

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Факультет будівництва, транспорту та енергетики  
Кафедра «Автоматизації виробничих процесів»

«Допущено до захисту»  
Зав. кафедрою АВП  
к.т.н., доцент  
Олександр Дідик  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
на тему:  
**«Цифрова система для передачі інформації з використанням  
телекомунікаційних мереж»**

Виконав здобувач вищої освіти  
2 курсу, групи АК-23М-1  
ОПП «Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології»  
спеціальності 174 «Автоматизація,  
комп'ютерно-інтегровані  
технології та робототехніка»  
\_\_\_\_\_ Лисенко О.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник роботи  
доцент, к.т.н.  
\_\_\_\_\_ Марія МІРОШНІЧЕНКО  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Рецензент  
к.т.н., доц.  
кафедри ЕТСЕМ  
ЦНТУ  
\_\_\_\_\_ Валентин СОЛДАТЕНКО  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра автоматизації виробничих процесів

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Дідик О.К.

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ  
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Лисенка Олександра Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Цифрова система для передачі інформації з використанням телекомунікаційних мереж»

2. Керівник роботи

Мірошніченко Марія Сергіївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 26.12.2024 року

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи Система повинна забезпечувати керування процесом дозування комбікорму, згідно визначених вимог

5. Перелік графічного матеріалу структура телефонної мережі міста; схеми блоків лінійних стиків та комутації і керування; схема електрична функціональна блоку абонентського доступу; змішана структурна схема в межах одного блоку; цифрова система комутації; схема міської телефонної мережі; схема електрична структурна блоку комутації та керування.

6. Консультанти розділів роботи\_\_\_\_\_

| Розділ (Додатки) | Прізвище,<br>ініціали<br>консультанта | Підпис, дата      |                     |
|------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|
|                  |                                       | завдання<br>видав | завдання<br>прийняв |
| Охорона праці    | Жесан Р.В.                            |                   |                     |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №<br>з/п | Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи                                                        | Строк виконання<br>етапів роботи | Примітка |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 1        | Огляд існуючих систем автоматизації телефонних станцій. Характеристика «ЕС-11/700».                  | 20.09.2024                       |          |
| 2        | Дослідження цифрової телефонної станції «ЕС-11-700»                                                  | 15.10.2024                       |          |
| 3        | Розрахунки параметрів станції                                                                        | 29.10.2024                       |          |
| 4        | Розробка схем станції                                                                                | 12.11.2024                       |          |
| 5        | Налагодження та експлуатація системи керування цифровою автоматичною телефонною станцією «ЕС-11/700» | 28.11.2024                       |          |
| 7        | Заходи з охорони праці                                                                               | 11.12.2024                       |          |
| 8        | Оформлення пояснювальної записки та підготовка доповіді                                              | 20.12.2024                       |          |

Дата видачі завдання

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

Підпис керівника

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

Підпис здобувача

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## **АНОТАЦІЯ**

Магістерська робота спрямована на створення нових ефективних способів керування телефонною абонентською станцією.

В кваліфікаційній роботі виконано аналіз методів керування цифровою автоматичною телефонною станцією «ЕС-11/700». Проведено розрахунки ємності та навантажень станції, визначено кількість з'єднувальних ліній та побудовано структуру телефонної мережі міста, блоку комутації та інших вузлів системи.

Розроблено локальний модуль технологічного обслуговування абонентської станції.

Виконано заходи з охорони праці.

## **ABSTRACT**

The master's thesis is aimed at creating new effective ways to control a telephone subscriber station.

In the qualification work, an analysis of control methods for the digital automatic telephone station "ES-11/700" was performed. Calculations of the capacity and loads of the station were made, the number of connecting lines was determined, and the structure of the city's telephone network, the switching unit and other system nodes was built.

A local module for technological maintenance of the subscriber station was developed.

Occupational safety measures were taken.

## ЗМІСТ

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                                   | <b>2</b>  |
| <b>1. Огляд існуючих систем автоматизації телефонних станцій.....</b>                               | <b>5</b>  |
| 1.1 Аналіз роботи телефонних стацій та стан їх автоматизації.....                                   | 5         |
| 1.2 Опис роботи «ЕС-11/700».....                                                                    | 12        |
| 1.2.1. Технічні характеристики.....                                                                 | 12        |
| 1.2.2. Типи і параметри ліній.....                                                                  | 14        |
| Висновки до розділу.....                                                                            | 17        |
| <b>2. Дослідження цифрової телефонної станції «ЕС-11/700».....</b>                                  | <b>18</b> |
| 2.1 Дослідження ємності АТС.....                                                                    | 18        |
| 2.2 Дослідження навантажень АТС.....                                                                | 22        |
| Висновки до розділу.....                                                                            | 26        |
| <b>3. Дослідження, визначення та розрахунок параметрів АТС.....</b>                                 | <b>27</b> |
| 3.1 Розрахунок кількості з'єднувальних ліній.....                                                   | 27        |
| 3.2 Розрахунок кількості групових трактів.....                                                      | 28        |
| 3.3 Основні складові частини АТС.....                                                               | 35        |
| 3.4 Побудова схем станції.....                                                                      | 36        |
| 3.4.1 Структурна схема блоку абонентського доступу.....                                             | 36        |
| 3.4.2 Структурна схема блоку лінійних стиків.....                                                   | 38        |
| 3.4.3 Структурна схема блоку комутації і керування.....                                             | 41        |
| 3.4.4 Схема АТС загальний вигляд.....                                                               | 43        |
| Висновки до розділу.....                                                                            | 53        |
| <b>4. Моделювання, налаштування та експлуатація системи керування цифровою АТС «ЕС-11/700».....</b> | <b>54</b> |
| 4.1 Вимоги до організації локального модуля.....                                                    | 54        |
| 4.2 Налаштування та експлуатація АТС.....                                                           | 55        |
| Висновки до розділу.....                                                                            | 66        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>                                                                                | <b>67</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>                                                              | <b>69</b> |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>                                                                                 | <b>73</b> |

## ВСТУП

### Актуальність теми.

– Основним напрямом подальшого розвитку ВАТ «Укртелеком» слід вважати продовження проведення змін в існуючій інфраструктурі виробництва та продажу, послуг Укртелекому і виконання таких завдань:

– удосконалення мультисервісної транспортної мережі, як основи всіх мереж та надання послуг зв'язку;

– зростання інфраструктури нових послуг на базі сучасних інформаційних технологій, насамперед, розвиток Інтернет;

– створення автоматизованих систем керування;

– обслуговування клієнтів та управління мережами зв'язку Укртелекому;

– побудова мережі мобільного зв'язку третього покоління.

Здійснення цих планів дасть змогу зберегти передові позиції на ринку надання телекомунікаційних послуг, задовольнити попит на послуги тарифами, перетворити ВАТ Укртелеком у компанію з оптимальною інфраструктурою та сучасним менеджментом.

При цифрових методах будь-яка інформація передається комбінаціями цифр (найчастіше 0 і 1), а це створює можливості застосування методів, що дають змогу звужувати необхідну для передачі і відтворення смугу частот і передавати по тому ж тракту відповідно збільшену кількість телефонних, розмовних, телевізійних програм чи потоків іншої інформації, водночас поліпшуючи технічно-якісні показники передач.

При цифровізації телефонної станції абонентний апарат залишається практично незмінним. За допомогою абонентських телефонних станцій (АТС) можна здійснювати дзвінки незалежно від наявності мобільного зв'язку. Такі АТС популярні серед малого та середнього бізнесу, кол-центрів, а також великих підприємств. Для компаній з розподіленими офісами або філіями це є доцільним, оскільки існує можливість централізованого керування зв'язком.

Саме для такого типу підприємств в магістерській роботі пропонується модернізувати існуючу на ВАТ «Укртелеком» АТС «ЕС-11/500», шляхом розширення можливості надавати послуги більшій кількості абонентів до 700.

#### Об'єкт дослідження

Цифрова автоматична телефонна станція «ЕС-11/700».

#### Предмет дослідження

Методи та алгоритми керування передачею інформації.

#### Мета роботи

Метою магістерської роботи є розробка системи автоматизації телефонною станцією «ЕС-11/700», що дасть можливість підвищити продуктивність надаваних послуг компанією Укртелеком.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- дослідити ємність станції та визначити загальну ємність пропонуваної телефонної мережі;
- визначити ємності телефонів квартирного сектору та народногосподарського сектору;
- визначити абонентське, міське та міжміське навантаження телефонної мережі.

#### Методи дослідження

При виконанні поставлених у роботі задач використовувалися: методи нечіткої логіки, теорія електричних кіл, методи математичного моделювання, методи обчислювальної математики. Основними інструментами дослідження були: пакети MathCAD.

#### Наукова новизна

Поширено дію застосування засобів автоматичного керування системами автоматизації телефонних станцій.

### Практичне значення

До практичного застосування можна використати запропоновану гібридну структурну схему телефонної мережі міста в межах одного блоку, що дозволяє в короткі терміни локалізувати пошкодження, а також довести до відома персоналу інформацію про аварію та приступити до її усунення.

### Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Результати досліджень, аналіз, висновки та рекомендації, обґрунтовано відповідними посиланнями на джерела інформації, а також відповідним для теми дослідження використанням математичних методів.

### Апробація результатів досліджень

Всеукраїнська науково-практична on-line конференція «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві» (13.11-14.11. 2024 р., ЦНТУ).

### Публікації

Опубліковано 1 наукову працю в електронному збірнику тез доповідей до Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві» на тему **«Intelligent system of diagnostics based on microprocessor devices»**.

### Структура та обсяг кваліфікаційної магістерської роботи

Магістерська робота складається з чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг пояснювальної записки магістерської роботи становить 89 сторінок.

# **1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕЛЕФОННИХ СТАНЦІЙ**

## **1.1. Аналіз роботи телефонних станцій та стан їх автоматизації**

Телефонія - передача звукової інформації по лінії зв'язку. Принцип роботи телефонії заснований на передачі інформації та даних на певну відстань за допомогою звукових сигналів. Ця інформація зазвичай передається через кабелі або бездротові сигнали. Телефонія стала справжнім проривом того часу, оскільки дозволила людям, які були територіально розділені, спілкуватися один з одним у режимі реального часу. Телефонні сигнали можуть передаватися практично на будь-які відстані. Довгий час цей спосіб передачі даних був єдиним способом передачі даних на великі відстані. Територіальна сигналізація є однією з особливостей, яка дозволяє використовувати телефонію в міських, сільських і регіональних районах [1].

Телефонний зв'язок є одним із найпоширеніших і найдоступніших видів зв'язку з моменту свого виникнення і до сьогодення. У деяких регіонах телефонія є єдиним способом передачі даних на великі відстані. Типи телефонних мереж Вперше про телефонний зв'язок заговорили в 1876 р. Кілька років потому в кількох великих містах з'явилися перші телефонні станції. Крім того, розвиток зв'язку відбувався на основі поступового вдосконалення обладнання та технічних каналів передачі даних. У телефонних мережах розрізняють різні типи. Зовнішня лінія – лінія між різними телефонними станціями. Внутрішня телефонна мережа – мережа, яка безпосередньо використовується організацією за потреби. У зв'язку з якістю і технічними характеристиками сучасного телефонного зв'язку необхідно враховувати головний фактор, а саме категорію абонента (параметр, який визначає право абонента користуватися певними функціями). Напряга дзвінка - це напряга, що подається на телефонний дзвінок. Переадресація дзвінка - ручна передача дзвінка іншому абоненту. Блокування дзвінків - це функція відповіді на дзвінки інших абонентів. Імпульсний виклик - замикає і відкриває лінію для передачі сигналу. Наскрізний спосіб - сигнал

передається по телефонній мережі без перетворення. Сьогодні у світі існує багато компаній, які надають послуги телефонного зв'язку. Ця орієнтація в основному стосується ринків країн, що розвиваються. Телефонна компанія — компанія, що надає послуги телефонного зв'язку. Телефонний додаток - програма управління телефонною мережею Erlangen - одиниця вимірювання інтенсивності комунікаційного навантаження для підтримки використання одного пристрою протягом певного періоду часу. Як правило, одна одиниця Erlangen відповідає одній годині безперервного використання голосового каналу. Іншими словами, якщо людина розмовляє по телефону з іншою людиною протягом години, на лінії зв'язку створюється одне ерлангенське навантаження. Ці розрахунки часто використовуються операторами зв'язку для розрахунку кількості каналів певних СТО. Ця одиниця названа на честь датського математика А. К. Ерланга, який запропонував використовувати математичний аналіз для розрахунку навантаження (часу найбільшого навантаження) телефонних ліній CHNN. Розрив дзвінка - один з абонентів ініціював роз'єднання. Індикатор виклику - сигнал, що створюється позивним для привернення уваги абонента. На аналогових лініях гудок — це низькочастотний змінний струм високої напруги, що генерується АТС [1].

Телефонія - це передача конфіденційної інформації по дротових лініях зв'язку (або бездротових каналах) за допомогою спеціальних телефонних пристроїв. Це одна з найбільш повних і функціональних форм спілкування, що забезпечує обмін інформацією у всіх сферах людської діяльності. Найпростіша телефонна лінія має вигляд, зображений на рисунку 1.1 [2] . Мікрофон першого абонента АВ1 (знаходиться в нижній частині телефону) призначений для перетворення чоловічого голосу (слухових коливань) в змінний струм. Цей струм передається по лінії зв'язку (ЛЗ - два провідники) і надходить в телефон другого абонента АВ2.

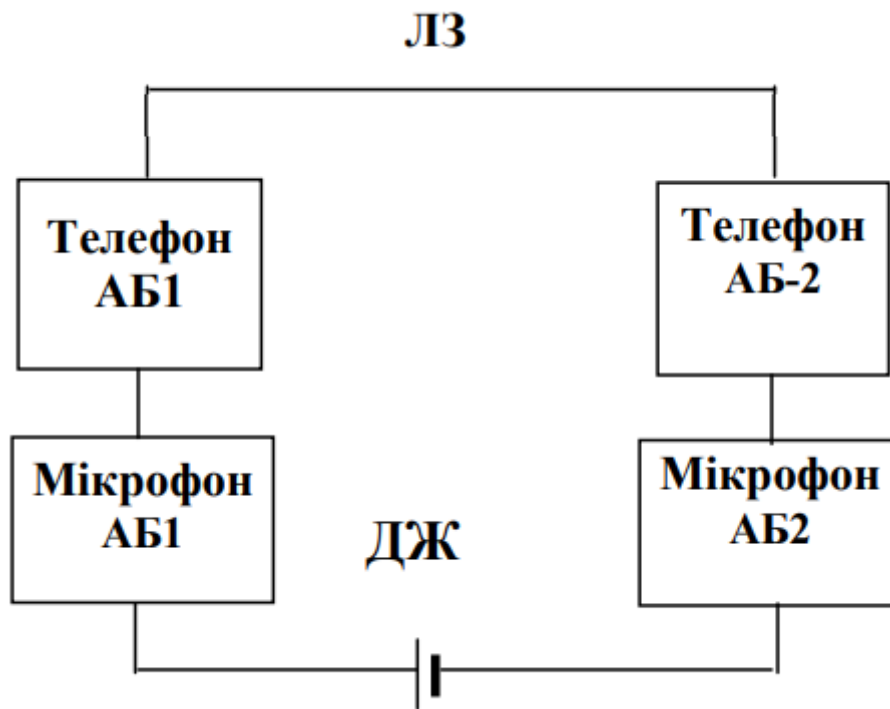


Рисунок 1.1 – Типова лінія телефонного зв'язку

Телефон (верхня частина телефону) призначений для перетворення змінного струму, що надходить по лінії зв'язку, в звукові коливання (аудіо), які чує абонент АБ2. Блок живлення ДЖ призначений для забезпечення нормальної роботи мікрофона. Якщо додати до звичайного телефону бездротовий передавач і приймач і використовувати електромагнітні хвилі замість двопровідної лінії зв'язку, ви отримаєте пристрій, який зазвичай називають бездротовим телефоном.

Телефонний зв'язок обмежується перетворенням звукових коливань в електричні сигнали на телефонному мікрофоні (ПА) розмовляючого абонента, передачею цих сигналів по каналу телефонного зв'язку і перетворенням їх на телефон слухаючого ПА. Це частина звукових коливань, які відтворюють слова. Перемикання каналів зв'язку для встановлення тимчасового ТА з'єднання з іншою особою здійснюється в кол-центрі (вручну, напівавтоматично або автоматично).

Відокремлено [2] пряме — коли два абоненти підключаються безпосередньо один до одного (а не через АТС) через телефонні лінії. Міський (міський і сільський), міжміський і міжнародний АТС.

При автоматичному наборі абонент використовує набір номера або тоновий набір, щоб зателефонувати на номер іншого абонента на своєму ТА. Послідовний вплив дзвінка на пристрої керування різними етапами пошуку вузлів автоматичного пошуку та зв'язку АТС створює електричний ланцюг, що з'єднує ТА спірного абонента з АТС, до якої підключений абонент. . неприємний; Ця АТС перевіряє стан вхідної лінії абонента і, якщо лінія вільна, йому надсилається гудок. З'єднання вважається завершеним, як тільки абонент, що викликається, зніме свій телефон зі свого ліфта ТА [1, 2].

Сигнали, які використовуються для передачі повідомлень, представлені потужністю, напругою або струмом, які змінюються з часом. Характер зміни миттєвого значення напруги або струму сигналу чітко відповідає повідомленню, що передається.

Канал передачі - це послідовне з'єднання пасивних і активних елементів. Коли сигнал проходить через канал передачі, відбувається або втрата енергії в пасивному елементі, або збільшення в активному елементі. Поняття функціонального ослаблення та функціонального посилення вводяться для оцінки змін енергії сигналу в різних точках каналу.

При проектуванні та експлуатації систем зв'язку та мережевого обладнання необхідно знати значення рівня сигналу в різних точках каналу та шляху передачі. Для характеристики змін енергії сигналу під час передачі використовуються діаграми рівнів, які є графіками, що показують розподіл рівнів передачі вздовж шляху передачі.

Кабельна лінія, призначена для передачі інформації від електричних струмів різної частоти (кабель зв'язку - КЗ). По телекомунікаційних кабелях передаються телеграми та зображення, телефонні розмови, звукові та телепрограми, статистичні дані, отримані з обчислювальних центрів, сигнали від дистанційних механічних систем тощо. [2].

Класифікація Автоматичний оператор (АТС) [2-4]:

1. Автоматичний прийом. Цей АТС використовує багатоосьовий механічний пристрій із безперервним обертанням для групи дослідників.

2. 10-річні кроки. З'явився після Другої світової війни. Фактором змін тут є пошукова система, яка існує десятиліттями. Тобто це досить складний електромеханічний пристрій з контактами, що рухаються послідовно.

3. Координати. В якості комутаційних пристроїв використовуються багатокоординатні з'єднувачі, які є спеціально розробленими електромагнітними пристроями.

4. Напівелектронні. Перемикання здійснюється за допомогою герконів, а управління здійснюється електронним мікропроцесором.

5. Електронний аналог. Перетворення аналогового сигналу здійснюється напівпровідниковими приладами, а керування здійснюється мікропроцесорами.

6. Цифрова електроніка. Комутація та управління повністю цифрові. Аналоговий сигнал оцифровується у абонента і передається в цифровому вигляді між АТС і АТС.

7. IP телефонна станція. Цифрова АТС, яка використовує не комутацію каналів, а комутацію пакетів, а передача здійснюється за протоколом IP. IP-АТС виконує комутацію для пристроїв IP-телефонії (VoIP).

Автоматизовані системи управління — людино-машинні системи, що забезпечують автоматичний збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації управління в різних сферах людської діяльності. Основною місією АСУ є підвищення ефективності управління за рахунок величезного обсягу інформації, що обробляється в процесі прийняття управлінських рішень [2-4] .

Роль АСУ підвищується, коли є найбільш критичним часовий елемент, тобто при виконанні оперативних завдань, спрямованих на ліквідацію аварій та їх наслідків для об'єктів, що охороняються ОРС [2-4] .

АС — це організаційно-технічна система, що забезпечує прийняття рішень на основі автоматизації інформаційних процесів у різних сферах діяльності (управлінська, планова, виробнича тощо) або їх сукупність [2-4] .

Автоматизована система (АСУ) — це система, що складається з людей і набору ресурсів, які застосовують інформаційні технології для автоматизації діяльності та виконання встановлених функцій. Конструкція САУ визначається типом опор, розроблених при будівництві для вирішення поставленої задачі в плановому порядку [2-4] .

У процесі проектування АСУ (компонентів) в основному розробляються однотипні засоби забезпечення: програмне, технічне, інформаційне, організаційне, методичне, метрологічне, правове, математичне, лінгвістичне, ергономічне тощо [2-4] .

Програмне забезпечення системи автоматизації – це набір програм на носіях, що містить програмну документацію, розроблену відповідно до поточного літнього часу [2-4] .

Набір програм для носіїв, даних і програмної документації, призначений для налагодження, експлуатації та контролю за роботою АСУ.

Технічне забезпечення систем автоматизації - усі технічні засоби, що використовуються в процесі функціонування систем автоматичного керування/засоби застосування керуючих впливів (засоби отримання, введення, підготовки, обробки, обробки, зберігання, запису, виведення, відображення, використання та передачі даних) з використанням проектно-експлуатаційна документація, розроблена відповідно до чинного DST [2-4] .

Інформаційне забезпечення автоматизованої системи – це системно-орієнтований набір даних, що описує прийнятий у системі словник ключових дескрипторів (класифікаторів, стандартних моделей, елементів автоматизації, форматів документів тощо) та оновлені дані про стан інформаційної моделі. . . . Обробляє об'єкти автоматизації процесів (щодо керованих об'єктів, об'єктів проектування) на всіх етапах їх життєвого циклу [2-4] .

Поява телефонів почалася з ручних перемикачів. Багато хто знає, що американський вчений Олександр Белл винайшов перший телефон. Дата історичного відкриття, яке дозволило людям спілкуватися один з одним без світла і виду, відома як 14 лютого 1876 року. А відомим воно стало вже в

1878 році, коли почала працювати перша ручна телефонна станція, здатна обслуговувати 21 абонентів [5].

[6] описано пристрій та роботу цифрової АТС (АТС) М-200. В даний час «Об'єднані телекомунікаційні мережі» експлуатують 1500 цифрових АТС М-200 загальною ємністю 400 тис. номерів.

Кол-центри бувають двох типів: державні та приватні. Концептуально обидва роблять те саме. Єдина відмінність полягає в тому, що загальнодоступні АТС забезпечують лише зовнішній зв'язок, тоді як приватні АТС забезпечують як внутрішній, так і зовнішній зв'язок [7].

Існує три види АТС [7]:

Традиційна (аналогова) АТС: телефонні дзвінки надсилаються та приймаються лише через існуючі мідні дроти. Він діє як внутрішня АТС, з'єднуючи дзвінки в офіс і надсилаючи дзвінки на місцеву АТС.

Розміщена АТС (цифрова): використовує високошвидкісну мережу для передачі цифрових телефонних даних на віддалений сервер. Потрапивши туди, вони або передаються як цифрові дані до інших цифрових телефонних систем, або перепакуюються як аналогові дані для існуючих телефонних мереж.

Власна АТС (обидва): Можливість підключення до традиційної телефонної мережі (через магістраль) або цифрової мережі. Ви можете дзвонити зі стаціонарного телефону або через Інтернет, і у вас є резервні варіанти, якщо ваша телефонна лінія або широкосмугове з'єднання перестануть працювати.

«Укртелеком» – одна з найбільших телекомунікаційних компаній України, здатна надавати практично всі види сучасних телекомунікаційних послуг у всіх регіонах України[8].

Візьмемо для прикладу еталон типу «ЕС-11».

Комплект станцій «ЕС-11», що входить до складу цифрової системи комутації «LAN-2000» (DSS), призначений для використання в якості терміналу (несучої), концентратора (несуча - передача) і цифрової передавальної станції. . . Частина телефонної мережі (ТМ) у сільській адміністративній зоні (КАП).

При необхідності станцію можна використовувати як місцеву АТС (ПАТС) і підстанцію для розвитку телефонних мереж обласних центрів та інших міських територій ЦАР. Станційне обладнання «ЕС-11» також може використовуватися в міських і відомчих телефонних мережах.

Станцію «ЕС-11/700» можна використовувати як термінал або вузол для ТМ КАП. При замовленні АТС потрібної версії слід мати на увазі, що при використанні станції в якості кінцевої станції (ТК) абонентська ємність може досягати до 700 при підключенні до трьох лінійних трактів (ЛТ) 2048 кБіт. / S. Конфігурація цієї станції складається з двох BAD240 SUB (блоків абонентського доступу) і одного пристрою BAD200.

## **1.2. Опис роботи «ЕС-11/700»**

### **1.2.1. Технічні характеристики**

Станції надають можливість визначати типи телефонного з'єднання всередині та між станціями. Проміжні станції по черзі [2-4].

- Вихід на інші станції локальної мережі та підключені до них пристрої АТС або підстанції;
- Міжміські та міжнародні вихідні.
- Він надсилається на спеціальні сервісні вузли (аварійний і командний запит) у локальній мережі.
- Прийом з інших станцій локальної мережі та з підключених до неї служб АТС або підстанцій;
- Міжміське та міжнародне сполучення;
- Імпортні міжміські кабельні комутатори.
- Перетин між з'єднувальними лініями в різних напрямках.

Станція забезпечує можливість встановлення місцевих, міжміських і міжнародних з'єднань, вихідних, вхідних і транзитних з'єднань через сертифіковані термінали передачі даних (модеми), які забезпечують алгоритми телефонних з'єднань, факсимільного зв'язку тощо.

Для кожного типу підключення станція забезпечує напівпостійну цифрову комутацію каналів 64 кбіт/с, від 2 до 30 груп каналів 64 кбіт/с і каналу Е1 [8].

Станція передбачає використання закритих або відкритих систем без індексу або з індексом завершення для абонентів і, в залежності від напрямку зв'язку, різною кількістю абонентських номерів (від 2 при виклику спеціальної служби до 16 при виклику спеціальної служби) можна прийняти. Міжнародні зв'язки.

Спеціальній службі або інформаційно-довідковому пристрою при підключенні до абонентської лінії (АЛ) станції присвоюється скорочений номер типу 0xx, який відрізняється від нумерації цієї послуги, яка міститься у вузлі спеціальної служби цієї служби. Локальна мережа.

Забезпечується програмне встановлення наступних категорій автоматичного визначення номера (АВН) [8]:

- 1 - міжнародний зв'язок (+700,+800,+900);
- 2 - готельні телефони з можливостями категорії 1 (+800);
- 3 - місцевий зв'язок;
- 4 - пріоритетний зв'язок;
- 5 - міжнародний зв'язок (+800);
- 6 - міжміські таксофони;
- 7 - міжнародний зв'язок (+700, +800, +900);
- 8 - передача даних (+800, +800);
- 9 - універсальний таксофон;
- 0 - міжнародний зв'язок (800).

### **1.2.2. Типи і параметри ліній**

Забезпечено можливість розподілу абонентів програмним способом за внутрішньостанційними категоріями (до 32 категорій з урахуванням резерву), до яких мають входити такі категорії обслуговування [8]:

- АЛ, виключені з обслуговування адміністрацією зв'язку. При спробах встановлення вихідного і вхідного зв'язку для такої АЛ абонентам

передається відповідна фраза автоінформатора або вказівний сигнал. В цю категорію не припускається включати лінії екстрених спецслужб;

- АЛ з заборонаю втручання. Ця категорія забороняє всі види втручання (підключення телефоністки, передачу "сигналу повідомлення", підключення оператора технічної експлуатації тощо). Така категорія привласнюється АЛ, що має пристрій передачі даних;

- АЛ з обмеженням вихідного зв'язку. Ця категорія забороняє всі, або визначені види вихідного зв'язку і не обмежує вхідний зв'язок і вихідний зв'язок до екстрених служб (01, 02, 03, 04). При спробі встановлення забороненого вихідного зв'язку в лінію абонента передається відповідна фраза автоінформатора або вказівний сигнал.

Станція забезпечує наступні способи передачі інформації АВН [8]:

- безінтервальний пакет багаточастотним кодом "2 з 6";
- імпульсний пакет багаточастотним кодом "2 з 6".

Станція сприймає від АМТС сигнал "запит АВН" лінійний сигнал біт "+" на проводі "а" частотну послідовність 500 Гц з параметрами:

- сигнал "запит АВН" може надходити у передвідповідному чи відповідному стані до трьох разів при виклику АМТС, до двох - місцевих АТС та необмежене число разів при виклику спецслужб;
- максимальний час між повторними запитами при неуспішних спробах визначення номера  $(1,2 \pm 0,1)$ с;
- мінімальний час між повторними запитами  $(350 \pm 50)$  мс;
- після кожного сигналу запиту передається сигнал "зняття запиту АВН" (мінус на проводі "а");
- при запиті АВН під час розмови мінімальний інтервал між зняттям і подачею сигналу "+" на проводі "а" повинен бути 300 мс, а між двома запитами АВН - від 500 до 700 мс;
- тривалість частотної послідовності 500 Гц повинна бути не менше 90 мс, максимальна тривалість не контролюється;

- з моменту появи сигналу "+" на проводі "а" частотна посилка 500 Гц може надійти в інтервалі часу від 10 до 275 мс;

- надійне розпізнавання частотного запиту гарантується при його тривалості не менше 75 мс, можливих перериваннях до 10 мс, для рівнів сигналу мінус (4 - 32) дБм у смузі від 485 до 515 Гц;

- погрібний рівень несприймання сигналу: мінус 38 дБм. Надійне несприймання гарантується на частотах нижче 475 Гц та вище 525 Гц, а також при тривалостях менше 60 мс.

Максимальний інтервал між закінченням приймання частотного запиту АВН і початком передачі інформації АВН не перевищує 50 мс. Інтервал між прийманням лінійного сигналу "запит АВН" і початком передачі інформації АВН становить від 170 до 200 мс.

Станція забезпечує повторну одноразову передачу пакета АВН у разі отримання від АМТС чи місцевої АТС (після передачі їй інформації АВН) двочастотної комбінації "б" (номер прийнято неправильно).

Станція забезпечує можливість запиту інформації АВН від зустрічної станції місцевої мережі у з'єднанні для надання цієї інформації своїм абонентам відповідної внутрішньостанційної категорії обслуговування та для збереження цих даних у процедурі відслідкування зловмисних викликів. Командою для збереження даних АВН являються дії абонента, що викликається, блоку БАД, якщо він попередньо замовив цю послугу, натисканням кнопки "R" або здійсненням операції короткочасний відбій з відповідним набором коду.

Сумарна тривалість одного циклу розпізнавання, що включає одноразовий "Запит АВН" ("+" на проводі "а") та приймання і обробку інформації про номер телефону (в місці її приймання), не перевищує 2,2 с при першому чи повторному запиті АВН (до 2,8 с при останньому), який має здійснюватися через 500 - 700 мс після першого при відсутності запитаних даних АВН.

Частотний сигнал запиту АВН ( $500 \pm 1$ ) Гц передається з рівнем мінус ( $4,5 \pm 0,5$ ) дБм<sub>0</sub> на навантаженні 600 Ом та з припустимим коефіцієнтом

нелінійних спотворень до 0,5%. Цей сигнал знімається після отримання даних АВН, а максимальна тривалість його передачі становить  $(800 \pm 50)$  мс.

При передаванні інформації АВН імпульсним пакетом дані групуються у наступному порядку: номер абонента, що викликається, чи служби АМТС (комбінації 1 - 10); категорія, абонента, що викликає (одна з комбінацій 1 - 10); номер абонента, що викликає (комбінації 1 - 10); кінець набору (комбінація 11).

В зворотному напрямку приймаються комбінації: 11 (підтвердження правильності приймання); 6 (запит повторення спотвореної цифри).

Після отримання комбінації «6» необхідно переоформити пакет (до 3 разів).

На станції є можливість безперервного пошуку (пошук рядків): групи до 16 ліній, до 32 ліній у групі.

Під час роботи станція пропонує можливість впровадження нових додаткових послуг.

Станція передає неголосову інформацію з сертифікованих в Україні абонентських терміналів за допомогою модемів, що відповідають вимогам рекомендацій МСЕ V.21, V.22, V.22bis, V.23, V.26bis, V.26ter та ін. Надає характеристики V.27ter, V.32. Є можливість як автоматично змінити канал за алгоритмом телефонного підключення, так і налаштувати напівпостійне підключення в полі зміни каналу.

### **Висновки до розділу**

В даному розділі розглянуто принцип роботи АТС «ЕС-11/700», запропоновано кількість абонентських ліній, кількість телефонних номерів. Виконано опис станції. При цьому надійне розпізнавання частотного запиту повинно бути при тривалості не менше 75 мс та можливих перериваннях до 10 мс, для рівнів сигналу  $-(4 - 32)$  дБм у смузі від 485 до 515 Гц.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОЇ ТЕЛЕФОННОЇ СТАНЦІЇ «ЕС-11/700»

### 2.1. Дослідження ємності АТС

*Визначення загальної ємності існуючої телефонної мережі:*

Місто, для якого проводяться розрахунки, має розвинену телефонну мережу, структура якої відображена на рис. 2.1

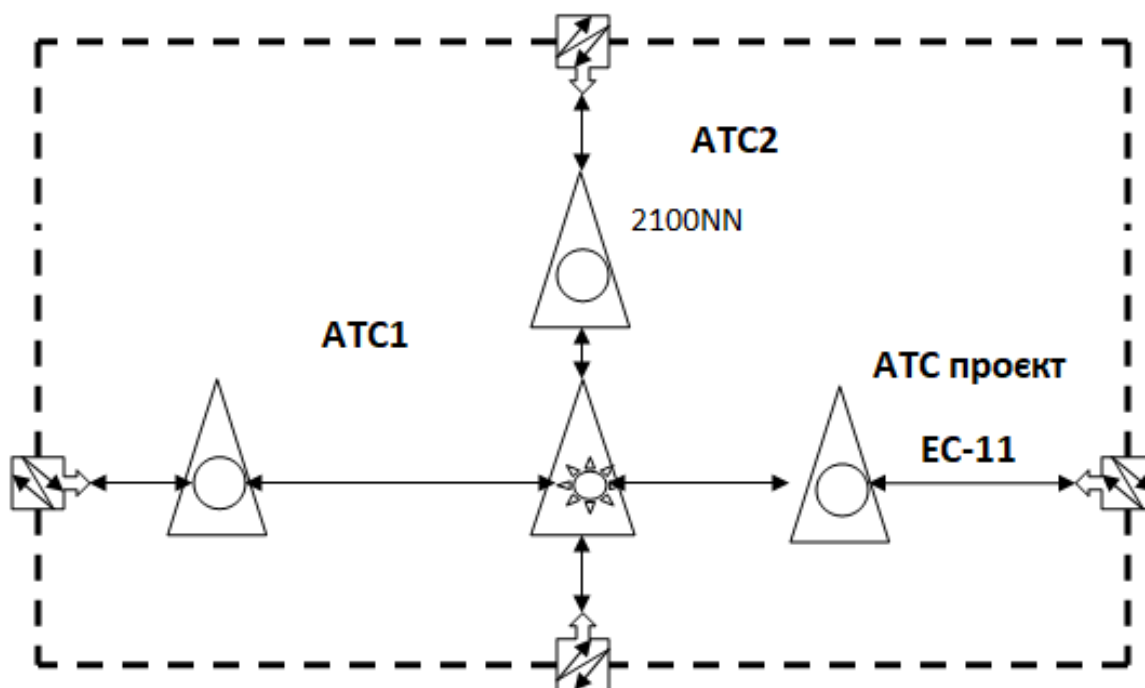


Рисунок 2.1. – Структура телефонної мережі міста

Структура телефонної мережі, що розраховується, наведена у таблиці 2.1

Таблиця 2.1. - Структура та ємність телефонної мережі міста

| Номер та тип АТС | Ємність АТС,<br>номерів |
|------------------|-------------------------|
| АТС1 КВАНТ-Е     | 3100                    |
| АТС2 ЦСК-МН СУРА | 2100                    |
| АТС проект ЕС-11 | -                       |

Приведемо формулу, за якою розраховується ємність телефонної мережі [2-4]:

$$N_{\text{заг.}} = N_{\text{АТС1}} + N_{\text{АТС2}} + N_{\text{АТС3}} + \dots N_{\text{АТСn}}, \text{ (номерів)}, \quad (2.1)$$

де:  $N_{\text{АТСi}}$  – порядковий номер АТС у мережі.

$$N_{\text{заг.}} = 3100 + 2100 = 5200 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{заг.}} = 5200 \text{ (номерів)}$$

*Розрахунки необхідної ємності телефонної мережі [2-4]:*

$$N_c = G_{\text{норм}} * N_{\text{нас}} \text{ (номерів)}, \quad (2.2)$$

де:  $N_c$  – необхідна телефонна ємність;

$G_{\text{норм.}}$  – нормативний коефіцієнт,  $G_{\text{норм.}} = 25 \text{ тел./} 100 \text{ мешк.} = 0,25$ ;

$N_{\text{нас.}}$  – кількість населення міста, мешканців.

$$N_c = 0.25 * 18000 = 4500 \text{ (номерів)}$$

$$N_c = 4500 \text{ (номерів)}$$

*Розрахунки ємності проєктованої ЕАТС [2-4]:*

$$N_{\text{АТС проєкт.}} = N_c - N_{\text{заг.}}, \quad (2.3)$$

$$N_{\text{АТС проєкт.}} = 5200 - 4500 = 700 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{АТС проєкт.}} = 700 \text{ (номерів)}$$

З урахуванням перспективи розвитку районованої мережі зв'язку необхідну ємність ЕАТС приймемо:

$$N_{\text{АТС проект.}} = 700 \text{ (номерів)}$$

Результати розрахунків наведемо у таблиці 2.2.

**Таблиця 2.2.Ємність телефонної мережі міста**

| Номер та тип АТС  | Ємність АТС,номерів |
|-------------------|---------------------|
| АТС1 КВАНТ-Е      | 3100                |
| АТС2 ЦСК-МН СУРА  | 2100                |
| АТС проект. ЕС-11 | 700                 |

*Розрахунки ємності телефонів квартирному сектору та народногосподарського сектору [2-4]:*

Ємність телефонів квартирному сектору:

$$N_{\text{кв.}} = N_{\text{АТС}} * P_{\text{кв.}} / 100$$

Ємність телефонів приватного/господарського сектору:

$$N_{\text{підпр.}} = N_{\text{АТС}} * P_{\text{підпр.}} / 100$$

де  $P_{\text{кв.}}$  – відсоток квартирних телефонів від  $N_{\text{заг.}}$ ;

$P_{\text{підпр.}}$  – відсоток телефонів підприємств від  $N_{\text{заг.}}$  ;

Вихідні данні для розрахунку відсоткової структури побудови телефонної мережі візьмемо із таблиці 2.3.

**Таблиця 2.3 Вихідні дані для розрахунку структурного складу телефонної мережі**

| <b>Відсоток квартирному сектору</b> |     | <b>Відсоток приватного/господарського сектору</b> |     |
|-------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|-----|
| $P_{\text{кв. АТС1}}$               | 70% | $P_{\text{госп. АТС1}}$                           | 30% |
| $P_{\text{кв. АТС2}}$               | 70% | $P_{\text{госп. АТС2}}$                           | 30% |
| $P_{\text{кв. проєкт.АТС}}$         | 80% | $P_{\text{госп. проєкт.АТС}}$                     | 20% |

Проведемо розрахунок структури побудови телефонної мережі

$$N_{\text{кв. АТС1}} = 3100 * 70/100 = 2170 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{госп. АТС1}} = 3100 * 30/100 = 930 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{кв. АТС2}} = 2100 * 70/100 = 1470 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{госп. АТС2}} = 2100 * 30/100 = 630 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{кв. проєкт.АТС}} = 700 * 80/100 = 560 \text{ (номерів)}$$

$$N_{\text{госп. проєкт.АТС}} = 700 * 20/100 = 140 \text{ (номерів)}$$

Розраховані результати структури абонентської мережі зведені у табл. 2.4.

**Таблиця 2.4 Структурний склад абонентів**

| <b>АТС</b>   | <b>N АТС</b> | <b>N кв</b> | <b>N підпр</b> |
|--------------|--------------|-------------|----------------|
| АТС1 КВАНТ-Е | 3100         | 2170        | 930            |
| АТС2 СУРА    | 2100         | 1470        | 630            |
| АТС3 ЕС-11   | 700          | 560         | 140            |

## 2.2. Дослідження навантажень АТС

*Розрахунок вихідного абонентського навантаження [2-4]:*

$$U_{\text{вих}} = \sum N_i * Y_{\text{вих}}$$

$$U_{\text{вих}} = N_{\text{кв}} * Y_{\text{кв вих.}} + N_{\text{пр}} * Y_{\text{вих підпр.}} + N_{\text{такс}} * Y_{\text{вих..такс.}} + N_{\text{мтакс}} * Y_{\text{вих..міжміськ.такс}} \text{ (ерл.)};$$

де  $Y_{\text{вих.}}$  – вихідне навантаження, створене одним телефонним апаратом визначаємо згідно таблиць Ерланга або Башаріна.

$$Y_{\text{вих..кв}} = 0.022 \text{ ерл}$$

$$Y_{\text{вих. підпр.}} = 0.072 \text{ ерл}$$

$$Y_{\text{вих..такс}} = 0.27 \text{ ерл}$$

$$Y_{\text{вих..міжміськ.такс}} = 0.27 \text{ ерл}$$

$$U_{\text{вих. АТС1}} = N_{\text{кв1}} * Y_{\text{кв вих.1}} + N_{\text{підпр.1}} * Y_{\text{вих підпр1}} \text{ (ерл.)};$$

$$U_{\text{вих. АТС2}} = N_{\text{кв2}} * Y_{\text{кв вих.2}} + N_{\text{підпр.2}} * Y_{\text{вих підпр2}} \text{ (ерл.)};$$

$$U_{\text{вих. АТС проект.}} = N_{\text{кв6}} * Y_{\text{кв вих.6}} + N_{\text{підпр.6}} * Y_{\text{вих підпр6}} \text{ (ерл.)};$$

$$U_{\text{вих. АТС1}} = 2170 * 0,022 + 930 * 0,072 = 47,7 + 67 = 114,7 \text{ (ерл.)};$$

$$U_{\text{вих. АТС2}} = 1470 * 0,022 + 630 * 0,072 = 32,3 + 45,4 = 77,7 \text{ (ерл.)};$$

$$U_{\text{вих. АТС проект.}} = 560 * 0,022 + 140 * 0,072 = 12,3 + 10,1 = 22,4 \text{ (ерл.)};$$

*Розрахунок вхідного абонентського навантаження [2-4]:*

$$U_{\text{вх}} = \sum N_i * y_{\text{вх}} \text{ (ерл.)}$$

$$U_{\text{вх}} = N_{\text{кв}} * y_{\text{кв вх}} + N_{\text{пр}} * y_{\text{вх підп}} \text{ (ерл.)}$$

де  $Y_{вх.}$  – вхідне навантаження, створене одним телефонним апаратом визначаємо згідно таблиць Ерланга або Башаріна [2-4]:

$$Y_{вх..кв} = 0.017 \text{ ерл}$$

$$Y_{вих. підпр.} = 0.067 \text{ ерл}$$

$$Y_{вх. такс.} = 0.22 \text{ ерл}$$

$$Y_{вх. АТС1} = N_{кв1} * Y_{кв вх.1} + N_{підпр.1} * Y_{вх підпр1} \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{вх. АТС2} = N_{кв2} * Y_{кв вх.2} + N_{підпр.2} * Y_{вх підпр2} \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{вх. АТС проєкт.} = N_{кв6} * Y_{кв вх.6} + N_{підпр.6} * Y_{вх підпр6} \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{вх. АТС1} = 2170 * 0,017 + 930 * 0,067 = 36,9 + 62,3 = 99,2 \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{вх. АТС2} = 1470 * 0,017 + 630 * 0,067 = 25 + 42,2 = 67,2 \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{вх. АТС проєкт.} = 560 * 0,017 + 140 * 0,067 = 9,5 + 9,4 = 18,9 \text{ (ерл.)}$$

Результати розрахунків наведемо у таблиці 2.5.

**Таблиця 2.5 Вихідне та вхідне навантаження мережі**

| АТС         | $N_{АТС}$ | $Y_{вих.}$ | $Y_{вх.}$ |
|-------------|-----------|------------|-----------|
| АТС КВАНТ-Е | 3100      | 114,7      | 99,2      |
| АТС СУРА    | 2100      | 77,7       | 67,2      |
| АТС ЕС-11   | 700       | 22,4       | 18,9      |

*Визначення навантаження на комутаційне [2-4]:*

$$Y_{\text{вих.комутац.}} = Y_{\text{вих.}} * t_{\text{вих..кп.}} / t_{\text{вх.кп.}}$$

де  $Y_{\text{вих.комутац.}}$  – навантаження на виході комутаційного поля, ерл.;  
 $t_{\text{вх.ком.поля}}$ ,  $t_{\text{вих.ком.поля}}$  – час зайняття входів та виходів  
 комутаційного поля, відповідно, сек.

$$\text{Для цифрової АТС } t_{\text{вих..}} / t_{\text{вх..}} = 0.85$$

$$\text{Для координатної АТС } t_{\text{вих..}} / t_{\text{вх..}} = 0.89$$

$$\text{Для декадно-крокової АТС } t_{\text{вих..}} / t_{\text{вх..}} = 0.95$$

$$Y_{1\text{вих.комутац.}} = Y_{1\text{вих.}} * t_{\text{вих..кп.}} / t_{\text{вх.кп.}}$$

$$Y_{2\text{вих.комутац.}} = Y_{2\text{вих.}} * t_{\text{вих..кп.}} / t_{\text{вх.кп.}}$$

$$Y_{\text{проект.вих.комутац.}} = Y_{\text{проект.вих.}} * t_{\text{вих..кп.}} / t_{\text{вх.кп.}}$$

$$Y_{1\text{вих.комутац.}} = 114,7 * 0.85 = 123 \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{2\text{вих.комутац.}} = 77,7 * 0.85 = 66 \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{\text{проект.вих.комутац.}} = 22,4 * 0.85 = 19 \text{ (ерл.)}$$

Результати розрахунків наведемо у таблиці 2.6.

**Таблиця 2.6 Розподіл навантаження на комутаційне поле**

| АТС                   | $N_{\text{АТС}}$ | $Y_{\text{вих.комутац..}}$ |
|-----------------------|------------------|----------------------------|
| АТС1 КВАНТ-Е          | 3100             | 97,5                       |
| АТС2 СУРА             | 2100             | 66                         |
| АТС проєктована ЕС-11 | 700              | 19                         |

*Розрахунок внутрішнього навантаження проєктованої АТС [2-4]:*

$$Y_{вн.н} = Y_{вих.комутац.} * R_{вн.н.} \text{ (ерл.)}$$

де  $R_{вн.н} = 0.29$  – частина внутрішнього навантаження, ерл.

$$Y_{вн.н.} = 19 * 0.29 = 5,57 \text{ (ерл.)}$$

*Розрахунок навантаження до УСС:*

$$Y_{сп к} = Y_{вих.комутац.} * R_{сп}, \text{ (ерл.)}$$

де  $R_{сп.} = 0.03$  – доля навантаження до спецслужб, ерл.

к – код станції.

$$Y_{сп.к} = 19 * 0.03 = 0,57 \text{ (ерл.)}$$

*Розрахунок міжстанційного навантаження [2-4]:*

$$Y_{\text{проект АТС}} = Y_{вих.} - Y_{сп. к} - Y_{вн.н.} \text{ (ерл.)}$$

$$Y_{\text{проект АТС}} = 19 - 0,57 - 5,57 = 13 \text{ (ерл.)}$$

*Розрахунок міжміського навантаження [2-4]:*

Міжміське вихідне навантаження:

$$Y_{амвих} = N_{кв} * Y_{амвих.кв} + N_{підпр} * Y_{амвих.підпр}, \text{ (ерл.)}$$

де  $Y_{амвих}$  – вихідне навантаження при автоматичному зв'язку;

$$Y_{амвих. кв} = 0.0012 \text{ ерл;}$$

$$Y_{амвих.підпр} = 0.009 \text{ ерл;}$$

$$Y_{амвих} = 560 * 0.0012 + 140 * 0.009 = 0,7 + 1,3 = 2 \text{ (ерл.)}$$

*Міжміське вхідне навантаження:*

$$Y_{амвх} = N_{кв} * Y_{амвх\ кв} + N_{підпр} * Y_{амвх\ підпр}, (\text{ерл.})$$

де  $Y_{амвх.кв, підпр}$  – навантаження, здійснене одним телефоном

$$Y_{амвх. кв.} = 0.003 \text{ ерл};$$

$$Y_{амвх. підпр.} = 0.0015 \text{ ерл};$$

$$Y_{ам.вх.} = 560 * 0.003 + 140 * 0.0015 = 1,7 + 0,2 = 1,9 (\text{ерл.})$$

*Визначення розрахункового навантаження [2-4]:*

При міському навантаженні:

$$Y_{р.мтм} = 1.03 * Y_{\text{проект АТС}} + 0.029 * \sqrt{Y_{\text{проект АТС}}} (\text{ерл.})$$

$$Y_{р.мтм} = 1.03 * 13 + 0.29 * \sqrt{13} = 13,4 + 1,0 = 14,4 (\text{ерл.})$$

При міжміському навантаженні:

$$Y_{р.мтм} = 1,03 * Y_{ам.вих} + 0.29 * \sqrt{Y_{ам.вих.АТС}} (\text{ерл.})$$

$$Y_{р.мтм} = 1.03 * 13 + 0.29 * \sqrt{13} = 2,05 + 0,41 = 2,46 (\text{ерл.})$$

### **Висновки до розділу**

В результаті дослідження цифрової АТС було визначено ємність та навантаження АТС для міських та міжміських абонентів, а також залежно від виду господарства (квартирне чи приватне/господарське).

### 3 ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ АТС

#### 3.1. Розрахунок кількості з'єднувальних ліній

Вимоги до лінійного доступу і міжстанційної взаємодії.

Типи й параметри з'єднувальних ліній

Станція пропонує наступні види громадського транспорту [3, 12]:

- Це напрямок зв'язку з обладнанням такого ж типу, як ЦСК .Lan-2000. Існують також інші типи цифрових АТС. Універсальний ЦЗЛ подвійної або односторонньої дії, утворений швеллерами в ES (штук А1) або Е1 (штук А).
- З аналоговою телефонною станцією. Двосторонні або односторонні повітряні лінії електропередач, утворені в Е1 (з'єднання А) і ES (з'єднання А1) і завершуються на протилежній АТС за допомогою обладнання аналого-цифрового перетворення (АЦП) і низькочастотного кінцевого вузла (KNZ).
- Коли передавач активується безпосередньо з аналогової КС. Natural Single Energy 3-провідний універсальний LW (FZL) (роз'єм С22) або 4-провідний універсальний LW (роз'єми С1 і Е&М).

Станція може вмістити трижильний кабель ФЗЛ з наступними параметрами [3, 8-15]:

- Загасання частоти 1020 Гц на 4,5 дБ.
  - Опір петлі може бути до 2,0 кОм.
- Ємність контуру може досягати 1,6 мкФ.

- Опір ізоляції більше 20 кОм.
- опір дроту.с. До 700 Ом.

Станція має наступні цифрові лінійні зв'язки [2-4, 8-15]:

- Тип А зі швидкістю передачі сигналу 2048 кбіт/с.
- Тип А1 зі швидкістю передачі сигналу 1024 кбіт/с.

Параметри цифрового лінійного інтерфейсу типу А

Наступні штрих-коди [2-4, 8-15] повинні бути нанесені на перехрестя А.

- Код АМІ (ЧП). Це біполярний імпульсний код зі змінною полярністю, у якому двійкові символи передаються за допомогою потрібного

сигналу, а послідовні двійкові символи подаються за допомогою змінних позитивних і негативних полюсних елементів сигналу однакової амплітуди та двійкового нуля. Нульова амплітуда складової сигналу.

- Код HDB3 (МЧПИ) — модифікований біполярний код АМІ, в якому за правилами порушується чергування полярності знаків. Кожен блок із чотирьох послідовних нулів замінюється блоком 000V або V00V, де вибирається номер V. Імпульси між послідовними одиничними імпульсами не є необхідними і тому не вводяться в постійну складову сигналу. Тут буква V позначає імпульс, поданий відповідно до правила чергування полярності, а буква V позначає імпульс, який порушує це чергування.

Лінія, що з'єднує обладнання з роз'ємом А, повинна мати:

- Напівперіод загасання в діапазоні від 0 до 6 дБ.

Характерна частота загасання, що відповідає закону f.

Розрахунок кількості з'єднувальних ліній [2-4]

$$V = L * Y_p + B \text{ (шт.)};$$

де L , B – коефіцієнти, які визначають залежність втрат повідомлень від доступності ліній зв'язку при D = 10 та допустимості втрат повідомлень

$$P = 0,001;$$

$$L = 1,99; B = 3,8;$$

$$V = 1,99 * 14,4 + 1,99 * 2,46 + 3,8 = 28,7 + 4,9 + 3,8 = 37,3 \text{ (шт.)};$$

$$V = 38 \text{ ліній.}$$

### 3.2. Розрахунок кількості групових трактів

Як зазначалося вище, кожен блок станції є повністю інтегрованим блоком, яким можна керувати окремо або в поєднанні з іншими типами станцій.

Усі станційні блоки можна з'єднати разом як єдиний пристрій для створення цифрової системи комутації ЕС-11. Система використовує ВКК з  $n$  підключеними блоками ВАР і ВЛС. Кількість цих блоків залежить від загальної пропускної здатності станції та навантаження на ЗЛ, яке вимагає замовник.

Навантаження блоків ВАР, ВЛС задається 1 Ерл. Максимальна кількість передплатників станції  $57 \text{ ВАР} = 13\,500$  пісень.

При виклику на одну і ту ж станцію всі ВАРи з'єднуються по цифровому тракту Е1, тому абоненти мають повністю цифровий зв'язок. Сигнал передачі номера від одного ВАР до іншого проходить через шлях Е1 до ВКК, де він зазнає зміни, перетворення та розподілу в потрібному напрямку, щоб досягти потрібного ВАР через шлях Е1.

За допомогою комп'ютера можна програмувати блоки, створювати таблиці перетворення, малювати фізичні лінії та отримувати дані про їхні стани.

Розрахунок числа групових трактів [2-4, 8-15]:

$$W = V / 30 \text{ (гр. тр.)};$$

$$W = 38/30 = 1,3 \text{ (гр. тр.)}$$

$$W = 2 \text{ (гр. тр.)}$$

ТЕЗи КВ1- КВ4, КВ5, КВ6, КК60, КІ6

Тези КВ1-КВ4, КВ5, КВ6

Це модулі процесорів, що забезпечують повно доступну комутацію від 1 до 6 цифрових трактів Е1 і абонентських закінчень. Для ТЕЗів КВ1-КВ4 допускається підключення від 1 до 4 трактів Е1 і 235 абонентських закінчень, для КВ5 5 трактів Е1 і до 210 абонентських закінчень, для КВ-6 6 трактів Е1 і до 180 абонентських закінчень.

В ТЕЗах процесора є 12 зовнішніх ST-потоків, із яких 6 ST-потоків виділяється на абонентські закінчення, 4 ST-потоки виділяється на тракти Е1, а два ST-потоки виділяються або на абонентські закінчення, або на тракти Е1. На один ST-потік під'єднується два ТЕЗи АК15 або ВА15. Тому і така залежність між модулями процесорів описана абзацом вище.

ТЕЗ побудовано на мікропроцесорі INTEL 80C188EB20 з тактовою частотою 40 МГц [2-4, 8-15].

◆ Флеш-пам'ять. Частина 128 Кб.

◆ RAM пам'ять. Обсяг 512 Кб.

◆ Незалежний таймер оперативної пам'яті. Частина 32 Кб.

З'єднання з комп'ютером здійснюється через один із двох послідовних портів RS-232 пристрою, які мають форму двох незалежних асинхронних каналів, що працюють на швидкості 9600 бод і 38400 бод.

Таймери енергонезалежної оперативної пам'яті дозволяють переглядати та записувати певні параметри станції, які часто змінюються (клас абонента, однолінійний режим тощо), у режимі реального часу без необхідності повного перепрограмування станції.

Для управління роботою центрального процесора (ЦП) використовується вбудований в процесор PIC контролер. Він працює з кількома кадрами довжиною 2 мс, сформованими на периферійному пристрої PLL. SR працює за заданим розкладом і постійно посилає сигнали відповіді OTV до процесора SIG. Якщо SR відхиляється від свого графіка роботи (петлі, зупинки тощо), він припиняє надсилати сигнали OTV до процесора SIG. Оскільки процесор SIG не отримує сигнал відповіді OTV, він через певний час перезапускає SR, одночасно скидаючи всі регістри та починаючи роботу з початку. Операції передачі ТЕЗ під час програмування, дистанційне повне перезавантаження пристрою здійснюються через процесор GRAPH.

Блок PLL використовується для формування імпульсів синхронізації всієї системи. В цьому блоці реалізована функція FAPTCH. Якщо система

складається з декількох комутаційних процесорів і серед них є ведучий, або система синхронізується від ведучого тракту E1, то в блоці PLL відбувається виділення синхронізуючої частоти, і виробляються всі сигнали синхронізації відносно ведучого тракту. Якщо ведучого тракту немає, то система автоматично переходить у режим внутрішньої синхронізації і всі блоки працюють від генератора частою 36.86400 МГц.

В ТЕЗі також реалізована функція доступу до пам'яті обробки синхронізації, сигналізації аналогових лінійних закінчень (RASTER MEMORY). Через цю пам'ять центральний процесор повністю програмно контролює роботу всієї системи абонентського, або лінійного доступу. У блоці реалізована функція арбітра. Пам'ять RASTERa це 1 Кбайт ОЗП. В ній зберігається вся керуюча інформація від ST-потоків, що приймається і передається в нульовому і в шістнадцятому каналних інтервалах кожного фрейму в мультифреймі. Роботою пам'яті управляє мікропрограмний автомат, що реалізований на цьому ж блоці PLL. Мікропрограмний автомат, що управляє роботою RASTERa, має 32 такти. Чотири такти завжди виділені процесорові і 28 тактів виділені на ST-потоки. В блоці PLL реалізовано функцію конференц-зв'язку. Один внутрішній канал ST-потoku 32-х каналів таким чином, що одночасно не може бути більше, ніж 32 канали або сумарне число конференцій не повинно перевищувати 32 канали. Наприклад, можна зробити 10 конференцій по 3 або 5 конференцій по 4 плюс 3 конференції по 3.

Комутаційна матриця . реалізована на двох матричних ВІС фірми MITEЛ MT8986. Це повнодоступна матриця 512x512 комутуючих каналів. Доступ до комутаційної матриці процесор здійснює через внутрішню шину даних. Комутаційна матриця побудована таким чином, що має 16 вхідних ST-потоків і 16 вихідних ST-потоків. З комутаційної матриці 6 вихідних ST-потоків через буфер виходять на системний роз'єм. З цього ж роз'єма надходять 6 вхідних ST-потоків на комутаційну матрицю. Це ST-потоки для лінійних закінчень. 4 ST-потоки вхідні й вихідні подаються на 4 тракти E1. 2 ST-потоки при переключенні поступають або на лінійні закінчення, або на тракти E1. Ще 4 ST-

потоки використовуються для внутрішніх потреб модуля (генератор, аналізатор, RASTER, та організація конференції).

В ТЕЗі також знаходиться цифровий багатоканальний генератор тональних сигналів. В комутаційну матрицю поступає один потік тональних посилок певних частот згідно рекомендацій МККТТ для забезпечення сигналізації R1, R1.5, R2, R2D, що необхідно для підтримання протоколу взаємодії з опорними АТС. Генератор тональних сигналів забезпечує посилку тонального сигналу з точністю  $\pm 1,5\%$  на рівні  $-5\text{дБ}$ . Робота генератора тональних сигналів управляється блоком PLL.

Через комутаційну матрицю ці тональні посилки надходять у певні канали ST-потоків абонентських закінчень.

Багатоканальні частотні фільтри працюють на основі дискретного перетворення Фур'є.

Незалежне управління каналом (призначення секторів і придушення результатів аналізу) здійснюється через вихідний струм панелі. Існує 32 незалежних канали аналізу, і кожен канал може аналізувати 8 частот одночасно, загалом 256 частот у всіх фільтрах. Кожен канал можна перетворити на один із чотирьох доменів аналізу (DTMF, R2, R2D, R1, R1.5) [2-4, 8-15]:

- Кожен фільтр частоти 20 Гц має діапазон смуги пропускання від 450 Гц до 3 кГц.
- Динамічний діапазон фільтра становить від 0 до мінус 40 дБ.
- Пакети надійного визначення частоти мають тривалість 20 мс.
- Реалізується трьома МК: логікою програмування, флеш-пам'яттю та оперативною пам'яттю.

Блок-блок E1 (ICM) Реалізовано в двох пристроях (по частині): контролер MT9079 і лінійний компонент MN89793. Він отримує тактовий сигнал від пристрою ФАПЧ і працює як збалансована пара 120 Ом і коаксіальна пара 75 Ом. Цей функціонал встановлюється на пристрої з перемичкою. Деякі параметри тракту E1 (згідно рекомендацій G.703) [2-4, 8-15]:

- Швидкість цифрового потоку становить 2048 Кбіт/с.

- Відносна стабільність тактової частоти цифрових сигналів не гірше  $\pm 1 \times 10^{-7}$ .
- код HDB3 або AMI.
- Ширина імпульсу ( $3 \pm 0,3$ ) В на виході випромінюючої частини блоку при навантаженні активного опору ( $120 \pm 0,6$ ) Ом.
- Тривалість синхронного імпульсу на рівні амплітуди 0,5 становить ( $244 \pm 25$ ) нс.
- Відношення позитивних імпульсів до негативних за амплітудою становить 0,95. 1.05.
- Відношення позитивних імпульсів до негативних за їх тривалістю становить 0,95. 1.05.
- При частоті 1024 Гц вхідний опір приймача становить 120 Ом, а коефіцієнт відбиття менше 10%.
- Приймальна частина пристрою забезпечує нормальну роботу при зміні загасання з'єднувального кабелю від 0 до 6 дБ на частоті 1024 Гц.

ТЕЗ КК60 — це комутаційний процесор з 1-6 повністю перемикаючими шляхами Е1.

Результати проведених розрахунків зведемо у підсумкову таблицю 3.1.

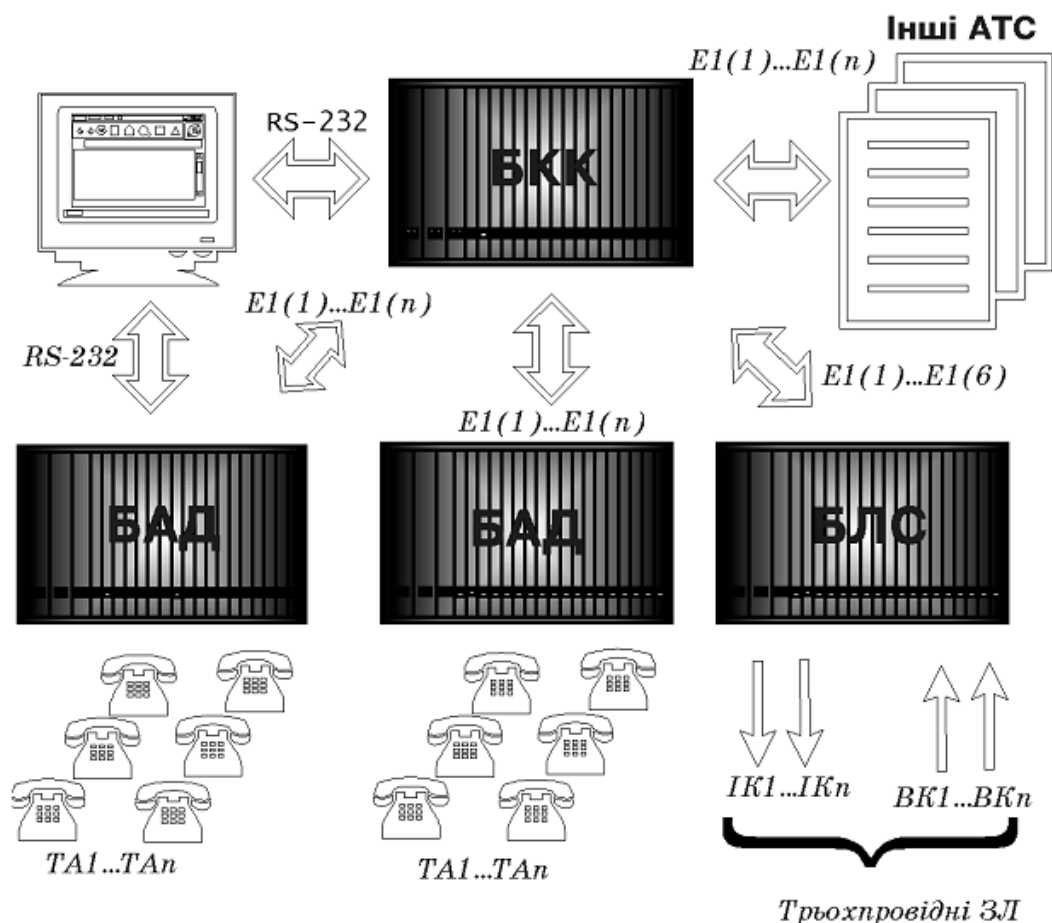
**Таблиця 3.1 Підсумки проведених розрахунків**

| <b>Проектована АТС ЕС-11</b>                       |      |      |
|----------------------------------------------------|------|------|
| Кількість номерів                                  | шт.. | 700  |
| Кількість номерів квартирної секції                | шт.  | 560  |
| Кількість номерів приватного/господарського секції | шт.  | 140  |
| Вхідне навантаження                                | Ерл. | 18,9 |
| Вихідне навантаження                               | Ерл. | 22,4 |
| Навантаження на комутаційне поле                   | Ерл. | 19   |
| Внутрішнє навантаження                             | Ерл. | 5,57 |
| Навантаження до УСС                                | Ерл. | 0,57 |
| Міжстанційне вихідне навантаження                  | Ерл. | 1,96 |
| Міжміське вхідне навантаження                      | Ерл. | 2    |
| Міжміське вихідне навантаження                     | Ерл. | 13   |
| Розрахункове міське навантаження                   | Ерл. | 14,4 |
| Розрахункове міжміське навантаження                | Ерл. | 2,46 |

|                               |     |    |
|-------------------------------|-----|----|
| Кількість з'єднувальних ліній | шт. | 38 |
| Кількість групових трактів    | шт. | 2  |

Процесор TEZ має 12 зовнішніх потоків ST, з яких 6 потоків ST призначені для взаємодії між двома процесорами, що працюють в парі, а 6 потоків ST призначені для шляху E1. Об'єднавши два TEZ КК60, можна організувати трансфер до 12 маршрутів E1. Для цього потік ST направляється на системний штекер, через який комутуються канали двох пристроїв КК60. Вихідний струм першого ТЕЗ через роз'єм подається у вхідний струм другого ТЕЗ, а вихідний струм другого ТЕЗ – у вхідний струм першого ТЕЗ.

Для синхронізації другого ТЕЗ КК60 три сигнали також передаються з першого ТЕЗ КК60. У ТЕЗ важливо, де приземляється ТЕЗ, тому блоки використовуються для визначення місця приземлення ТЕЗ. Коли ТЕЗ знаходиться у другому положенні, модуль PLL отримує синхронізацію вхідних сигналів 4МІ, 12МІ, 2МІ, і синхронізація модуля PLL налаштовується відповідно.



### **Рисунок 3.1. – Схема станції в загальному вигляді**

#### **3.3. Основні складові частини АТС**

Станція побудована за модульним принципом. Базовий блок абонентського доступу (SUB) розрахований на 240 портів і має розміри (ШхГхВ) 494х417х299 мм.

Блок комутації та управління (БКУ) розрахований на 90 трактів Е1 і має розміри (ДхШхВ) 494х417х299 мм.

Лінійний сплайс-блок (BLS) розрахований на 180 трипровідних ліній і має розміри (ДхШхВ) 494х417х299 мм.

На станції наявні наступні ТЕЗ (розміри (ДхШхВ) 265х285х20 мм):

- КК60 (комутаційний процесор з 1-6 повністю комутованими шляхами Е1).
- КV1-KV4 (процесори, що забезпечують повністю доступне перемикання від 1 до 4 шляхів Е1 і до 240 кінцевих точок абонента).
- КВ5, КВ6 (процесори, що забезпечують повнодоступні переходи в 5-6 зонах Е1 і 210-180 абонентських завершень).
- АК15 (дозволяє підключити 15 абонентів типу «СВ» або 15 телефонних будок або 15 прямих абонентів через ТА з'єднання, як push, так і тоновий).
- UK10 (можливість підключення 3-провідного джерела живлення з 5 входами і 5 виходами)
- VK10 (можливість підключення 10 3-провідних входів ZL)
- IR10 (можливість підключення 10 виходів ZL на 3 дроти)
- ВА15 (допускає підключення до 15 зовнішніх абонентських ліній  $R_{sh} < 2,4 \text{ кОм}$ );
- С1/10 (дозволяє підключити 10 4-провідних ліній, що працюють відповідно до стандартів підключення С1 та E&M)
- МТ (для фізичних тестів підключення: вимірювання опору активного контуру, вимірювання ємності контуру, вимірювання активного опору

ізоляції, вимірювання ємності ізоляції, вимірювання постійної та змінної напруги на контурі).

- KV60 (повна зміна процесора на стандарт STBUS з від 1 до 15 потоків 8 Мбіт).

- K16 (комутаційний процесор з 1-6 повністю комутованими шляхами E1 і 2 потоками по 8 Мбіт).

- Стабілізоване джерело напруги D5 +5VAC, +5VA, -5VA;

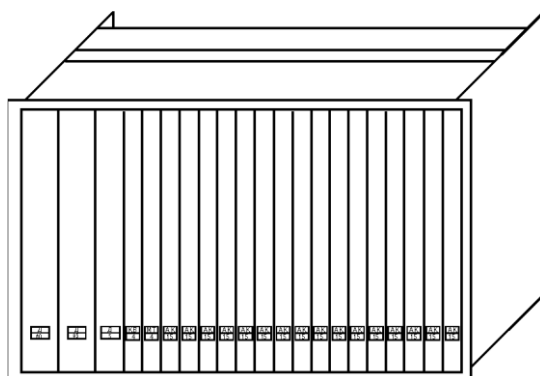
- Стабілізоване джерело напруги D5/1 +5V;

- Напруга стабілізації Джерело D60 -60В;

- Джерело генератор D95 з напругою виклику 95 В, 25 Гц;

- ДК13 (забезпечує з'єднання 13 двох ЗЛ-провідників типу Z-1);

MB13 (забезпечує 13 2-провідних з'єднань ZL за допомогою індуктивних сигналів)



**Рисунок 3.2 – Конфігурація станції «ЕС-11»**

### **3.4. Побудова схем станції**

#### **3.4.1. Структурна схема блоку абонентського доступу**

На рис. 3.3 станцію можна розділити на такі частини:

- ТЕЗ на процесорі KV4.
- Припинення абонента ТЕЗ АК15.
- Тестовий пристрій МТ ТЕЗ.
- Електросистеми ТЕЗ D60, D95, D5.
- Дистанційна термінація абонента ТЕЗ ВА15

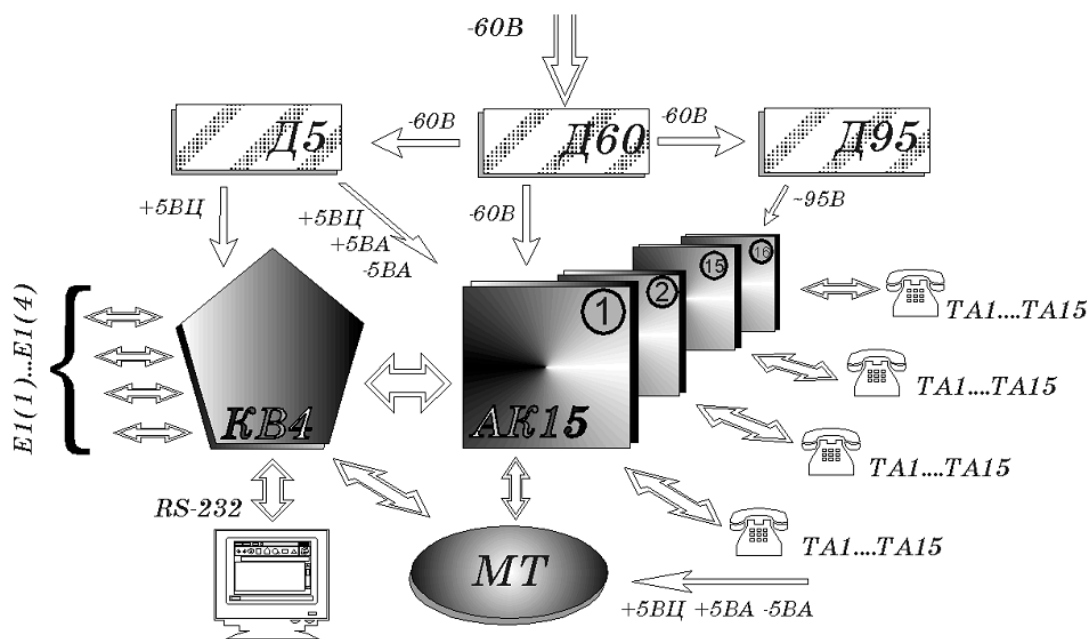


Рисунок 3.3. – Структура блоку абонентського доступу

Процесор KV4 отримує інформацію про стан абонента від TEZ AK15, BA15, обмінюється інформацією по потоку STBUS з TEZ AK15, BA15 і внутрішньою системою спеціальних сигнальних каналів, здійснює байтону обробку сигналу, формує тональні сигнали, цифрові канали Shift. До чотирьох цифрових каналів Ел (ІКМ-30) розміщені в процесорному блоці KV4 і також взаємодіють для обробки інформації. Передача керуючого сигналу також відбувається в секції E1 і TEZ AK15, BA15.

TEZ AK15, BA15 передає інформацію про статус абонента в процесор KV4 (бере трубку і набирає номер), перетворює інформацію в цифровий код за А-законом і обмінюється інформацією через потік STBUS. Абоненти станції підключаються через розетки, підключені до вузлів. До TEZ AK15, BA15 підключено 15 абонентів!

Тестові прилади TEZ призначені для вимірювання фізичних параметрів абонентських терміналів. Інформація про фізичну лінію вводиться в TEZ MT через потік STBUS TEZ AK15, BA15, обробляється та вимірюється, потім

передається в процесор для аналізу, а дані виводяться на екран монітора через послідовний порт RS-232.

Електрична система складається з ТЕЗ D60, D95, D5.

ТЕЗ D60 призначений для стабілізації напруги менше 60 В при споживаному струмі менше 5 А. Він також забезпечує захист від максимальної та мінімальної вхідної напруги.

ТЕЗ D95 призначений для прийому синусоїдальної напруги  $\sim 95$  В, 25 Гц при струмі навантаження 1 А.

ТЕЗ D5 має струм споживання не більше 8 А і призначений для прийому стабілізованої напруги +5В, для живлення цифрової частини станції стабілізованою напругою +5ВА, -5ВА. Живить аналогові компоненти зі струмом споживання менше 1,6 А кожен.

Підключення функціональних пристроїв в ТЕЗ здійснюється за допомогою горизонтальних панелей.

### **3.4.2. Структурна схема блоку лінійних стиків**

Станції можна розділити на:

- ТЕЗ на процесорі KV6.
- ТЕЗ ZL UK10 3 дроти;
- ТЕЗ електросистем D60, D5;
- ТЕЗ ZL IC10, VK10 3-провід.

Процесор KV6 отримує інформацію про стан трипровідної ПЛ ТЕЗ UK10, IC10, VK10 і обмінюється інформацією з ТЕЗ UK10, Ж10, VK10 через потік STBUS по виділеному каналу сигналізації внутрішньої системи. Блок обробки KV6 об'єднує до шести цифрових трактів Е1 і також обробляє через них інформацію. Передача керуючого сигналу здійснюється як в секції Е1, так і в ТЕЗ UK10, IC10 і VK10.

ТЕЗ UK10 призначений для встановлення вихідного, вхідного та транзитного зв'язку з іншими АТС на станції через 3-провідну фізичну лінію

зв'язку. Способи передачі керуючих сигналів включають прийом сигналів батареї та передачі та передачу тональних сигналів. Також пристрій може працювати на міжміських каналах зв'язку. Ця станція має трипровідні вхідні (VC) і вихідні (IC) лінії від іншої УВАТС, підключеної до пов'язаної бази, яка підключається до відповідних ІЧ- і VC ліній пристрою UK10 у центрі станції. Модуль UC10 підключається до 5 ІЧ-вхідних ліній і 5 ІЧ-виходів.

Якщо необхідно налаштувати систему зв'язку з різною кількістю вхідних і ІЧ ліній ВК, використовуються TEZ VK10, IC10. В принципі, призначення та робота TEZ VK10 та IC10 аналогічні TEZ UK10, за винятком того, що TEZ VK10 має лише 10 вхідних ліній, а TEZ IR 10 має лише 10 вихідних ліній.

Діаграма гібридної структури на рівні блоку.

Станцію можна розділити на такі основні частини:

- TEZ на процесорі KV4.
- Припинення абонента TEZ AK15.
- TEZ ZL UK10 3 дроти;
- TEZ 4 ЗЛ Лідер CI/10
- Випробувальна установка MT TEZ.
- Електросистеми TEZ D60, D95, D5.
- Дистанційна термінація абонента TEZ BA15
- TEZ ЗЛИК10, ВК10 3-х провідний;
- 2 дроти TEЗ ЗЛДК13, MB13.

Для абонентів з опором шлейфу більше 1700 Ом використовується BA15 TEZ.

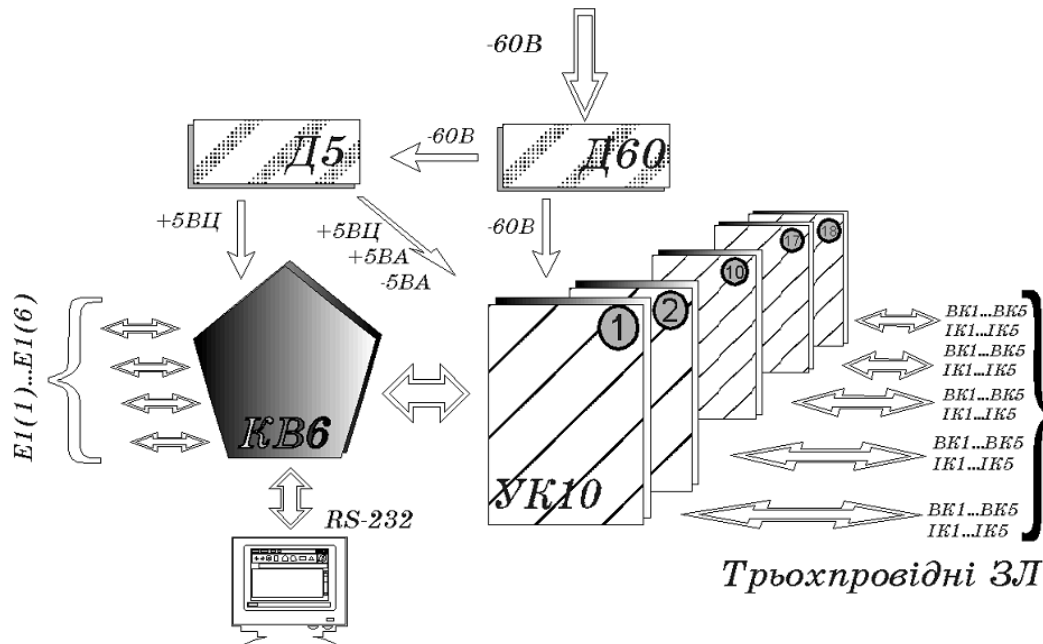


Рисунок 3.4 – Структура блоку лінійних стиків

Процесор KV4 отримує інформацію про стан абонента від АК15, ВА15 ТЕЗ, про стан входних і вихідних ліній пристроїв UK10, IK10, VK10 і обмінюється інформацією з АК15 через потік STBUS внутрішньої системи каналів спеціального сигналу. , ВА15 ТЕЗ виконує байтонну обробку сигналу, генерацію тонального сигналу та комутацію цифрових каналів. До чотирьох повністю модифікованих цифрових функцій E1 (IKM-30) розміщені в процесорному блоці KV4 і також взаємодіють для обробки інформації. Сигнали управління також передаються по лінії E1 і ТЕЗ АК15, ВА15, UK10, IK10, VK10 SI/10, MB13, DK13.

Залежно від модифікації буде змінюватися кількість приладів АК15, ВА15, UK10, ІЦ10, ВК10. Менше чотирьох функцій E1 або навіть жодних функцій можуть бути можливими. При відсутності лінії E1 абонент зв'язується з іншими станціями тільки через 3-провідний ЗЛ, 2-провідний ЗЛ або 4-провідний ЗЛ.

При необхідності налаштувати систему зв'язку зі змінною кількістю входних і ІЧ ліній ВК використовуються ТЕЗ ВК10, ІК10 з входом ВК10-10, вихідні лінії ІК10-10.

На рис. 3.4 ТЕЗ DK13 і MB13 використовуються, коли в ТМ є два кабелі низької напруги. ТЕЗ MB13 забезпечує 13 2-провідних з'єднань ZL за допомогою сигналів індуктивності.

### **3.4.3. Структура блоку комутації і керування**

Станцію можна розділити на такі основні частини:

- ТЕЗ на процесорі KV60.
- ТЕЗ на процесорі KI6.
- Система живлення ТЕЗу D60, D5.

Процесор KV60 ТЕЗ - це процесор комутації потоків від 1 до 15 Шбіт, повністю адаптований під стандарт STBUS. Повністю перетворює 15 потоків каналів по 8 Мбіт у потоки. Він може працювати через зовнішню синхронізацію або задавати частоту синхронізації через внутрішній генератор.

Процесор KI6 ТЕЗ - це процесор комутації з 1-6 повністю комутуваними трактами E1 з двома потоками 8 Мбіт. Він повністю модифікує всі шляхи E1 і передає інформацію у вигляді двох потоків по 8 Мбіт для подальшого перетворення в KV60 ТЕЗ, якщо це необхідно. KI6 ТЕЗ підключається до одного KV60 ТЕЗ з одним потоком 8 Мбіт і до другого KV60 ТЕЗ з другим потоком 8 Мбіт. Таким чином, якщо один з KV60 ТЕЗ виходить з ладу або перевантажується живленням, перемикання відбудеться через інший доступний KV60 ТЕЗ.

У першому та другому ТЕЗ KI6 весь ВСС синхронізується в режимі «MASTER» уздовж першого шляху E1. Коли з'єднані два шляхи синхронізації E1, перший ТЕЗ KI6, перший шлях E1 у режимі PRI, стає хостом. З ним синхронізуються всі БКК. Перша ланка E1 другого ТЕЗ KI6 наразі працює в режимі SEC.



Процесор TEZ має 12 зовнішніх потоків ST, з яких 6 потоків ST призначено для абонентської сторони, 4 потоки ST призначені для шляху E1, а 2 потоки ST призначені для обох кінців абонента та для обох шляхів E1. Два TEZ AK15 або BA15 підключаються до одного потоку ST.

TEZ побудований на мікропроцесорі INTEL 80C188EB20 з тактовою частотою 40 МГц.

- Флеш-пам'ять - об'єм 128 КБ;
- обсяг оперативної пам'яті 512 КБ;
- Таймер енергонезалежної оперативної пам'яті - обсяг 32 Кб.

З'єднання з комп'ютером здійснюється через один із двох послідовних портів RS-232 пристрою, які мають форму двох незалежних асинхронних каналів, що працюють на швидкості 9600 бод і 38400 бод.

Таймери енергонезалежної пам'яті використовуються для перегляду та запису в режимі реального часу багатьох параметрів станції, які часто змінюються (клас абонента, режим окремої лінії тощо), без необхідності повного перепрограмування станції.

Для керування роботою центрального процесора (CPU) використовується пристрій керування, інтегрований у процесор SIG. Він працює з кількома кадрами довжиною 2 мс, сформованими на пристрої PLL. Таким чином, SR постійно надсилає сигнали відповіді OTV до процесора RiC. Якщо SR відхиляється від своєї робочої програми (петлі, зупинки тощо), він припиняє надсилати сигнали OTV до процесора SIG. Сигнал відповіді OTV RIS не отримано. Процесор перезавантажує SR через певний час, одночасно скидаючи всі регістри в 0 і починаючи операції з початку. Операції передачі TEZ під час програмування, віддаленого повного перезавантаження пристрою виконуються через процесор GRAPH.

Структура управління TE3 аналогічна TE3 KB4. Усі пристрої керуються за допомогою багатокадрової синхронізації. Центральний процесор забезпечує повний контроль над усіма пристроями та всіма вхідними та вихідними портами протягом 8 мс. THESIS має два потоки E2 8192 Кбіт/с.

Центральний процесор TEZ (наприклад, процесор, описаний вище) циклічно працює з периферійними пристроями (лінії E1, карти або потоки компресора).

- 2 мс - Зупинка багатоканальних служб і зв'язок із системами життєзабезпечення.
- 8 мс - Переривання служби групового ресурсу - канали управління E1 і RASTER в режимі пошуку синхронізації та передачі прийнятих сигналів.
- 8 мс - переривання послуги для завершення абонентів у режимах передачі сигналу, аналіз частоти, аналіз номера та пошук вільних ресурсів (ЗЛ, аналізатори та ін.).
- 64 мс - Обслуговування на абонентському терміналі в режимі очікування переривається звуковим попередженням, чатом тощо.
- (Приблизно) 2 секунди - перезапускає непридатну систему або систему, яка не отримує сигнал синхронізації, і періодично взаємодіє з внутрішнім обладнанням (таймери, канали RS, системи PLL тощо).
- 12,5 мс - Зупинить службу каналу RS і частково обчислить загальне навантаження ЦП.
- 250 мс - внутрішній таймер обслуговування та таймер енергонезалежної оперативної пам'яті та світлодіодні індикатори.
- 4 секунди (приблизно) - Перевірте роботу пристрою PLL.

Коли навантаження на процесор досягає «червоного» ліміту, програмне забезпечення застосовує гнучкий алгоритм блокування (пропускає частину циклу навантаження 8 мс на абонентському терміналі або ЗЛ).

Блок PLL також служить арбітром доступу до пам'яті RASTERa. Співвідношення часу між зверненнями процесора до машини становить 4/28. Тобто 4 частини часу відведено машині, а 28 частин часу – елементам процесора.

Стандарт реалізований на двох платах MITEL MT8986 VIS. Це повністю доступна матриця 512x512 неблокуючих комутаційних каналів, керованих процесорною шиною за допомогою сигналів READY. Ця

взаємодія необхідна, оскільки матриці перетворення не є високошвидкісними пристроями, на відміну від процесорів.

Зовнішній шлях E1 обробляється в блоці PCM і підключається до струму ST, який надходить в комутаційну матрицю. Генератор звукового сигналу включається в комутаційну матрицю через блок PLL, а результати визначення частоти також надаються блоком фільтра.

Блок стиснення та відновлення використовується для перетворення шести потоків ST (потоків 2048 Кбіт/с) у два потоки ST 8192 Кбіт/с для передачі на процесор старшого рівня. Модуль запечатування та відновлення також реалізований на двох картах MITELE MT8986 VIS.

У генераторі тонального сигналу задані основні частоти сигналу R1, R1.5, R2D, AVN - 425 Гц, необхідні для взаємодії на інтерфейсі S1 (індикація тону, придушення тощо). Керування здійснюється пристроєм PLL.

Пристрій PLL може працювати в двох режимах: перший режим FREE-RUN і другий режим примусової синхронізації. Тактова частота, призначена до блоком PCM, вводиться в блок PLL, і вся система синхронізації пристрою працює на цій тактовій частоті (підключена до генератора 36,86400 МГц). Для прийому більше шести ліній E1 необхідно встановити ряд TEZ KI6, які за допомогою пристрою стиснення та відновлення стискають інформацію з шести ліній E в два потоки E2, тим самим відновлюючи передану інформацію. Великий вимикач TEZ KV60.

Багатоканальні частотні фільтри працюють на основі дискретного перетворення Фур'є. Незалежне управління каналом (призначення секторів і видалення результатів аналізу) здійснюється через вихідний струм плати. Існує 32 незалежних канали аналізу, і 8 частот у кожному каналі можна аналізувати одночасно, загалом 256 частот для всіх фільтрів. Кожен канал можна налаштувати для одного з чотирьох доменів роздільної здатності (DTMF, R2, R2D, R1, R1.5).

- Кожен фільтр частоти 20 Гц має діапазон смуги пропускання від 450 Гц до 3 кГц.
- Динамічний діапазон фільтра становить від 0 до мінус 40 дБ.

- Пакети надійного визначення частоти мають тривалість 20 мс.
- Він реалізований у трьох МС: логіці програмування, флеш-пам'яті та ОЗП.

бар'єр. Канал E1 (PCM) реалізований в двох пристроях (на один канал): контролер MT90791 і лінійна секція MN89793. Він отримує тактовий сигнал від пристрою ФАПЧ і працює як збалансована пара 120 Ом і коаксіальна пара 75 Ом. Цей функціонал встановлюється на пристрої з перемичкою. Деякі параметри маршруту E1 (відповідно до рекомендацій G.703):

- Швидкість цифрового мовлення 2048 Кбіт/с;
- Відносна стабільність тактової частоти цифрових сигналів не гірше  $\pm 1 \times 10^{-7}$ .
- код HDB3 або AMI.
- Ширина імпульсу ( $3 \pm 0,3$ ) В на виході випромінюючої частини блоку при навантаженні активного опору ( $120 \pm 0,6$ ) Ом.
- Тривалість синхронного імпульсу на рівні амплітуди 0,5 становить ( $244 \pm 25$ ) нс.
- Співвідношення позитивних імпульсів до негативних за амплітудою становить 0,95-1,05.
- Відношення позитивних до негативних імпульсів за час становить 0,95 до 1,05.
- При частоті 1024 Гц вхідний опір приймача становить 120 Ом, а коефіцієнт відбиття менше 10%.
- Приймальна частина приладу забезпечує нормальну роботу при зміні загасання з'єднувального кабелю від 0 до 6 дБ на частоті 1024 Гц.

Процесор TEZ KV60 перемикає від 1 до 15 потоків 8 Мбіт, повністю інтегрований зі стандартом STBUS.

TEZ використовує два процесори AMD, один для керування та інший для пост-обробки інформаційних пакетів DSS1.

- Об'єм FLASH пам'яті 128 Кслов;
- обсяг оперативної пам'яті 1024 КБ;

– Енергонезалежна оперативна пам'ять - Таймер - Обсяг 32 КБ.

Комутаційна матриця складається зі свічок MITEL MT90820. Це цілком доступна матриця перемикання каналів 2048x2048. Комутатор має потік ST E2 з 16 входами та 16 виходами, що працює на внутрішній системі OKS, зі швидкістю передачі 8192 Кбіт/с. 15 вхідних і 15 вихідних потоків ST буферизуються та надсилаються до системного з'єднання. Це підключається до одного з потоків E2 KI6 TEZ і змінює канали обох процесорів. Позитивним фактором є те, що TEZ KV60 є лише другим і останнім рівнем зміни для всієї системи, оскільки багато інших систем мають більше рівнів зміни. Вхідним сигналом на вихід потоку ST є RASTER, підключений до модуля PLL. Синхронізація відбувається на нульовому каналі в нульовому кадрі, а сигналізація відбувається на нульовому каналі в іншому кадрі. Пам'ять RASTERA дозволяє ЦП повністю контролювати роботу всіх вхідних і вихідних зовнішніх потоків ST. Пам'ять RASTERA - це 4 Кб оперативної пам'яті. Зберігає всю керуючу інформацію в потоці ST. Вхідні та вихідні потоки ST E2 є двонаправленими.

Блок синхронізації побудований на основі цифрового вузла частоти синхронізації MITEL MT9042 і генератора фіксованої вхідної частоти. Цифрові вузли утворюють частоти синхронізації тіла 16MI, 8MI, 4MI, 12MI. Синхронізатор і ТЕП KV60 в основному можуть працювати в двох режимах: перший режим - внутрішня синхронізація частоти, другий режим - зовнішня синхронізація частоти. У першому режимі синхронізація здійснюється на основному генераторі 20,00000 МГц, частота якого подається на вхід цифрового вузла. При другому способі на вхід цифрового вузла надходить частота E1 TEZ KI6 - 2048 Кбіт/с, що викликає «перемикання» цифрового вузла. Крім того, сигнали помилок одночасно передаються від TEZ KI6 до цифрових вузлів - LOS1, - LOS2. Коли один із цих сигналів зникає, цифровий вузол починає працювати і працює кілька годин, поки сигнал, що зберігається в його пам'яті, не буде втрачено. Насправді передбачається, що це сигнал з високим і стабільним показником ступеня. Коли ці вхідні сигнали більше не присутні, пристрій цифрової синхронізації частоти автоматично

перемикається в перший режим. Сигнали помилки - LOS1, - LOS2 з'являються при виникненні різних перешкод в каналі синхронізації.

З'єднання з комп'ютером здійснюється через один із двох послідовних портів RS-232 пристрою, які мають форму двох незалежних асинхронних каналів, що працюють на швидкості 9600 бод і 38400 бод.

Таймери енергонезалежної пам'яті використовуються для перегляду та запису в режимі реального часу певних параметрів станції, які часто змінюються (клас абонента, робота кожної лінії тощо) без необхідності повного перепрограмування станції.

Блок живлення TEZ D60 функціонально розділений на вхідний блок і перетворювач стабілізатора напруги мінус 60 В. Даний перетворювач функціонально складається з двох вузлів: генератора і перетворювача БГ-ПС, насосного вузла БНБЗ і захисту.

Модуль введення призначений для забезпечення живлення мінус 60 В основного модуля. Оскільки станція живиться від батареї, модуль введення контролює рівень вхідної напруги та вимикає живлення, коли напруга падає нижче 48 В або перевищує 70 В. Мінімальний поріг для ввімкнення модуля введення становить -54 В.

TEZ D60 складається з трьох функціональних блоків: Пристрою введення, що складається з оптрону, реле та обмежувального резистора. При досягненні вхідної напруги мінус 54 В включається реле K1, при досягненні напруги мінус 70 В включається реле K4, блокуючи своїми контактами оптрон, а реле K1 вимикається. При напрузі нижче мінус 48 В спрацьовують реле K2 і K3 і з'являється сигнал тривоги АВР-60 генераторно-інверторного блоку БГ-ПС - генератора високої частоти 30 кГц. Вихідний сигнал трансформатора-генератора подається на випрямний міст, на виході якого формується напруга  $\pm U$  для живлення операційного підсилювача насоса БНБЗ. Сигнал з виходу генератора надходить на вузол накачування БНБЗ, який керує вихідним польовим транзистором. Міст, що містить конденсатори та резистори, необхідний для генерації пилоподібної керуючої напруги для транзистора. Стабілізація вихідної напруги досягається через транзистор

диференціальним підсилювачем, який контролює ширину високочастотного променя транзистора. Імпульс, що надходить на затвор силового поля, утворює широтно-імпульсну модуляцію. На один вхід підсилювача подається опорна напруга стабілітрона, а на другий – вихідна напруга резистора. Струмний захист забезпечується диференціальним підсилювачем. Коли струм навантаження перевищує падіння напруги на резисторі, на виході операційного підсилювача з'являється позитивний потенціал, який закриває транзистор і, отже, зменшує ширину пучка польових і високочастотних імпульсів управління. транзистор. Резистор R33 контролює вихідну напругу, а R14 контролює струм захисту. Елементи L1-L3, C20-C23 представляють вихідний фільтр високих частот.

ТЕЗ Д95 забезпечує генерацію змінної напруги ( $95 \pm 5$ ) В з частотою ( $25 \pm 2$ ) Гц. При цьому вхідна напруга може коливатися в межах від 54 до 70 В. Максимальний струм заряду для цього ТЕЗ становить 1 А. ККД генератора 77%. Коефіцієнт нелінійних спотворень не перевищує 5%. ТЕЗ має цифрові входи для керування генератором. Логічний рівень «1» дозволяє генератору працювати, логічний рівень « 0 » забороняє. Система захисту повинна спрацювати, коли струм споживання впаде нижче 1,1 А.

Вихідна кільцева напруга 95 В з частотою 25 Гц (сигнал VRING) генерується схемою SH2BF.

ТЕЗ D5 призначений для формування вторинної напруги живлення станції. Два джерела напруги - постійна напруга +5 В при струмі навантаження до 8 А для цифрової частини і струм навантаження по 1,7 А для аналогової частини - ТЕЗ забезпечує нормальну роботу при вхідній напрузі від 36 до 70 В .

ТЕЗ UK10 — типовий набір із трьох базових з'єднувальних ліній із п'ятьма вихідними буферами та п'ятьма вхідними буферами. UK10 призначений для встановлення вихідного, вхідного та транзитного станційного зв'язку на трьох фізичних магістральних лініях. Спосіб передачі керуючого сигналу - це батарея, і він може надсилати та отримувати звукові

сигнали портативно. UK10 є універсальною станцією і може працювати як на звичайному, так і на основному каналі.

Напруга живлення пристрою UK10: -60 В,  $\pm 5$  В - аналогове живлення, +5 В цифрове живлення. Споживаний струм UK10:

- З джерелом живлення 60В - не більше 200 мА.
- $\pm 5$  В (аналоговий) від джерела живлення - не більше 100 мА.
- Живлення +5В, цифрове живлення - не більше 100мА.

Кожен із п'яти вихідних буферів і п'яти вхідних буферів працює з такими налаштуваннями роз'єму:

- Опір ізоляції між двома проводами та між кожным проводом і землею становить не менше 50 кОм.
- Опір петлі (в кожному проводі «а» і «б») менше 1 кОм.
- Опір дроту «с»:
  - а) При використанні АТС одного типу - не більше 1,5 кОм.
  - б) При роботі з квазіелектронними пристроями з 10-рівневими координатами АТС і 700 Ом або менше.
    - Ємність між двома проводами або між проводом і землею не перевищує 1 мкФ.
    - TEZ UK10 пропонує:
      - а) Зв'язок 5 вхідних каналів і 5 вихідних каналів.
      - б) Перехресчування двох кабелів при роботі з опорною та центральною АТС.
      - с) Одностороннє або двостороннє відхилення залежно від застосованої системи відхилення відносної еталонної АТС.
      - д) Під час зв'язку з автоматичними, регульованими, напівелектронними та подібними автоматичними системами трансмісії він отримує керуючі сигнали від центрального процесора SR, який передає десятковий код імпульсів батареї через лінії з'єднання.
      - д) Наскрізна передача керуючих сигналів з використанням багаточастотних кодів «2 з 6» методом «імпульсної шини».

(f) Наскрізна передача інформації AVN (кількість вхідних абонентів та їх категорії) для багаточастотного коду «2 з 6» з використанням методу «po rasket gar».

ж) Прийом і передача сигналів голосового тракту в діапазоні частот (300-3400) Гц.

h) Автоматична компенсація луна-сигналу.

l) Пригнічуйте компоненти синфазної перешкоди, спричинені провідниками, на рівні -40 дБ або більше протягом усього циклу підключення.

m) відповідає терміналу 600 Ом.

n) Захищає від небезпечної напруги.

o) Загасання, введене в голосовий тракт пристрою UK10, становить від -0,7 до +0,4 дБ.

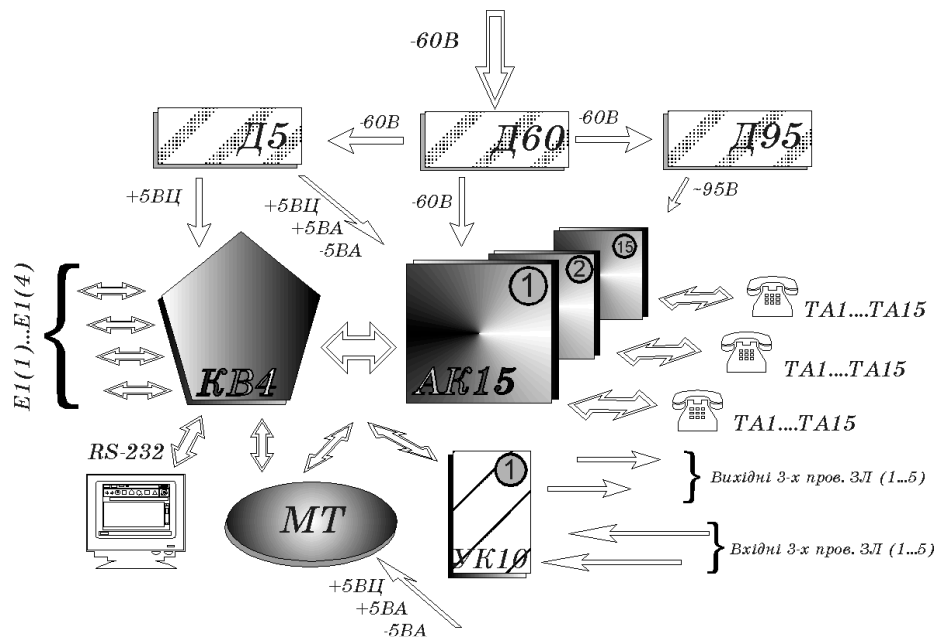
п) Лінійність АЧХ з точністю  $\pm 0,5$  дБ на частоті  $F = 350$  Гц і  $\pm 1,5$  дБ на частоті 3,4 кГц при зміні вхідного рівня тракту від номінального значення - 40 ... + 3 дБ при навантаженні 600 Ом.

р) Гармонічний коефіцієнт усієї смуги вокального тракту не перевищує 3%.

Тестовий пристрій призначений для вимірювання фізичних параметрів абонентських терміналів. Прилад виконує такі види вимірювань:

- Вимірювання опору активної петлі.
- вимірювання ємності циклу;
- Активне вимірювання опору ізоляції.
- Вимірювання ізоляційної здатності;
- Вимірювання постійної складової напруги петлі.
- Постійна складова вимірюваної напруги ізоляції.
- Вимірювання постійної складової напруги петлі.
- Вимірювання змінної складової напруги контуру.
- Формує аварійний сигнал, якщо на одній або кількох лініях є напруга більше 90 В.

Визначення комплексного опору абонентського завершення здійснюється шляхом вимірювання одиниці і фази напруги, що падає на опорі при проходженні через СГС змінного струму постійної амплітуди і частоти. Такий підхід забезпечує лінійність вимірювальної шкали та одночасне вимірювання ємності та активного опору на стороні абонента. Лінійні напруги постійного та змінного струму вимірюються з відкритим і закритим входними випрямлячами відповідно.



**Рисунок 3.6 – Гібридна структура станції**

### Висновки до розділу

В даному розділі визначено кількість номерів, навантажувальних ліній та групових трактів, що дає можливість приступити до розробки схем станції. Розроблено схеми блоків блоку абонентського доступу, лінійних стиків, комутації і керування та гібридної структури станції в загальному вигляді.

При вихідному навантаженні 22,4 ерл та міжстанційному навантаженні 1,96 ерл кількість з'єднувальних ліній становить 38, а число групових трактів 2.

Станцію побудовано за модульним принципом, при цьому вона розрахована: блок абонентського доступу на 240 портів; блок комутації на 90 трактів; блок лінійних стиків на 180 трьохпровідних ліній.

Станція має гібридну структуру в кожній частині якої присутні типові елементи заміни.

## **4 МОДЕЛЮВАННЯ, НАЛАШТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЦИФРОВОЮ АТС «ЕС-11/700»**

### **4.1. Вимоги до організації локального модуля**

Станція забезпечує організацію локального модуля технологічного обслуговування (МТО) на основі наступного обладнання і програмного забезпечення:

- технологічний комп'ютер з підтримкою ОС "Windows";
- ТЕЗ тестування МТ, встановлений в кожний БАД;
- абонентська лінія з функцією "менеджера";
- комплекс програм "Euro Meag" і "Euro View".

Комплекс програм забезпечує:

- тестування абонентських ліній;
- перегляд стану комутаційної матриці блоку БАД;
- перегляд стану каналів трактів Е1;
- перегляд стану ТЕЗів абонентського закінчення в БАД.

Інтерфейси операторів локального МТО побудовані на базі двох незалежних асинхронних послідовних портів вводу/виводу RS-232, що працюють на швидкості 9600 кБод. Конструктивно інтерфейси розміщуються на ТЕЗІ процесора КВ4.

Станція забезпечує вибірковий і циркулярний контроль абонентських ліній при наявності в складі БАДу ТЕЗу МТ (тестування). Вибірковий контроль здійснюється з технологічного комп'ютера після запуску програми "EuroView". Перед тестуванням ^необхідно переконатися, що вибрана для перевірки лінія знаходиться в стані "ЧЕКАЄ" або "ВІДБІЙ". Далі по команді з телефону "менеджера" переходом в режим спецфункцій набрати код "27" і вказати трьохзначний локальний номер лінії та чотирьохзначне число - тривалість режиму вимірювання в хвилинах. Циркулярний контроль здійснюється станцією автоматично раз в добу у нічний час. При цьому проводиться тестування всіх абонентських ліній, розміщених в БАДі. Результат тестування зберігається в оперативному пристрої

запам'ятовування (ОПЗ), розміщеному в процесорі і по запиту з технологічного комп'ютера передається останньому.

ТЕЗ МТ, встановлений в БАД дозволяє проводити вимірювання наступних параметрів абонентських ліній:

- наявність постійної напруги від 3 В до 90 В з точністю  $+ 1$ В. Якщо вимірювана напруга більша 90 В, то блокується вимірювання, на ТЕЗІ МТ гасне світлодіод "Вимірювання", а на технологічному комп'ютері формується сигнал аварії;

- наявність змінної напруги від 3 В до 90 В з точністю  $\pm 1$  В. Якщо вимірювана напруга більша 90 В, то блокується вимірювання, на ТЕЗІ МТ гасне світлодіод "Вимірювання", а на технологічному комп'ютері формується сигнал аварії;

- опір ізоляції між кожним проводом та землею в межах до 20 кОм з точністю  $\pm 1$  кОм. Якщо опір ізоляції більший 20 кОм, то формується сигнал в технологічній комп'ютер про те, що вимірюваний параметр в нормі;

- вимірювання ємності ізоляції і ємності між дротами в межах від 10 нФ до 100 нФ з точністю  $\pm 5$  нФ, а в межах від 100 нФ до 1 мкФ з точністю  $\pm 20$  нФ. Якщо ємність ізоляції більша 1 мкФ, то формується сигнал в технологічній комп'ютер про те, що вимірюваний параметр в нормі;

- опір шлейфу в межах від 40 Ом до 4 кОм з точністю  $\pm 5\%$ .

#### **4.2. Налаштування та експлуатація АТС**

При налагодженні та подальшій експлуатації станції персонал зобов'язаний виконувати вимоги безпеки, викладені у відповідних нормативних документах.

Оптимальним для надійної роботи є номінальний режим з температурою у приміщенні від плюс 21 до плюс 25 °С і відносною вологістю 60 %.

У постійному режимі (нормальні кліматичні умови) повинні підтримуватися:

- температура від плюс 10 до плюс 35 °С;
- відносна вологість до 60 % при температурі плюс 20 °С;
- атмосферний тиск від 650 до 800 мм рт.ст.

У граничному режимі можливі:

- температура від плюс 1 до плюс 40 °С;
- відносна вологість до 80 % при температурі плюс 25 °С;
- атмосферний тиск від 630 до 800 мм рт.ст.

Тривалість впливу мінімальних чи максимальних значень у граничному режимі не повинна перевищувати 48 годин поспіль.

Загальна тривалість роботи станції у цьому режимі не повинна перевищувати 1 % терміну служби.

За неможливості дотримання цих умов рекомендується встановлювати у приміщенні кондиціонер.

Станція живиться від постійної напруги мінус 60В. Для того щоб включити станцію необхідно натиснути вмикач, який знаходиться на передній панелі ТЕЗа Д60. На ній також розміщений під вмикачем загальний запобіжник 8А. Після подання напруги -60В станція відразу починає тестувати всі свої ресурси і після проходження тесту вона готова до роботи. Час від моменту включення до повної готовності складає приблизно 10-13 секунд.

На всіх ТЕЗах процесорів KB1-KB6, KK60, KI6, KB60 на передній панелі знаходяться два з'єднувача RG-11. Це з'єднувачі RS-232 послідовного СОМ-порту для підключення до комп'ютера. 1-ий нижній з'єднувач із швидкістю передачі даних 9600 Бод. Через нього можна проводити, як індикацію стану ліній станції в "бойовій роботі", так і проводити програмування станції. Для цього на передній панелі перелічених ТЕЗів є спеціальний перемикач, який знаходиться в самій верхній частині біля екстракторів. У ТЕЗів KB1-KB6, KK60, KI6 він розміщений вертикально, у ТЕЗа KB60 - горизонтально. В крайньому правому або верхньому положенні процесор знаходиться в "бойовій роботі". В крайньому лівому або нижньому положенні процесор знаходиться в режимі "програмування".

Другий з'єднувач розміщений вище - це з'єднувач із швидкістю передачі даних 38400 Бод. Через нього можна проводити індикацію стану ліній станції в "бойовій роботі" для всіх процесорів. Для ТЕЗу KB60 через цей з'єднувач також можна проводити програмування станції.

Внутрішні елементи приєднання знаходяться на задній частині станції. Це з'єднувачі до яких підключаються абонентські закінчення, з'єднувальні лінії різного типу, місця для підключення загального живлення -60В.

Виводи живлення -60В, +60В, приєднуються до кросплати до виводів -VBAT, +VBAT відповідно, методом запаювання. Загальна земля "⊥" приєднується до корпусу методом прикручування. Корпус з'єднаний з кросплатою через клеми до виводу +VBAT і становить загальну землю GND. Виводи на кросплаті підписані.

Так як в різних блоках (БАД, БЛС, БКК) є різного типу з'єднувальні лінії і їх кількість, то опис проводиться окремо по блоках.

Блок БАД. На кросплаті розміщено 6-ть з'єднувачів RG-45, до яких приєднуються до 6-ти трактів Е1. З'єднувачі пронумеровані.

На кросплаті розміщено 2-а з'єднувачі RG-11, до яких приєднується до 2-х радіотрансляційних ліній. З'єднувачі пронумеровані.

На кросплаті розміщено 16 системних з'єднувачів, до яких приєднуються абонентські закінчення, а при змішаній конфігурації і інші ЗЛ. Вони розміщені, починаючи з системного роз'єма "С". Метод приєднання - "накрутка" на виводи, або роз'ємне приєднання.

На кросплаті розміщено 1 системний з'єднувач, до якого приєднується різного типу сигналізація (модуль МТ), або абонентські закінчення. Це системний з'єднувач "В". Метод приєднання - "накрутка" на виводи, або роз'ємне приєднання.

Нумерація абонентських закінчень здійснюється на системному з'єднувачі починаючи з С16 проти годинникової стрілки і закінчується А16.

Блок БЛС. На кросплаті розміщено 6-ть з'єднувачів RG-45, до яких приєднуються до 6-ти трактів Е1.

На кросплаті розміщено 18 системних з'єднувачів, до яких приєднуються трьохпровідні ЗЛ. Вони розміщені починаючи з системного роз'єма "В". Метод приєднання - "накрутка" на виводи, або роз'ємне приєднання.

Блок БКК. На кросплаті розміщено 90-то з'єднувачів RG-45, до яких приєднуються до 90-то трактів Е1. На кросплаті розміщено з'єднувачів RG-45, до яких приєднуються до 12-ти трактів Е1.

Контрольні точки для тестування трактів Е1 виведені на системні з'єднувачі процесорів ТЕЗи KB1-KB6, KK60, KI6; ТЕЗів УК10, ВК10; контактів для RG-45 Детальний опис контактів, з'єднань, тестування наводяться в спеціальних довідникових таблицях в керівництві по експлуатації станції.

Після монтажу станції проводиться її тестування. На передній панелі кожного з ТЕЗів розміщені відповідні світлодіоди, які сигналізують аварію чи помилку даного ТЕЗу

На панелі ТЕЗу Д60 розміщений світлодіод при засвіченому стані, який сигналізує наявність напруги -60В на виході ТЕЗу. При погашеному стані, напруги -60В на виході немає.

На панелі ТЕЗу Д95 розміщений світлодіод при засвіченому стані, який сигналізує наявність напруги -95В на виході ТЕЗу. При погашеному стані, напруги -95В на виході немає.

На панелі ТЕЗу Д5/1 розміщений світлодіод при засвіченому стані, який сигналізує наявність напруги +5ВЦ (цифрових 5В) на виході ТЕЗу. При погашеному стані, напруги +5ВЦ на виході немає.

На панелі ТЕЗу Д5 розміщені 5 світлодіодів при засвіченому стані, які сигналізують наявність напруг +5ВЦ, +5ВА1, -5ВА1, +5ВА2, -5ВА2 на виході ТЕЗу. +5ВА1, -5ВА1, +5ВА2, -5ВА2 - це аналогові напруги першого і другого блоків стабілізації. На панелі вони позначені. Один світлодіод відповідає за одну із напруг біля якої він знаходиться. При погашеному стані, даних напруг на виході немає.

На панелі ТЕЗів KB1-KB6, KK60, KI6, KB60 розміщені один під одним 5 світлодіодів. які показують відсутність, чи наявність помилки в периферійних платах, трактах Е1. Модуль процесора в "бойовій роботі" постійно проводить тестування всього свого периферійного обладнання (ТЕЗи, тракти), які зв'язані між собою потоками. Тестування відображається на світлодіодах почерговим засвічуванням кожного світлодіода (світлодіоди "біжать") на протязі кожного циклу тестування зверху до низу. При позитивному тесті всі світлодіоди в кінці циклу погашені. Якщо тест показує відсутність якогось потоку, тобто помилку, то це відображається висвітленням, в кінці циклу тестування, світлодіодів в певній комбінації. Комбінація - це код помилки в двійковій системі числення. Обрахунок починається з нижнього світлодіода, який відповідає молодшому розряду. По коду помилки можна визначити, якого потоку немає, тобто який ТЕЗ чи тракт не працює. Коди помилок в спеціальних довідникових таблицях в керівництві по експлуатації станції.

В режимі "програмування" світлодіоди "біжать" по іншому, показуючи, що процесор знаходиться конкретно в режимі "програмування". Індикація проходить одночасно з двох крайніх світлодіодів до середини.

На панелі ТЕЗів AK15, BA15, UK10, BK10, IK10, DK13 розміщений один світлодіод, який сигналізує про працездатність даних ТЕЗів. При нормальній роботі ТЕЗа тривалість моргання світлодіода повинен становити приблизно  $1/8$ , тобто одна частина часу - світлодіод світиться, вісім частин часу - погашений.

На панелі ТЕЗа МТ розміщено два світлодіоди. Для нижнього світлодіода - при нормальній роботі ТЕЗа тривалість моргання світлодіода повинен становити приблизно  $1/8$ , тобто одна частина часу - світлодіод світиться, вісім частин часу - погашений.

При незапущеному МТ або коли на лінії є висока напруга верхній світлодіод світиться. Якщо модуль тестування переводиться в режим роботи, то світлодіод працює в режимі "моргання". Тривалість моргання приблизно така ж, як і в нижнього світлодіода, а частота менша.

На передній панелі ТЕЗів електроживлення Д60, Д95, Д5/1, Д5 розміщені контрольні точки для періодичної перевірки їх відповідності заданим параметрам. Всі вони позначені.

На панелі ТЕЗу Д60, розміщений з'єднувач з контрольними точками - 60В+. Заміряти параметри постійної напруги цифровим вольтметром.

На панелі ТЕЗу Д95, розміщений з'єднувач з контрольними точками ~95В. Заміряти параметри змінної напруги вольтметром.

На панелі ТЕЗу Д5/1, розміщений з'єднувач з контрольними точками  $\perp$ 5ВЦ+. Заміряти параметри постійної напруги цифровим вольтметром.

На панелі ТЕЗу Д5, розміщені три з'єднувачі з контрольними точками  $\perp$ 5ВЦ+, -5ВА1, -5ВА2+. Розташовані зверху вниз відповідно. Заміряти параметри постійних напруг цифровим вольтметром. Замір проводити наступним чином:

- земляним виводом вольтметра стати на контрольну точку " $\perp$ ";
- другим виводом вольтметра по чергово "пройтися" по всім контрольним точкам, визначаючи напругу.

Періодичну перевірку трактів Е1 необхідно проводити на відповідність вимогам МСЕ-G821. Для цього використовуються спеціалізовані аналізатори ІКМ трактів. Виводи аналізатора можна приєднувати до контрольних точок, які виведені на крос платі, а також можна приєднувати і в інших місцях, виведених на кросі.

Видача інформації про загальний стан станції та стан окремих ліній станції виконується через два незалежних послідовних інтерфейси RS-232, з'єднувачі яких знаходяться на передній панелі плат процесорів KB4. За допомогою кабелів до з'єднувачів інтерфейсів підключається один (або два) ІВМ-сумісних комп'ютери класу не нижче РС-486, який підтримує MS DOS 6.0. В подальшому, з розбудовою станції та розвитком номенклатури програмного забезпечення, знадобляться комп'ютери, що підтримують операційну систему Windows-95 в мінімальному об'ємі.

Керування станцією (запуск технологічних тестів та інше) проводиться за допомогою так званого "телефону менеджера" - звичайного телефону,

якому дозволені спецфункції технологічних перевірок. Для запуску технологічного тесту з телефону менеджера необхідно:

- підняти трубку та почути сигнал 425 Гц;
- натиснути клавішу "відбій" на час 0.4-1.2 с. та почути сигнал 500Гц;
- набрати двозначний код спецфункції (див. далі);
- набрати тризначний локальний номер лінії, що буде перевірятися;
- набрати параметр спецфункції (залежить від спецфункції);

Для завершення технологічного тесту необхідно покласти трубку телефону менеджера.

ТЕЗи KB1-KB6, KK60 можуть працювати в двох режимах "Master"- ведучий і "Slave"- відомий. Для переводу станції в режим роботи "Master" перемичок на посадочному місці перемикача S6 повинне бути, або при його встановленні всі контакти повинні бути розімкнуті. На посадочному місці перемикача S11 перемичка 1 "GND" повинна стояти, або при встановленні перемикача повинен бути замкнутий перший контакт.

Для переводу станції в режим роботи "Slave" повинні стояти перемички 2 і 8 на посадочному місці перемикача S6 і перемичка 1 на перемикачі S11, або при наявності самих перемикачів замкнуті відповідні контакти 2,8 - перемикача S6 і 1 - перемикача S11.

ТЕЗ KI6 повинен бути виставлений тільки в режимі "Slave", для цього повинні стояти перемичка 2 на посадочному місці перемикача S11 і перемичка 2 на перемикачі S6, або при наявності самих перемикачів замкнуті відповідні контакти 2 - перемикача S6 і 2 - перемикача S11.

При встановленні опору для трактів E1 120 Ом необхідно, щоб були встановлені перемички 1,3,7,8 на перемикачах S10, S9, S8, S7, S5, S4, або при наявності самих перемикачів замкнуті відповідні контакти.

ТЕЗи KШ-KB6, KK60, KI6На даних ТЕЗах на з'єднувачі XP1 повинні бути встановленні 4 джампера між контактами; 1-2, 3-4,5-6,7-8.

Крім того на ТЕЗах з децимальним номером 375.1, якщо встановлено з'єднувач XP8 повинні бути встановленні 5 джамперів між контактами 1-2, 3-

4, 5-6, 7-8, 9-10. Також, якщо на точках #Т2- #Т3 і #Т4- #Т5 встановлені з'єднувачі, то на них також повинні бути встановлені 2 джампера.

На ТЕЗах АК15, СА15 на з'єднувачі 16ХР4 повинні бути встановлені 4 джампера між контактами; 1-2, 3-4, 5-6, 7-8.

На ТЕЗі УК10 на з'єднувачі 11ХР4 повинні бути встановлені 4 джампера між контактами; 1-2,3-4,5-6,7-8.

Agent - технологічне програмне забезпечення станції "ЕС-11/700".

Програма Agent призначена для ведення моніторингу за цифровою станцією "ЕС-11/700" та відображення зчитаної інформації в зручному для оператора вигляді.

Agent - доступний потужний засіб моніторингу роботи цифрової станції. Він дозволяє дізнатись тип станції, необхідні робочі параметри станції, вести спостереження за станом будь-якої плати, тракту, лінії, блокувати чи розблокувати лінію (чи весь напрямок) і ін. При неполадках різного характеру є можливість швидко виявити причину, на основі якої обслуговуючий персонал зможе її усунути (за допомогою режиму трасування лінії та повільного трасування багатьох ліній, трасування взаємодії станції та Agent'a).

Для використання Agent'a потрібно:

- персональний комп'ютер із процесором Intel Pentium;
- операційну систему Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows Me чи Windows NT, Windows NT 2000;
- мишу, сумісну із Microsoft;
- клавіатуру АТ 101/102;
- кількість вільного місця на жорсткому диску, необхідна для інсталяції Agent складає приблизно 3 Мегабайти;
- необхідна умова використання Agent на комп'ютері - повинен бути присутнім хоча б один послідовний порт (Serial / COM Port). Більшість послідовних портів зроблено згідно стандарту RS-232;
- з'єднувальний кабель, по якому відбуватиметься взаємодія Agent'a із станцією.

Вимоги до з'єднувачів цього кабелю: кінець, що йде до комп'ютера повинен мати 9-ти чи 25-контактний з'єднувач стандарту RS-232, і другий кінець, що йде до станції повинен мати з'єднувач стандарту RJ-11.

Програма "Proglog" призначена для запису підключень до цифрової станції "ЕС-11/700" і підготовки звітів у вигляді файлів, баз даних dbf і символьних файлів.

Програма «Proglog» може використовувати зчитані станцією дані для вивчення наступного елемента розмови.

- хто подзвонив
- хто подзвонив
- тривалість бесіди;
- Час початку та закінчення розмови
- різні

Системні вимоги такі ж, як і у програми Агент.

Програма «Прогстан» призначена для програмного забезпечення запису станції «ЕС-11/700». Програмне забезпечення станції є двійковим файлом даних.

Технологія волоконно-оптичних середовищ є новою, швидко розвивається та перспективною, тому вимірювання в цій галузі дуже важливі. Серія вимірювань проводиться при будівництві та технічній експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку локальних та корпоративних мереж і спрямована на визначення якості роботи оптичних приймачів кабельних систем та активного обладнання з метою уникнення пошкоджень та накопичень. Статичні дані використовуються для розробки заходів щодо підвищення надійності зв'язку. На загасання, що виникає в результаті подовження кабелю, впливає введення всього зібраного кабельного тракту, рівні вихідної потужності передавача та входу приймача, а також помилки електричних пристроїв кінцевого обладнання. Значення Якщо необхідно, перевірте місце пошкоджень і нерівностей. При аналізі волоконно-оптичних кабелів і вузлів можна виділити дві категорії завдань: промисловий аналіз і функціональний аналіз.

Вимірювання, що проводяться в процесі експлуатації, призначені для визначення технічного стану лінійних споруд і обладнання, попередження поділяються на профілактичні, контрольні та аварійні і здійснюються з використанням спеціального контрольно-вимірювального обладнання та комплексного тестування програмно-апаратних засобів пошкодженого обладнання. Профілактичні заходи спрямовані на перевірку технічного стану оптичних кабелів і трансиверів. Склад, кількість і періодичність вимірювань залежать від умов експлуатації, стану об'єкта контролю та інших факторів. Вживаються невідкладні заходи для оперативного встановлення місця та характеру пошкодження оптоволоконного кабелю. Обмірні перевірки проводяться після ремонту і спрямовані на визначення якості проведених ремонтно-відновлювальних робіт.

Параметри, виміряні під час будівництва та експлуатації:

- Коефіцієнт ослаблення. Оптичні процеси в кабельному тракті послаблені.
- Відстань до місця пошкодження.
- Рівень оптичної потужності на виході вимірювача.

Різниця в рівні оптичної потужності на вході приймача при підключенні безпосередньо до джерела і через об'єкт вимірювання вимірюється відповідно до групи «точка-точка», в яку входять вимірювач і джерело. Перевагою цього методу є запис і віднімання результатів вимірювання втрати потужності від входу та виходу об'єкта вимірювання.

Недоліком є те, що при калібруванні в робочому режимі необхідно забезпечити приблизну рівність усіх витрат. Відкалібруйте робочу область за еталонними значеннями, записаними на карті пам'яті приймача. Після закінчення процесу запису приймач автоматично переходить в режим вимірювання відносної потужності. На другому етапі приймається рішення на основі вказівок одержувача. Обов'язковою умовою для проведення вимірювань є використання тестових проводів і контрольних кабелів для підключення.

Промисловий аналіз включає в себе вимірювання вузлів і параметрів кабелів перед укладкою. Задача вимірювань цього класу виникають при розробці нового обладнання в процесі виготовлення оптичних кабелів і при підготовці кабелів до укладки для визначення відповідності характеристики кабелю, заданим нормам (аналіз кабелів в бутах). Параметри і характеристики оптичних кабелів і апаратури лінійного тракту, що постачаються підприємствами-виробниками, вимірюють в промислових умовах і оформляють у вигляді паспортних даних, які повинні відповідати існуючим нормам ДСТУ і ТУ.

Специфікація промислового аналізу кабелів включає в себе вимірювання параметрів:

- діаметр стільникового поля;
- смуги пропускання і дисперсії;
- затухання в оптичному волокні;
- геометричних і механічних характеристик оптоволоконного кабелю;
- довжину хвилі відсікання;
- енергетичного потенціалу і чутливості фотоприймального пристрою;
- профілю показника заломлення;
- рівні оптичної потужності пристроїв.

Враховуючи вимоги високої чіткості і автоматизації цього класу вимірювань, вони виконуються системним вимірювальним обладнанням.

Деякі виробники контрольного обладнання для кабельних систем випускають приставки до своїх кабельних сканерів, які дозволяють тестувати волоконно-оптичні кабелі. При підключенні приставки контролер сканера автоматично розрізняє її присутність і запускає відповідну програму. Результати вимірювань рівня оптичного сигналу виводяться на штатний індикатор основного приладу сканера і може бути при необхідності записаний в пам'ять для подальшої документації. Прикладом може бути Jiberkit фірми Wavetch, Lantek Pro. Стандартний варіант приладу проводить

вимірювання на довжині хвилі 850 км, існує різновид вимірювача для роботи на довжині хвилі 1300 км. Ємності внутрішньої пам'яті сканера вистачає для запису в нього результатів 500 вимірювань. Аналогічна приставка типу Fiber Smartprobe може бути використана для вимірювача Wirescope 15 виробництва компанії Scope Communication, який рекомендується в якості стандартного вимірювального приладу для тестування структурованої кабельної системи Mod Tap. Розширення можливостей вимірювача досягнуто введенням в нього функцій вимірювання довжини оптичного кабелю з виведенням результатів вимірювань на екран ББ і порівняння його з заданим стандартним значенням.

В тестері Lancat компанії Data Com фотоприймач виконаний у вигляді змінного блоку, який вставляється в гніздо приладу і фіксується гвинтами. Джерелом сигналу служить додатковий модуль з живленням від гальванічного елемента або мереживного адаптера.

### **Висновки до розділу**

В даному розділі наведено вимоги до організації локального модуля технологічного обслуговування та правила налагодження та експлуатації АТС ЕС-11/700.

Основними вимогами є:

- підтримка операційної системи «Windows», абонентська лінія з функцією «менеджера»;
- спеціальне програмне забезпечення повинно надавати можливість тестування абонентських ліній, перегляд стану комутаційної матриці блоку БАД та стану каналів трактів;
- інтерфейси операторів модуля технологічного обслуговування побудовані на базі двох незалежних асинхронних послідовних портів вводу/виводу RS-232.

## ВИСНОВКИ

В ході проведених в кваліфікаційній роботі досліджень вдалось отримати наступні результати:

1. Запропоновано кількість абонентських ліній, кількість телефонних номерів. Виконано опис станції. Загальна кількість номерів становить 700, в тому числі 560 квартирного сектора та 140 приватного/господарського сектора. При цьому надійне розпізнавання частотного запиту повинно бути при тривалості не менше 75 мс та можливих перериваннях до 10 мс, для рівнів сигналу  $-(4 - 32)$  дБм у смузі від 485 до 515 Гц.

2. В результаті дослідження цифрової АТС було визначено ємність та навантаження АТС для міських та міжміських абонентів, а також залежно від виду господарства (квартирне чи приватне/господарське). Міжміське вхідне навантаження становить 2 ерл, розрахункове міське навантаження 14,4 ерл, розрахункове міжміське навантаження 2,46 ерл.

3. Визначено кількість номерів, навантажувальних ліній та групових трактів, що дає можливість приступити до розробки схем станції. Розроблено схеми блоків блоку абонентського доступу, лінійних стиків, комутації і керування та гібридної структури станції в загальному вигляді. При вихідному навантаженні 22,4 ерл та міжстанційному навантаженні 1,96 ерл кількість з'єднувальних ліній становить 38, а число групових трактів 2.

4. Станцію побудовано за модульним принципом, при цьому вона розрахована: блок абонентського доступу на 240 портів; блок комутації на 90 трактів; блок лінійних стиків на 180 трьохпровідних ліній. Станція має гібридну структуру в кожній частині якої присутні типові елементи заміни.

5. Наведено вимоги до організації локального модуля технологічного обслуговування та правила налагодження та експлуатації АТС ЕС-11/700. Основними вимогами є:

- підтримка операційної системи «Windows»;
- абонентська лінія з функцією «менеджера»;

- спеціальне програмне забезпечення повинно надавати можливість тестування абонентських ліній, перегляд стану комутаційної матриці блоку БАД та стану каналів трактів;

- інтерфейси операторів модуля технологічного обслуговування побудовані на базі двох незалежних асинхронних послідовних портів вводу/виводу RS-232.

6. Передбачено заходи з охорони праці та виконано розрахунок системи штучного освітлення. В ході розрахунку системи штучного освітлення було визначено наступне:

- після відповідного розрахунку було визначено висоту світильника над робочою поверхнею – 3,1м, а також показник приміщення  $i=1,94$ . У відповідності з показником приміщення також було розраховано коефіцієнт використання  $\eta = 0,52$ ;

- визначено необхідну кількість світильників для забезпечення нормальної освітленості (по 2 світильника у 3 ряди) на основі зробленого розрахунку було побудовано схему розміщення світильників на об'єкті.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Принцип роботи телефонного зв'язку. *Системный интегратор Украины, инженерные системы и сети: Кластер*. URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/princip-raboty-telefonnoi-svjazi/?srsltid=AfmBOorzGGRlglu9Ym2lIBAf-g4YfROXo0Dcl5legG5VlJFkxFs5mUrf> (дата звернення: 25.10.2024).
2. Загора О. В. Автоматизовані системи управління та зв'язок: підручник / А. Б. Феценко, Л. В. Борисова, В. О. Собина, Д. В. Тарадуда, М. О. Демент, І. М. Неклонський. – Х.: НУЦЗУ, 2021. – 288 с. URL: [https://cz.nuczu.edu.ua/images/OTZARR/nd/asutz\\_pidr.pdf](https://cz.nuczu.edu.ua/images/OTZARR/nd/asutz_pidr.pdf) (дата звернення: 25.10.2024).
3. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : навч. посіб. / уклад. : О.К. Дідик, О.М. Сербул, І.А. Березюк; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 124 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13223> (дата звернення: 05.11.2024).
4. Антенно-фідерні пристрої: метод. вказ. до викон. практ. робіт для студ. денної та заочної форми навчання за спец. 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / [уклад.: Д. В. Трушаков]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. автоматизації вироб. процесів. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 28 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/10039> (дата звернення: 05.11.2024).
5. The history of the appearance of an automatic telephone exchange. *Radio-detaly*. URL: <https://radio-detaly.com/en/the-history-of-the-appearance-of-an-automatic-telephone-exchange> (date of access: 15.11.2024).
6. Andrianov, Yu.I. & Myasnikov, V.E. & Sharipov, Yu.K.. (2003). Digital automatic telephone exchange for multiservice telecommunication networks. 35-38. URL: [https://www.researchgate.net/publication/296271319\\_Digital\\_automatic\\_telephone\\_exchange\\_for\\_multiservice\\_telecommunication\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/296271319_Digital_automatic_telephone_exchange_for_multiservice_telecommunication_networks) (date of access: 17.11.2024).

7. How Does A Telephone Exchange System Work? | Expert Market. *Expert Market*. URL: <https://www.expertmarket.com/uk/telephones/how-does-a-telephone-exchange-system-work> (date of access: 16.11.2024).

8. *Укртелеком*. URL: [https://ukrtelecom.ua/about/company\\_history](https://ukrtelecom.ua/about/company_history) (дата звернення: 26.11.2024).

9. Телемеханіка та автоматизовані системи управління в електроенергетиці: навч. посіб. / [П. Г. Плєшков, С. В. Серебренніков, К. Г. Петрова]; М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. тех. ун-т. – Кіровоград: КНТУ, 2016. – 163 с. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/7946> (дата звернення: 26.11.2024).

10. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки : підручник / В. Рябенський та ін. Київ, 2016. URL: [https://eds.kpi.ua/wp-content/uploads/2015/05/СТ\\_том\\_1\\_електронне\\_видання.pdf](https://eds.kpi.ua/wp-content/uploads/2015/05/СТ_том_1_електронне_видання.pdf). (дата звернення: 25.11.2024).

11. Електронні компоненти. Частина I : метод. вказ. до викон. лаб. роб. / [уклад. : Р. В. Жесан, О. П. Голик] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. автоматизації виробничих процесів. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 30 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10880>

12. Електронні компоненти. Частина II : метод. вказ. до викон. лаб. роб. / [уклад. : Р. В. Жесан, О. П. Голик] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. автоматизації виробничих процесів. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 54 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10937>

13. Бабич М. П. Комп'ютерна схемотехніка: Навч. посібник. / М. П. Бабич, І. А. Жуков. – К.: «МК-Прес», 2004. – 412 с.

14. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. У 4-х т. Том 1. Елементна база електронних пристроїв. / [Сенько В. І., Панасенко М. В., Сенько Є. В., Юрченко М. М., Сенько Л. І., Ясінський В. В.]. За ред. В. І. Сенька. – К.: Обереги, 2000. – 300 с.

15. Кочубей О. О. Прикладна теорія цифрових автоматів. Логічні основи: навч. посіб. / О. О. Кочубей, О. В. Сопільник. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ; Вид-во ДНУ, 2009. – 264 с.

16. Охорона праці в галузі : метод. вказ. до виконання самот. роб. для студ. денної форми навчання спец. 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / [уклад. : В. О. Зубенко, Р. В. Жесан, І. А. Березюк, О. П. Голик] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький: ЦНТУ, 2021. - 24 с.  
URL:<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10850> (дата звернення 05.12.2024).

17. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підруч. 3-є вид., перероб і доп. Львів : УАД, 2006. 336 с. URL: [http://library.kpi.kharkov.ua/files/new\\_postupleniya/zhidetskyu.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/zhidetskyu.pdf) (дата звернення: 05.12.2024).

18. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М., Туряб Л. В., Лико Х. І. Практикум з охорони праці. Львів : Афіша, 2000. 352 с. URL: [http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Zhidetskiy\\_2000\\_352.pdf](http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/Zhidetskiy_2000_352.pdf) (дата звернення: 05.12.2024).

19. Кодекс законів про працю України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/322-08#Text> (дата звернення: 29.11.2024).

20. Конституція України : від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : станом на 1 січ. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text> (дата звернення: 02.12.2024).

21. Кодекс цивільного захисту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/5403-17#Text> (дата звернення: 19.11.2024).

22. Про охорону праці : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2694-12#Text> (дата звернення: 25.11.2024).

23. Міненерговугілля України. Правила Улаштування Електроустановок. *Ок.Закон.* URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/pue.pdf>. (дата звернення: 07.12.2024).

24. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (дата звернення 17.11.2024).

25. Про систему громадського здоров'я : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#n840> (дата звернення 07.12.2024).

26. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Від 25.07.2006. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text> (дата звернення: 02.12.2024).

27. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 05.12.2024).

28. Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування : Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14> (дата звернення 22.11.2024).

## **ДОДАТКИ**