

# Координатні АТС

Недоліки декадно-крокових АТС були усунені в станціях наступного покоління - **координатних**. Ємність контактної поля комутаційних приладів таких АТС значно більше, ніж ємність поля декадно-крокових шукачів, а контакти ковзання замінені в них контактами тиску, що мають стабільний опір і набагато більший термін служби. Прилади ці будуються у вигляді матриць, що мають кожна **n** входів і **m** виходів. Матриця може або формуватися з **n x m** електромагнітних реле, або виконуватися у вигляді єдиної конструкції (**багаторазового координатного з'єднувача** - БКЗ).

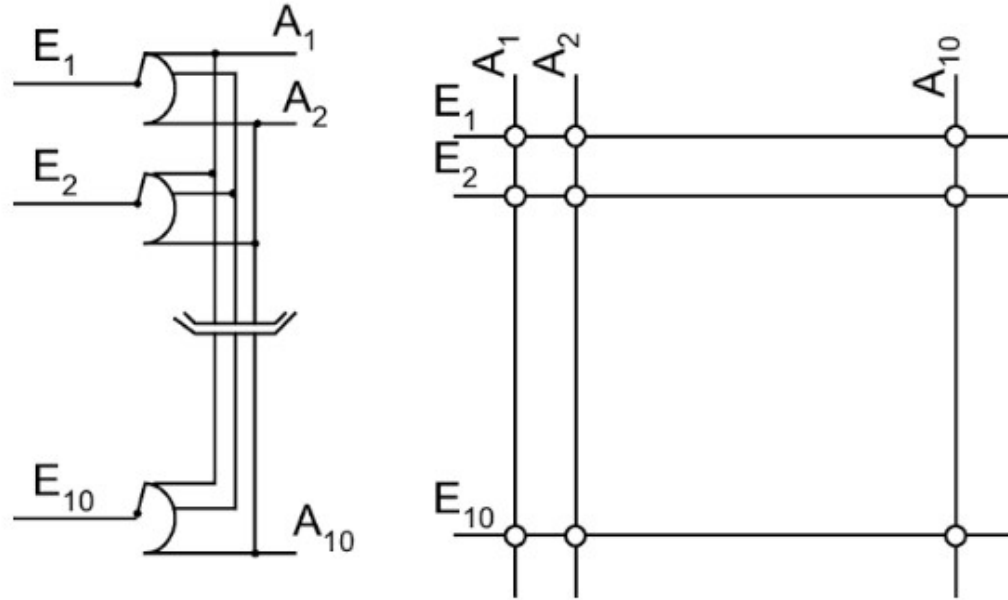
1900 г. - початок роботи над заміною декадно-крокових шукачів.

Ідея створення на основі релейних схем координатних полів.

1919 г. - створення експериментальних координатних станцій, що добре зарекомендували себе в роботі.

1923 г. - відкрита перша сучасна координатна АТС.

З 1930 р на основі цієї техніки в Швеції стали будуватися центральні АТС.



### Модель координатного з'єднувача

Нехай десять виходів десяти обертальних шукачів багаторазово з'єднані між собою. Така схема дозволяє кожному з десяти входів отримати з'єднання з кожним з десяти виходів, якщо той вільний.

Найпростіша технічна реалізація такої моделі - включити по одному реле в кожному точку перетину «горизонталей» і «вертикалей». Але тоді з'єднувач 10x10 буде містити сто реле, а значить - сто електромагнітів, сто якорів і сто комплектів контактних пружин.

У структурі координатних з'єднувачів застосовується 20 електромагнітів.

У ній **для вибору будь-якого виходу використовуються два електромагніти** (один - по горизонталі, другий - по вертикалі), а для утримання отриманого з'єднання служить тільки другий з них.

10 **електромагнітів, званих обираючими**, пов'язані з 5 горизонтальними рейками (по одній рейці на кожну пару магнітів). При спрацьовуванні того чи іншого з пари вибирають електромагнітів пов'язана з ними рейка повертається на невеликий кут в ту або в іншу сторону. На кожній рейці є 10 пружних вибираючих пальців, які в стані спокою знаходяться між групами контактних пружин, розташованими в сусідніх горизонтальних рядах. Один палець обслуговує дві контактні групи; так що кожна рейка обслуговує 20 контактних груп. Якщо спрацьовує нижній вибираючий електромагніт, то пов'язана з ним горизонтальна рейка зрушує 10 вибираючих пальців до 10-ти контактним групам, що перебувають вище рейки; якщо ж спрацьовує верхній вибираючий електромагніт, то рейка зрушує пальці до 10-ти нижніх груп контактів.

З кожною з 10-ти вертикальних планок жорстко пов'язаний один з 10-ти *утримуючих електромагнітів*. При спрацьовуванні утримуючого електромагніту пов'язана з ним планка повертається навколо своєї вертикальної осі і зрушує в горизонтальному напрямку всі п'ять вибираючих пальців, які обслуговують контактні групи даної вертикалі.

Тільки той палець, який був переміщений вибираючим електромагнітом, який поки ще продовжує утримувати свій якір, зрушуючи при повороті вертикальної планки, впливає на опору, яка виробляє включення контактів обраної таким чином контактної групи, і залишається щільно притиснутим до цієї опори. Вплив вертикальної планки на інші пальці не впливає на стан контактних груп і на роботу з'єднувача. Тепер горизонтальна рейка може бути повернута в нейтральне положення - повинен відпустити свій якір пов'язаний з нею вибираючий електромагніт. Утримуючий електромагніт залишається в роботі до закінчення з'єднання.

## Алгоритм роботи координатного з'єднувача

- 1) спрацьовує вибираючий електромагніт - вибираючі пальці «вибирають» один з 10 горизонтальних рядів контактних груп;
- 2) спрацьовує утримуючий електромагніт - замикаються контакти в потрібній точці перетину горизонталей і вертикалей, і планка, пов'язана з якорем утримуючого електромагніту, щільно затискає вибираючий палець, завдяки чому замикається відповідна група контактів;
- 3) відключається вибираючий електромагніт - горизонтальна рейка, повернувшись в нейтральне положення, готова для переміщення інших пальців;
- 4) тільки коли контакти в точці перетину потрібно розімкнути, вимикається ланцюг утримуючого електромагніту, і вибираючий палець, який використовувався, звільняється.

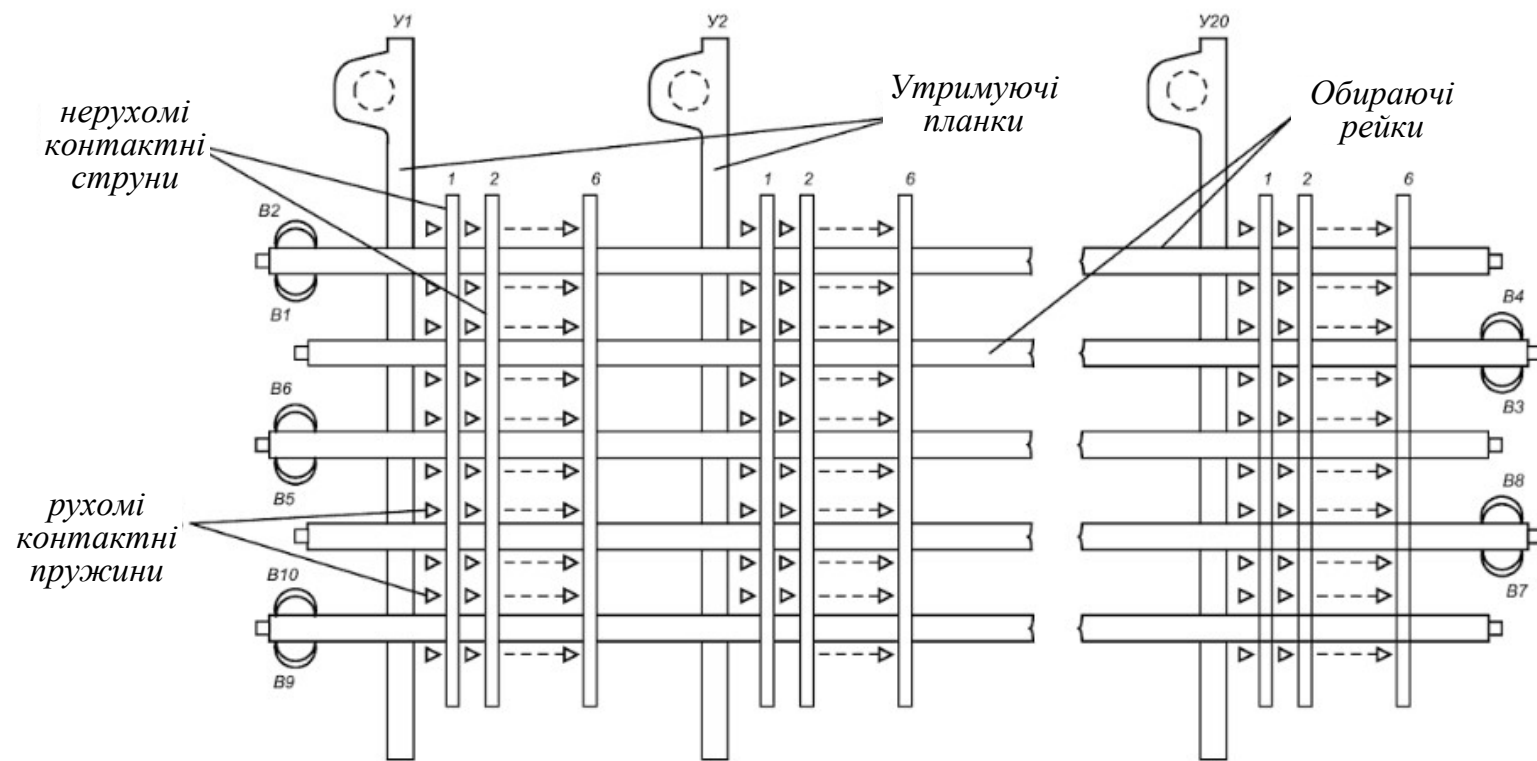
Таким чином, в координатному з'єднувачі одночасно може існувати безліч з'єднань, але вони повинні встановлюватися по черзі і під контролем спеціального пристрою - маркера, який управляє електромагнітами, що створюють чергове з'єднання. Тому, на відміну від АТС, побудованих на декадно-крокових шукачах з прямим встановленням з'єднань, які самі обробляють імпульси набору, що надходять від абонента, в координатних АТС використовується **обхідне встановлення з'єднань**.

Застосовувані в вітчизняних координатних АТС комутаційні пристрої називаються **багаторазовими координатними з'єднувачами** (БКЗ). Контактне поле БКЗ складається з груп контактних пружин релейного типу з контактами на замикання. У ряді конструкцій БКЗ замість нерухомих контактних пружин застосовуються загальні струни, з якими утворюють контакт рухливі пружини. Відомо кілька різновидів БКЗ, що розрізняються конструкцією, кількістю горизонталей і вертикалей, об'єднаних загальною системою приводу, і деякими іншими ознаками.

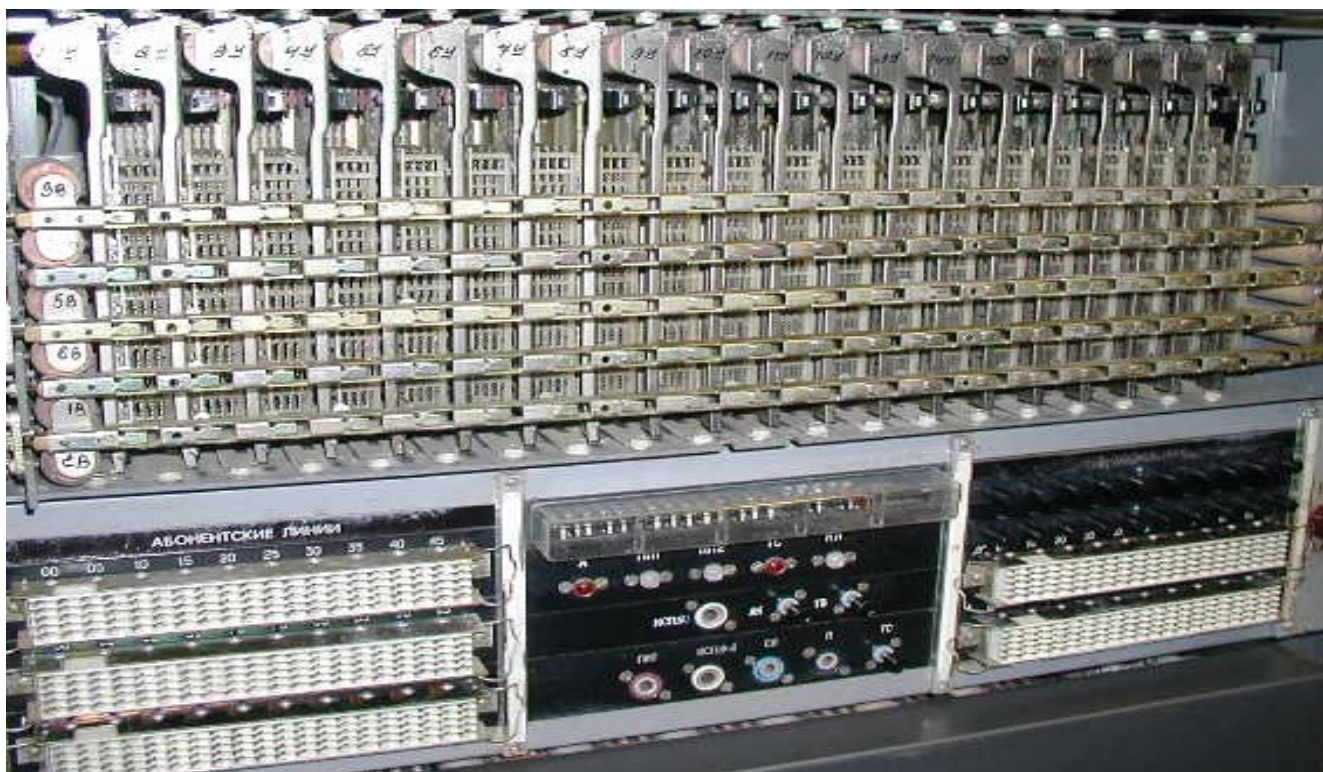
**Прямий принцип встановлення з'єднань** характеризується тим, що прилади, які вибирають потрібний напрямок зв'язку та вільну лінію в цьому напрямку, самі приймають цифри номера, встановлюють на їх основі з'єднання і утворюють розмовний тракт.

**Обхідний принцип встановлення з'єднань** характеризується тим, що вибір напрямку зв'язку і пошуку вільної лінії в цьому напрямку відділений в часі від процесу з'єднання входу комутаційного приладу з виходом, в який включена обрана лінія. Сам комутаційний прилад не бере участі в виборі напрямку і в пошуку вільної лінії. Ці процедури виконує якийсь пристрій, як правило, загальний для групи приладів (в координатних АТС це - маркер). Він приймає цифри номера, обробляє їх, і, відповідно до результату обробки, керує роботою комутаційного приладу, впливаючи на його елементи таким чином, щоб викликаючий вхід був з'єднаний з одним з вільних виходів в потрібному напрямку. Інакше кажучи, *встановлення з'єднань здійснюється в обхід комутаційного приладу, в зв'язку з чим такий принцип і названий обхідним.*





**Схема багаторазового координатного з'єднувача**

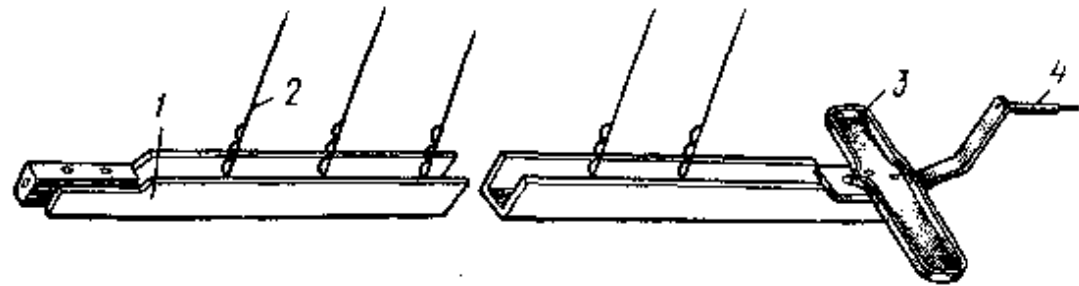


**Зовнішній вигляд координатного з'єднувача**

У координатних АТС застосовують різні за своєю конструкцією та комутаційних можливостям БКЗ. Основними конструктивними елементами БКЗ є вертикальні блоки (вертикалі) і вибираючі планки з обираючими електромагнітами.

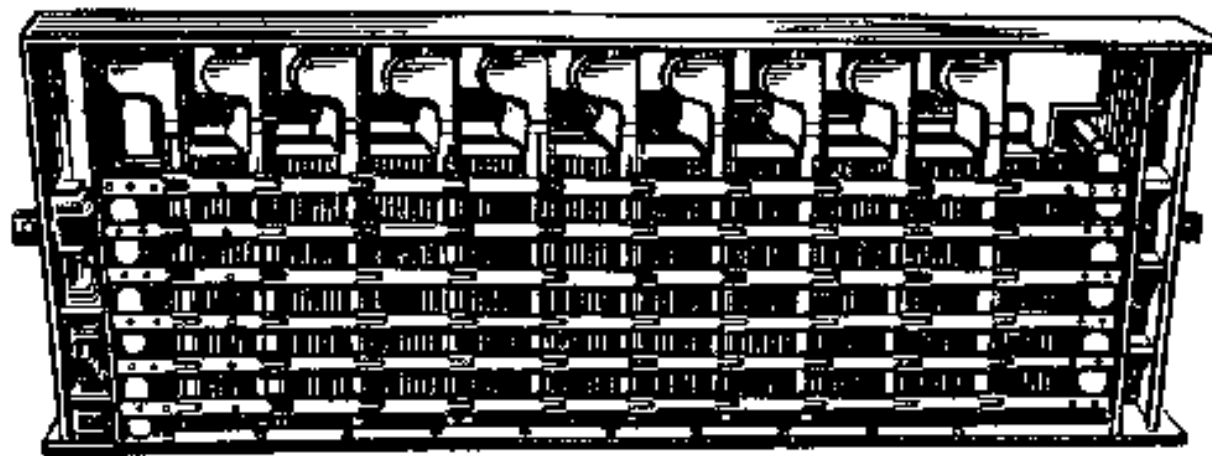
### Вибираюча планка

- 1 - основа,
- 2 - вибираючі пальці,
- 3 - якір,
- 4 - штифт



Вертикальний блок складається з груп контактних пружин релейного типу, число яких дорівнює числу нерухомих контактних струн, утримуючого електромагніту і вертикальної (утримуючої) планки, яка є продовженням його якоря.

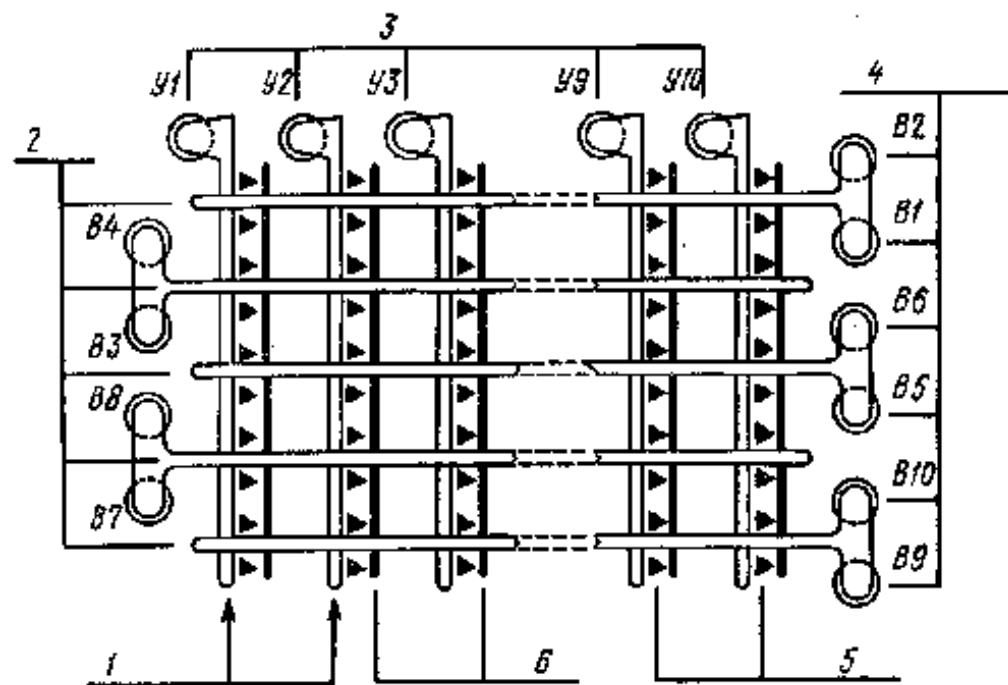
Сукупність контактних пружин і струн вертикальних блоків утворює контактне поле БКЗ, ємність якого може бути 100, 120 або 200.



### Схема багаторазового координатного з'єднувача БКЗ 20x10x6

Даний БКЗ має 20 вертикально розташованих контактних пакетів. У кожному пакеті є 10 шестиконтактних груп. У цих групах рухливі пружини - індивідуальні, а роль нерухомих пружин виконують контактні струни, загальні для всіх 10 груп.

Кожному пакету надано утримуючий електромагніт, якір якого є одне ціле з розташованої **вертикально утримуючою планкою.**



1,2 - утримуючі і вибираючі  
 планки,  
 3,4 – утримуючі У1-У10 і  
 вибираючі В1-10  
 електромагніти,  
 5 - контактні пружини,  
 6 - контактні струни

При роботі утримуючого електромагніту якір притягається, планка повертається навколо своєї вертикальної осі і притискає до опори контактної групи вибираючий палець, зрушений працюючим в даний момент вибираючим електромагнітом в сторону цієї групи. Пакет контактних груп з утримуючою планкою (якорем) і утримуючим електромагнітом складають окремий конструктивний елемент, званий *вертикальним блоком або вертикаллю*.

Розрізняють **двохпозиційні і багатопозиційні БКЗ**.

Число позицій визначається числом електромагнітів, які повинні спрацювати для виконання з'єднання.

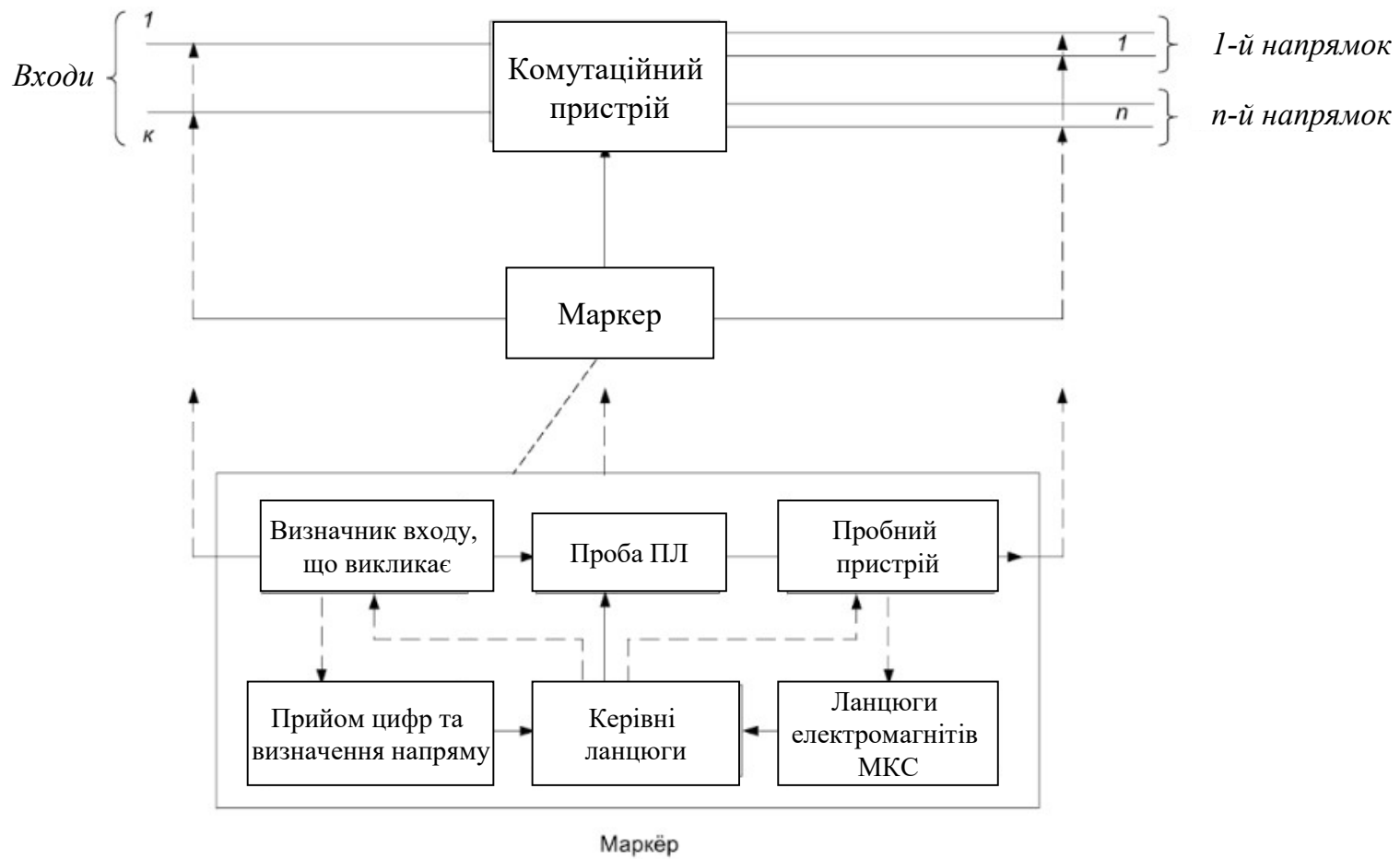
У двопозиційному БКЗ щоразу спрацьовує два електромагніту (один вибирає і один утримує), в трипозиційному - три (два вибирають і один утримує) і т.д. Чим більше позицій БКЗ, тим ефективніше будується на його основі комутаційне поле (за рахунок зменшення провідності збільшується доступність), але тим складніше конструкція.

Найбільш широко поширені двохпозиційні і трипозиційні з'єднувачі. БКЗ отримали свою назву в зв'язку з багаторазовим використанням кожної з вибираючих рейок для організації з'єднань в різних вертикалях одного БКЗ.

## Координатні АТС

У координатних АТС основним комутаційним приладом є багаторазовий координатний з'єднувач, який позбавлений недоліків декадно-крокових шукачів. Пристрій БКЗ, принцип його роботи і комутаційні можливості зовсім не такі, як у комутаційних механізмів інших типів. З цієї причини структурна побудова координатних АТС, структура ступенів шукання і принципи управління комутацією відрізняються від тих, які є типовими для АТС, побудованих на крокових і декадно-крокових шукачів. У структурі ступенів шукання використовується т.зв. ланкове включення, що дозволяє будувати багатоланкові комутаційні блоки.

*Координатні АТС працюють згідно обхідному принципу.*



## Обхідний принцип встановлення з'єднань



При встановленні кожного з'єднання маркер займається короткочасно і тому здатний обслужити кілька комутаційних приладів з великим числом входів і виходів.

**Відповідно до функцій, які виконуються маркером, його блок-схема містить:**

- визначник викликаючого входу;
- визначник необхідного напрямку зв'язку;
- пристрій, що відзначає вільні проміжні лінії, через які викликаючий вхід комутаційного приладу може бути підключений до вільного виходу в потрібному напрямку;
- пробний пристрій для пошуку вільного виходу в цьому напрямку,
- пристрій включення вибираючого і утримуючого електромагнітів БКЗ, що забезпечують з'єднання входу з виходом;
- коло управління роботою маркера.

# Класифікація координатних АТС

Координатні АТС поділяються на *АТС з керуванням по ступенях шукання* і на *АТС з централізованим управлінням*.

У координатних **АТС з керуванням по ступенях шукання** функції цих ступенів ті ж, що і в більшості АТС, побудованих на щіткових шукачах (декадно-крокових і машинних). У таких координатних АТС передбачається кілька ступенів групового шукання, залежне від ємності станції і мережі, і ступінь абонентського шукання. Остання виконує функції передшукання, обслуговуючи виклики, які виходять від абонентів, і функції лінійного шукання, обслуговуючи виклики, що входять до абонентів. Характерною особливістю координатних АТС з керуванням по ступенях шукання є те, що визначення маркером вільного виходу ступеня, з яким слід з'єднати його викликаючий вхід, відбувається на кожному ступені без аналізу стану сполучних шляхів на наступних ступенях шукання.

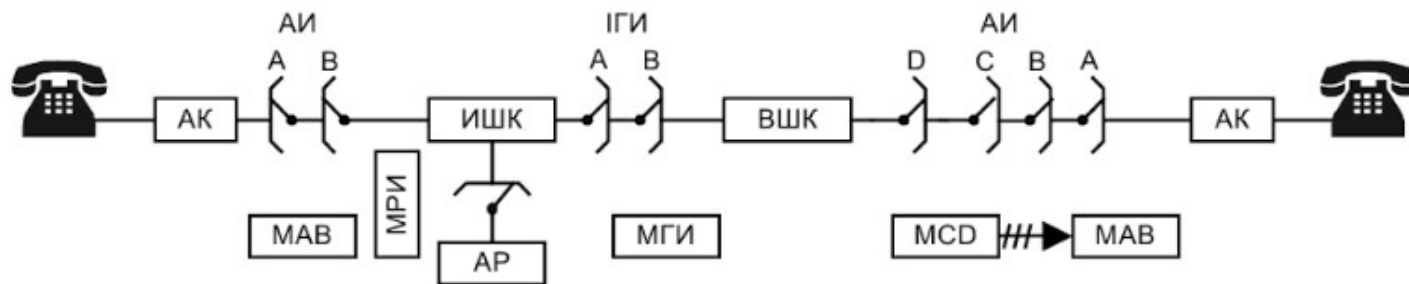
Комутаційні блоки АТС побудовані на БКЗ, а в якості керуючих пристроїв використовуються маркери і, в більшості випадків, реєстри, які позбавляють маркери від функцій прийому переданих повільним способом цифр.

### **Розрізняють чотири види координатних АТС:**

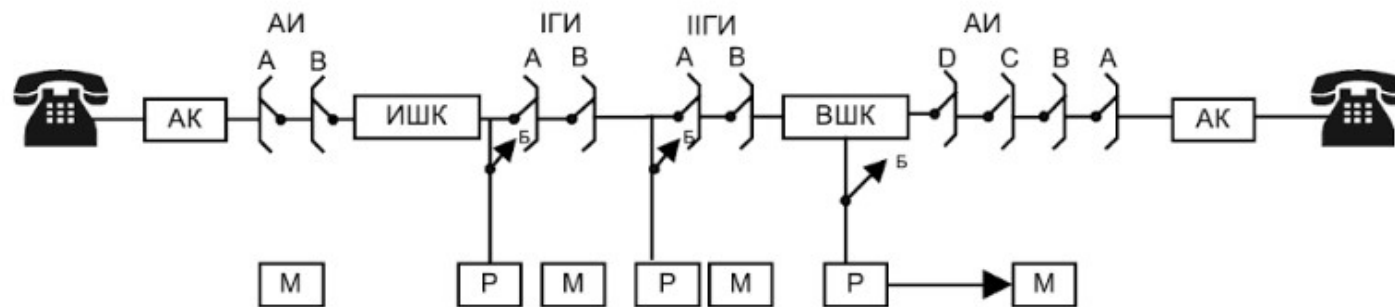
- 1) з послідовним встановленням з'єднання ступенями шукання і з реєстрами для прийому цифр, що набираються абонентами (ст.н. абонентськими реєстрами);
- 2) з реєстровими пристроями та маркерами, розподіленими по ступенях шукання;
- 3) з абонентськими реєстрами і з керуванням відразу декількома ступенями шукання;
- 4) з централізованим управлінням без поділу комутаційного обладнання станції на ступені шукання.

*Більшість координатних АТС відноситься до першого виду.*

## Сполучні тракти координатних АТС з керуванням по східцях шукання



*Схема з абонентськими реєстрами*



*Схема з реєстрами на ступенях шукання*

## Умовні позначення

**АК** - абонентський комплект;

**АИ** - абонентський ступінь шукання;

**ГИ** - груповий ступінь шукання;

**МАВ** - абонентський ступінь шукання, модуль АВ;

**МСД** - абонентський ступінь шукання, модуль СД;

**АР** - абонентський реєстр;

**МРИ** - маркер ступені реєстрового шукання;

**МГИ** - маркер ступені групового шукання;

**МАИ** - маркер ступені абонентського шукання;

**ИШК** - вихідний шнурової комплект;

**ВШК** - вхідний шнурової комплект;

**ИГИ** - вихідний ступінь групового шукання;

**ВГИ** - вхідний ступінь групового шукання;

**Р** - реєстр;

**М** - маркер.

Використання **АТС з послідовним встановленням з'єднання за ступенями шукання з використанням абонентських реєстрів** дозволяє зменшити обсяг реєстрового обладнання, і застосовувати порівняно нескладні маркери. При встановленні з'єднання вибір ліній проводиться на кожному ступені незалежно від можливості їх подальшого підключення до викликаного лінії.

У координатних **АТС з реєстровими пристроями та маркерами, розподіленими по ступенях шукання** на ступенях групового і абонентського шукання використовуються реєстри, кожен з яких приймає адресну інформацію, необхідну для встановлення з'єднання лише через один ступінь шукання. З'єднання на кожному ступені ГИ має завершитися до початку передачі абонентом цифри, призначеної для наступного ступеня шукання. На наведеній схемі реєстр ступені ГИ приймає одну цифру, і тому число напрямків в блоці ГИ дорівнює десяти. Можна передбачити прийом реєстром ГИ також і двох цифр, але з певною першою цифрою.

**Перевагою АТС другого виду** є простота зв'язку з декадно-кроковими АТС, оскільки при вхідному зв'язку імпульси набору номера безпосередньо приймаються регістрами на ступенях шукання, а при вихідному зв'язку серії імпульсів, що надходять від абонента, транслюються через ИШК і направляються до шукачів декадно-крокової АТС. Координатні АТС з регістрами, розподіленими по ступенях шукання, близькі за своїми можливостями до АТС з прямим управлінням комутацією.

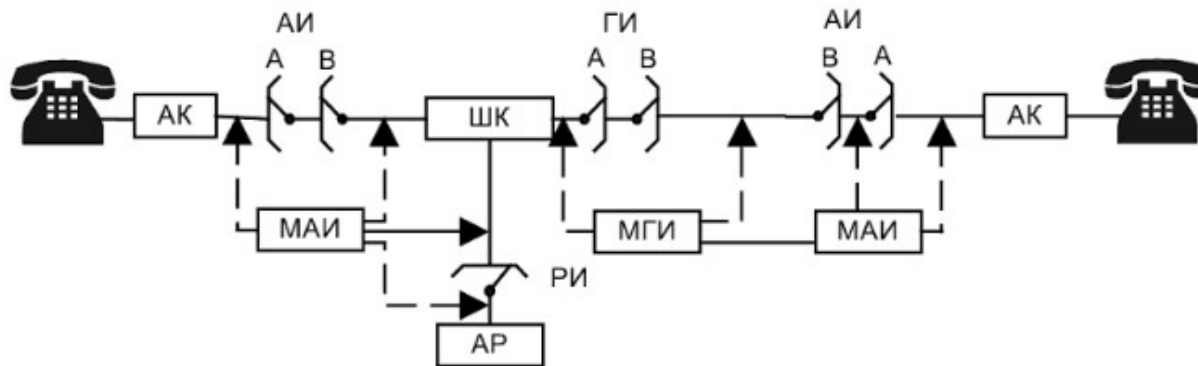
У координатних **АТС з абонентськими регістрами і з керуванням відразу декількома ступенями шукання** для внутрішньостанційних з'єднань передбачається лише один ступінь ГИ з двокаскадними або трьохкаскадними комутаційними блоками великої місткості (до 1000 вихідних ліній). Керують комутацією абонентські регістри і маркери, які забезпечують організацію з'єднання через один або два ступені шукання.

На ступені АИ використовуються двокаскадні блоки і для вихідного і для вхідного зв'язку. Кожен комутаційний блок обслуговується, в залежності від його ємності, одним або двома маркерами.

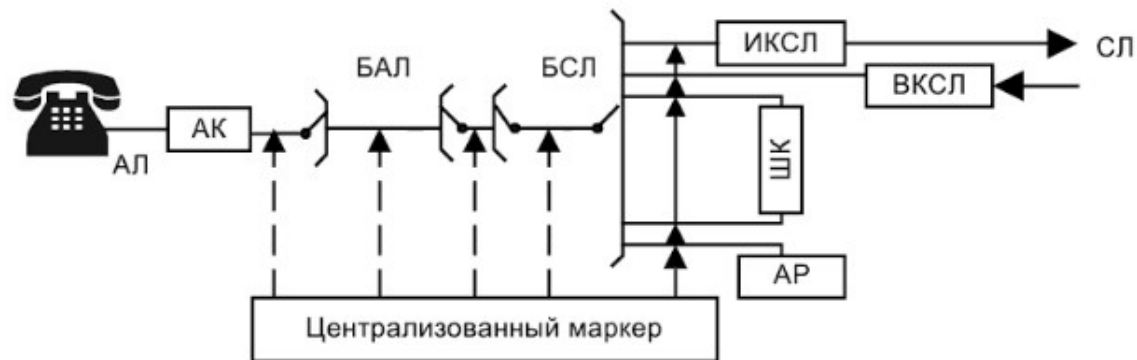
При вихідному зв'язку маркер блоку АИ виконує функцію підключення лінії абонента до реєстру. При цьому маркер виробляє обумовлене шукання через ступені АИ і реєстрового шукання. Після набору номера при внутрішньостанційному зв'язку маркери ступені ГИ (МДИ) і АИ (МАИ), отримавши з реєстра необхідну адресну інформацію, спільно виконують функції підключення лінії абонента до лінії, що викликається. При встановленні з'єднання на ступені ГИ займається така вільна і доступна виходить лінія, яка в блоці АИ має доступ до абонентської лінії, що викликається, через вільну проміжну лінію. Тому відпадає необхідність мати в ступені АИ третій каскад.



## Сполучні тракти координатних АТС з керуванням по ступенях шукання



*Схема з функціональними маркерами*



*Схема з централізованими маркерами*

У координатних АТС з централізованим управлінням без поділу комутаційного обладнання станції на ступені шукання комутаційне обладнання не ділиться на ступені шукання, а утворює загальне комутаційне поле. Централізовані маркери керують з'єднанням, виробляючи наскрізне обумовлене шукання через всю АТС. При цьому дещо скорочуються обсяг комутаційного обладнання і час встановлення з'єднання, тому що при обумовленому шуканні на кожній ділянці з'єднувального тракту вибираються тільки такі шляхи, по яких можна організувати з'єднання ліній абонентів.

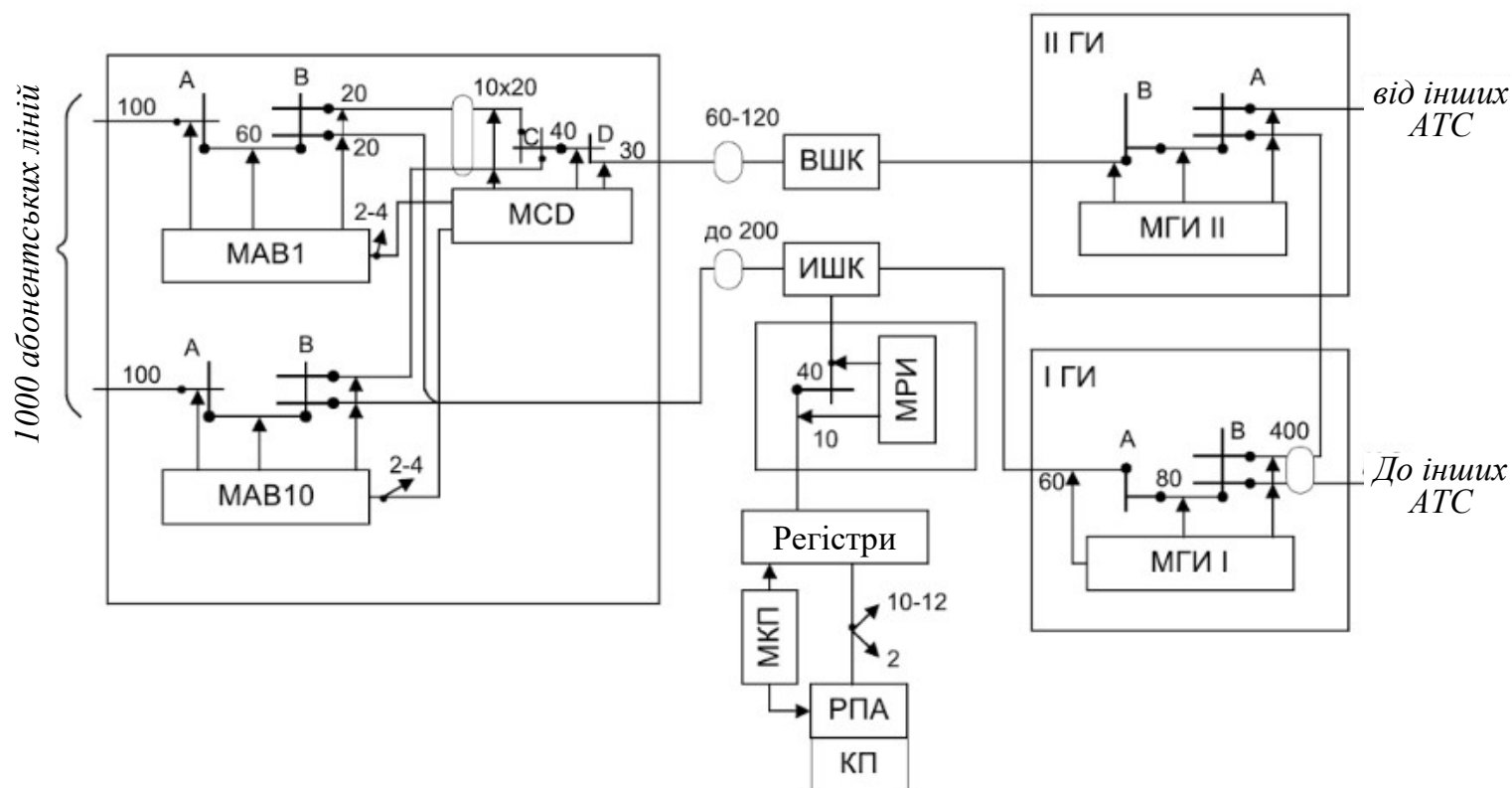
**БАЛ** - двокаскадні блоки абонентських ліній

**БСЛ** - двокаскадні блоки сполучних ліній

**Існує багато типів координатних АТС, які відрізняються один від одного за багатьма ознаками, головними з яких є:**

- конструкція і комутаційні параметри БКЗ;
- скелетна схема станції;
- ємність і утворення груп блоків по ступенях шукання;
- ступінь централізації управління комутаційними приладами.

## Міські координатні станції



Кожен комутаційний блок ступені АІ розрахований на включення 1000 абонентських ліній, і тому ємність станцій доцільно вибирати кратній тисячі. Однак можна будувати і АТС ємністю менше 1000 номерів. Для таких АТС передбачені спеціальні сотенні блоки АІ.

Набраний абонентом номер приймається і запам'ятовується **абонентським реєстром**, який бере участь у встановленні всього з'єднання. Управління з'єднанням проводиться по ступенях шукання (АИ, РИ, ГИ) за допомогою індивідуальних для кожного комутаційного блоку маркерів. На ступенях шукання (крім РИ в АТСК) застосовуються двокаскадні комутаційні блоки. Зазначені особливості дозволяють використовувати порівняно прості маркери, що підвищує надійність їх дії і полегшує експлуатацію.

**В якості комутаційних приладів використовуються БКЗ**, електромагнітні реле і електронні елементи. У комутаційних блоках на ступінях шукання застосовуються уніфіковані БКЗ. В абонентських, шнурових і лінійних комплектах застосовуються реле типу РПН. У маркерах і реєстрах використовуються реле. Транзистори знайшли застосування в пристроях передачі і прийому частотних сигналів, а також в окремих функціональних вузлах реєстрів і маркерів.

При встановленні з'єднань абоненти отримують стандартні акустичні сигнали. Лінійні сигнали при місцевих і міжміських сполученнях за складом і способом передачі відповідають сигналам, прийнятим в типових декадно-крокових АТС.

Після відбою будь-якого з учасників зв'язку його абонентська лінія звільняється. Сполучні пристрої звільняються лише після відбою викликаного абонента, а особі, яка дзвонить, якщо він не дає відбою, передається сигнал «Зайнято» з його абонентського комплекту. Після відбою викликаного абонента звільняються всі сполучні пристрої, крім блоку АВ ступені АИ і вихідного шнурового комплекту ИШК, зі схеми якого посилається сигнал «Зайнято» не дає відбою абонента, який викликає. Якщо відбою не дає викликаний абонент, то сигнал «Зайнято» посилається йому з вхідного шнурового комплекту ВШК.

## Сигнали між регістрами і маркерами в АТСК

Керуючі сигнали передаються багаточастотним кодом «2 з 6». Сигнали 1-3 використовуються для запиту передачі адресної інформації багаточастотним способом. Сигнали 8-10 запитують перехід до передачі інформації батарейним способом, сигнали 4 і 5 визначають стан абонентської лінії, що викликається, а сигнали 6 і 7 необхідні, відповідно, для повторення адресної інформації при її спотворенні (отримання однієї або трьох частот) і для організації другої спроби встановити з'єднання при відсутності вільних з'єднувальних пристроїв на ступені шукання

Додатковий сигнал **«Відсутність частотної інформації»** передається з маркера в регістр при втраті інформації в тракту. Отримавши цей сигнал, регістр порушує частково встановлене з'єднання і забезпечує повторне з'єднання по новому тракту. Завдяки введенню такого сигналу повторна спроба з'єднання при збогах інформації відбувається в 20 разів швидше в порівнянні з технічної витримкою часу.

## Сільські координатні АТС

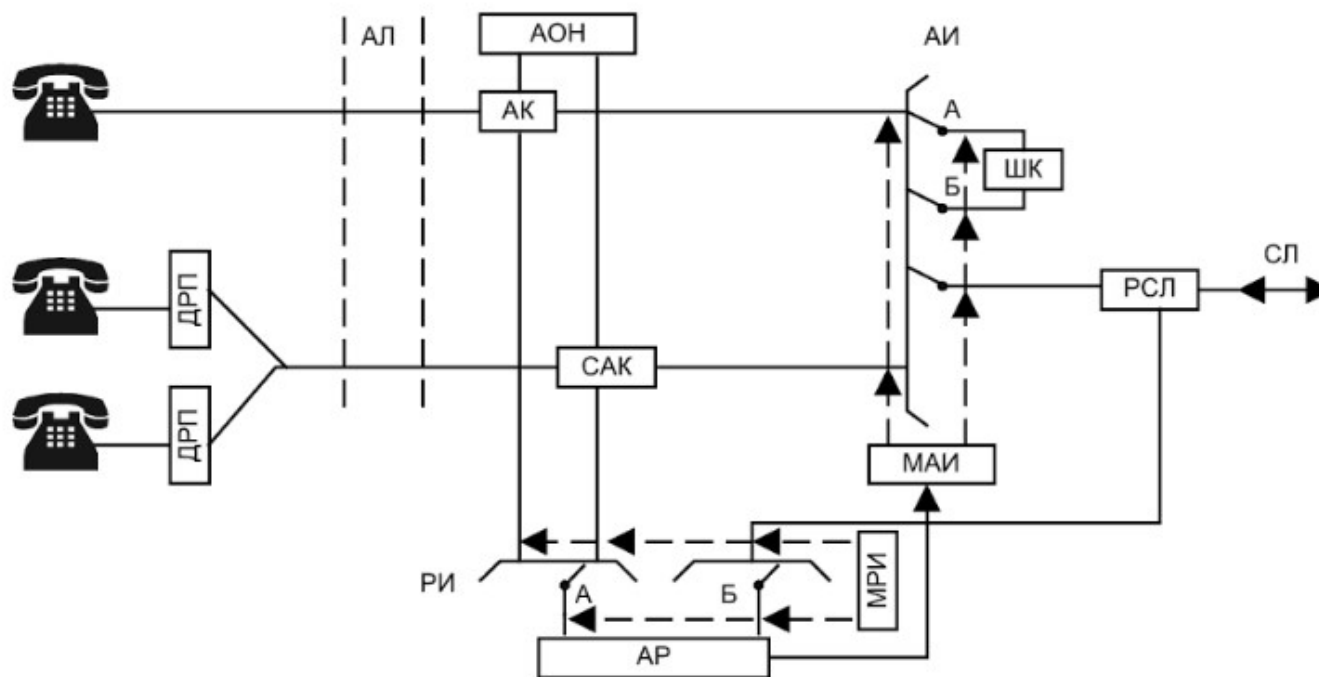
У сільських телефонних мережах (СТМ) застосовуються координатні АТС малої ємності.

АТС мають блокову побудову з ємністю абонентського блоку до 50 номерів. При спареному включення телефонних апаратів передбачається подвійний поділ ланцюгів з установкою для кожного апарату діод-релейної приставки ДРП. Номери спарених апаратів розрізняються цифрою десятків. Пристрої спареного включення в сільських АТС складніше, ніж в міських, так як вони передбачають можливість зв'язку між апаратами, включеними в одну лінію.

У АТС використовується обхідний управління комутацією із застосуванням загальностанційних маркерів ступенів АІ (МАІ) і РІ (МРІ) і п'ятизначних абонентських реєстрів, розроблених з урахуванням можливості введення в СТМ закритої 5-значної нумерації. В даний час найчастіше використовується відкрита нумерація без індексу зовнішньої зв'язку: при внутрішньому зв'язку абонент набирає 3-значний номер, а при міжстанційному зв'язку - 5-значний номер. Перша цифра 5-значного номера повинна відрізнитися від першої цифри 3-значних номерів.



Після прийому адресної інформації абонентський реєстр підключається до маркера, передає сигнал про необхідному напрямку зв'язку (внутрішня, зовнішня або поперечна) і потім передає багатопровідним способом адресну інформацію.



**Функціональна схема сільської кінцевої АТС**

## Умовні позначення

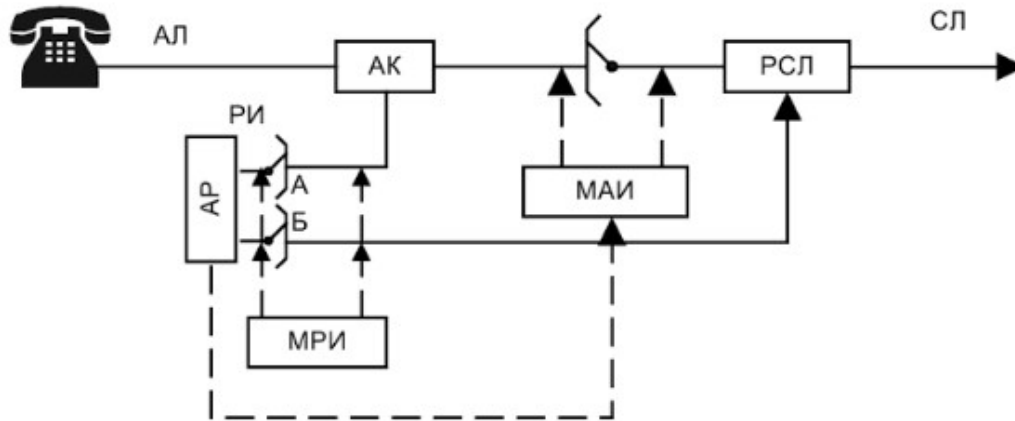
**ДРП** - апарат діод-релейної приставки, який встановлюється при спареному включення телефонних апаратів для подвійного поділу ланцюгів

**АК** – абонентські комплекти для включення індивідуальних ліній

**САК** – абонентські комплекти для включення ліній спарених апаратів

**РСЛ** – реле з'єднувальних ліній

## Вихідне з'єднання

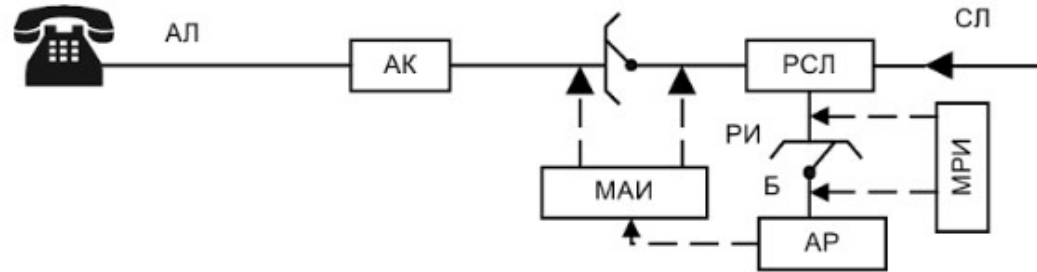


Після набору абонентом однієї, двох або трьох цифр, що визначають напрямок зв'язку з вищестоящою станцією (УС, ЦС) або напрямком поперечного зв'язку з іншою ОС, абонентський реєстр займає маркер блоку АИ і передає до нього сигнал про необхідний напрямок. Якщо це напрямок до УС або ЦС, МАИ за допомогою пробного пристрою ПУ РСЛ знаходить вільний комплект РСЛ і з'єднує його із абонентською лінією, що викликає, через блок АИ.

Розмовні дроти комутуються в схемі РСЛ лише після закінчення роботи АР.

Одночасно МАІ створює коло заняття маркера блоку РИ для підключення до вибраного РСЛ регістра. Після цього маркери блоків АІ і РИ звільняються. Через вертикаль А блоку РИ абонентський регістр залишається підключеним до абонентської лінії для продовження прийому цифр номера, а через вертикаль Б блоку РИ регістр підключений до РСЛ для передачі в цей комплект декадними імпульсами всіх прийнятих цифр. Спосіб подальшої передачі цієї інформації на зустрічну АТС залежить від типу РСЛ. Передавши в РСЛ адресну інформацію, абонентський регістр звільняється. Живлення мікрофона в апараті абонента і утримання з'єднання проводиться з РСЛ.

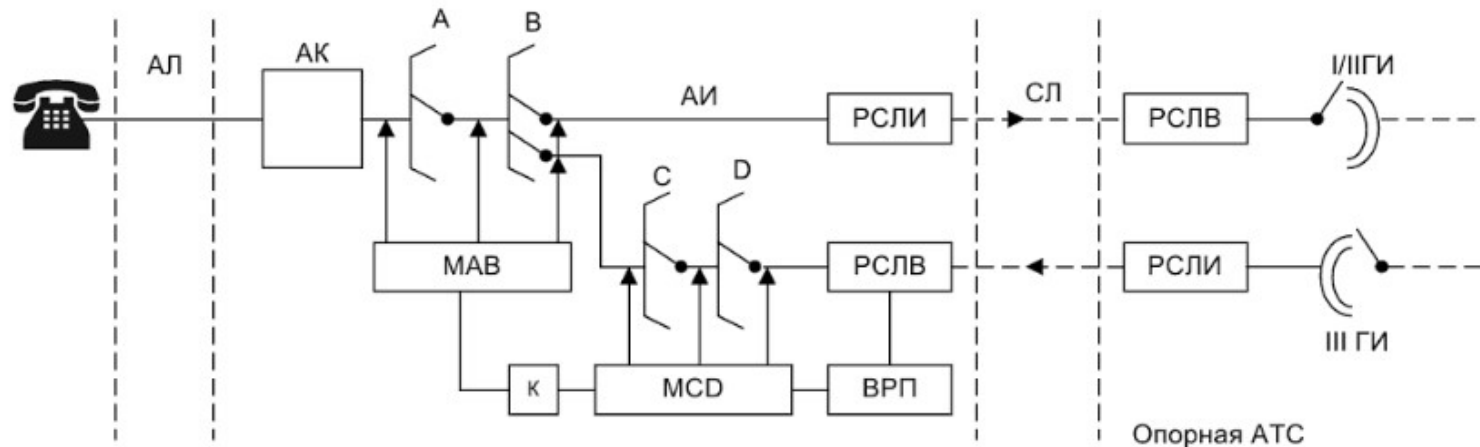
## Вхідне з'єднання



При занятті комплекту РСЛ вхідним викликом маркер блоку РИ підключає цей РСЛ до вільного абонентського регістру через одну з вертикалей Б блоку РИ. Регістр, не передаючи сигнал «Відповідь станції», послідовно приймає три цифри номера телефону. Після цього АР займає МАИ і передає до нього адресну інформацію багатопровідним способом. Потім маркер підключає РСЛ до викликаної абонентської лінії. Під час активного з'єднання, МАИ і АР звільняються. Пробу викликаної лінії, послілку вивозу і контрольного сигналу, живлення мікрофона в телефонному апараті і утримання з'єднання виконує лінійний комплект РСЛ.

## Координатні підстанції

Координатна підстанція обслуговує від 100 до 2000 абонентів. На підстанції встановлюється частина обладнання опорної АТС, причому в неї виносяться абонентські комплекти АК, прилади ступені АІ і комплекти РСЛ.



Підстанція є ступінь абонентського шукання АІ з окремими маркерами МАВ і МСД блоків А-В і С-Д. Для вихідної і вхідного зв'язку застосовані комплекти РСЛИ і РСЛВ. Тризначний реєстр ВРП служить для фіксації останніх трьох знаків номера абонента, що передаються від опорної АТС, і для передачі їх до маркерів підстанції.

## **Лектор:**

Старший викладач кафедри Електроніки и комп'ютерної техніки Сумського державного університету

**Горячев О. Є.**

## **В лекції використано матеріали авторів:**

**Гольдштейн Б.С., Дузь В. І.**