,8 \cdot 0,3 + 194,6 \cdot 1,2 + 155,7 \cdot 1,2} = 16,5 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-1/4} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{32,2 \cdot 155,7 \cdot 1,2}{114,8 \cdot 0,3 + 194,6 \cdot 1,2 + 155,7 \cdot 1,2} = 13,2 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/4} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/4} n_{1/2-1/4}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/2-1/4}} =$$

$$= \frac{112,9 \cdot 155,7 \cdot 0,8}{32,6 \cdot 0,7 + 194,6 \cdot 0,8 + 155,7 \cdot 0,8} = 46,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/3} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/2-1/4}} =$$

$$= \frac{112,9 \cdot 194,6 \cdot 0,8}{32,6 \cdot 0,7 + 194,6 \cdot 0,8 + 155,7 \cdot 0,8} = 58 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/1} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/2-1/4}} =$$

$$= \frac{112,9 \cdot 32,6 \cdot 0,7}{32,6 \cdot 0,7 + 194,6 \cdot 0,8 + 155,7 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/1} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2} + Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}} =$$

$$= \frac{189,6 \cdot 32,6 \cdot 0,7}{32,6 \cdot 0,7 + 114,8 \cdot 0,2 + 155,7 \cdot 0,9} = 23,3 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/2} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2} + Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}} =$$

$$= \frac{189,6 \cdot 114,8 \cdot 0,2}{32,6 \cdot 0,7 + 114,8 \cdot 0,2 + 155,7 \cdot 0,9} = 23,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/4} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2} + Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}} =$$

$$= \frac{189,6 \cdot 155,7 \cdot 0,9}{32,6 \cdot 0,7 + 114,8 \cdot 0,2 + 155,7 \cdot 0,9} = 142,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/4-1/1} = \frac{Y_{e.1/4} Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}} =$$

$$= \frac{151,7 \cdot 32,6 \cdot 0,7}{32,6 \cdot 0,7 + 114,8 \cdot 0,2 + 194,6 \cdot 0,9} = 15,7 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/4-1/2} = \frac{Y_{e.1/4} Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2}}{Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}} =$$

$$= \frac{151,7 \cdot 114,8 \cdot 0,2}{32,6 \cdot 0,7 + 114,8 \cdot 0,2 + 194,6 \cdot 0,9} = 15,8 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/4-1/3} = \frac{Y_{e.1/4} Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}}{Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}} =$$

$$= \frac{151,7 \cdot 194,6 \cdot 0,9}{32,6 \cdot 0,7 + 114,8 \cdot 0,2 + 194,6 \cdot 0,9} = 120,3 \text{ Ерл}.$$

Таблиця 2.20 – Матриця інтенсивностей міжстанційних навантажень МТМ

Від станції	До станції				Вихідні навантаження, $Y_{e,j/k}$
	1/1	1/2	1/3	1/4	
1/1	–	2,4	16,5	13,2	32,1 (32,2)
1/2	8,5	–	58	46,4	112,9 (112,9)
1/3	23,3	23,4	–	142,9	189,6 (189,6)
1/4	15,7	15,8	120,3	–	151,8 (151,7)
Вхідні навантаження, $Y_{ex,j/k}$	47,5 (32,6)	41,6 (114,8)	194,8 (194,6)	202,5 (155,7)	—

Сума елементів стовпців таблиці 2.20 значно відрізняється від раніше заданих значень вхідних навантажень, тому змінюємо елементи матриці коефіцієнтів тяжіння (таблиця 2.21) та повторюємо розрахунок.

Таблиця 2.21 – Скориговані значення нормованих коефіцієнтів тяжіння

j/k	x/z			
	1/1	1/2	1/3	1/4
1/1	-	0,8	1,2	0,9
1/2	0,5	-	0,8	0,6
1/3	0,5	0,6	-	0,7
1/4	0,5	0,6	0,9	-

Розраховуємо елементи матриці міжстанційних навантажень:

$$Y_{1/1-1/2} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{32,2 \cdot 114,8 \cdot 0,8}{114,8 \cdot 0,8 + 194,6 \cdot 1,2 + 155,7 \cdot 0,9} = 6,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-1/3} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{32,2 \cdot 194,6 \cdot 1,2}{114,8 \cdot 0,8 + 194,6 \cdot 1,2 + 155,7 \cdot 0,9} = 16,2 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/1-1/4} = \frac{Y_{e.1/1} Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}}{Y_{ex.1/2} n_{1/1-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/1-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{32,2 \cdot 155,7 \cdot 0,9}{114,8 \cdot 0,8 + 194,6 \cdot 1,2 + 155,7 \cdot 0,9} = 9,7 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/4} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/4} n_{1/2-1/4}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/2-1/4}} =$$

$$= \frac{112,9 \cdot 155,7 \cdot 0,6}{32,6 \cdot 0,5 + 194,6 \cdot 0,8 + 155,7 \cdot 0,6} = 39,7 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/3} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{112,9 \cdot 194,6 \cdot 0,8}{32,6 \cdot 0,5 + 194,6 \cdot 0,8 + 155,7 \cdot 0,6} = 66,2 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/2-1/1} = \frac{Y_{e.1/2} Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/2-1/1} + Y_{ex.1/3} n_{1/2-1/3} + Y_{ex.1/4} n_{1/1-1/4}} =$$

$$= \frac{112,9 \cdot 32,6 \cdot 0,5}{32,6 \cdot 0,5 + 194,6 \cdot 0,8 + 155,7 \cdot 0,6} = 6,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/1} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2} + Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}} =$$

$$= \frac{189,6 \cdot 32,6 \cdot 0,5}{32,6 \cdot 0,5 + 114,8 \cdot 0,6 + 155,7 \cdot 0,7} = 15,9 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/2} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2} + Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}} =$$

$$= \frac{189,6 \cdot 114,8 \cdot 0,6}{32,6 \cdot 0,5 + 114,8 \cdot 0,6 + 155,7 \cdot 0,7} = 67,3 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/3-1/4} = \frac{Y_{e.1/3} Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}}{Y_{ex.1/1} n_{1/3-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/3-1/2} + Y_{ex.1/4} n_{1/3-1/4}} =$$

$$= \frac{189,6 \cdot 155,7 \cdot 0,7}{32,6 \cdot 0,5 + 114,8 \cdot 0,6 + 155,7 \cdot 0,7} = 106,4 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/4-1/1} = \frac{Y_{e.1/4} Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1}}{Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}} =$$

$$= \frac{151,7 \cdot 32,6 \cdot 0,5}{32,6 \cdot 0,5 + 114,8 \cdot 0,6 + 194,6 \cdot 0,9} = 9,5 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/4-1/2} = \frac{Y_{e.1/4} Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2}}{Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}} =$$

$$= \frac{151,7 \cdot 114,8 \cdot 0,6}{32,6 \cdot 0,5 + 114,8 \cdot 0,6 + 194,6 \cdot 0,9} = 40,1 \text{ Ерл};$$

$$Y_{1/4-1/3} = \frac{Y_{e.1/4} Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}}{Y_{ex.1/1} n_{1/4-1/1} + Y_{ex.1/2} n_{1/4-1/2} + Y_{ex.1/3} n_{1/4-1/3}} =$$

$$= \frac{151,7 \cdot 194,6 \cdot 0,9}{32,6 \cdot 0,5 + 114,8 \cdot 0,6 + 194,6 \cdot 0,9} = 102 \text{ Ерл}.$$

Приймаємо значення міжстанційних навантажень з таблиці 2.22 та заповнюємо таблицю 2.23, де містяться всі раніше розраховані навантаження для кожної пари станцій.

Таблиця 2.22 – Матриця інтенсивностей міжстанційних навантажень МТМ (друга ітерація)

Від станції	До станції				Вихідні навантаження, $Y_{e,j/k}$
	1/1	1/2	1/3	1/4	
1/1	–	6,4	16,2	9,7	32,3 (32,2)
1/2	6,9	–	66,2	39,7	112,8 (112,9)
1/3	15,9	67,3	–	106,4	189,6 (189,6)
1/4	9,5	40,1	102	–	151,6 (151,7)
Вхідні навантаження, $Y_{ex,j/k}$	32,3 (32,6)	113,8 (114,8)	184,4 (194,6)	155,8 (155,7)	–

Таблиця 2.23 – Результати визначення інтенсивностей міжстанційних навантажень

АТС (j/k)	АТС (x/z)						
	ЗАТС (1/1)	ЦС (1/2)	АТС1 (1/3)	АТС2 (1/4)	АМТС (1/4)	ВСС1 (1/3)	ВСС2 (1/2)
ЗАТС (1/1)	–	6,4	16,2	9,7	10,8	1,6	–
ЦС (1/2)	6,9	–	66,2	39,7	16,3	–	2,3
АТС1 (1/3)	15,9	67,3	–	106,4	27	3,9	–
АТС2 (1/4)	9,5	40,1	102	–	21,6	3,1	–
АМТС (1/4)	10,1	14,2	25	20	–	–	–

Оскільки МТМ має повнозв'язну структуру («кожна АТС з кожною АТС»), а пучки ЗЛ до ВСС та АМТС в загальному випадку розраховуються окремо (можливі різні значення ймовірності втрат викликів), то ця таблиця також буде визначати інтенсивності навантажень всіх пучків ЗЛ, за винятком навантаження від (до) АМТС до (від) ВАК I(II) міжміської телефонної мережі. Це навантаження можна розрахувати за такими формулами:

$$Y_{\text{АМТС-ВАК(II)}} = \sum_{j,k} Y_{av. j/k} = \sum_{j,k} Y_{j/k-AMTC} =$$

$$= 10,8 + 16,3 + 27 + 21,6 = 75,7 \text{ Ерл};$$

$$Y_{\text{ВАК(II)-АМТС}} = \sum_{j,k} Y_{av. j/k} = \sum_{j,k} Y_{AMTC-j/k} = 10,1 + 14,2 + 25 + 20 = 69,3 \text{ Ерл}.$$

3 РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ З'ЄДНУВАЛЬНИХ ЛІНІЙ, РОБОЧИХ МІСЦЬ ОПЕРАТОРІВ ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВИХ СЛУЖБ ТА КАНАЛІВ СИГНАЛІЗАЦІЇ СКС7

3.1 Розрахунок кількості з'єднувальних ліній

При розрахунках кількості ЗЛ повинні застосовуватися такі норми припустимих втрат викликів:

– для пучків міжстанційних ЗЛ (груп каналів) одно- й двобічної дії (включно з ЗЛ до і від СПВ, вузла відомчих телефонних станцій ВВТС, ВАТС) – 0,005;

– для пучків універсальних ЗЛ до опорно-транзитних станцій, що концентрують вихідне і/або вхідне міжміське навантаження чи навантаження до вузла спецслужб, – 0,003;

– для пучків замовно-з'єднувальних ліній (ЗЗЛ) до АМТС – 0,005, якщо вона знаходиться в цьому самому місті, та 0,010, якщо в іншому;

– для пучків міжміських ЗЛ (ЗЛМ) – 0,001;

– для пучків ЗЛ до вузлів спецслужб – 0,001;

– для пучків ЗЛ виносних абонентських модулів (ВАМ) та підстанцій – 0,003.

– для груп ліній з серійним пошуком – система робочих місць операторів з функціями обслуговування міжміських з'єднань – 0,003, без цих функцій – 0,01.

Кількість з'єднувальних ліній одно- й двобічної дії між станціями і вузлами місцевих телефонних мереж визначається в залежності від розрахованого навантаження, нормативних втрат викликів і типу станційного обладнання. Розглянемо методику розрахунку кількості ЗЛ.

Кількість з'єднувальних ліній одно- й двобічної дії між цифровими станціями визначається за першою формулою Ерланга, що встановлює залежність між втратами викликів P , середньою інтенсивністю навантаження Y групи пристроїв (пучка ЗЛ) і числом цих пристроїв v .

Рекомендується використовувати модифіковану першу формулу Ерланга (3.1), яка враховує дисперсію σ^2 коливань інтенсивності навантаження відносно середнього значення:

$$P = \frac{S}{\sum_{i=0}^v \exp\left[\frac{-(i - 2 \cdot Y + v) \cdot (i - v)}{2 \cdot Y \cdot S}\right]} \cdot \left[1 - \frac{1 + \frac{v - Y}{\sqrt{Y \cdot S}}}{k + \frac{5}{S^2 - 1}} \right]. \quad (3.1)$$

У цій формулі коефіцієнт k залежить від закону розподілу тривалості зайнять. Загалом статистичні дані найкраще

узгоджуються з використанням $k = 2,92$. Формула (3.1) табульована (додаток В) для $k = 2,92$ в залежності від коефіцієнта скупченості навантаження $S = \sigma^2/Y$ і нормативних втрат (таблиця В.1 – для втрат 0,001, 0,003 і 0,005; таблиця В.2 – для втрат 0,01, 0,02 і 0,03). Реальні значення S знаходяться, як правило, в межах від 2 до 10, у середньому від 2 для значних до 4 для малих навантажень. Для зручності користування в таблицях додатка В товщиною шрифту виділено навантаження, відповідні рекомендованим значенням S , та кількості ліній, кратні 30 (числу каналів навантаження тракту Е1).

Потрібна кількість n цифрових трактів Е1 (2048 кбіт/с) напрямку зв'язку визначається за формулою

$$n = \lceil v / v_{\text{нав}} \rceil, \quad (3.2)$$

де v – розрахована кількість ЗЛ напрямку;

$v_{\text{нав}}$ – число каналів тракту для передавання корисного навантаження (30 або, за наявності СКС7, що обслуговує відповідний напрямок зв'язку, 31, але за винятком трактів, де організовані ланки СКС7).

Зворотні дужки у формулі (3.2) означають округлення до більшого цілого.

Оскільки недоцільно організовувати тракт заради одного-двох каналів, то рекомендується далі зробити перевірку за формулою

$$v_{\text{нав}} - (v_{\text{нав}} n - v) < x. \quad (3.3)$$

Якщо різниця не перевищує число каналів x , прийняте як доцільне для утворення нового тракту, то задається $n := n - 1$ (рекомендується обирати x від 2 до 3).

Приклад. Оскільки об'єктом проектування є ЗАТС, то будемо визначати кількість з'єднувальних ліній тільки для неї. Для розглядуваного прикладу всі ЗЛ є двобічними, а АТС – цифровими з функціями ISDN. Оскільки в попередніх розрахунках було визначено навантаження однобічних пучків ЗЛ,

то тепер необхідно визначити навантаження для двобічних пучків ЗЛ.

Визначимо кількість з'єднувальних ліній між ЗАТС та АТС1. Станція АТС1 виконує функції ОПС та ВСС1. Таким чином, цим напрямком надходить навантаження як до ВСС1, так і до ОПС. Далі визначаємо норму втрат викликів для цього випадку – 0,003 та знаходимо навантаження на двобічну ЗЛ як суму окремих навантажень:

$$Y_{ЗАТС \leftrightarrow АТС1}^{ЗЛ} = Y_{ЗАТС-АТС1} + Y_{АТС1-ЗАТС} + Y_{ЗАТС-ВСС} = 16,2 + 15,9 + 1,6 = 33,7 \text{ Ерл.}$$

Користуючись додатком А, визначаємо, що для даного навантаження $S=3$, тому кількість з'єднувальних ліній у цьому напрямку – $v_{ЗАТС \leftrightarrow АТС1}^{ЗЛ} = 55$.

Визначаємо потрібну кількість цифрових трактів Е1 (2048 кбіт/с) в припущенні використання 2 каналів для сигналізації СКС7:

$$n = \left\lceil \frac{v_{ЗАТС \leftrightarrow АТС1}^{ЗЛ} + 2}{31} \right\rceil = \left\lceil \frac{55 + 2}{31} \right\rceil = 2.$$

3.2 Розрахунок кількості робочих місць операторів інформаційно-довідкових служб

За потреби визначення кількості робочих місць операторів певної інформаційно-довідкової служби, зокрема організованої на центрі обробки викликів (Call-center), необхідно оцінити навантаження до x -ої інформаційно-довідкової служби $Y_{ДЦx}$.

Якщо для розраховуваної служби передбачається режим обслуговування викликів з відмовами, то потрібна кількість робочих місць визначається за формулою (3.1) при $Y = Y_{ДЦx}$ і втратах викликів, визначених для відповідної служби в п. 3.1.

У разі обслуговування викликів з очікуванням потрібну кількість робочих місць v знаходять з другої формули Ерланга, яку для зручності розрахунків виражено через першу формулу Ерланга (3.1):

$$P_{Оч} = vP / [v - Y_{ДЦx} (1 - P)], \quad (3.4)$$

де $P_{Oч}$ – припустима ймовірність встановлення вхідного виклику на очікування, яку рекомендується приймати рівною 0,01;
 P – результат розрахунку за формулою (3.1) при $Y = Y_{ДСx}$ і заданому значенні v .

Розрахунки за формулою (3.4) виконують методом підбору в такій послідовності:

а) задають початкове значення P , що дорівнює нормативному $P_{Oч}$, і за таблицею В.2 розраховують перше наближення до результату $v^{(1)}$ (його треба визначити з точністю до однієї лінії, що може потребувати інтерполювання в таблиці);

б) при $v = v^{(1)}$ розраховують $P_{Oч}$ і порівнюють з нормою (0,01) (якщо $P_{Oч}$ не перевищує норму, розрахунок v закінчено);

в) в іншому випадку задають друге наближення до результату $v^{(2)} = v^{(1)} + 1$ і при $v = v^{(2)}$ розраховують нове значення P шляхом відповідного інтерполювання в таблиці В.2 (можливо й В.1) або безпосередньо за формулою (3.1) та при новому P знову знаходять $P_{Oч}$ за формулою (3.4) і порівнюють з нормою;

г) за потреби повторюють дії п. в) з новим наближенням до результату $v = v^{(3)} = v^{(2)} + 1$, потім, можливо, $v = v^{(4)} = v^{(3)} + 1$ і так далі, доки розраховане значення $P_{Oч}$ не стане таким, що не перевищує норму.

У будь-якому разі після знаходження числа робочих місць рекомендується оцінити розрахункове питома навантаження на одне робоче місце $u_{ДС} = Y_{ДС} / v$ і, якщо воно перевищує 0,5 Ерл, прийняти $v = Y_{ДС} / 0,5$.

Норми завантаження одного робочого місця в Ерлангах відсутні, але значення 0,5 Ерл відповідає достатньо інтенсивному завантаженню оператора.

Приклад. Розрахуємо кількість робочих місць операторів системи СРМ з функціями обслуговування міжміських з'єднань, що працює в режимі обслуговування викликів з відмовами. Нехай $Y_{СРМ} = 0,6$ Ерл.

Знайдемо, що для цього випадку норма припустимих втрат викликів складе 0,003. За допомогою таблиці В.1 визначаємо кількість робочих місць – $v_{СРМ} = 5$. Зазначимо, що для організації

системи CPM необхідно передбачити 5 цифрових АЛ основного доступу 2B+D до ISDN.

3.3 Розрахунок кількості каналів сигналізації СКС7

При проектуванні мережі СКС7 для гарантування відсутності перевантажень каналів СКС7 й забезпечення достатнього резерву на випадок форс-мажорних ситуацій (зокрема для організації обхідних шляхів при пошкодженнях ланок чи маршрутів сигналізації) рекомендується виходити з максимально припустимого використання каналу сигналізації $u_{\text{КС}} = 0,2$ Ерл, а використання кожного каналу корисного навантаження (ЗЛ) обслуговуваних напрямків зв'язку задавати відповідним максимально припустимому $u_{\text{ЗЛ}} = 0,8$ Ерл незалежно від реального навантаження (останнє – лише при визначенні числа каналів сигналізації).

При розрахунку кількості каналів СКС7 – $v_{\text{КС}}$ враховується, що для кожного виклику залежно від варіантів його обслуговування у СКС7 передається певна послідовність сигнальних одиниць (SU) з середньою загальною довжиною:

- L_p , якщо виклик закінчується розмовою (з імовірністю k_p);
- L_n – у разі невідповіді абонента (з імовірністю k_n);
- L_z – у разі його зайнятості (з імовірністю k_z).

Тоді загальна довжина сигнальної інформації (число байтів) в ГНН для обслуговуваних напрямків зв'язку, що мають у сукупності $v_{\text{ЗЛ}}$ каналів корисного навантаження, становитиме

$$L_{\Sigma} = v_{\text{ЗЛ}} u_{\text{ЗЛ}} k (k_p L_p + k_n L_n + k_z L_z) 3600 / t, \quad (3.5)$$

де k – коефіцієнт, що враховує наявність у СКС7 інших сигнальних повідомлень, крім основних, пов'язаних з обслуговуванням викликів (за статистичними оцінками, $k \approx 1,1$);

t – середня тривалість обслуговування одного виклику (зайняття каналу корисного навантаження) в секундах, яку припускається визначати як середньозважене за

складовими навантаження пучка ЗЛ від відповідних значень з таблиці 2.2;

k_p, k_n, k_z – частки викликів, що закінчилися розмовою, невідповіддю й зайнятістю абонента (рекомендується задавати їх відповідно рівними 0,45; 0,3 та 0,25);

L_p, L_n, L_z – довжини послідовностей сигнальних одиниць, які рекомендується задавати рівними середньостатистичним значенням, отриманим з аналізу реальних потоків: $L_p = 84$ байти, $L_n = 71$ байт, $L_z = 58$ байтів (однак слід мати на увазі, що при появі абонентів ISDN параметри L_p, L_n, L_z матимуть тенденцію до зростання, тому повинні будуть уточнюватися).

Як правило, для кожного розмовного з'єднання передаються п'ять сигнальних одиниць (IAM, ACM, ANM, REL, RLC), при невідповіді абонента – чотири SU (IAM, ACM, REL, RLC), а при його зайнятості – три SU (IAM, REL, RLC), що дозволяє оцінити середньостатистичні L_p, L_n, L_z . Рекомендовані значення отримано в умовах відсутності абонентів ISDN і нехтування малого рівня впровадження додаткових та інтелектуальних послуг.

При швидкості передавання 64 кбіт/с (8000 байт/с), припустимому використанні каналу сигналізації y_{kc} і з урахуванням двобічного використання каналу за ГНН у СКС7 можна передати $L_{kc} = 57,6 \cdot 10^6 \cdot y_{kc}$ байтів корисної сигнальної інформації. Тоді потрібне число каналів сигналізації v_{kc} в з'єднаному режимі з урахуванням резервування за принципом $n + 1$ становить

$$v_{kc} = \lceil L_{\Sigma} / L_{kc} \rceil + 1 = \lceil v_{зл} y_{зл} k (k_p L_p + k_n L_n + k_z L_z) \cdot 62,5 \cdot 10^{-6} / y_{kc} t \rceil + 1. \quad (3.6)$$

Тут зворотні дужки означають округлення взятого в них виразу до цілого в більший бік.

Якщо застосовано квазіз'єднаний режим роботи мережі СКС7 з різними шляхами для корисного і сигнального навантаження, то у формулу (3.6) входить значення $v_{зл}$ для всіх

обслуговуваних маршрутом сигналізації пучків передавання корисного навантаження, а результатом $v_{КС}$ є число каналів маршруту сигналізації.

Якщо передбачено кілька маршрутів сигналізації для обслуговування одного й того самого корисного навантаження, то рекомендується розділяти сигнальне навантаження між цими маршрутами з урахуванням їх довжини, якості цифрових трактів (перевагу слід надавати трактам SDH), пропускної спроможності і статистики відмов наявних транзитних пунктів сигналізації.

Приклад. Розрахуємо кількість каналів сигналізації СКС7 для таких умов: $v_{ЗЛ}=3000$, $y_{ЗЛ}=0,8$ Ерл, $k = 1,1$, $y_{КС} = 0,2$ Ерл, $L_p = 84$ байти, $L_n = 71$ байт, $L_3 = 58$ байтів, $k_p = 0,45$, $k_n = 0,3$, $k_3 = 0,25$, $t = 119$ с.

$$v_{КС} =] v_{ЗЛ} y_{ЗЛ} k (k_p L_p + k_n L_n + k_3 L_3) \cdot 62,5 \cdot 10^{-6} / y_{КС} t [+ 1 =$$

$$=] 3000 \cdot 0,8 \cdot 1,1 (0,45 \cdot 84 + 0,3 \cdot 71 + 0,25 \cdot 58) \times$$

$$\times 62,5 \cdot 10^{-6} / 0,2 \cdot 119 [+ 1 =] 3000 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 73,6 \times$$

$$\times 62,5 \cdot 10^{-6} / 0,2 \cdot 119 [+ 1 =] 0,5 [+ 1 = 2.$$

4 РОЗРАХУНОК ОБСЯГУ ОБЛАДНАННЯ ПРОЕКТОВАНОЇ АТС

На основі попередніх розрахунків складається таблиця розподілу каналів, ланок сигналізації СКС7 та трактів 2 Мбіт/с по напрямках зв'язку (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Розподіл каналів, ланок сигналізації СКС7 та трактів 2 Мбіт/с по напрямкам зв'язку для ЗАТС1

Параметр	Напрямок					
	ЗАТС2	ЗАТС3	ЦС	АТС1	АТС2	ВАК
Кількість каналів корисного навантаження	70	46	28	55	65	57
Кількість каналів СКС7 (тип сигналізації)	АЦСС1	АЦСС1	2	2	2	2
Кількість трактів 2 Мбіт/с	3	2	1	2	3	2

На основі таблиці 4.1 та завдання на курсовий проект складається таблиця з вихідними даними для проектування АТС (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Вихідні дані для проектування АТС SI2000

Кількість абонентів з аналоговими телефонними апаратами	1000
Кількість абонентів з цифровими телефонними апаратами (ISDN, інтерфейс U)	55 (50 + 5 для системи СРМ)
Кількість трактів 2 Мбіт/с	13
Кількість каналів для сигналізації СКС 7	8
Кількість трактів 2 Мбіт/с з підтримкою АЦСС1	5

4.1 Розрахунок обсягу обладнання вузла доступу

Для розрахунку кількості модулів MLC необхідно визначити максимальну кількість абонентів, які можуть бути підключені до одного модуля MLC, що в свою чергу залежить від кількості з'ємних блоків модуля MLC, що визначається як

$$N_{SAx} + N_{SBx} + N_{TAx} \leq 22, \quad (4.1)$$

де N_{SAx} – кількість блоків SAx для аналогових абонентів;
 N_{SBx} – кількість блоків SBx для абонентів ISDN;
 N_{TAx} – кількість блоків TAx для аналогових сигналізацій;

У формулі (4.1) число 22 – це максимальна кількість знімних блоків (SAx/SBx/TAx), що можуть бути встановлені в модуль MLC.

Мінімальний крок зміни ємності в модулі MLC складає:

- 32 аналогових абоненти (ємність одного блока SAA чи SAC);
- 16 абонентів ISDN (ємність одного блока SBA чи SBC);
- 8 портів для аналогових двобічних ЗЛ (ємність блока TAx);

Таким чином, максимальна ємність одного модуля MLC складе $22 \cdot 32 = 704$ аналогових абонентів, чи $22 \cdot 16 = 352$ абонентів ISDN.

Загальна кількість блоків SAx для аналогових абонентів та SBx для абонентів ISDN для проекрованої АТС та кількість модулів MLC (за відсутності блоків ТАх) визначаються за такими формулами:

$$N_{SAx} = \left\lceil \frac{N_{\text{ан. абон.}}}{32} \right\rceil; \quad (4.1)$$

$$N_{SBx} = \left\lceil \frac{N_{\text{цифр. абон.}}}{16} \right\rceil; \quad (4.2)$$

$$N_{MLC} = \left\lceil \frac{N_{SAx} + N_{SBx}}{22} \right\rceil. \quad (4.3)$$

Крім трактів 2 Мбіт/с, для зовнішніх напрямків зв'язку необхідно визначити кількість трактів 2 Мбіт/с для організації інтерфейсу V5.2 між вузлом комутації SN та вузлами доступу AN (між MCA та MLC).

У модуль MLC може бути встановлено до 4 блоків TPE, що дозволяє підключити до 16 трактів 2 Мбіт/с (кожний блок TPE створює один інтерфейс J з максимальною кількістю трактів 2 Мбіт/с – 4).

Організований для стику MLC із MCA протокол V5.2 передбачає концентрацію абонентського навантаження. У загальному випадку кількість каналів (і відповідно трактів 2 Мбіт/с) повинна визначатися на основі розрахунку навантаження для кожного MLC з умов забезпечення норми втрат викликів 0,003.

Але оскільки кількість каналів в інтерфейсі V5.2 може бути змінена тільки з дискретністю 30 каналів (1 тракт 2 Мбіт/с), то з метою спрощення розрахунків коефіцієнт концентрації в типових проектах (при відносно малій кількості абонентів ISDN, які мають підвищене навантаження) рекомендується брати рівним 8 при номінальних значеннях навантаження, тобто на кожні 8 аналогових абонентських ліній приходиться одна з'єднувальна. Тоді для одного модуля MLC з максимальною ємністю 704 абонентських ліній одержуємо $704 / 8 = 88$ сполучних ліній, що відповідає трьом трактам 2 Мбіт/с. Таким чином, при курсовому

проектуванні кількість трактів 2 Мбіт/с інтерфейсу V5.2 між одним модулем MLC з номером k та модулем MCA – $N_{2\text{Мбіт/с } k}^{V5.2}$ будемо визначати так:

$$N_{2\text{Мбіт/с } k}^{V5.2} = \left\lceil \frac{N_{\text{ан. абон. } k}}{8 \cdot 30} \right\rceil = \left\lceil \frac{N_{\text{ан. абон. } k}}{240} \right\rceil, \quad (4.4)$$

де $N_{\text{ан. абон. } k}$ – кількість абонентів з аналоговими телефонними апаратами, що підключені до k -го модуля MLC.

Загальна кількість трактів 2 Мбіт/с для організації інтерфейсу V5.2 $N_{2\text{Мбіт/с}}^{V5.2}$ визначається як

$$N_{2\text{Мбіт/с}}^{V5.2} = \sum_{k=1}^{N_{\text{MLC}}} N_{2\text{Мбіт/с } k}^{V5.2}. \quad (4.5)$$

Також необхідно враховувати обмеження відносно кількості одночасно оброблюваних сигнальних каналів на блоці CDB, які виражені такою рівністю:

кількість інтерфейсів V5.2 + кількість трактів 2 Мбіт/с з
сигналізацією АЦСС1 + кількість каналів управління PPP +
+ кількість інтерфейсів J = 16.

Обмеження при інтерфейсах V5.2:

- максимальна кількість трактів 2 Мбіт/с на інтерфейс J – 4;
- максимальна кількість інтерфейсів V5.2 – 5.

Для передачі інформації керування по протоколу PPP можна резервувати в одному тракті 2 Мбіт/с кілька каналів 64 кбіт/с, але для одного тракту керування можна використовувати тільки один канал 64 кбіт/с.

Всі інші блоки (CLC, PLC, CDB, CVA і т.д.), включаючи механічну конструкцію модуля MLC, наявні по одному.

Приклад. Для проектованої ЗАТС для 1000 аналогових абонентів та 55 абонентів ISDN визначаємо, що потрібно 2 модулі MLC. Кількість блоків SAC, SBC:

$$N_{\text{SAC}} = \left\lceil \frac{1000}{32} \right\rceil = 32;$$

$$N_{\text{SBC}} = \left\lceil \frac{N_{\text{цифр.абон.}}}{16} \right\rceil = \left\lceil \frac{55}{16} \right\rceil = 4;$$

$$N_{\text{MLC}} = \left\lceil \frac{32 + 4}{22} \right\rceil = \left\lceil \frac{36}{22} \right\rceil = 2.$$

Загальна кількість трактів 2 Мбіт/с для організації інтерфейсів V5.2 – $N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{V5.2}} = 5$ (3 тракту 2 Мбіт/с для повністю укомплектованого MLC та 2 – для іншого). Кількість блоків TPE – $N_{\text{TPE}} = 2$ (по одному для кожного MLC). Кількість секцій статура дорівнює кількості модулів MLC – 2. Всі дані розрахунку зведені в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Комплектація обладнання вузла доступу

Компоненти модуля MLC	Кількість, шт.
Центральна частина	
Контролер лінійного модуля – CLC	2
Комунікаційний контролер – CDB	2
DC/DC перетворювач 48/5-12-48 – PLC	2
Блок випробування ліній – KLB	2
Секція статура	2
Лінійна частина	
Інтерфейс первинного доступу (4 інтерфейси А 2 Мбіт/с) – TPE	2
Абонентська частина	
Блок підключення аналогових абонентів (32 аналогових абонентських комплекти) – SAC	32
Блок основного абонентського доступу ISDN BRA (16 двопровідних інтерфейсів U) – SBC	4

4.2 Розрахунок обсягу обладнання вузла комутації

Для розрахунку обсягу обладнання модуля MCA необхідно розрахувати загальну кількість трактів 2 Мбіт/с:

$$N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{MCA}} = N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{зовн.}} + N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{V5.2}}, \quad (4.6)$$

де $N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{MCA}}$ – загальна кількість трактів 2 Мбіт/с;

- $N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{зовн.}}$ – кількість трактів 2 Мбіт/с для зовнішніх напрямків зв'язку;
- $N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{V5.2}}$ – загальна кількість трактів 2 Мбіт/с для організації інтерфейсу V5.2.

До кожного блока ТРС (блок підключення трактів на первинній швидкості) можна підключити 16 трактів 2 Мбіт/с. Максимальна кількість блоків ТРС з урахуванням одного резервного блока ТРСR – 16. Розрахунок кількості блоків ТРС ведеться за формулою (не враховуючи резервний блок ТРСR):

$$N_{\text{ТРС}} = \left\lfloor \frac{N_{2\text{Мбіт/с}}^{\text{MCA}}}{16} \right\rfloor. \quad (4.7)$$

Кількість релейних захисних плат RPA - $N_{\text{RPA}} = N_{\text{ТРС}}$.

На блок ТРС може бути встановлено до 2 блоків комунікаційних контролерів CDA, які забезпечують обробку комунікаційних протоколів і сигналізацій (АЦСС1, СКС7, PPP, сигналізацій за виділеним сигнальним каналом – ВСК (CAS)). Блоки CDA повинні бути встановлені на всі блоки ТРС, включаючи й резервний блок ТРСR, на одне й те саме місце.

Кількість блоків CDA визначається в залежності від кількості блоків ТРС та кількості і типу сигнальних каналів у трактах 2 Мбіт/с, підключених до ТРС. Максимальна кількість комунікаційних контролерів CDA – 30.

Обмеження в обробці сигналізацій заздалегідь визначені й виражені в таких нерівностях у рамках одного контролера CDA:

- 4 СКС № 7 + 17 (ASMI або V5.2, або V5.1, або АЦСС1, або PPP) + 11 ВСК (CAS) ≤ 32 ;
- 4 ОКС № 7+12 (ASMI або V5.2, або V5.1, або АЦСС1, або PPP) + 16 ВСК (CAS) ≤ 32 ;
- 4 ОКС № 7+21 (ASMI або V5.2, або V5.1, або АЦСС1, або PPP) + 7 ВСК (CAS) ≤ 32 .

Зазначимо, що в більшості випадків для кожного блока ТРС досить мати одну плату CDA, тільки при цьому рекомендується внутрішні тракти 2 Мбіт/с (тракти V5.2) рівномірно розподіляти разом із зовнішніми по всіх блоках ТРС, інакше через зосередження внутрішніх потоків на одному блоці ТРС можна вийти за рамки приведених нерівностей, наприклад, коли буде

потрібно організувати кілька PPP каналів або інтерфейсів V5.2 для одного модуля MLC.

Кількість з'ємних блоків ІНА для однієї керуючої групи CG визначається в залежності від кількості блоків ТРС, включаючи один резервний ТРСР (один блок ІНА на чотири блоки ТРС, один – основний ІНА фактично є незнімним, максимум 3 з'ємних блоків ІНА для однієї керуючої групи):

$$N_{\text{ІНА}} = \left\lceil \frac{N_{\text{ТРС}} + 1}{4} \right\rceil - 1. \quad (4.8)$$

Для забезпечення надійної роботи керуюча група CG модуля МСА резервується. Керуюча група А (CGA) знаходиться на лівому боці секції, а керуюча група В (CGB) – на правому. Для кожної керуючої групи кількість блоків ССА, ІВА, СВС, ДВА, РРС, ТРСР фіксована.

Приклад. Для проектованої ЗАТС

$$N_{\text{2Мбіт/с}}^{\text{МСА}} = N_{\text{2Мбіт/с}}^{\text{зовн.}} + N_{\text{2Мбіт/с}}^{\text{V5.2}} = 13 + 5 = 18;$$

$$N_{\text{ТРС}} = \left\lceil \frac{18}{16} \right\rceil = 2; \quad N_{\text{РРА}} = N_{\text{ТРС}} = 2; \quad N_{\text{ІНА}} = \left\lceil \frac{2+1}{4} \right\rceil - 1 = 0.$$

Кількість блоків СДА – 3 (по одному блоку СДА встановлено на два блоки ТРС та один блок СДА встановлено на блок ТРСР). Кількість блоків ССА, ІВА, СВС, ДВА, РРС – по 2 (з урахуванням резервування), ТРСР – 1. Всі дані розрахунку зведені в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Комплектація обладнання вузла комутації

Компоненти модуля МСА	Кількість, шт.
Контролер центрального модуля – ССА	2 (1 резерв.)
Керуючий процесор – СВС	2 (1 резерв.)
Адаптер жорсткого диска – ІВА	2 (1 резерв.)
Батарейний запам'ятовувальний пристрій – ДВА	2 (1 резерв.)
Інтерфейс первинного доступу ТРС (16 інтерфейсів А 2 Мбіт/с)	3 (1 резерв. ТРСР)
Комунікаційний контролер – СДА	3 (1 резерв.)
Розширюваний інтерфейс комутатора – ІНА	-

Релейна захисна плата для підключення однопарних кабелів із хвильовим опором 120 Ом – RPA	1
Релейна плата для вимірювань – RPC	1
Секція статива	1

Після розрахунку обладнання АТС розробляється схема проєктованої АТС. Приклад схеми АТС наведено на рисунку 4.1.

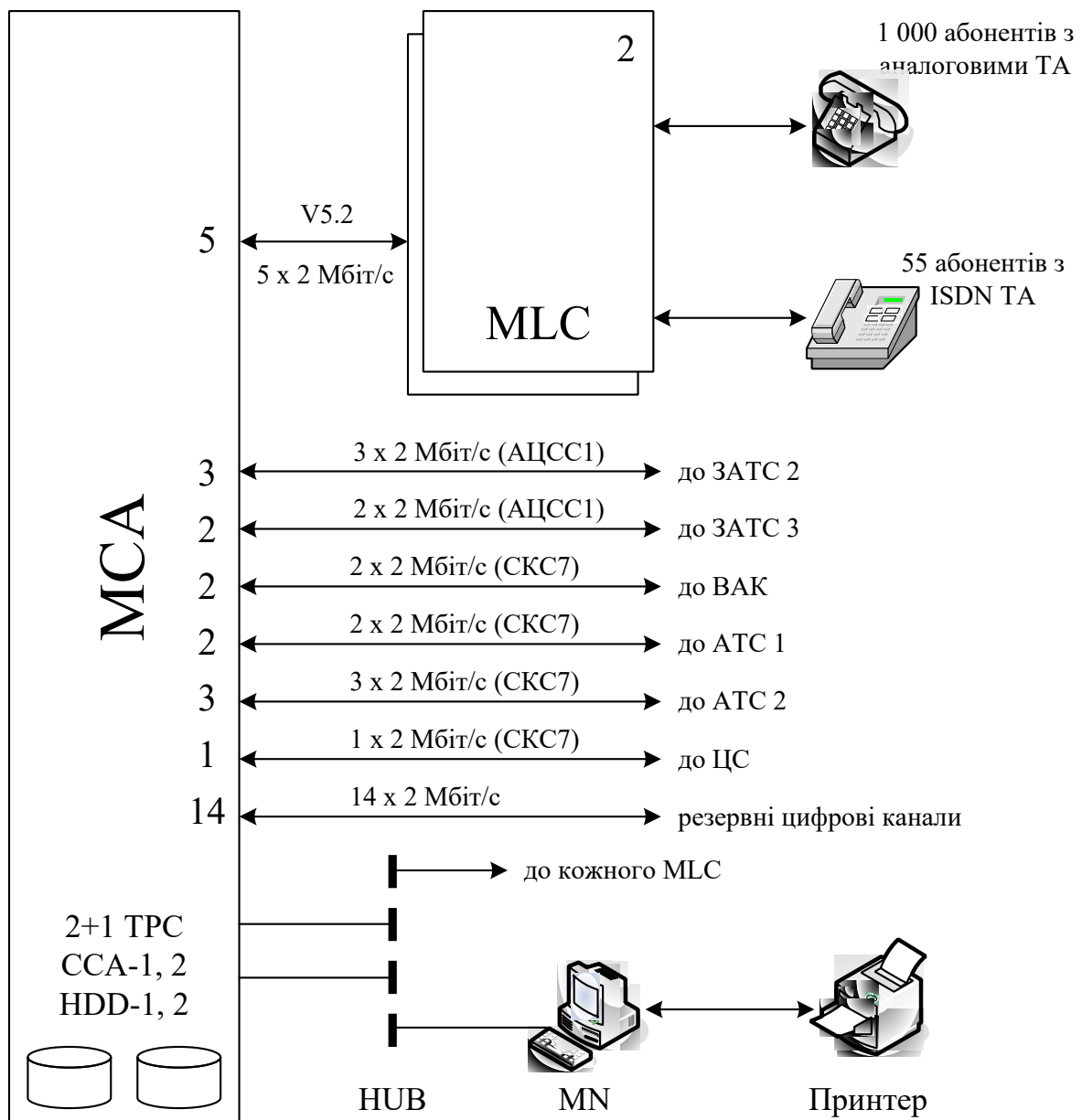


Рисунок 4.1 – Приклад схеми проєктованої АТС

5 РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ПРОЕКТОВАНОЇ АТС

5.1 Розміщення з'ємних блоків в секціях статива

З'ємні блоки модулів МСА та МЛС розміщуються в секціях, які виготовлені у відповідності зі стандартами ETSI. Габаритні розміри секції такі: 535 x 280 x 500 мм (ширина x глибина x висота).

Блоки центральної частини модуля МСА розміщуються в секції в такому порядку: блоки для керуючої групи А розміщуються на позиціях від 1 до 4, а для керуючої групи В – на позиціях від 21 до 24.

Блоки ТРС розміщуються на кожній другій позиції 5, 7, 9 і т.д., наступні 8 блоків розміщуються на позиції 6 і далі. Над першим блоком ТРС, що завжди є резервним, монтується блок РРС, а над іншими блоками – блоки РРА. Порядок блоків ТРС важливий за наявності блоків ІНА, які підтримують відповідні блоки ТРС.

Блоки ІНА монтуються парами на позиціях 3, 23 та 2 й 22, а також 4 й 24. Приналежність блоків ТРС блокам ІНА показана на рисунку 5.1.

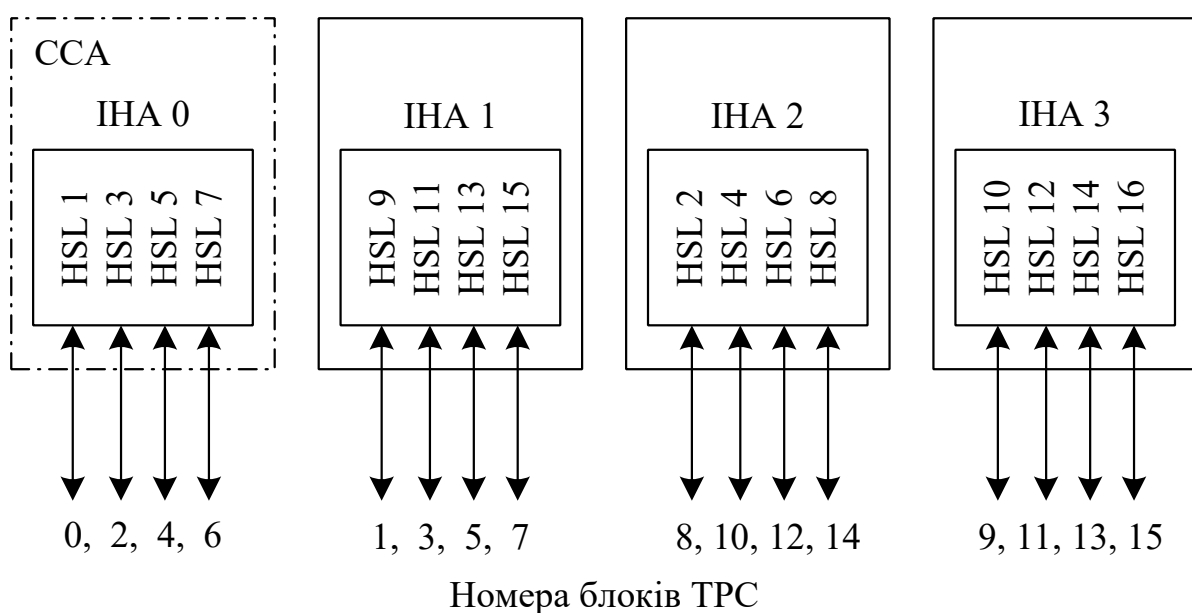


Рисунок 5.1 – Розподіл блоків ТРС між блоками ІНА

На рисунку 5.2 наведено приклад розміщення в секції з’ємних блоків модуля МСА з 16 блоками ТРС, кожний блок ТРС обладнаний одним блоком СДА.

На рисунку 5.3 наведено порядок розміщення в секції знімних блоків модуля МLC.

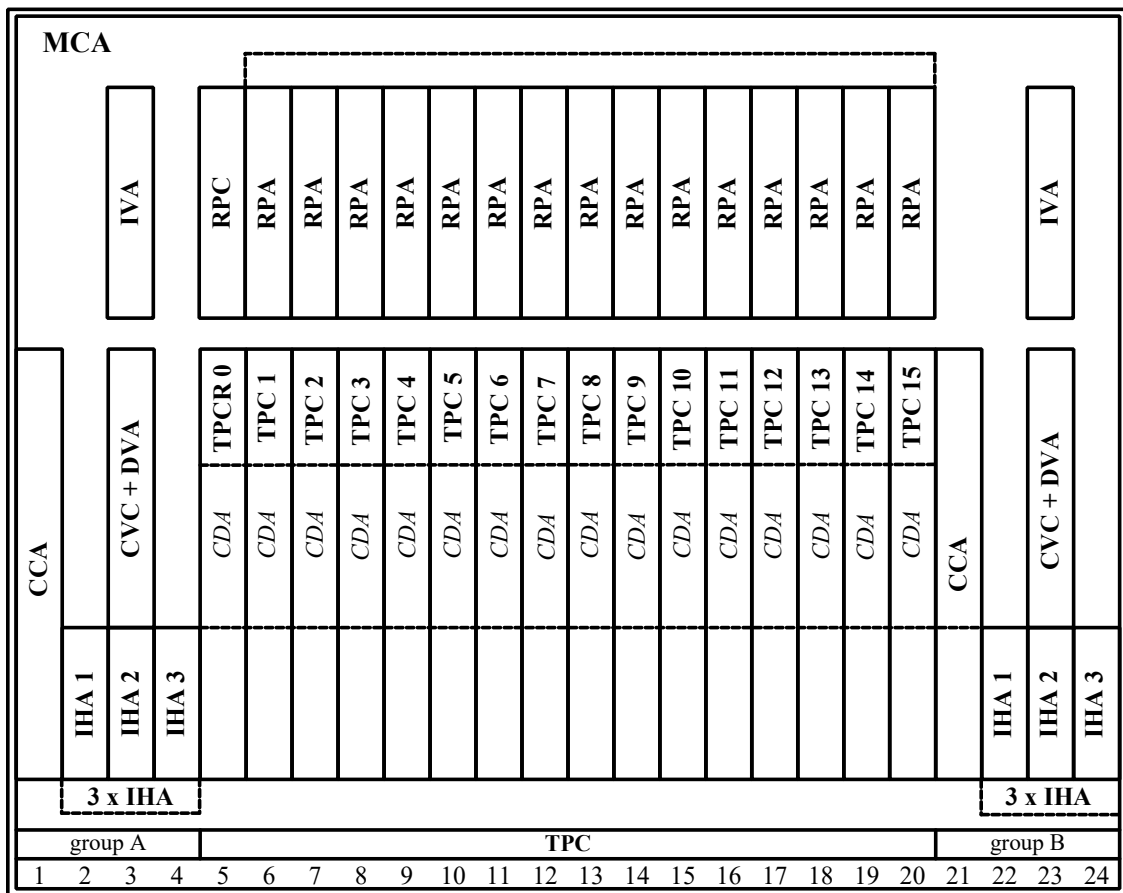


Рисунок 5.2 – Розміщення з’ємних блоків модуля МСА в секції статива

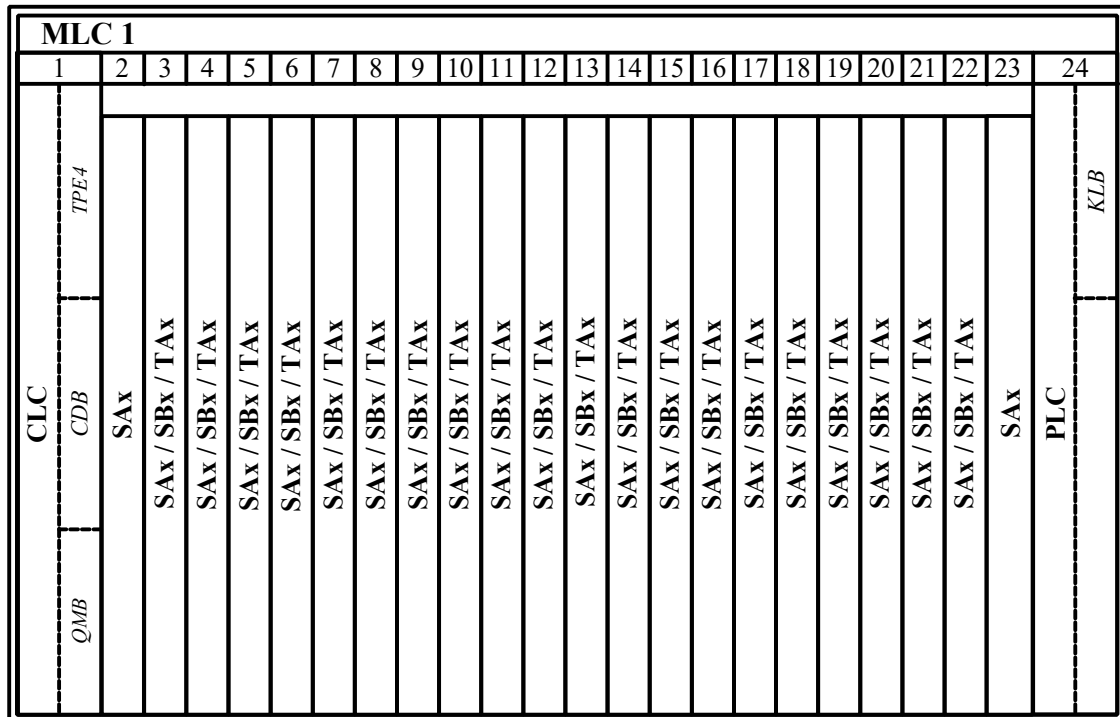


Рисунок 5.3 – Розміщення з’ємних блоків модуля MLC в секції статива

5.2 Розміщення секцій у стативах

Обладнання системи SI2000 розміщується в стативах, виконаних відповідно до стандартів ETSI. Стативи можна монтувати окремо, в одному або двох рядах, у стіни.

Розроблено два типи стативів: статив MT2000 і статив MT1000. Конструкція стативів зображена на рисунку 5.4.

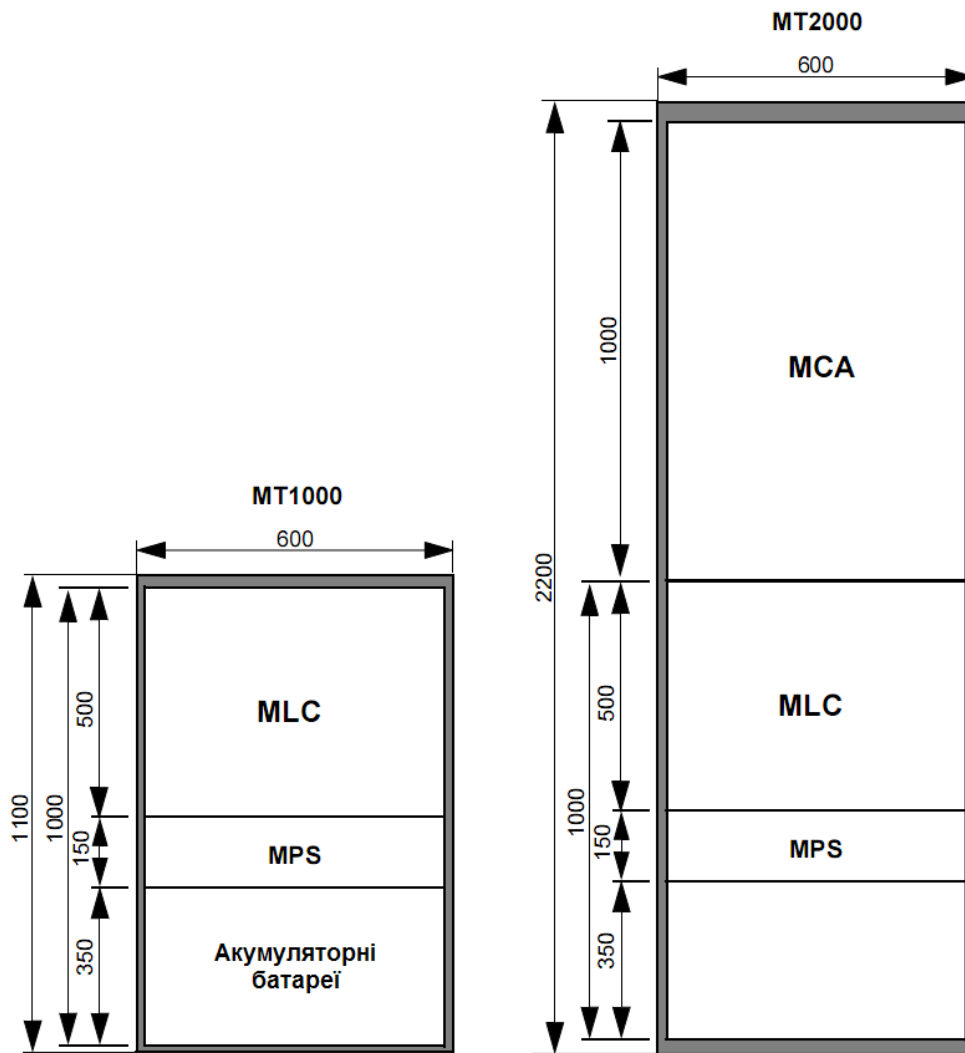


Рисунок 5.4 – Стандартні стативи для розміщення обладнання SI2000

В одному стативі MT2000 можуть бути розміщені чотири секції, наприклад, модуль MCA й два модулі MLC, або чотири модулі MLC. В одному стативі MT1000 можуть бути розміщені дві секції, наприклад, два модулі MLC або модуль MLC і система безперебійного електроживлення MPS-50 з акумуляторними батареями. Системи живлення MPS-150 і MPS-500 розміщуються в «стандартних» стативах, окремо від комутаційного обладнання. Оскільки в курсовому проекті розрахунок системи безперебійного електроживлення MPS не виконується, то при визначенні необхідної кількості стативів прийняти, що система MPS розміщується окремо в стативі MT2000.

5.3 Розміщення станційного обладнання

Станції ємністю до 20 000 номерів і/або ЗЛ (каналів) включно повинні, як правило, розміщуватися в одному приміщенні з кросами, системами передачі, електроживильними установками й герметичними акумуляторами. Станції більшої ємності розміщуються в окремому автозалі.

Обладнання станцій повинно розміщуватися паралельними рядами з одnobічним або двобічним (залежно від типу обладнання) розташуванням. Відлік рядів починається від головного входу до приміщення.

Головний прохід автозалу має бути не меншим за 1200 мм при одnobічному й 1500 мм – при двобічному розташуванні обладнання.

Розміщення обладнання кросу в приміщенні автозалу або кросу повинно відповідати таким вимогам:

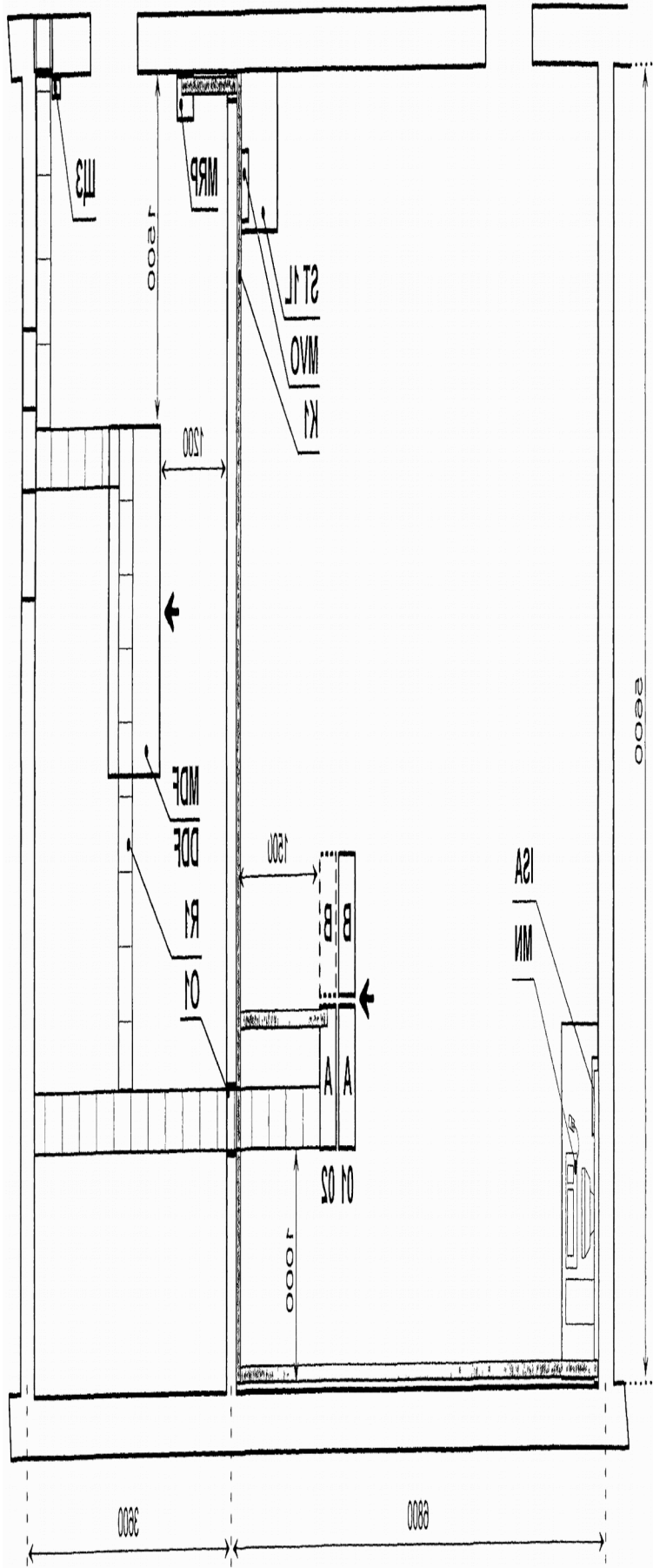
а) відстань між стіною й торцем окремо розташованого кросу не менша за 1000 мм;

б) відстань між станційним боком кросу та стіною чи обладнанням станції не менша за 1000 мм;

в) відстань між лінійним боком кросу та стіною чи обладнанням станції не менша за 1200 мм;

г) при двобічному розташуванні кросу відстань між його рядами має бути не меншою за 1500 мм.

Приклад плану розміщення обладнання АТС показано на рисунку 5.5.



- — комутаційне обладнання (600 x 300 x 2200)
- — місце під розширення
- — передня сторона станції, станційна сторона кросу
- R1 — решітка кабельного каналу
- K1 — пластмасовий кабельний канал
- MDF — крос абонентський

- DDF — крос цифровий
- MN — термінал для експлуатації та управління
- MRP — щит електроживлення
- O1 — отвір для кабельного каналу
- ЩЗ — щит заземлення
- ST 1L — статив з акумуляторами

Рисунок 5.5 — План розміщення обладнання АТС

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.М. Волков, А.К. Лебединский, А.А. Павловский, Ю.В. Юркин; Под ред. В.М. Волкова. – М.: Транспорт, 1996. – 342 с.

2 ВБН В.2.2-33-2007 Споруди станційні місцевих телефонних мереж.

3 Електронні матеріали з сайта <http://www.comquest.ru>.

4 Коновалов Є.В., Козар Л.М. Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 38 с.

5 Система SI2000 V5. Справочник по эксплуатации, – ISKRATEL, 2001.

6 Учебная документация к курсу «Эксплуатация и техническое обслуживание системы SI2000 (CS5072)», Москва. Электронный ресурс: <http://www.comquest.ru>.

Додаток А

Варіанти завдань для курсового проектування

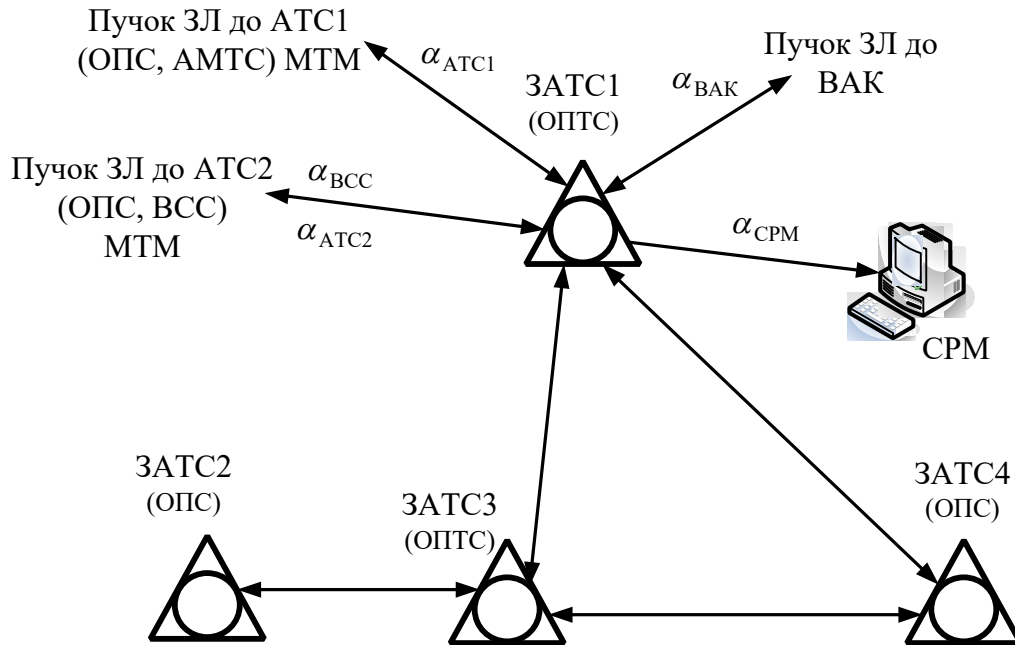


Рисунок А.1 – Схема мережі телефонного зв'язку для варіантів 1-5

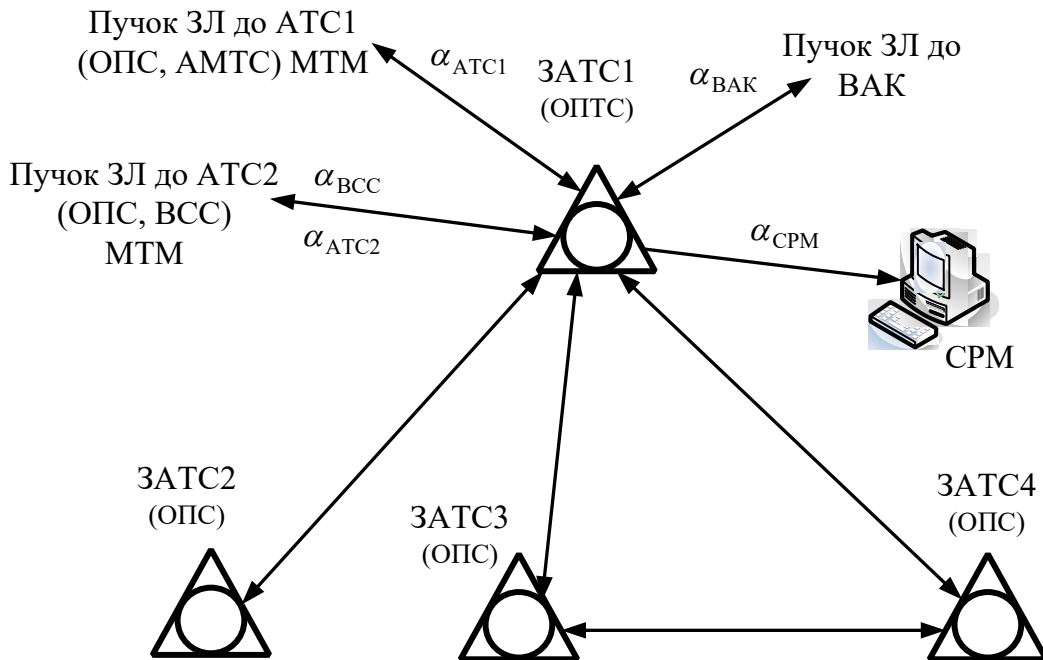


Рисунок А.2 – Схема мережі телефонного зв'язку для варіантів 6-10

Таблиця А.1 – Вихідні дані для варіантів 1-10

АТС	Варіант	Загальна кількість абонентів 1-3 категорій	Кількість абонентів 6 категорії (ISDN)	$q_{в},$ $q_{ав},$ $q_{вн}$	$q_{вх},$ $q_{авх}$	$\alpha_{АТС1}$	$\alpha_{АТС2}$	$\alpha_{ВАК}$	$\alpha_{СРМ}$	$\alpha_{ВСС}$
ЗАТС1	1, 6	6784	16	0,9	1	0,3	0,2	0,2	0,01	0,02
	2, 7	7104	32							
	3, 8	7424	64							
	4, 9	7744	16							
	5, 10	8064	32							
ЗАТС2	1, 6	1280	16	0,9	1	0,25	0,35	0,2	0,01	0,02
	2, 7	1400	32							
	3, 8	1520	16							
	4, 9	1640	32							
	5, 10	1760	16							
ЗАТС3	1, 6	5120	16	0,9	1	0,2	0,25	0,2	0,01	0,02
	2, 7	5440	32							
	3, 8	5760	16							
	4, 9	6080	32							
	5, 10	6400	16							
ЗАТС4	1, 6	3200	16	0,9	1	0,35	0,25	0,2	0,01	0,02
	2, 7	3520	16							
	3, 8	3840	16							
	4, 9	4160	16							
	5, 10	4480	16							

Таблиця А.2 – Вихідні дані для варіантів № 11-15

АТС	Варіант	Загальна кількість абонентів 1-3 категорій	Кількість абонентів 6 категорії (ISDN)	$q_{в},$ $q_{ав},$ $q_{вн}$	$q_{вх},$ $q_{авх}$	$\alpha_{ВАК}$	$\alpha_{СРМ}$	$\alpha_{ВСС}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗАТС1	11	6816	16	0,9	1	0,2	0,01	0,02
	12	7136	32					
	13, 18	7456	16					
	14	7776	32					
	15	8096	64					

Продовження таблиці А.2								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
АТС1	11	8128	128	0,9	1	–	0,01	0,02
	12	8448	144					
	13	8768	160					
	14	9088	176					
	15	9408	192					
АТС2	11	9280	16	0,9	1	–	0,01	0,02
	12	9600	32					
	13	9920	16					
	14	10240	32					
	15	10560	16					
АТС3	11	5120	16	0,9	1	–	0,01	0,02
	12	5440	32					
	13	5760	48					
	14	6080	64					
	15	6400	80					

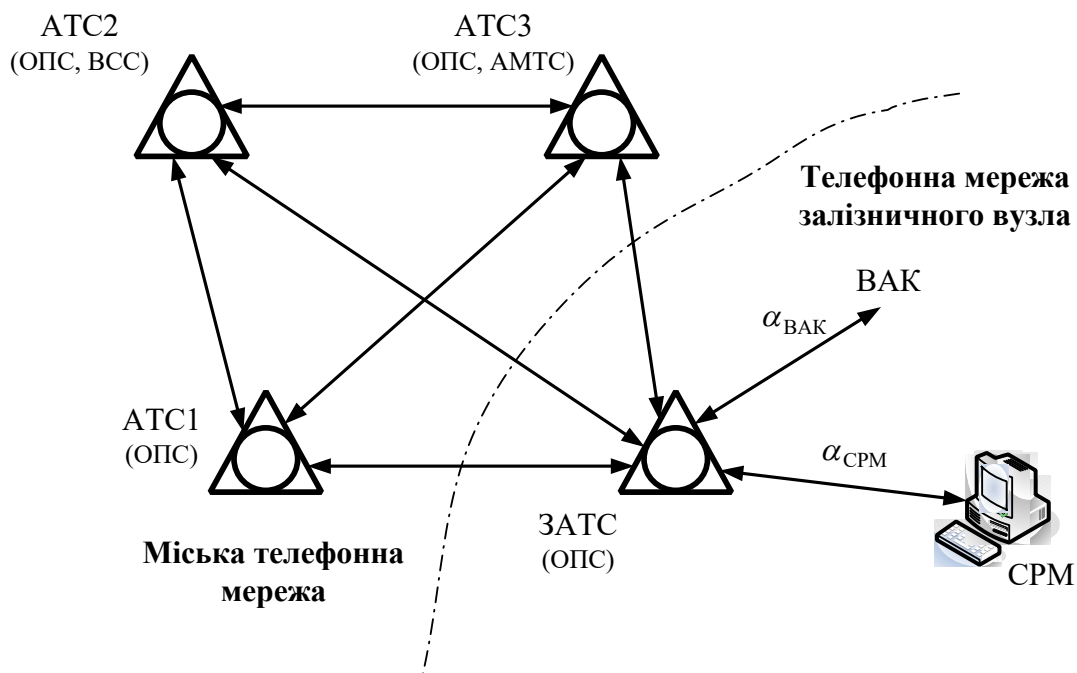


Рисунок А.3 – Схема мережі телефонного зв'язку для варіантів 11-15

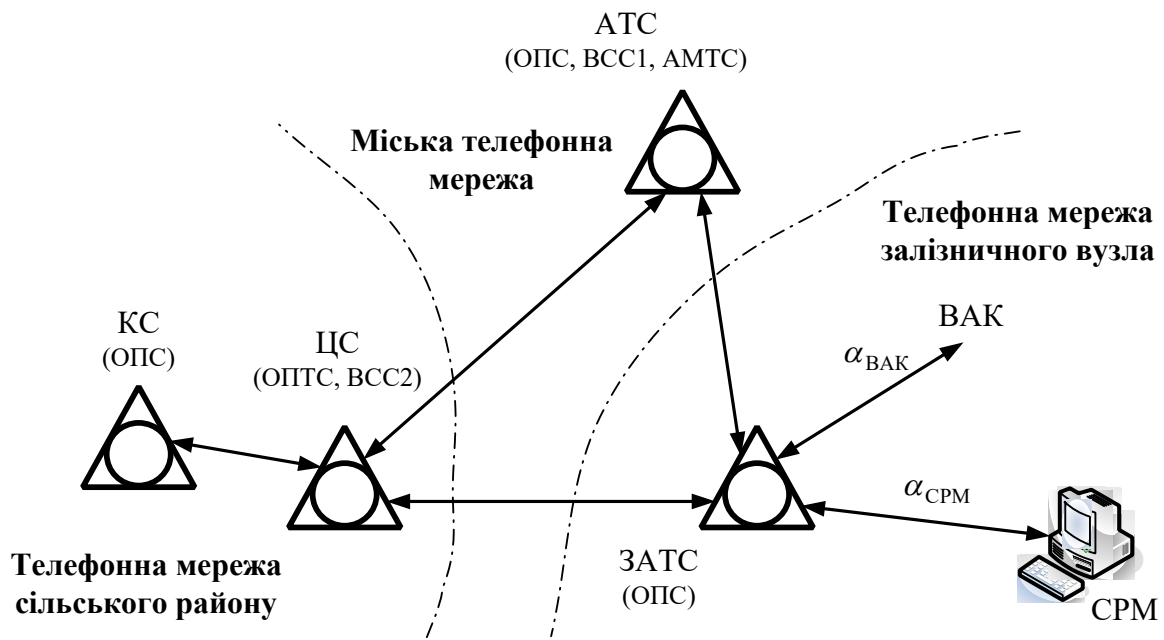


Рисунок А.4 – Схема мережі телефонного зв'язку для варіантів 16-20

Таблиця А.3 – Вихідні дані для варіантів 16-20

АТС	Варіант	1-3 категорій абонентів	категорії (ISDN)абонентів	$q_{в},$ $q_{ав},$ $q_{вн}$	$q_{вх},$ $q_{авх}$	$\alpha_{ВАК}$	$\alpha_{СРМ}$	$\alpha_{ВСС1}$	$\alpha_{ВСС2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЗАТС	16	6784	16	0,9	1	0,25	0,01	0,02	-
	17	7104	32						
	18	7424	64						
	19	7744	16						

	20	8064	32						
АТС	16	8064	16	0,9	1	-	0,01	0,02	-
	17	8384	32						
	18	8704	16						
	19	9024	32						
	20	9344	16						

Продовження таблиці А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЦС	16	5120	16	0,9	1	-	0,01	-	0,02
	17	5440	32						
	18	5760	64						
	19	6080	32						
	20	6400	32						
КС	16	512	16	0,9	1	-	0,01	-	0,02
	17	576	16						
	18	640	16						
	19	704	16						
	20	768	16						

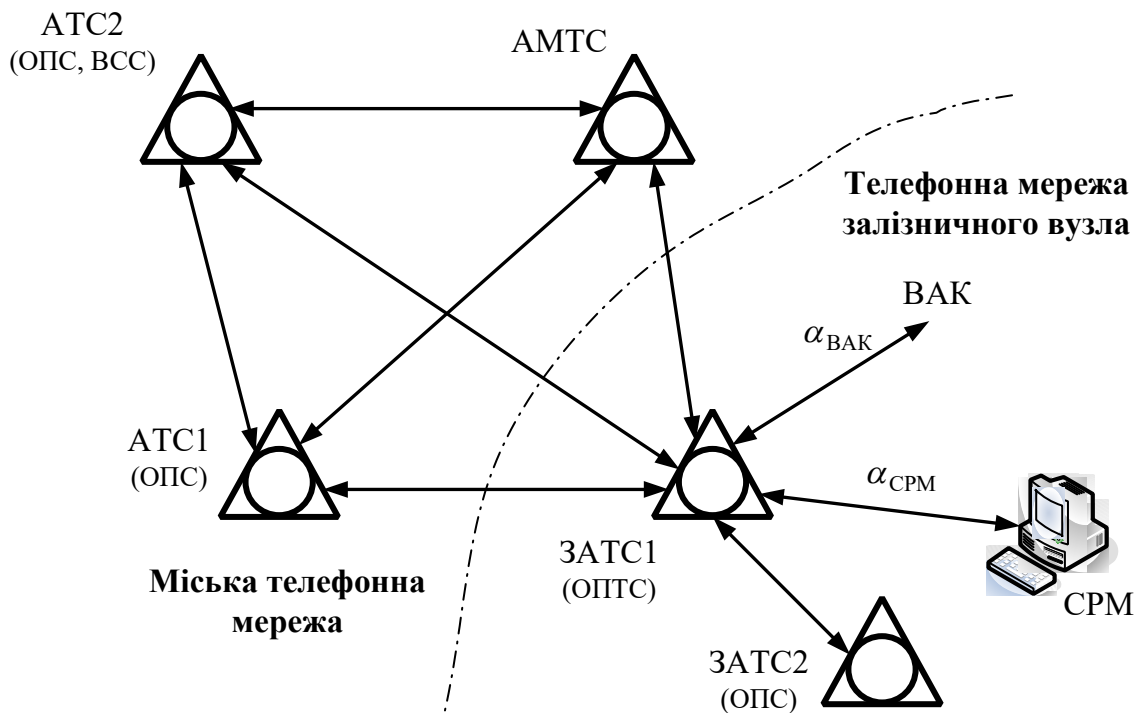


Рисунок А.5 – Схема мережі телефонного зв'язку
для варіантів 21-25

Таблиця А.4 – Вихідні дані для варіантів 21-25

АТС	Варіант	1-3 категорій абонентів кількість	категорії (ISDN) абонентів кількість	$q_{в},$ $q_{ав},$ $q_{вн}$	$q_{вх},$ $q_{авх}$	$\alpha_{ВАК}$	$\alpha_{СРМ}$	$\alpha_{ВСС}$
ЗАТС1	11	6848	16	0,9	1	0,23	0,02	0,02
	12	7168	32					
	13, 18	7488	16					
	14	7808	32					
	15	8128	64					
ЗАТС2	11	960	16	0,9	1	–	0,01	0,02
	12	1024	32					
	13	1088	16					
	14	1152	32					
	15	1216	32					
АТС1	11	9312	16	0,9	1	–	0,01	0,02
	12	9632	32					
	13	9952	16					
	14	10272	32					
	15	10592	16					
А	11	7616	16	0,9	1		0,01	0,02

ТС2	12	7936	32					
	13	8256	48					
	14	8576	64			–		
	15	8896	96					

Додаток Б

Терміни та визначення

Кінцева станція – опорна станція з одним напрямком зовнішнього зв'язку.

Кросове обладнання (крос) – станційні споруди для фізичного підключення кабелів абонентських та з'єднувальних ліній з одного боку, станційних кабелів з іншого боку для забезпечення можливості їх перемикання та захисту станційного обладнання від сторонніх напруг і струмів, що можуть потрапляти на лінії.

Місцева телефонна мережа – самостійна телефонна мережа, яка обслуговує локальну територію – окреме місто (включно з підпорядкованими населеними пунктами) або сільський район (включно з райцентром і міськими поселеннями). Місцеві телефонні мережі поділяють на міські телефонні мережі та на телефонні мережі сільських районів.

Міська телефонна мережа (МТМ) – місцева телефонна мережа республіканських і обласних центрів, середніх (понад 100 000 мешканців) і великих міст, а також міст обласного підпорядкування (не райцентрів), що має або матиме в перспективі кілька внутрішньозонових індексів *ab* і призначена для забезпечення взаємних з'єднань абонентів міста (з підпорядкованими населеними пунктами і, можливо, з підпорядкованим сільським районом) та надання їм доступу до внутрішньозонової й міжміської мереж.

Опорна станція (ОПС) – станція, яка забезпечує тільки введення й виведення абонентського навантаження й не передбачає встановлення транзитних з'єднань між станціями й вузлами мережі.

Опорно-транзитна станція (ОПТС) – станція, яка виконує функції опорної й транзитної станцій.

Підстанція – віддалений абонентський концентратор без замикання внутрішнього навантаження, здатний вмикатися в станцію будь-якого типу.

Сигналізація – сукупність сигналів, потрібних для встановлення, контролю і порушення з'єднань, та процедур і протоколів обміну цими сигналами.

Сільсько-приміський вузол (СПВ) – транзитна станція (комутаційний вузол), що забезпечує транзитні з'єднання між станціями адміністративно підлеглих місту сільських населених пунктів, а також між ними й станціями міста та зоною автоматичною міжміською чи опорно-транзитною станцією.

Примітка – Функції СПВ виконує й центральна станція ТМСР, але термін “СПВ” стосується лише комутаційних вузлів без абонентської ємності, організовувати які на ТМСР, як правило, недоцільно. У разі розподілу напрямків зв'язку до населених пунктів району між кількома цифровими станціями райцентру та станція, що забезпечує вихід на зону й міжміську мережу, є центральною, а інші – опорно-транзитними, або, за відсутності абонентської ємності, транзитними (СПВ).

Споруди станційні місцевих телефонних мереж – комплекс, що включає спеціалізовані приміщення та змонтоване в них комутаційне і кросове обладнання, обладнання систем передачі і електроживлення, металоконструкції та кабелі.

Телефонна мережа сільського району (ТМСР) – самостійна місцева мережа з власним зонним індексом *ab*, яка забезпечує надання телефонних та інших послуг за алгоритмом телефонного з'єднання в межах усього району і має єдину тарифікацію для всіх його населених пунктів (включно з райцентром і поселеннями міського типу).

Транзитна станція (ТС) – комутаційний вузол (станція), який призначений для встановлення транзитних з'єднань між станціями й вузлами мережі і не передбачає введення й виведення абонентського навантаження.

Примітка – В окремих випадках ТС може мати невелику власну абонентську ємність.

Центральна станція (ЦС) – головна опорно-транзитна станція сільського району, яка забезпечує транзитні з'єднання між іншими станціями цього району та між ними й зоною автоматичною міжміською і/або опорно-транзитною станцією.

Цифрова система комутації (ЦСК) – єдиний територіально розподілений апаратно-програмний комплекс, що складається з опорного обладнання (ОПО), яке виконує цифрову комутацію й керування і централізує функції технічної експлуатації й обслуговування системи, та з виносних комутаційних (ВКМ) і абонентських модулів (ВАМ), з'єднаних з ОПО і, можливо, один з одним цифровими внутрішньосистемними з'єднувальними лініями. Під ВКМ розуміють автономну частину обладнання ЦСК, здатну незалежно функціонувати в якості окремої станції мережі й лише в процедурах технічної експлуатації керовану від ОПО, а під ВАМ – винесену від ОПО чи ВКМ частину обладнання, яка є повністю керованою від ОПО чи ВКМ і забезпечує підключення абонентських ліній. Внутрішньосистемні ЗЛ можуть мати специфічні для ЦСК лінійні стики і протоколи сигнального обміну.

Кожна ЦСК має власні конкретні назви ВКМ і ВАМ. ВКМ може відрізнятися від ОПО лише відсутністю обладнання центру технічної експлуатації або ж мати ще й відмінності в побудові комутаційного поля тощо.

Якість обслуговування викликів – ступінь результативності спроб встановлення з'єднань, що визначається середньою часткою ефективних спроб.

Додаток В

Табульована узагальнена перша формула Ерланга

Таблиця В.1 – Інтенсивність навантаження Y , обслуженого ν -каналним повнодоступним пучком при втратах 0,001, 0,003 і 0,005 та коефіцієнті S скупченості вхідного навантаження

ν	$S = 5$				$S = 4$			$S = 3$			$S = 2$			$S = 1$		
	Y, Ерл, при втратах P				Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P		
	0,00 1	0,003	0,005	0,001	0,003	0,005	0,001	0,00 3	0,005	0,001	0,003	0,005	0,001	0,003	0,005	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
5	0,61	0,66	0,69	0,69	0,75	0,80	0,72	0,87	0,93	0,74	0,93	1,00	0,76	1,00	1,13	
10	2,10	2,28	2,42	2,33	2,57	2,74	2,59	2,91	3,11	2,94	3,35	3,59	3,09	3,63	3,94	
15	4,14	4,53	4,80	4,54	5,01	5,33	5,00	5,59	5,96	5,59	6,29	6,67	6,07	6,89	7,34	
20	6,54	7,17	7,59	7,13	7,87	8,34	7,80	8,66	9,18	8,62	9,58	10,08	9,40	10,46	11,04	
25	9,24	10,10	10,68	10,00	10,99	11,61	10,86	11,9 9	12,67	11,88	13,09	13,71	12,96	14,23	14,92	
30	12,1 4	13,25	13,98	13,07	14,32	15,08	14,11	15,4 9	16,31	15,32	16,76	17,50	16,67	18,15	18,94	
35	15,2 0	16,57	17,44	16,29	17,79	18,71	17,50	19,1 3	20,09	18,90	20,55	21,40	20,50	22,16	23,05	
40	18,4 0	20,01	21,03	19,65	21,39	22,45	21,02	22,8 9	23,98	22,59	24,44	25,40	24,42	26,26	27,25	
45	21,7 2	23,56	24,73	23,12	25,07	26,28	24,64	26,7 4	27,95	26,36	28,40	29,48	28,42	30,43	31,50	
50	25,1 3	27,21	28,51	26,66	28,85	30,19	28,33	30,6 6	32,00	30,22	32,44	33,62	32,48	34,65	35,80	
55	28,6	30,93	32,36	30,29	32,71	34,16	32,10	34,6	36,08	34,14	36,54	37,81	36,59	38,91	40,22	

	2							4							
60	32,1 9	34,72	36,28	33,98	36,62	38,20	35,93	38.6 8	40,21	38,11	40,69	42,05	40,75	43,23	44,53
65	35,8 1	38,56	40,25	37,73	40,59	42,29	39,82	42.7 7	44,38	42,13	44,87	46,33	44,95	47,57	48,95
70	39,5 0	42,46	44,27	41,54	44,61	46,42	43,75	46.9 1	48,59	46,19	49,10	50,65	49,19	51,94	53,39
75	43,2 3	46,41	48,34	45,39	48,66	50,60	47,73	51.0 8	52,83	50,30	53,36	54,99	53,46	56,34	57,86
80	47,0 1	50,40	52,45	49,29	52,75	54,80	51,75	55.2 9	57,11	54,45	57,66	59,36	57,75	60,77	62,35

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
85	50,83	54,4 3	56,60	53,22	56,89	59,04	55,79	59.5 3	61,41	58,61	61,97	63,76	62,07	65,21	66,87
90	54,70	58,4 8	60,76	57,19	61,06	63,31	59,88	63.8 0	65,75	62,82	66,31	68,19	66,41	69,68	71,39
95	58,59	62,5 8	64,97	61,19	65,24	67,62	64,00	68.1 0	70,10	67,04	70,68	72,63	70,78	74,17	75,94
100	62,5	66,7	69,2	65,2	69,5	71,9	68,1	72,4	74,5	71,3	75,1	77,1	75,2	78,7	80,5
110	70,5	75,0	77,8	73,4	78,0	80,6	76,5	81,1	83,3	79,9	83,9	86,1	84,0	87,7	89,7
120	78,5	83,5	86,4	81,6	86,6	89,3	84,9	89,9	92,2	88,5	92,8	95,1	92,9	96,8	98,9
130	86,7	92,0	95,1	89,9	95,3	98,1	93,4	98,7	101,1	97,2	101,7	104,2	101,8	106,0	108,2
140	94,9	100, 5	103,9	98,3	104,0	106,9	102,0	107, 5	110,1	105,9	110,7	113,3	110,8	115,2	117,4
150	103,2	109, 2	112,6	106,8	112,8	115,8	110,7	116, 5	119,2	114,7	119,8	122,5	119,8	124,4	126,8

160	111,5	117,9	121,4	115,3	121,6	124,8	119,4	125,4	128,2	123,6	128,9	131,7	128,9	133,6	136,1
170	120,0	126,6	130,3	123,9	130,5	133,8	128,1	134,4	137,4	132,5	138,0	141,0	138,0	142,9	145,5
180	128,5	135,4	139,2	132,6	139,5	142,8	136,9	143,4	146,5	141,4	147,2	150,2	147,2	152,2	154,9
190	137,0	144,3	148,2	141,2	148,4	151,9	145,8	152,5	155,7	150,4	156,4	159,5	156,2	161,6	164,4
200	145,5	153,2	157,1	150,0	157,5	161,0	154,6	161,6	164,9	159,4	165,6	168,9	165,4	170,9	173,7
210	154,2	162,1	166,2	158,7	166,5	170,1	163,5	170,7	174,2	168,4	174,8	178,2	174,6	180,3	183,3
240	180,2	189,1	193,4	185,2	193,8	197,6	190,4	198,2	202,0	195,6	202,7	206,4	202,4	208,6	211,8
270	206,6	216,3	220,8	211,9	221,2	225,4	217,5	225,9	230,1	223,1	230,7	234,7	230,3	236,9	240,3
300	233,2	243,7	248,5	238,9	248,8	253,3	244,9	253,8	258,3	250,7	258,9	263,2	258,3	265,4	269,0
330	260,0	271,3	276,3	266,0	276,5	281,3	272,3	281,8	286,6	278,4	287,2	291,8	286,5	294,0	297,8
360	287,0	298,9	304,2	293,3	304,4	309,5	299,9	310,0	315,0	306,3	315,5	320,4	314,8	322,7	326,7
390	314,1	326,6	332,2	320,7	332,3	337,8	327,7	338,2	343,5	334,3	344,0	349,1	343,2	351,4	355,7
400	323,1	335,9	341,6	329,9	341,7	347,2	337,0	347,6	353,0	343,6	353,5	358,7	352,7	361,0	365,4
420	341,3	354,5	360,3	348,3	360,4	366,1	355,5	366,5	372,1	362,4	372,6	377,9	371,6	380,2	384,7
450	368,7	382,7	388,6	375,9	388,6	394,6	383,5	394,7	400,7	390,5	401,2	406,8	400,1	409,1	413,7

		4						9							
480	396,2	410, 4	416,9	403,7	416,8	423,1	411,5	423, 4	429,5	418,8	429,9	435,7	428,6	438,0	442,8

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
500	414,6	429, 1	435,8	422,2	435,6	442,1	430,2	442, 4	448,6	437,6	449,0	455,0	447,7	457,3	462,2
510	423,8	438, 5	445,3	431,5	445,1	451,7	439,6	451, 9	458,2	447,1	458,6	464,7	457,3	466,9	471,9
540	451,4	466, 7	473,7	459,4	473,5	480,3	467,8	480, 5	487,1	475,4	487,4	493,7	485,9	495,9	501,1
570	479,2	494, 9	502,2	487,4	501,9	509,0	496,0	509, 1	515,9	503,8	516,2	522,7	514,6	525,0	530,3
600	507,0	523, 2	530,8	515,5	530,4	537,7	524,3	537, 8	544,9	532,3	545,1	551,8	543,3	554,0	559,5
630	534,9	551, 5	559,4	543,6	558,9	566,5	552,7	566, 5	573,8	560,8	574,0	580,9	572,1	583,1	588,7
660	562,8	579, 9	588,0	571,8	587,5	595,3	581,1	595, 3	602,8	589,4	603,0	610,1	600,9	612,2	618,0
690	590,8	608, 4	616,7	600,0	616,1	624,2	609,5	624, 1	631,8	618,0	631,9	639,2	629,8	641,4	647,3
700	600,2	617, 9	626,3	609,4	625,7	633,8	619,0	633, 7	641,5	627,5	641,6	649,0	639,4	651,1	659,1
720	618,9	636, 9	645,5	628,3	644,8	653,1	638,0	653, 0	660,9	646,6	661,0	668,4	658,7	670,5	676,6
750	647,0	665, 4	674,2	656,6	673,5	682,0	666,5	681, 8	689,9	675,3	690,0	697,7	687,6	699,7	706,0
780	675,2	694, 0	703,0	685,0	702,2	710,9	695,1	710, 7	719,1	704,0	719,1	726,9	716,5	729,0	735,3
800	694,0	713,	722,3	703,9	721,4	730,3	714,1	730,	738,5	723,1	738,5	746,4	735,8	748,4	754,9

		0						0							
810	703,4	722, 6	731,9	713,4	731,0	739,9	723,7	739, 7	748,2	732,7	748,2	756,2	745,5	758,2	764,7
840	731,6	751, 2	760,7	741,8	759,8	768,9	752,3	768, 6	777,3	761,5	777,3	785,5	774,5	787,5	794,1
870	759,9	779, 9	789,6	770,3	788,6	798,0	781,0	797, 6	806,5	790,3	806,4	814,8	803,5	816,7	823,5
900	788,2	808, 6	818,6	798,8	817,5	827,0	809,7	826, 6	835,7	819,1	835,6	844,1	832,5	846,0	852,9
930	816,6	837, 3	847,5	827,3	846,4	856,1	838,4	855, 7	864,9	847,9	864,7	873,4	861,5	875,3	882,3
960	845,0	866, 1	876,5	855,9	875,3	885,2	867,1	884, 7	894,2	876,8	893,9	902,8	890,6	904,6	911,8
990	873,4	894, 9	905,5	884,5	904,2	914,4	895,8	913, 8	923,4	905,7	923,2	932,2	919,7	934,0	941,3
1020	901,9	923, 7	934,5	913,1	933,2	943,5	924,6	942, 9	952,7	934,6	952,4	961,6	948,8	963,3	970,7
1050	930,4	952, 5	963,6	941,8	962,1	972,7	953,3	972, 0	982,0	963,5	981,6	991,0	977,9	992,7	1000
1080	958,9	981, 4	992,6	970,4	991,1	1002	982,1	1001	1011	992,5	1011	1020	1007	1022	1030
1110	987,4	1010	1022	999,1	1020	1031	1011	1030	1041	1021	1040	1050	1036	1051	1059
1140	1016	1039	1051	1028	1049	1060	1040	1059	1070	1050	1069	1079	1065	1081	1089
1170	1045	1068	1080	1057	1078	1090	1069	1089	1099	1079	1099	1109	1095	1110	1118
1200	1073	1097	1109	1085	1107	1119	1097	1118	1129	1108	1128	1138	1124	1140	1148
1230	1102	1126	1138	1114	1136	1148	1126	1147	1158	1137	1157	1168	1153	1169	1177
1260	1130	1155	1167	1143	1165	1177	1155	1176	1187	1167	1187	1197	1182	1199	1207

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1290	1159	1184	1197	1172	1195	1207	1184	1206	1217	1196	1216	1227	1211	1228	1236
1320	1188	1213	1226	1201	1224	1236	1213	1235	1246	1225	1245	1256	1241	1257	1266
1350	1217	1242	1255	1229	1253	1265	1242	1264	1276	1254	1275	1286	1270	1287	1296
1380	1245	1271	1284	1258	1282	1294	1271	1293	1305	1283	1304	1315	1299	1316	1325
1410	1274	1300	1313	1287	1311	1324	1300	1323	1334	1312	1334	1345	1328	1346	1355
1440	1303	1329	1343	1316	1340	1353	1329	1352	1364	1341	1363	1374	1358	1375	1384
1470	1332	1358	1372	1345	1370	1383	1358	1381	1393	1370	1392	1404	1387	1405	1414
1500	1360	1387	1401	1374	1399	1412	1387	1410	1423	1399	1422	1433	1416	1434	1444
1530	1389	1416	1430	1403	1428	1441	1416	1440	1452	1429	1451	1463	1446	1464	1473
1560	1418	1446	1460	1432	1457	1471	1445	1469	1482	1458	1481	1492	1475	1493	1503
1590	1447	1475	1489	1461	1486	1500	1474	1498	1511	1487	1510	1522	1504	1523	1532
1620	1476	1504	1518	1490	1516	1529	1503	1528	1541	1516	1540	1552	1533	1552	1562
1650	1505	1533	1548	1519	1545	1559	1532	1557	1570	1545	1569	1581	1563	1582	1592
1680	1533	1562	1577	1548	1574	1588	1561	1587	1600	1574	1598	1611	1592	1612	1621
1710	1562	1591	1606	1577	1603	1618	1591	1616	1629	1604	1628	1640	1622	1641	1651
1740	1591	1620	1636	1606	1633	1647	1620	1645	1659	1633	1657	1670	1651	1671	1681
1770	1620	1650	1665	1635	1662	1677	1649	1675	1688	1662	1687	1699	1680	1700	1710
1800	1649	1679	1694	1664	1691	1706	1678	1704	1718	1691	1716	1729	1710	1730	1740
1830	1678	1708	1724	1693	1721	1735	1707	1733	1747	1721	1746	1759	1739	1759	1770
1860	1707	1737	1753	1722	1750	1765	1736	1763	1777	1750	1775	1788	1768	1789	1799
1890	1736	1767	1783	1751	1779	1794	1765	1792	1806	1779	1805	1818	1798	1819	1829

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1920	1765	1796	1812	1780	1809	1824	1794	1822	1836	1808	1834	1848	1827	1848	1859
1950	1794	1825	1841	1809	1838	1853	1824	1851	1866	1838	1864	1877	1857	1878	1888
1980	1823	1854	1871	1838	1867	1883	1853	1881	1895	1867	1893	1907	1886	1907	1918
2010	1852	1884	1900	1868	1897	1912	1882	1910	1925	1896	1923	1936	1915	1937	1948
2040	1881	1913	1930	1897	1926	1942	1911	1939	1954	1926	1953	1966	1945	1966	1977
2070	1910	1942	1959	1926	1955	1971	1940	1969	1984	1955	1982	1996	1974	1996	2007
2100	1939	1971	1988	1955	1985	2001	1970	1998	2013	1984	2012	2025	2004	2026	2037
2130	1968	2001	2018	1984	2014	2030	1999	2028	2043	2014	2041	2055	2033	2055	2066
2160	1997	2030	2047	2013	2043	2060	2028	2057	2073	2043	2071	2085	2063	2085	2096
2190	2026	2059	2077	2042	2073	2089	2057	2087	2102	2072	2100	2114	2092	2115	2126
2220	2055	2089	2106	2071	2102	2119	2087	2116	2132	2102	2130	2144	2121	2144	2155

Примітки: 1 Жирним шрифтом і заливкою виділено навантаження, відповідні рекомендованим значенням *S*.

2 Жирним шрифтом виділено кількості каналів, кратні ємності тракту E1 (тобто 30)

Таблиця В.2 – Інтенсивність навантаження Y , обслуженого ν -каналним повнодоступним пучком при втратах 0,01, 0,03 і 0,05 та коефіцієнті S скупченості вхідного навантаження

ν	$S = 5$			$S = 4$			$S = 3$			$S = 2$			$S = 1$		
	Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P			Y, Ерл, при втратах P		
	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14	15	16
5	0,75	0,85	0,93	0,88	1,00	1,10	1,04	1,20	1,31	1,25	1,41	1,53	1,35	1,62	1,81
10	2,67	3,03	3,30	3,03	3,44	3,72	3,46	3,91	4,18	3,95	4,39	4,70	4,42	4,98	5,35
15	5,29	5,96	6,37	5,88	6,59	7,00	6,57	7,25	7,71	7,25	7,96	8,46	8,02	8,82	9,35
20	8,34	9,30	9,85	9,15	10,07	10,67	10,04	10,94	11,56	10,87	11,83	12,48	11,91	12,92	13,57
25	11,68	12,86	13,58	12,68	13,81	14,57	13,70	14,83	15,62	14,70	15,88	16,67	15,96	17,15	17,93
30	15,24	16,60	17,49	16,39	17,70	18,61	17,51	18,86	19,80	18,67	20,06	20,99	20,13	21,49	22,37
35	18,94	20,48	21,53	20,21	21,71	22,77	21,45	23,01	24,09	22,75	24,33	25,38	24,38	25,90	26,88
40	22,76	24,47	25,67	24,10	25,81	27,01	25,48	27,24	28,44	26,91	28,68	29,85	28,71	30,37	31,44
45	26,66	28,55	29,88	28,09	30,00	31,32	29,59	31,55	32,85	31,15	33,08	34,37	33,10	34,89	36,04
50	30,60	32,68	34,14	32,14	34,24	35,70	33,77	35,90	37,33	35,43	37,54	38,92	37,52	39,44	40,67
55	34,60	36,89	38,47	36,24	38,54	40,11	38,00	40,30	41,83	39,77	42,04	43,51	41,98	44,03	45,33
60	38,66	41,13	42,84	40,41	42,88	44,57	42,26	44,74	46,38	44,15	46,57	48,14	46,47	48,65	50,01
65	42,78	45,42	47,26	44,62	47,28	49,06	46,58	49,22	50,95	48,57	51,14	52,79	50,99	53,28	54,73
70	46,93	49,76	51,70	48,88	51,70	53,58	50,93	53,72	55,55	53,01	55,72	57,46	55,55	57,94	59,45
75	51,12	54,13	56,18	53,16	56,14	58,13	55,31	58,25	60,18	57,48	60,33	62,16	60,11	62,62	64,18
80	55,35	58,53	60,68	57,48	60,61	62,71	59,72	62,81	64,83	61,98	64,96	66,86	64,71	67,31	68,94
85	59,61	62,95	65,21	61,83	65,12	67,31	64,16	67,38	69,48	66,50	69,61	71,59	69,31	72,02	73,71
90	63,89	67,40	69,76	66,20	69,64	71,93	68,62	71,98	74,17	71,04	74,27	76,33	73,93	76,73	78,48
95	68,21	71,87	74,33	70,60	74,19	76,55	73,09	76,60	78,86	75,60	78,96	81,07	78,57	81,47	83,26
100	72,5	76,4	78,9	75,0	78,8	81,2	77,6	81,2	83,6	80,2	83,7	85,8	83,2	86,2	88,1
110	81,3	85,4	88,2	83,9	87,9	90,5	86,6	90,5	93,0	89,4	93,1	95,4	92,6	95,7	97,7

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
120	90,1	94,5	97,4	92,9	97,2	99,9	95,8	99,9	102,5	98,6	102,5	105,0	101,9	105,3	107,3
130	99,0	103,7	106,8	101,9	106,4	109,4	104,9	109,3	112,1	107,9	112,0	114,6	111,3	114,8	117,0
140	108,0	112,9	116,1	111,0	115,8	118,8	114,1	118,7	121,6	117,2	121,6	124,2	120,8	124,4	126,7
150	117,0	122,2	125,6	120,1	125,1	128,3	123,4	128,2	131,2	126,6	131,1	133,9	130,3	134,1	136,4
160	126,0	131,5	135,0	129,3	134,5	137,9	132,7	137,7	140,8	136,0	140,7	143,6	139,7	143,7	146,1
170	135,1	140,8	144,5	138,5	144,0	147,4	142,0	147,2	150,4	145,4	150,3	153,3	149,3	153,4	155,9
180	144,2	150,2	154,0	147,7	153,4	157,0	151,3	156,7	160,1	154,9	159,9	163,0	158,8	163,0	165,6
190	153,4	159,6	163,5	157,0	162,9	166,6	160,7	166,3	169,8	164,3	169,6	172,7	168,4	172,7	175,4
200	162,6	169,0	173,1	166,3	172,4	176,2	170,1	175,9	179,4	173,8	179,2	182,5	177,9	182,4	185,2
210	171,8	178,4	182,6	175,6	181,9	185,9	179,5	185,5	189,2	183,3	188,9	192,3	187,5	192,1	194,9
240	199,6	206,8	211,4	203,7	210,6	214,8	207,9	214,4	218,3	212,0	218,0	221,6	216,4	221,4	224,4
270	227,6	235,4	240,3	231,9	239,4	243,9	236,4	243,4	247,6	240,7	247,2	251,0	245,3	250,6	253,8
300	255,8	264,2	269,4	260,3	268,3	273,1	265,1	272,5	276,9	269,6	276,4	280,4	274,3	280,0	283,3
330	284,1	293,0	298,5	288,9	297,3	302,4	293,8	301,7	306,3	298,6	305,8	309,9	303,5	309,4	312,9
360	312,5	321,9	327,7	317,5	326,4	331,7	322,6	330,9	335,7	327,6	335,2	339,5	332,6	338,8	342,5

Примітки: 1 Жирним шрифтом і заливкою виділено навантаження, відповідні рекомендованим значенням *S*.

2 Жирним шрифтом виділено кількості каналів, кратні ємності тракту Е1 (тобто 30)

