

# Лекція 3

## Аналіз цифрових комутаційних полів 3-го і 4-го класів

### Основні питання:

1. ЦКП третього класу
2. ЦКП четвертого класу
3. Алгоритми вибору з'єднувальних шляхів
4. Задача проектування ЦКП

### Література:

1. Омельченко А.В. Основи аналізу систем розподілу інформації: Навч посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2007, С 110-118
- 2.2. Баркун М.А., Ходасевич О.Р. Цифровые системы синхронной коммутации.-М.: Эко-Трендз, 2001, С 49-75

# Аналіз цифрових комутаційних полів третього класу

- Структури цифрових КП третього класу з'явилися наприкінці 70-х років завдяки можливості створення інтегральних схем, що реалізують S/T-модулі. Поля цього класу є певною мірою універсальними, оскільки дозволяють однотипно будувати системи комутації практично для всього діапазону ємностей: малої, середньої й великої. При цьому нарощування ємності відбувається, в основному, за рахунок збільшення числа ланок просторової комутації, переходячи від структур S/T-S-S/T до більш складних S/T-S-S-S/T і S/T-S-S-S-S/T, оскільки збільшення ємності самого S-ступеня є більш дорогим рішенням.

# ЦКП третього класу

- Комутаційні поля третього класу знайшли широке поширення в комутаційних системах великої ємності: MT-20/25, EWSD V12, DTS-11 фірми DAEWOO республіки Корея.
- Схема комутаційного поля структури S/T-S-S/T представлена на рис. 8, а його просторовий еквівалент – на рис. 9. На цих рисунках використані такі позначення:  $n$  і  $m$  – відповідно число вхідних і вихідних ліній одного S/T ступеня першої ланки;  $K$  – число ступенів S/T на першій і третій ланках поля і число входів (виходів) одного ступеня S ;  $N$  – загальне число входів (виходів) ЦКП.

# ЦКП третього класу

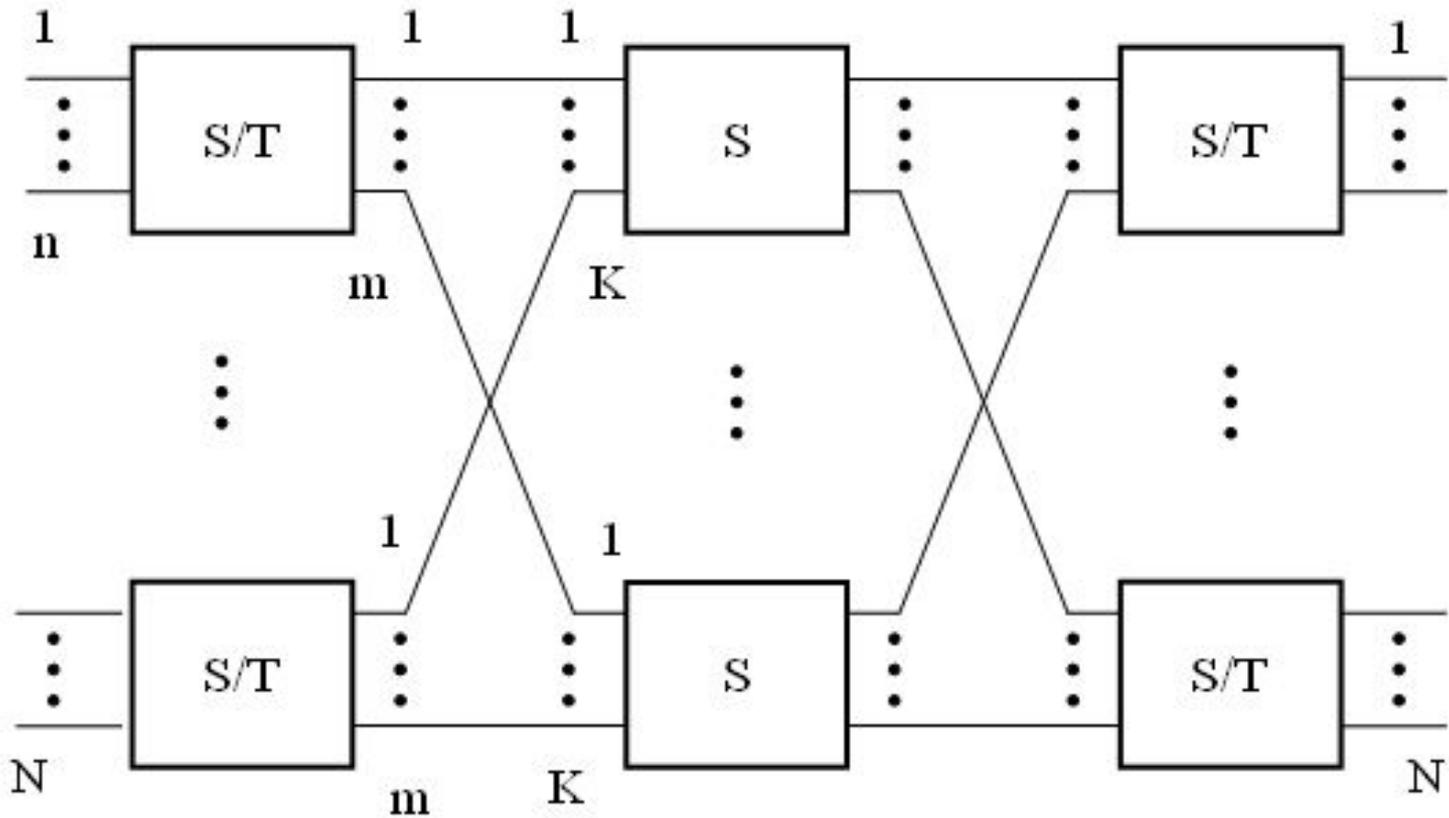
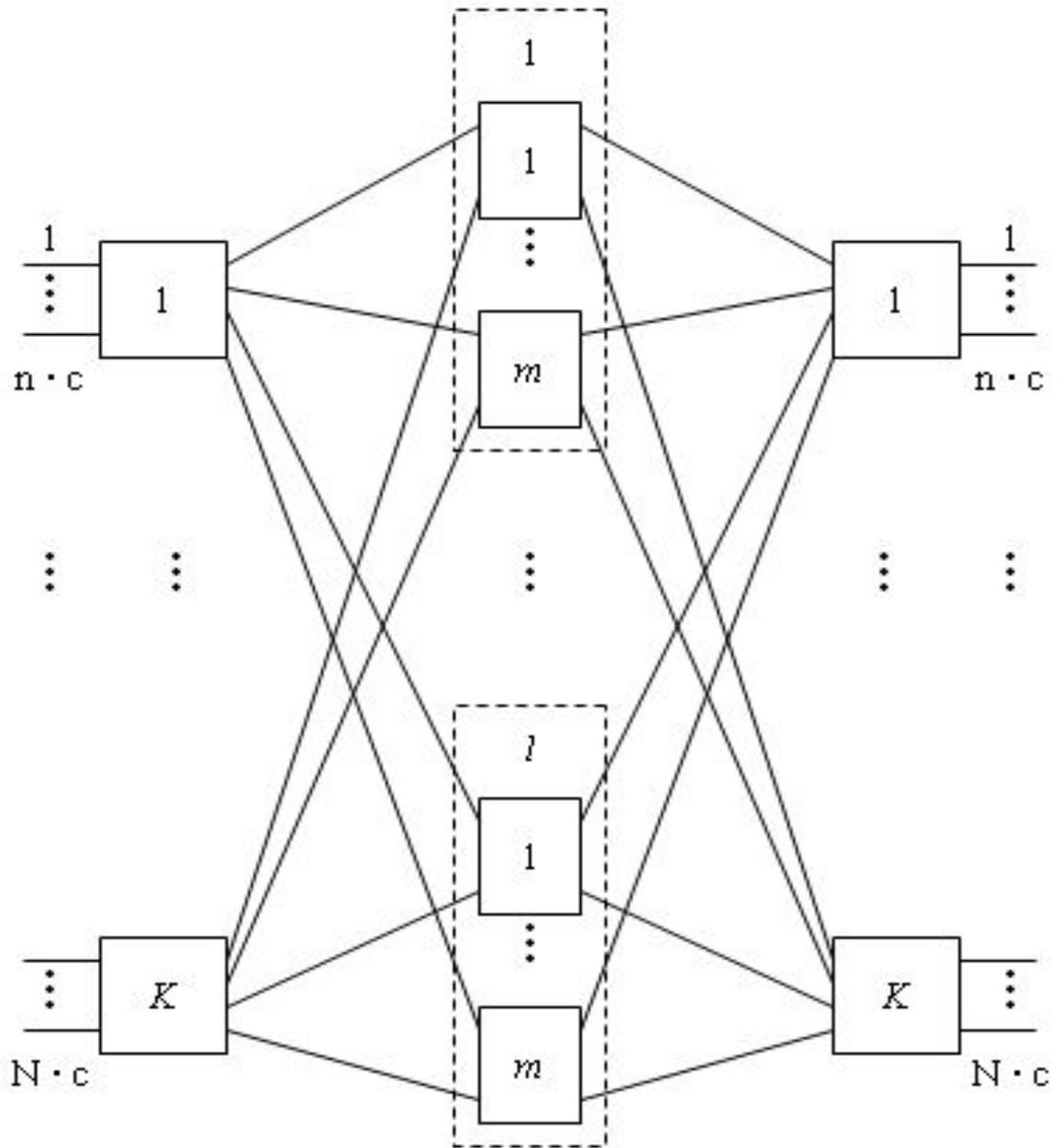


Рисунок 8 – Схема триланкового комутаційного поля третього класу

Рисунок 9—  
 Просторовий  
 еквівалент  
 триланкового  
 комутаційного  
 поля третього  
 класу



## ЦКП третього класу

- Імовірність блокування може бути оцінена за методом імовірнісних графів згідно з наведеною еквівалентною схемою

$$P_{\text{бл}} = \left[ 1 - \left( 1 - \frac{\eta}{\beta} \right)^2 \right]^{l \cdot m}, \quad (8)$$

$\eta$  – інтенсивність навантаження на один КІ у входних лініях;

$\beta = \frac{ml}{nc}$  – коефіцієнт розширення навантаження першої ланки поля.

# ЦКП третього класу

- Складність реалізації поля структури S/T-S-S/T можна розрахувати за формулами:

$$B = 16 Nc + 2Kml \cdot \log_2(nc) + Kml \cdot \log_2 K \quad , \quad (9)$$

$$C = B + \Theta \cdot mN^2 / n^2 \quad , \quad (10)$$

де вартісний параметр  $\Theta$  приймає значення з діапазону 40 - 200.

Якщо виконується умова  $ml > 2nc - 1$  , (11)

то згідно з теоремою Ч. Клоза комутаційне поле структури S/T-S-S/T не має блокувань.

# Аналіз цифрових комутаційних полів четвертого класу

- Структури ЦКП четвертого класу знаходять широке застосування завдяки зручностям збільшення ємності поля шляхом додавання S/T-ступенів, реалізованих у вигляді універсальних ІМС.
- Комутаційне поле ЦАТС невеликої ємності може бути побудовано з використанням однієї ланки, що містить один S/T-ступінь. Структура такого цифрового КП показана на рис. 10.

# ЦКП четвертого класу



- Рисунок 10 – Структура одноланкового КП четвертого класу
- Це поле не має блокувань. Складність реалізації цього поля визначаються за формулою

$$B = 8cN + cN \log(cN) \quad . \quad (12)$$

# ЦКП четвертого класу

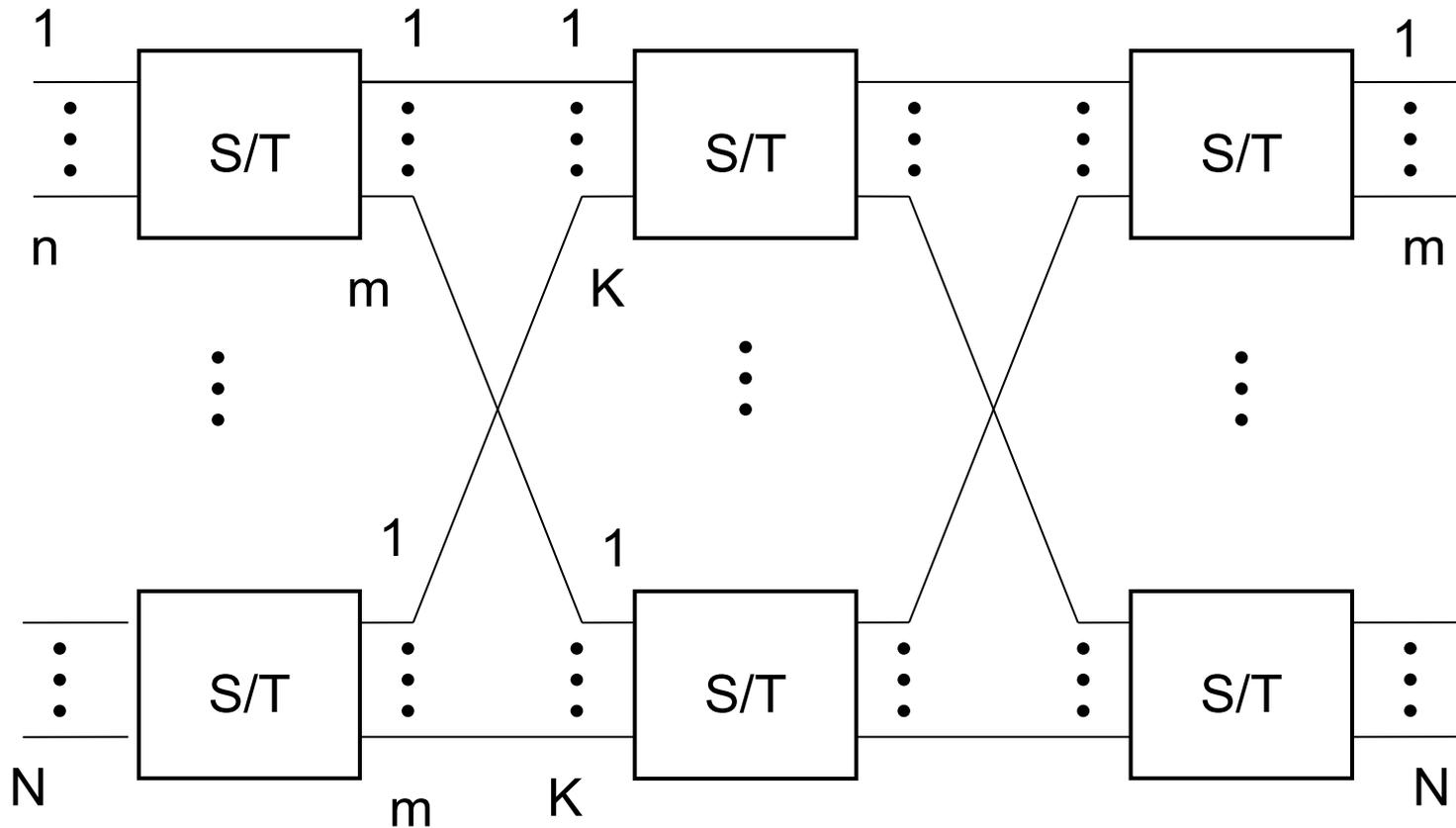


Рисунок 11 – Схема триланкового комутаційного поля четвертого класу

Позначення:  $n$  і  $m$  – відповідно число входних і вихідних ліній одного ступеня S/T першої ланки;  $K$  – число ступенів S/T на першій і третій ланках поля;  $N$  – загальне число входів (виходів) ЦКП.

# ЦКП четвертого класу

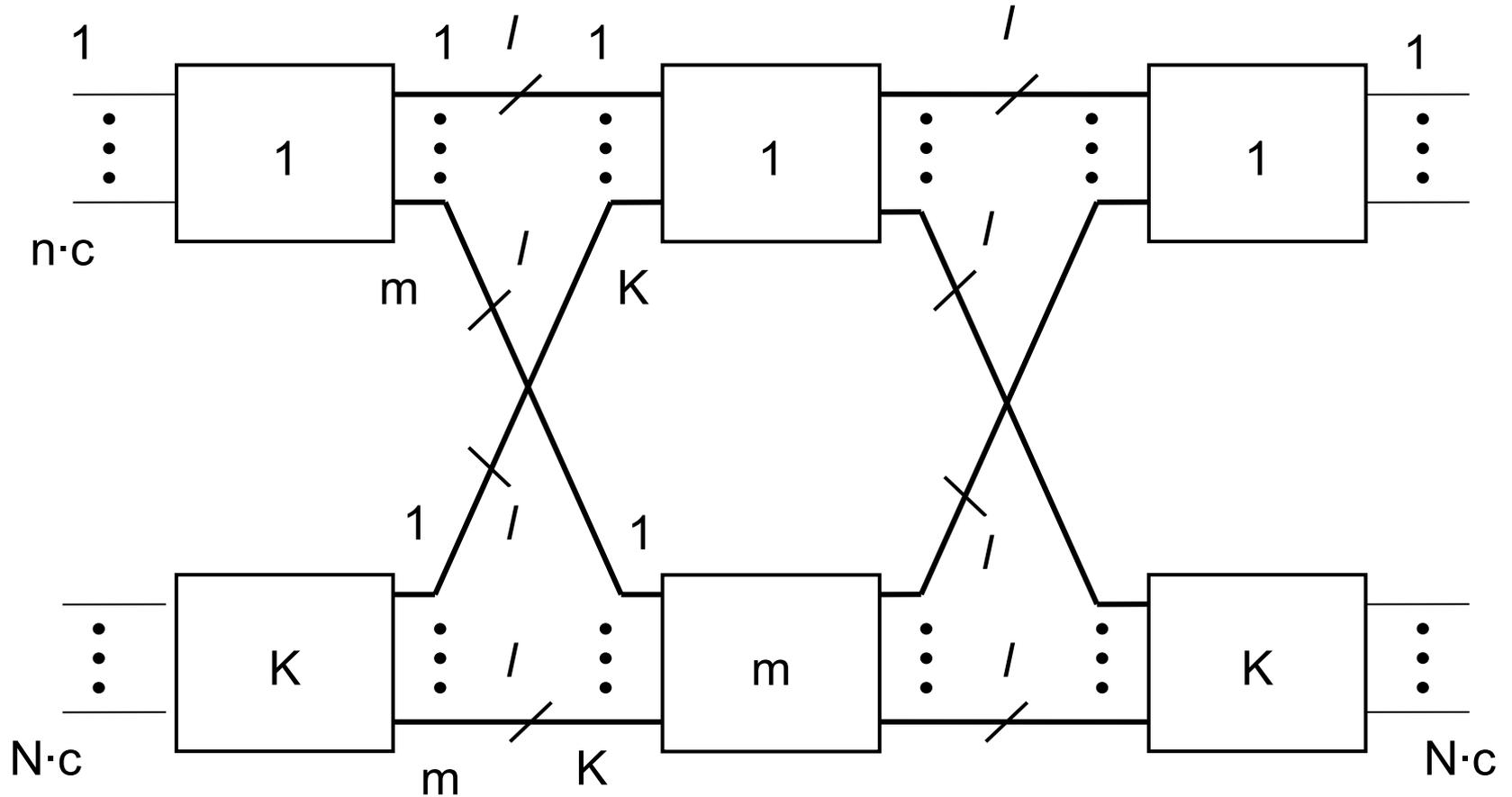


Рисунок 12 – Просторовий еквівалент триланкового комутаційного поля четвертого класу

# ЦКП четвертого класу

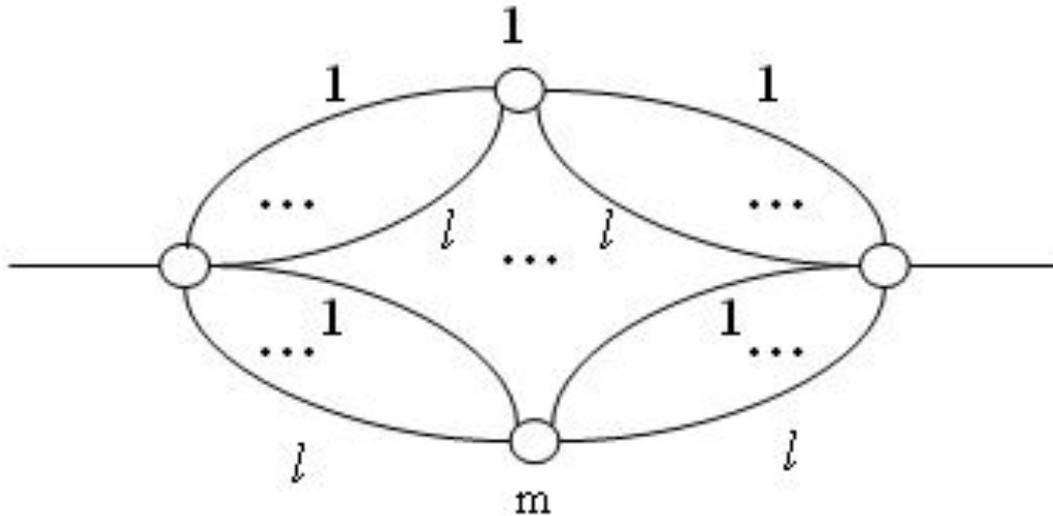


Рисунок 13 – Імовірнісний граф триланкового ЦКП четвертого класу

- Імовірність блокувань визначається за формулою

$$P_{\text{бл}} = \left[ 1 - \left( 1 - \left( \frac{\eta}{\beta} \right)^l \right)^2 \right]^m, \quad (13)$$

де  $\eta$  – інтенсивність навантаження на один КІ у вхідних лініях;  
 $\beta$  – коефіцієнт розширення навантаження першої

$$\beta = \frac{ml}{nc}$$

данки подя

# ЦКП четвертого класу

- Реалізаційні витрати для ЦКП структури S/T-S/T-S/T визначаються так:

$$C = 16N \cdot c + 8Kml + 2Kml \cdot \log_2(nc) + Kml \cdot \log_2(Kl) . \quad (14)$$

Багатоланкові ЦКП четвертого класу можна одержати ітераційно з базового триланкового поля шляхом заміни середньої ланки на триланкове поле.

# Способы модульного расширения ЦКП

- Существует несколько способов модульного расширения цифровых КП, основными из которых являются простое расширение модулями и расширение независимыми модулями.
- Суть простого расширения модулями состоит в том, что для получения всего спектра градаций цифрового КП (от самого малого до максимально возможного) к неизменной части поля добавляются конструктивно и функционально законченные модули. Этот способ обозначается **SEG** (сегментный). Особое место при данном способе занимает метод расширения цифрового КП, у которого центральные звенья являются S-ступенями. В этом случае расширение поля осуществляется добавлением одинаковых модулей слева и справа от центрального звена. Этот тип расширения обозначается STR (по слоям). Центральное звено остается при этом неизменным.
- При расширении независимыми модулями градации поля получают последовательным добавлением модулей во всех звеньях поля. Данный тип расширения обозначается **IND** (независимый).

# Алгоритмы выбора соединительных путей

- Алгоритм выбора пар соединительных путей в цифровом КП зависит от того, к какому типу относится поле: разделенному или неразделенному.
- В разделенных цифровых КП между входной и выходной ИКМ линиями может устанавливаться только одно соединение (например, слева направо, как это показано на рис. 14, а). Это приводит к тому, что цифровое КП разбивается на два идентичных поля для каждого направления связи. Обычно соединительные пути для одного разговора устанавливаются в таком цифровом КП одинаковым образом для обоих путей, и для управления ими нужна лишь одна память для обеих половин поля.

# Алгоритмы выбора соединительных путей

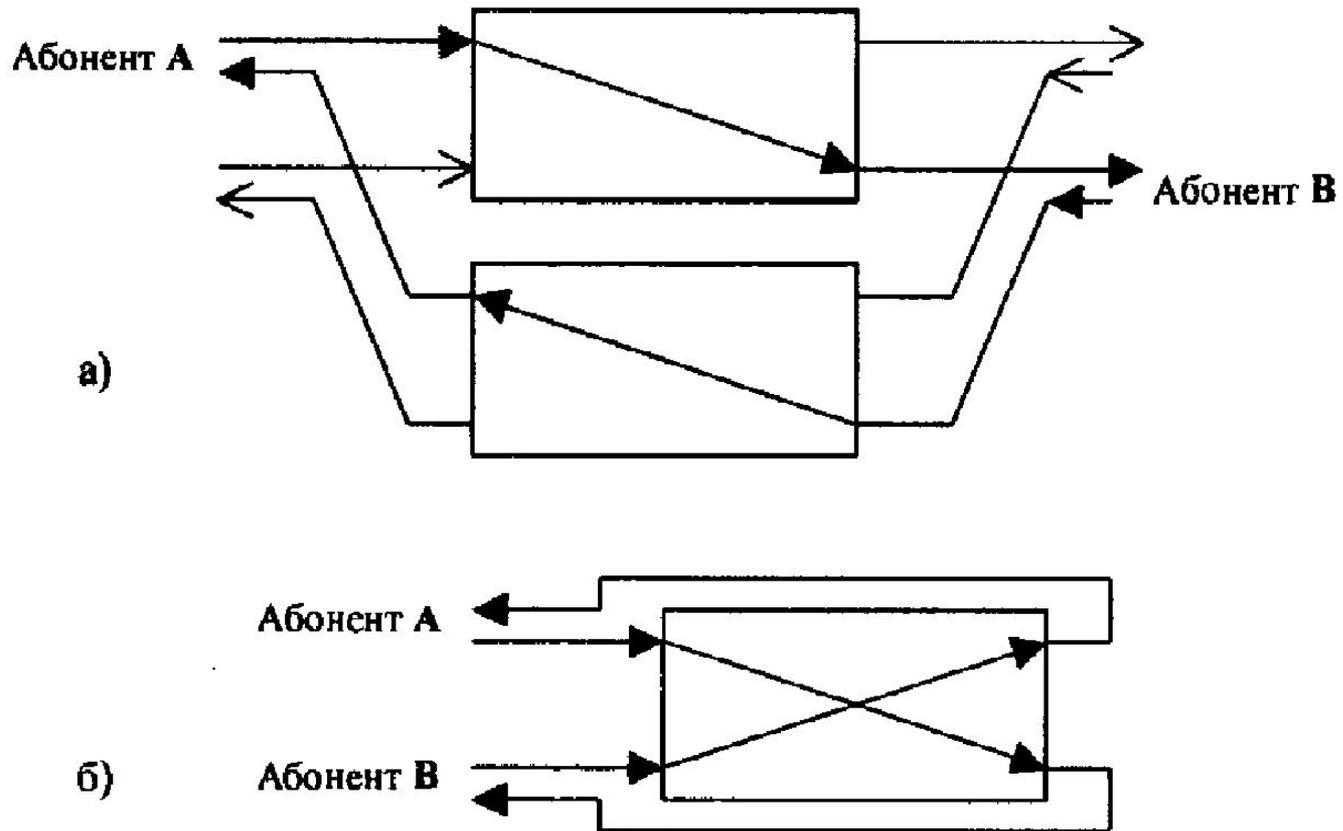
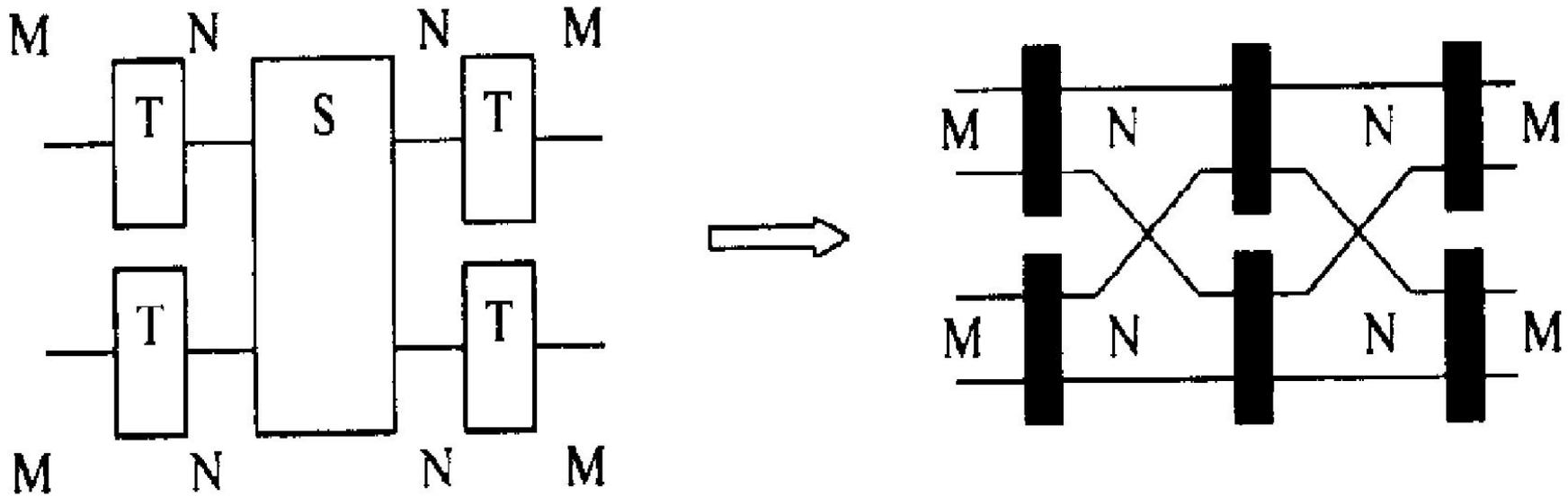


Рисунок 14 - Установление соединения через разделенное (а) и неразделенное (б) цифровое КП

# Алгоритмы выбора соединительных путей

- В принципе возможны три основных алгоритма поиска пар соединительных путей в неразделенных цифровых КП: алгоритм установления независимых соединительных путей, симметричный алгоритм, квазисимметричный алгоритм.
- Свойства этих алгоритмов (и блок схемы их реализаций) рассмотрим на примере цифрового КП структуры T-S-T. При этом заметим, что поскольку T-ступень осуществляет коммутацию любого канального интервала внутри время-уплотненной ИКМ линии, то T-ступень с параметрами  $N \times M$  имеет эквивалентное представление в виде коммутатора с  $N$  входами и  $M$  выходами (рис. 15).

# Алгоритмы выбора соединительных путей



- Рисунок 15 – Пространственный эквивалент поля T-S-T

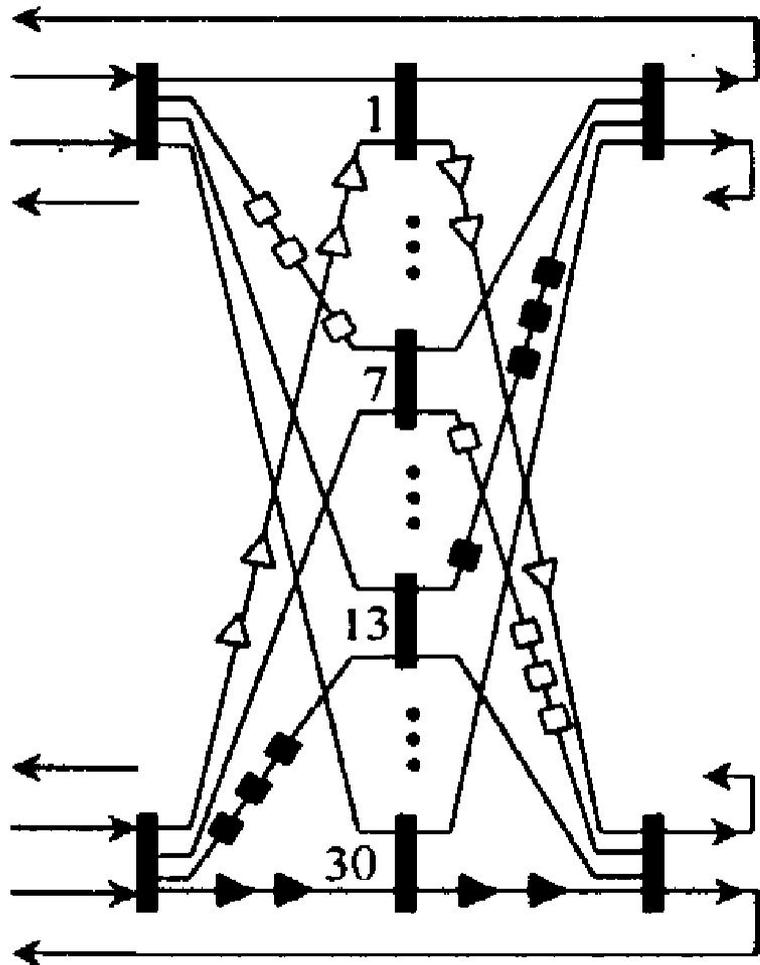
# Алгоритмы выбора соединительных путей

- Согласно же принципу работы S-ступени, каналные интервалы могут коммутироваться между время-уплотненными ИКМ линиями, включенными в S-ступень, но нет возможности изменения порядка следования каналных интервалов внутри ИКМ линии. Поэтому S-ступень с параметрами  $N \times M$ ,  $K$  представляется в виде  $K$  коммутаторов с  $N$  входами и  $M$  выходами (в частном случае  $N$  может быть равно  $M$ ).
- Предполагается, что оба соединительных пути для одного разговора устанавливаются через одинаково нумерованные входы и выходы первого и третьего звеньев поля.

# Алгоритм установления независимых соединительных путей

- Алгоритм установления независимых соединительных путей показан на рис. 16, а. Согласно данному алгоритму, соединительные пути должны устанавливаться независимо друг от друга. Поэтому требуются два управляющих ЗУ - одно для управления направлением передачи, другое для управлением направлением приема (при этом оставлены без внимания случаи, когда будут возникать конфликтные ситуации - их разрешение потребует усложнения работы управляющих устройств).

# Алгоритм установления независимых соединительных путей



- Рисунок 16 а –  
Схема поиска пар  
соединительных  
путей

*Абоненты включены в одну T-ступень*

△ – направление передачи

▲ – направление приема

*Абоненты включены в разные T-ступени*

□ – направление передачи

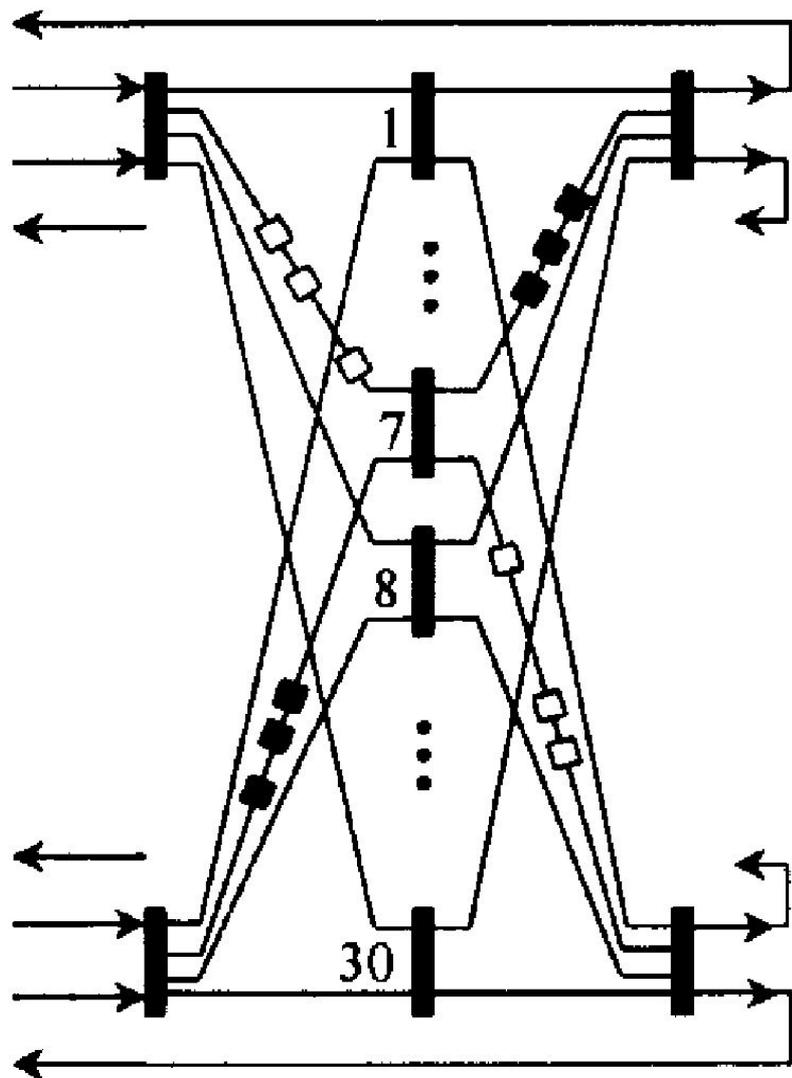
■ – направление приема

а)

# Симметричный алгоритм

- Естественным является стремление уменьшить объем управляющего ЗУ и упростить алгоритм поиска пар соединительных путей. Самым простым и удобным был бы такой, который позволял бы одинаковым образом устанавливать оба соединительных пути. Этот алгоритм, получивший название симметричного, показан на рис. 3.24, б.
- При реализации данного алгоритма условия симметрии требуют, чтобы оба соединительных пути для одного разговора проходили через один и тот же коммутатор среднего звена. В этом случае резко упростится алгоритм нахождения соединительного пути направления приема (это будет просто зеркальное отображение соединительного пути направления передачи). Управление соединением может осуществлять одно управляющее ЗУ, используемое для обоих соединительных путей.

# Симметричный алгоритм



- Рисунок 16 б –  
Схема поиска пар  
соединительных  
путей

*Абоненты включены в одну T-ступень*

△ – направление передачи

▲ – направление приема

*Абоненты включены в разные T-ступени*

□ – направление передачи

■ – направление приема

б)

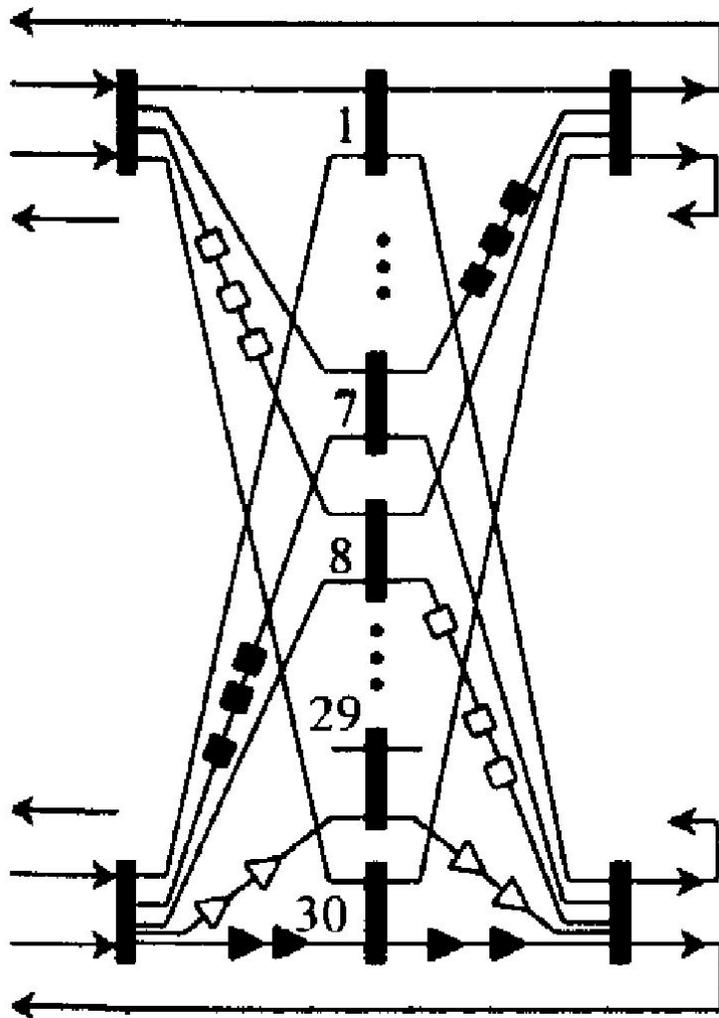
# Симметричный алгоритм

- К сожалению, симметричный алгоритм позволяет установить соединение только между абонентами, включенными в разные Т-ступени. В этом нетрудно убедиться, попытавшись установить соединение между абонентами одной Т-ступени по рис. 3.24, б.

# Квазисимметричный алгоритм

- Этот недостаток симметричного алгоритма устраняется, если в среднем звене поля соединение устанавливается через коммутаторы, расположенные рядом (по принципу «чет-нечет») (рис. 16, в). Такой алгоритм получил название квазисимметричного. Полное выполнение требований квазисимметричного алгоритма приводит к простой схеме поиска соединительных путей обоих направлений с управлением единым ЗУ.

# Квазисимметричный алгоритм



- Рисунок 16 в –  
Схема поиска пар  
соединительных  
путей

*Абоненты включены в одну T-ступень*

△ – направление передачи

▲ – направление приема

*Абоненты включены в разные T-ступени*

□ – направление передачи

■ – направление приема

в)

# Алгоритмы поиска соединительных путей

- Квазисимметричный алгоритм обладает, однако, и одним существенным недостатком: если, например, в четном коммутаторе выбранный путь занят, то автоматически помечается как занятый связанный с ним соединительный путь в нечетном коммутаторе, независимо от его реального состояния.
- Чтобы обойти это затруднение, предлагались разные варианты алгоритмов, например соединения для абонентов, включенных в разные Т-ступени, устанавливать по симметричному алгоритму, а соединения для абонентов одной Т-ступени - по алгоритму установления независимых путей, либо использовать комбинацию симметричного и квазисимметричного алгоритмов.

# Особенности поиска соединительных путей в ЦКП

- Отличительной особенностью поиска соединительных путей в цифровых коммутационных системах с программным управлением является **отсутствие в них физического опробования линий и приборов поля**. Все установленные соединения отображаются в виде специальных записей в ЗУ управляющих комплексов. Найденные по тому или иному алгоритму соединительные пути и приборы сравниваются с этими записями для определения того, свободны они или заняты.

# Особенности поиска соединительных путей в ЦКП

- При установлении соединения через цифровое КП всегда известна точка входа (управляющий комплекс системы располагает сведениями о том, по какому канальному интервалу какой входящей ИКМ линии будет передаваться речь вызывающего абонента). Эта информация передается в управляющий комплекс, например по 16-му канальному интервалу ИКМ-30. С другой стороны, анализ цифр номера вызываемого абонента дает информацию о направлении соединительных линий, в котором находится аппарат вызываемого абонента. В этом направлении находится одна или несколько ИКМ линий. В одной из них необходимо найти свободный канальный интервал (этот интервал будет помечен управляющим комплексом как принадлежащий вызываемому абоненту).

# Особенности поиска соединительных путей в ЦКП

- Наибольшее распространение в цифровых КП получил **способ поиска соединительных путей «от точки к точке»**. Процедура поиска сводится к следующему. На первом этапе задается начальная точка (занятый канальный интервал в данной входящей ИКМ линии). Затем отыскивается свободный канальный интервал в любой ИКМ линии требуемого направления. На следующем этапе разыскивается свободный соединительный путь между помеченным входным и найденным выходным канальными интервалами. После того как управляющий комплекс найдет этот свободный соединительный путь, устанавливается соединение. **Если управляющий комплекс не находит свободного канального интервала в исходящей ИКМ линии требуемого направления или при найденном исходящем канальном интервале не находит свободного промежуточного пути, вызов считается потерянным.**

# Задача проектування ЦКП

- Задача проектування ЦКП формується в таким чином: для заданої ємності, навантаженні й якості обслуговування необхідно знайти структуру КП оптимальну відносно заданих критеріїв.

$$\left\{ \begin{array}{l} \min C(s) \\ s \in S \\ p_{\text{бл}}(s) \leq p_{\text{доп.бл}} \\ y \leq y_{\text{пр}} \end{array} \right.$$

# Задача проектування ЦКП

- Задача вирішується в наступній послідовності. Спочатку на основі аналізу аналогічних КП формується множина можливих структур комутаційного поля  $S$ . Потім з нерівностей в системі умов визначаються області допустимих параметрів кожної зі структур КП. Після цього визначаються оптимальні значення параметрів КП, що забезпечують мінімум вартості КП. При цьому як показники складності КП можуть бути використані величини

$$T = 8N_{т.к.} + \frac{B}{\Theta} \quad , \quad C = 8 \cdot \Theta \cdot N_{т.к.} + B \quad .$$

На останньому етапі вибирається поле мінімальної складності.