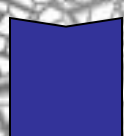
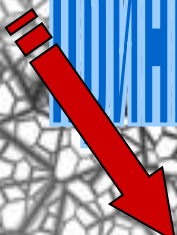




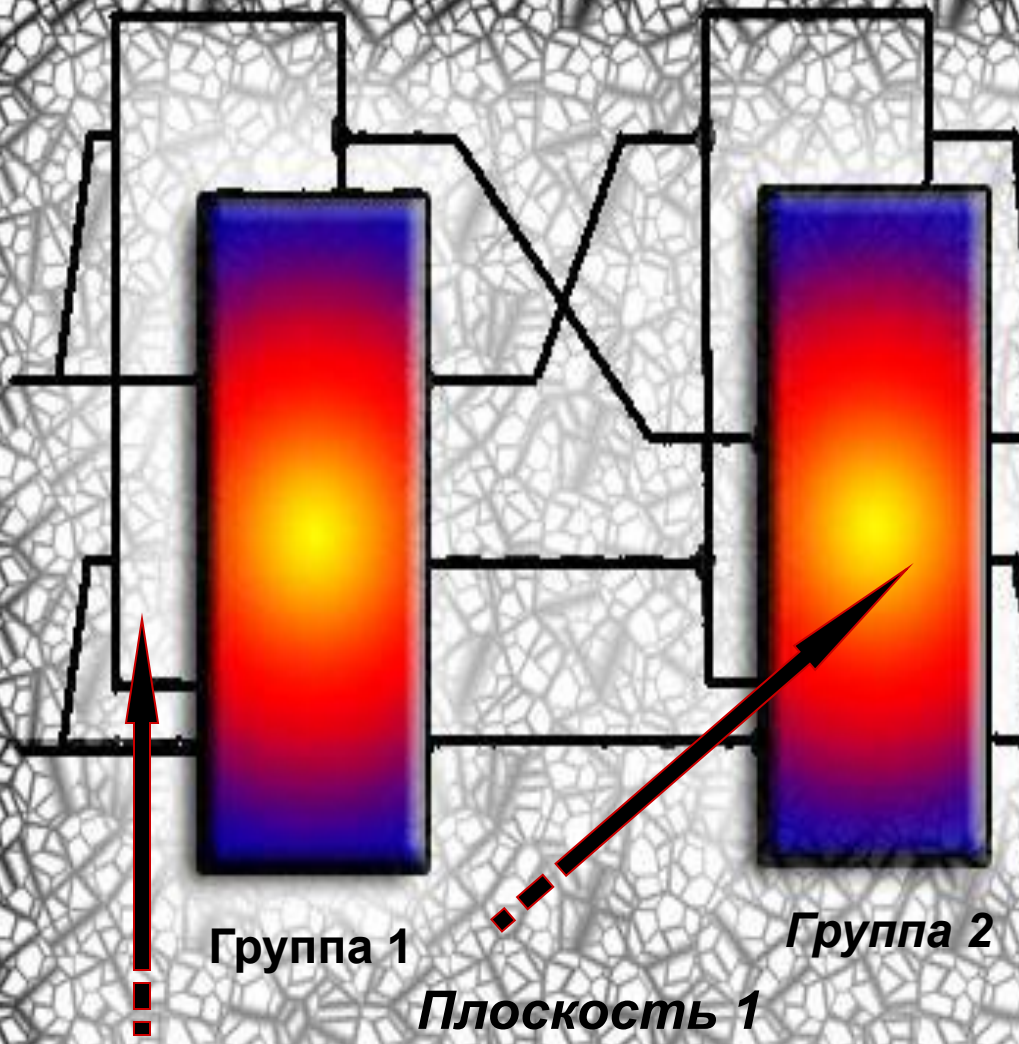
# Принципы построения цифровых коммутационных полей



## Общие сведения

1. В коммутационной технике принято разделять понятия коммутационной станции и коммутационной системы. Под коммутационной станцией подразумевают совокупность технических средств связи, обеспечивающих коммутацию абонентских и соединительных линий при осуществлении оконечных и транзитных соединений в сети связи. В зависимости от назначения станции бывают местными (сельскими), опорными, транзитными, междугородными, международными. Коммутационная система отражает принципы внутреннего построения коммутационной станции и представляет собой совокупность технических средств, предназначенных для осуществления оперативной коммутации. В зависимости от типа коммутационных приборов и управляющих устройств различают системы: декадно-шаговые, координатные, квазиэлектронные, электронные и др. Коммутационная система, реализующая функцию цифровой коммутации, получила название цифровой системы коммутации (ЦСК).





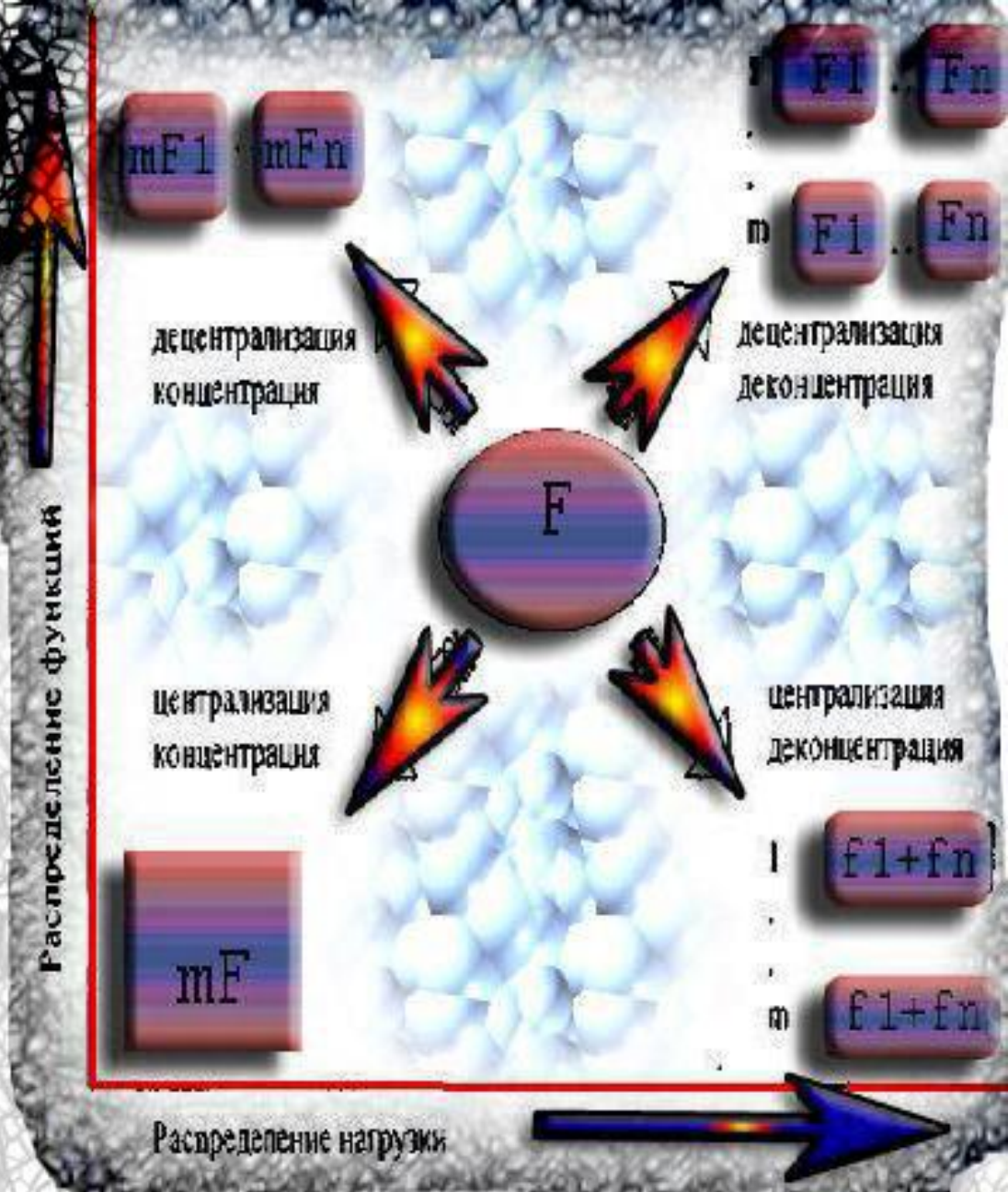
Цифровые КП почти всегда являются дублированными, что связано с критичностью неполадок в коммутационном поле к функционированию всей системы в целом. При этом обе части КП работают синхронно и выполняют одни и те же действия. Но для реальной передачи информации используется только одна из них, которая считается активной. Вторая часть находится в «горячем резерве», и в случае неполадок или сбоя в активной части происходит автоматическое переключение. При территориально разнесенных цифровых КП осуществляют дублирование каждой территориально разнесенной группы, а между плоскостями обеих групп организуется прямое и перекрестное соединение, что позволяет сохранить работоспособность системы в целом при выходе из строя разноименных плоскостей в разных группах

Плоскость 2

Дублирование цифрового КП



Система коммутации каналов в целом характеризуется степенью выполнения в ней четырех принципов: концентрации - деконцентрации и централизации - децентрализации. Общие соотношения, позволяющие ввести еще одно важное понятие. Будем называть систему коммутации каналов распределенной, если при ее построении использовались глубокая децентрализация (распределение функций) и деконцентрация (распределение нагрузки). Традиционно в цифровых коммутационных системах говорят о распределенности управления и распределенности коммутации, при этом нет точных границ степени распределенности (распределенные системы коммутации могут быть построены разными способами в зависимости от принятых проектных решений).



Принцип распределенности системы






# Цифровые КП первого класса

На начальных этапах развития цифровых коммутационных систем из-за высокой стоимости ЗУ основу ЦКП составляли звенья пространственной ступени коммутации. Такие АТС как Sintel, DEX-T имели структуру поля типа S-S при параллельном способе коммутации. Однако, как указывалось в гл.2, пространственные коммутаторы имеют большую вероятность внутренних блокировок, поэтому на практике получили распространения структуры, где пространственные ступени коммутации разделены временными ступенями.

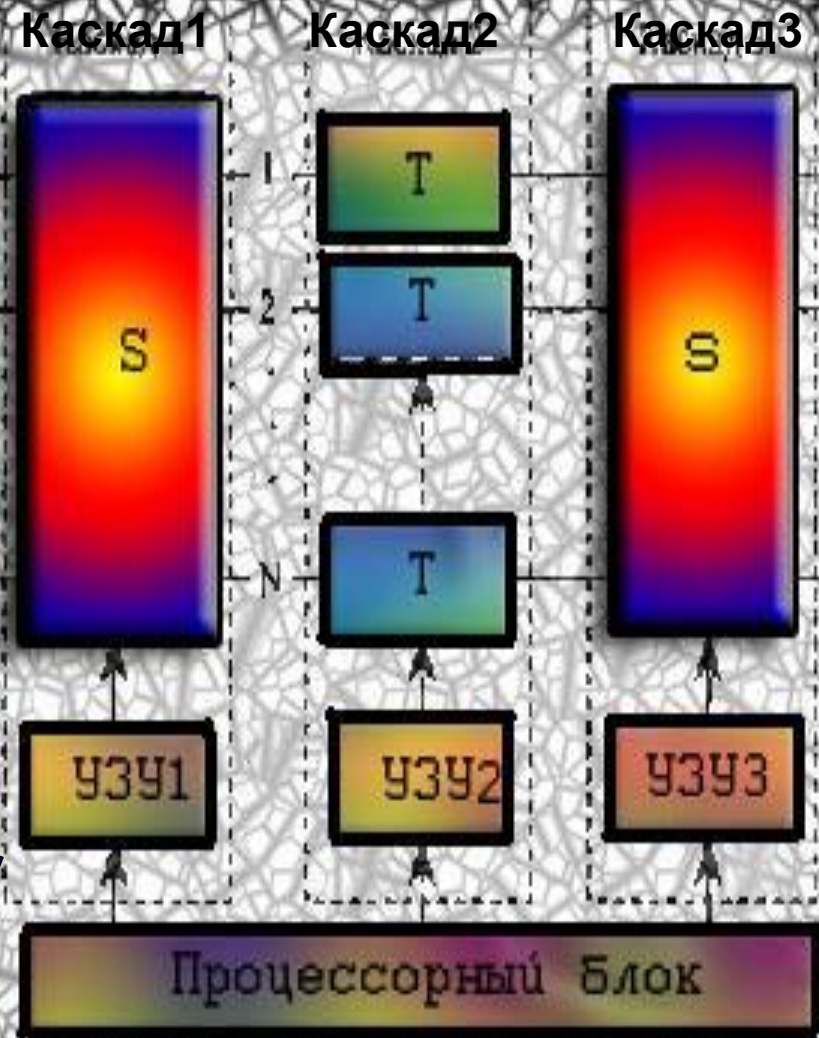
Цифровые поля первого класса объединяют все симметричные КП, состоящие из T- и S-ступеней, где начальное и конечное звенья являются S- ступенями. Цифровые КП этого класса реально имеют  $k = 1, 2$  каскадов S- и  $z = 1$  каскадов T-, т.е. имеют структуру S-T-S или S-S-T-S-S. Дополнительный каскад пространственной коммутации служит для увеличения пропускной способности КП, но не влияет на принципы установления соединений.





- Пусть таким оказался второй элемент. После этого:
  - в соответствующую ячейку УЗУ1 заносится адрес первой входящей линии, соотносимый с временным интервалом КИ1;
  - в соответствующую ячейку УЗУ2 заносится адрес второго элемента Т-ступени, соотносимый с временным интервалом КИ5;
  - в соответствующую ячейку УЗУ3 заносится адрес четвертой выходящей линии.

Тогда в КИ1 кодовая комбинация из первой входящей линии записывается во второй элемент Т-ступени в ячейку памяти, соответствующую КИ5. Во временной промежуток КИ5 эта кодовая комбинация считывается из памяти и поступает на четвертую выходящую линию.

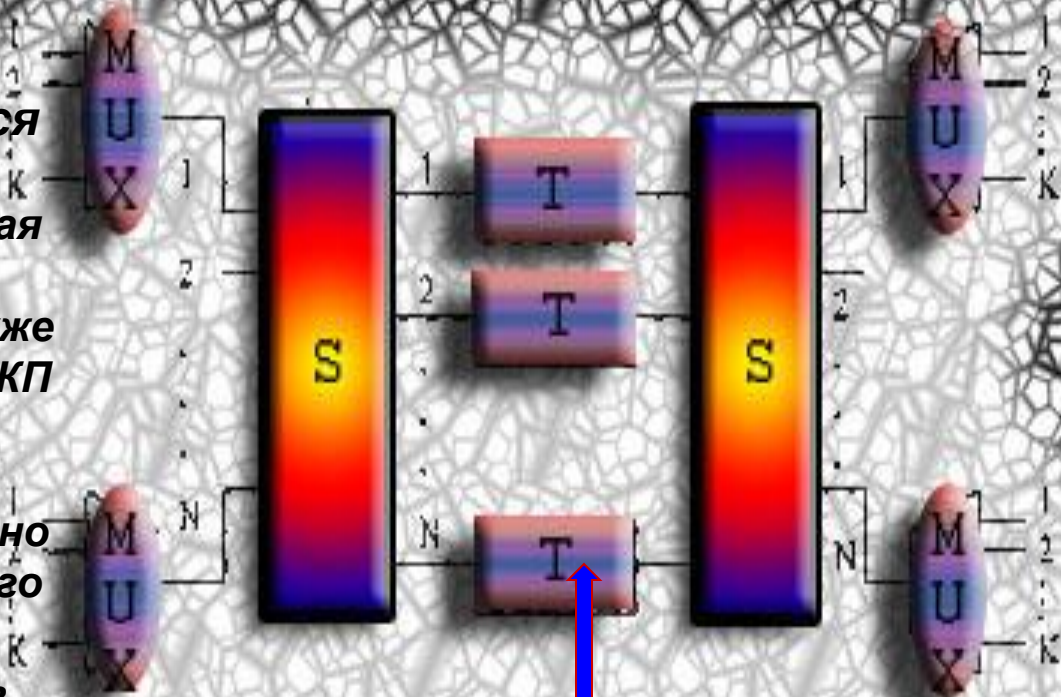


# Базовая структура цифрового КП класса



**Ступень пространственной коммутации может выполняться на ПЛМ и на мультиплексорах. Максимально большая многокаскадная S-матрица 96x96 использовалась в System X (Великобритания). Однако уже на первых этапах реализации таких КП стали применять не базовую структуру, а ее подструктуру, поскольку это позволяет значительно увеличить емкость коммутационного поля. Трехзвенные цифровые КП такого вида могут иметь емкость порядка 16 тыс. канальных интервалов.**

**Многокоординатные ЦСК с КП первого класса не нашли широкого применения из-за своей сложности и необходимости применения на входе дополнительных элементов памяти, обеспечивающих функцию выравнивая временных каналов входящих линий связи. Поэтому производители были вынуждены искать другие способы увеличения емкости цифровых КП.**



**Построение T-ступени 1 класса**



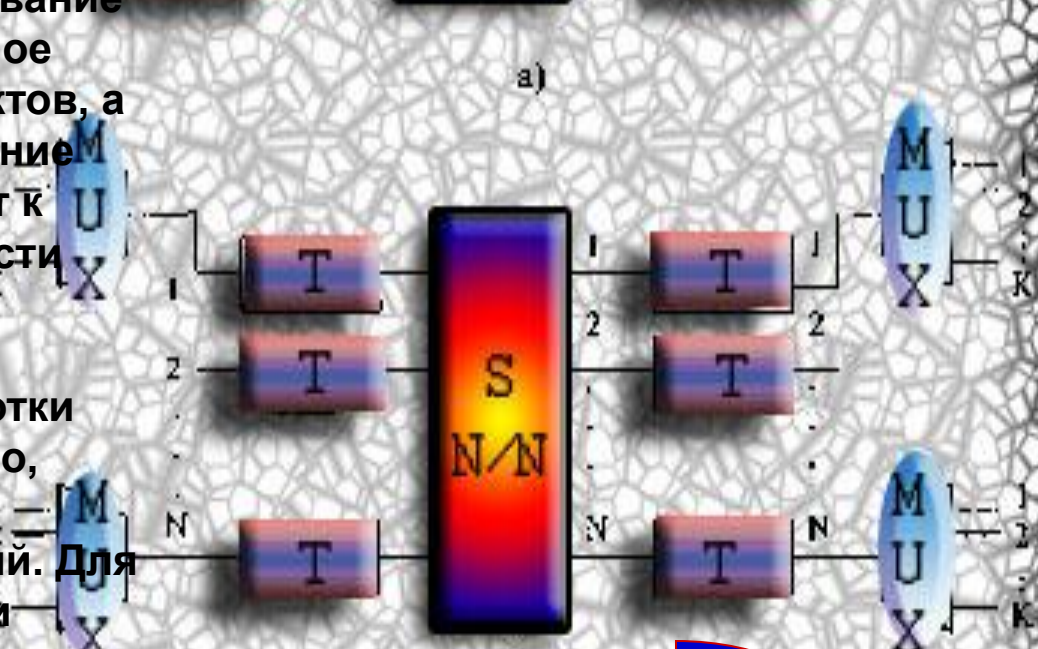
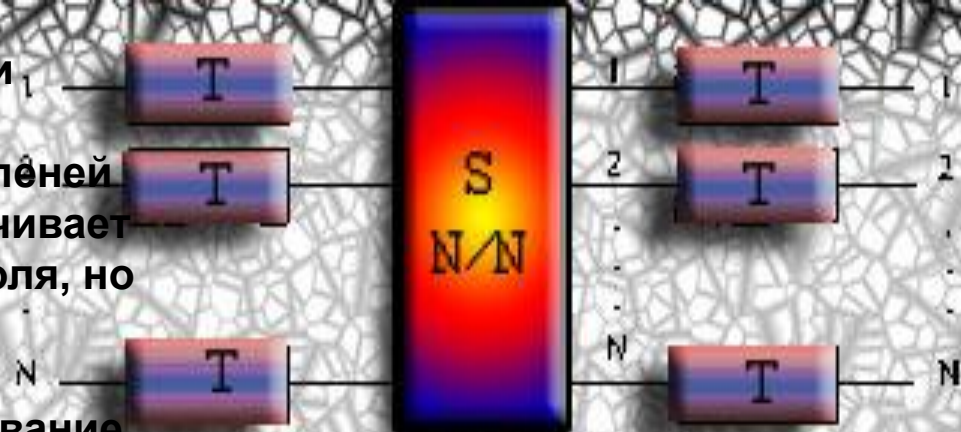


Отметим некоторые особенности построения таких КП.

1) Применение дополнительных ступеней пространственной коммутации увеличивает емкость и пропускную способность поля, но не влияют на принципы его функционирования.

2) Предварительное мультиплексирование фактически обеспечивает вторичное уплотнение входящих цифровых трактов, а последующее демultipлексирование восстанавливает их, что приводит к увеличению пропускной способности цифрового КП без применения дополнительных 5-ступеней.

3) Для увеличения скорости обработки данных в КП на входе, как правило, производят преобразование последовательно кода в параллельный. Для этого на каждой входящей линии устанавливается преобразователь последовательно-параллельного типа, а на выходящей - параллельно-последовательного.



*Структуры цифрового КП второго класса*





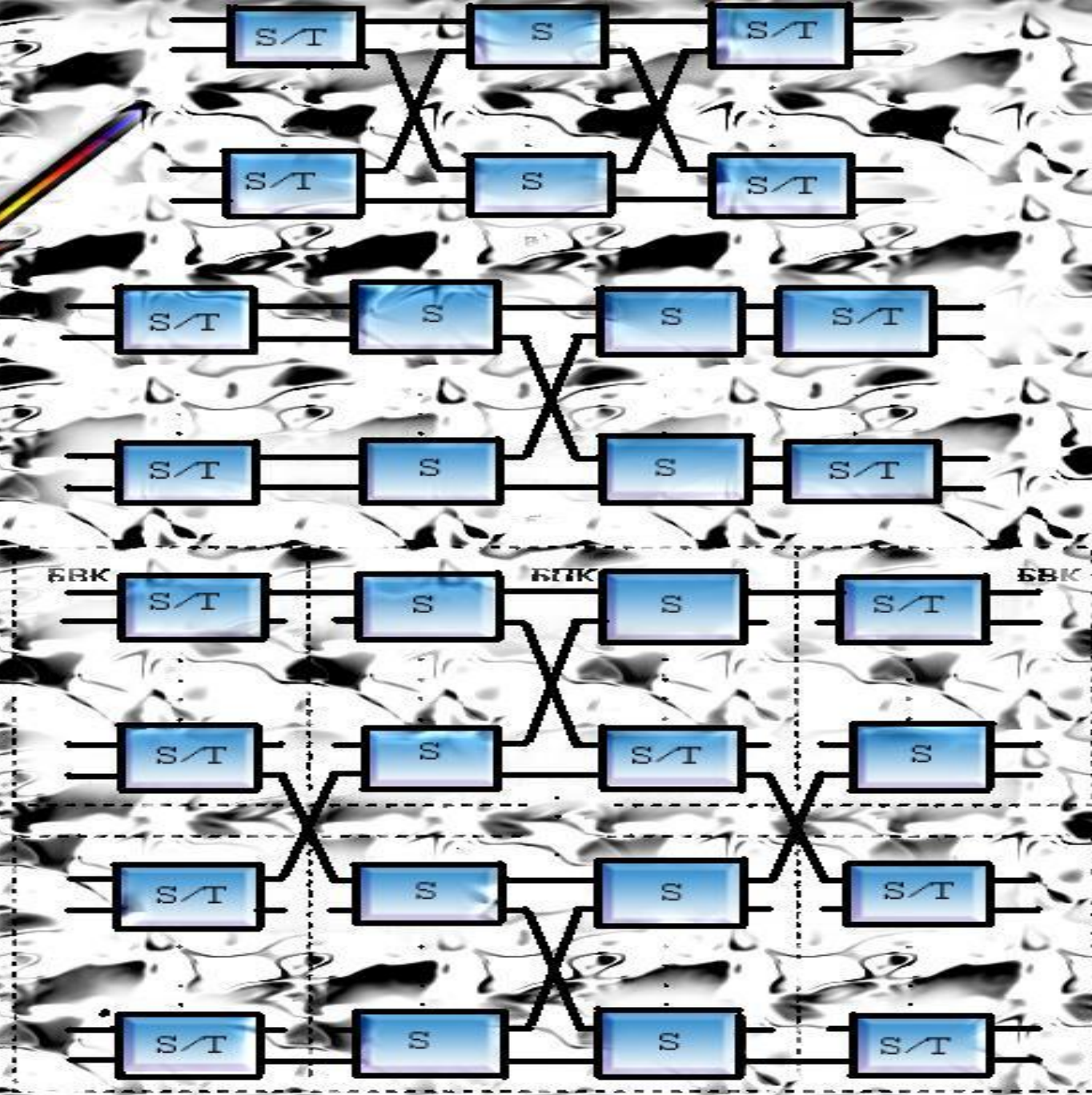
# Цифровые КП третьего класса

• Структуры цифровых КП третьего класса появились в конце 70-х годов благодаря возможности создания соответствующих интегральных схем. Поля этого класса являются в известной мере универсальными, поскольку позволяют однотипно строить системы коммутации практически для всего диапазона емкостей: малой, средней и большой. При этом наращивание емкости происходит, в основном, за счет увеличения количества звеньев пространственной коммутации, переходя от более простых структур S/T-S-S/T (рисунок 1.58, а) к более сложным S/T-S-S-S/T (рисунок 1.58, б) и S/T-S-S-S-S/T, поскольку увеличение емкости самой S-ступени является более дорогим решением. Часто при проектировании коммутационного поля ступени временной и пространственной коммутации объединяются в соответствующие блоки: блок временной коммутации (БВК) и блок пространственной коммутации (ВПК). Тогда наращивание емкости КП происходит путем простого добавления определенного количества БВК и ВПК (рисунок 3.10, в).





# Структуры полей третьего класса






# Цифровые КП 4 класса

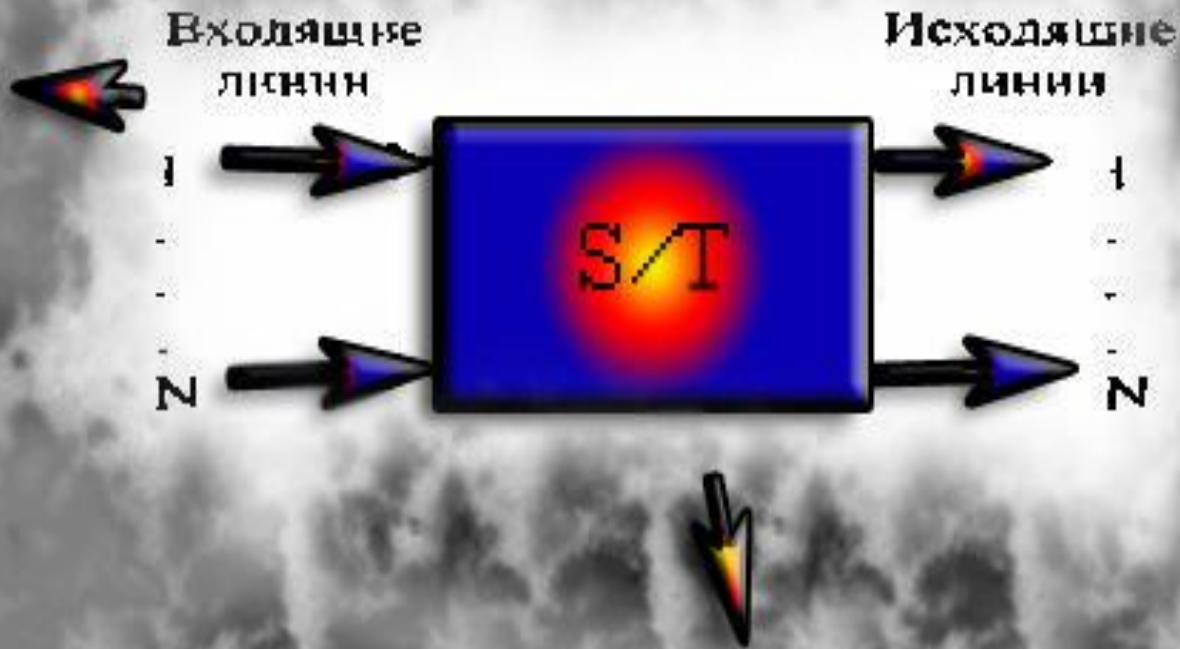


В настоящее время структуры четвертого класса цифровых КП находят широкое применение благодаря удобствам увеличения емкости поля путем простого добавления S/T-ступеней, выполненных в виде универсальных ИМС. Основу S/T-ступени составляют коммутационные элементы или модули. При проектировании ЦАТС небольшой емкости их КП может быть построено с использованием одного звена S/T-ступени, содержащей в свою очередь один модуль (емкостью обычно от 8/8 до 32/32 входящих/исходящих ИКМ линий). Структура такого цифрового КП показана на рисунке



Покажем в общем виде принцип работы коммутационной схемы при установлении соединения.





Базовая структура КП четвертого класса



# Установка соединительного пути

**Для установления соединения необходимо иметь по одному каналному интервалу в каждом направлении.**

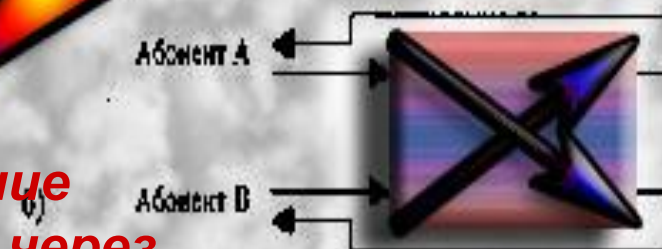
**Алгоритм выбора пар соединительных путей в цифровом КП зависит от того, к какому типу относится поле: разделенному или неразделенному. В разделенных цифровых КП между входной и выходной ИКМ линиями может устанавливаться только одно соединение (например, слева направо, как это показано на рисунке 1.70, 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.**



Сложнее обстоит дело в неразделенном цифровом КП, когда оба соединительных пути для одного разговора устанавливаются через одно и то же поле. Установление двух идентичных соединительных путей для одного разговора через такое поле приводит в ряде случаев к тому, что оба пути проходят через один и тот же канальный интервал средней ступени КП, что запрещено.

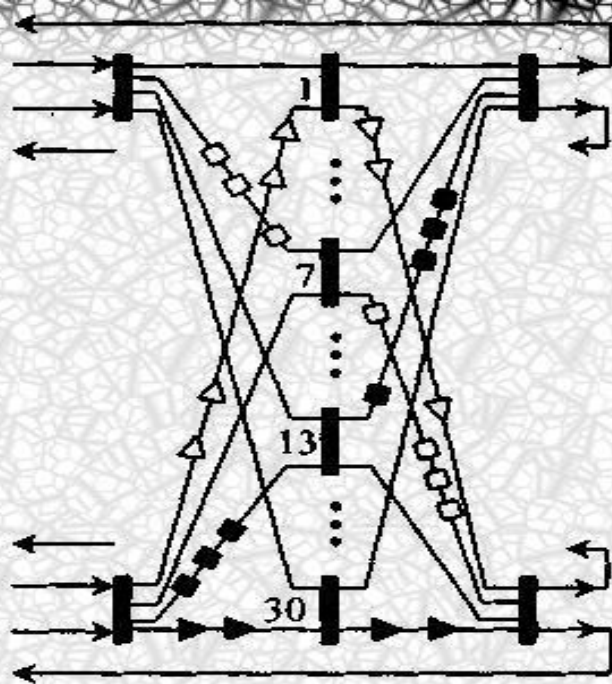


**Установление соединения через разделенное цифровое КП**

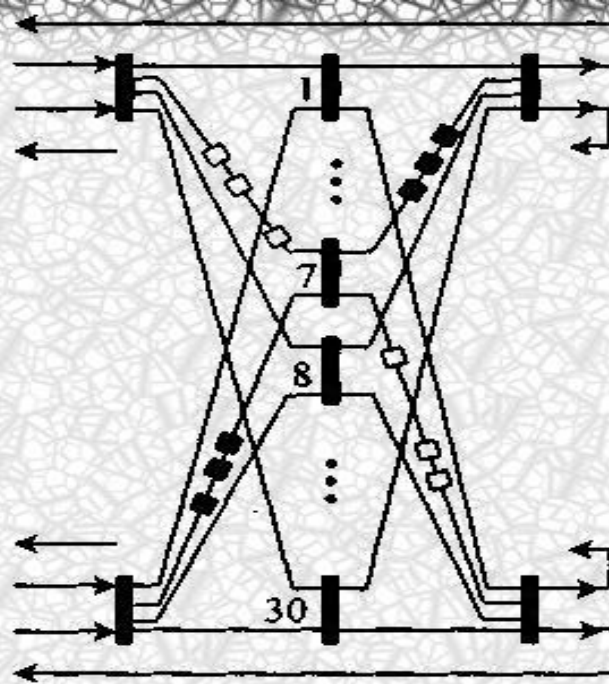


**Установление соединения через неразделённое цифровое КП**

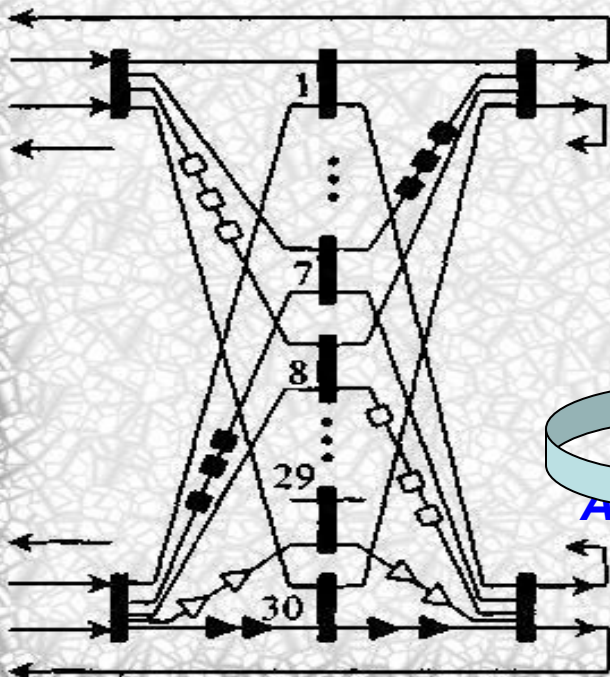








a)



б)



**Абоненты включены в одну Т-ступень**

-  — Направление передачи
-  — Направление приёма
-  — Направление передачи
-  — Направление приёма

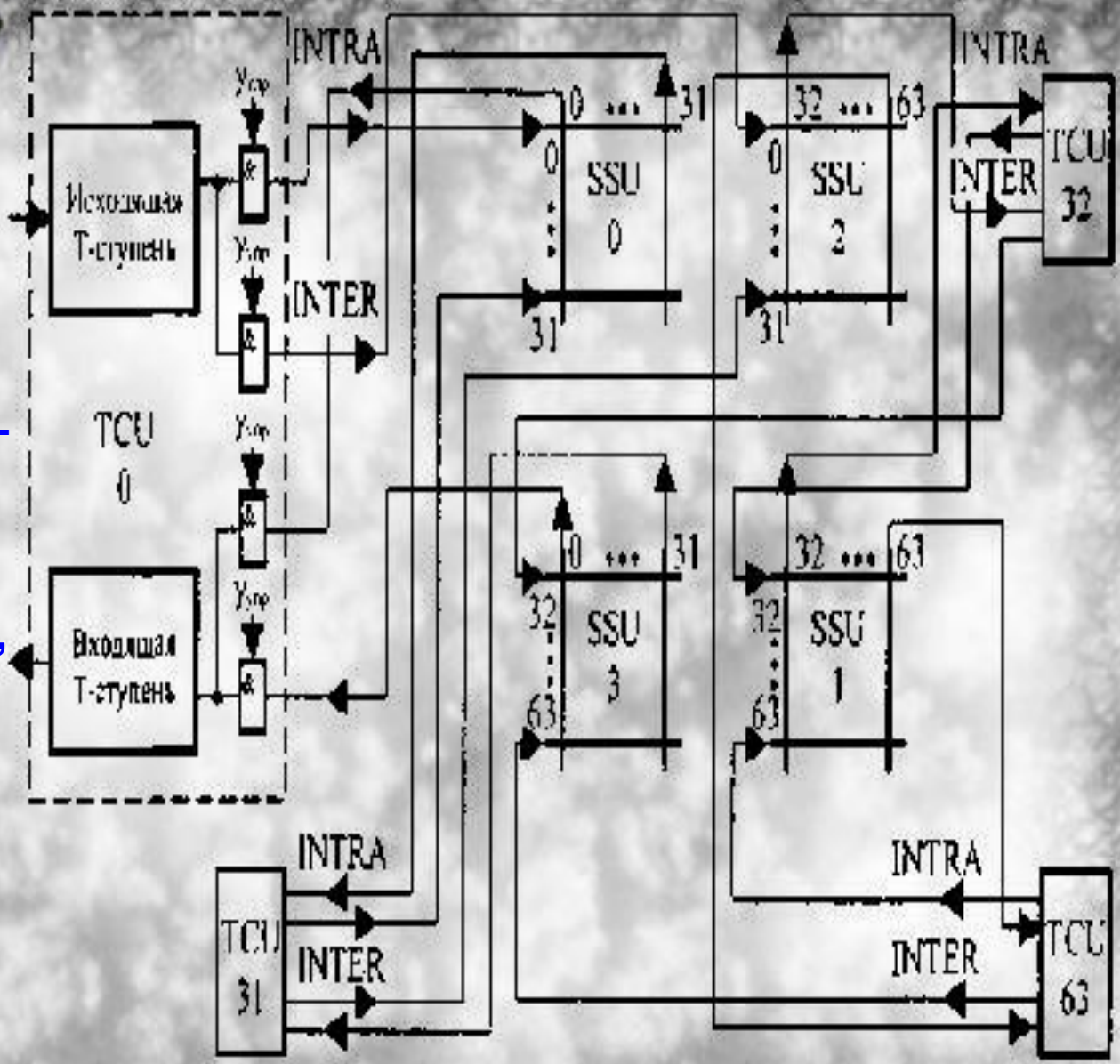
**Абоненты включены в разные Т-ступени**

# Структура соединительного пути

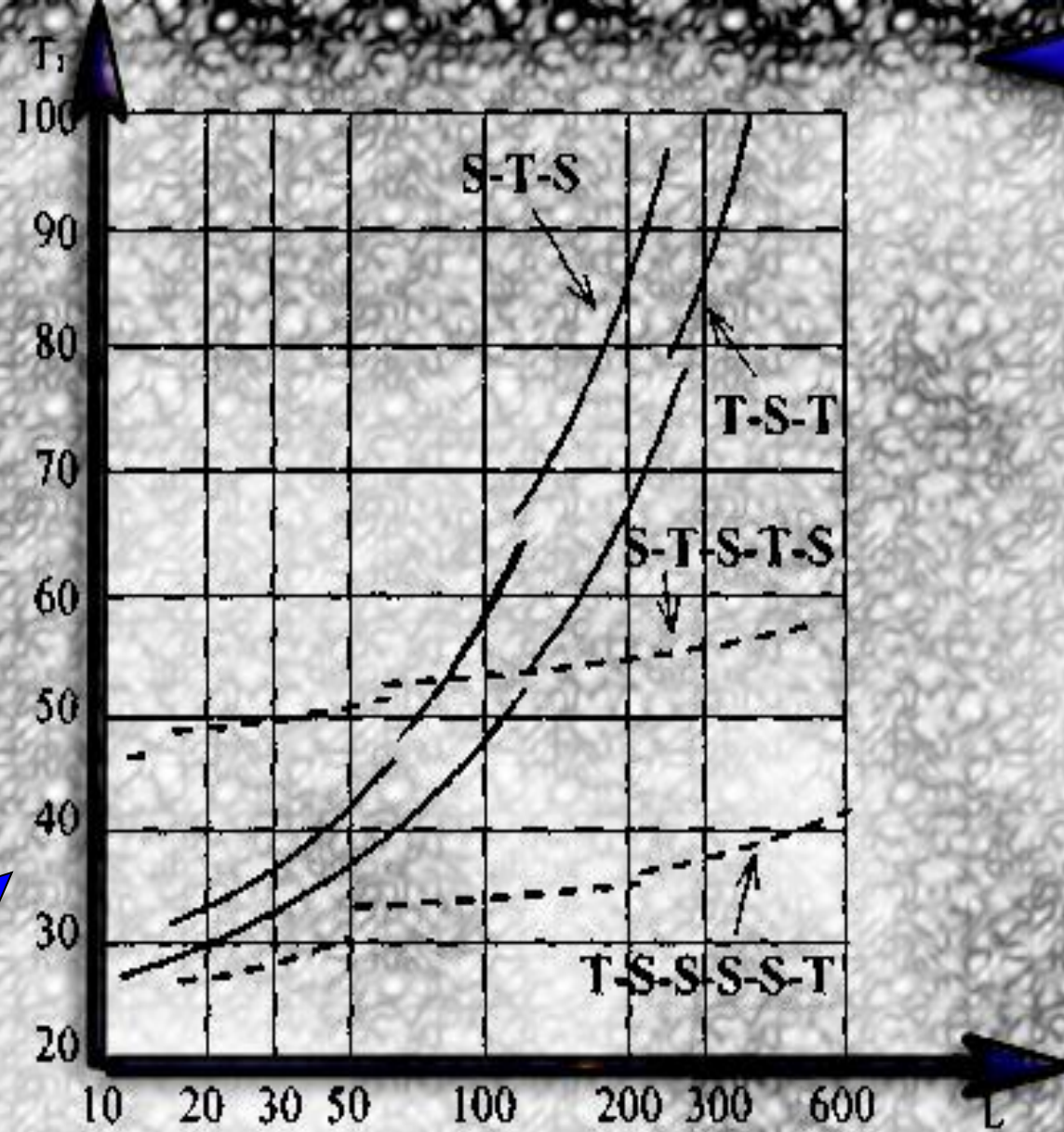




Цифровое КП с симметричным алгоритмом поиска соединительных путей (TCU –  $i$  – тый модуль Т-ступень, SSU –  $j$  – тая пространственная матрица ( все матрицы составляют S-ступень), INTRA – ИКМ линии для установления соединения между абонентами одной Т-ступени, INTER – ИКМ линии для установления соединения между абонентами разных Т-ступеней)

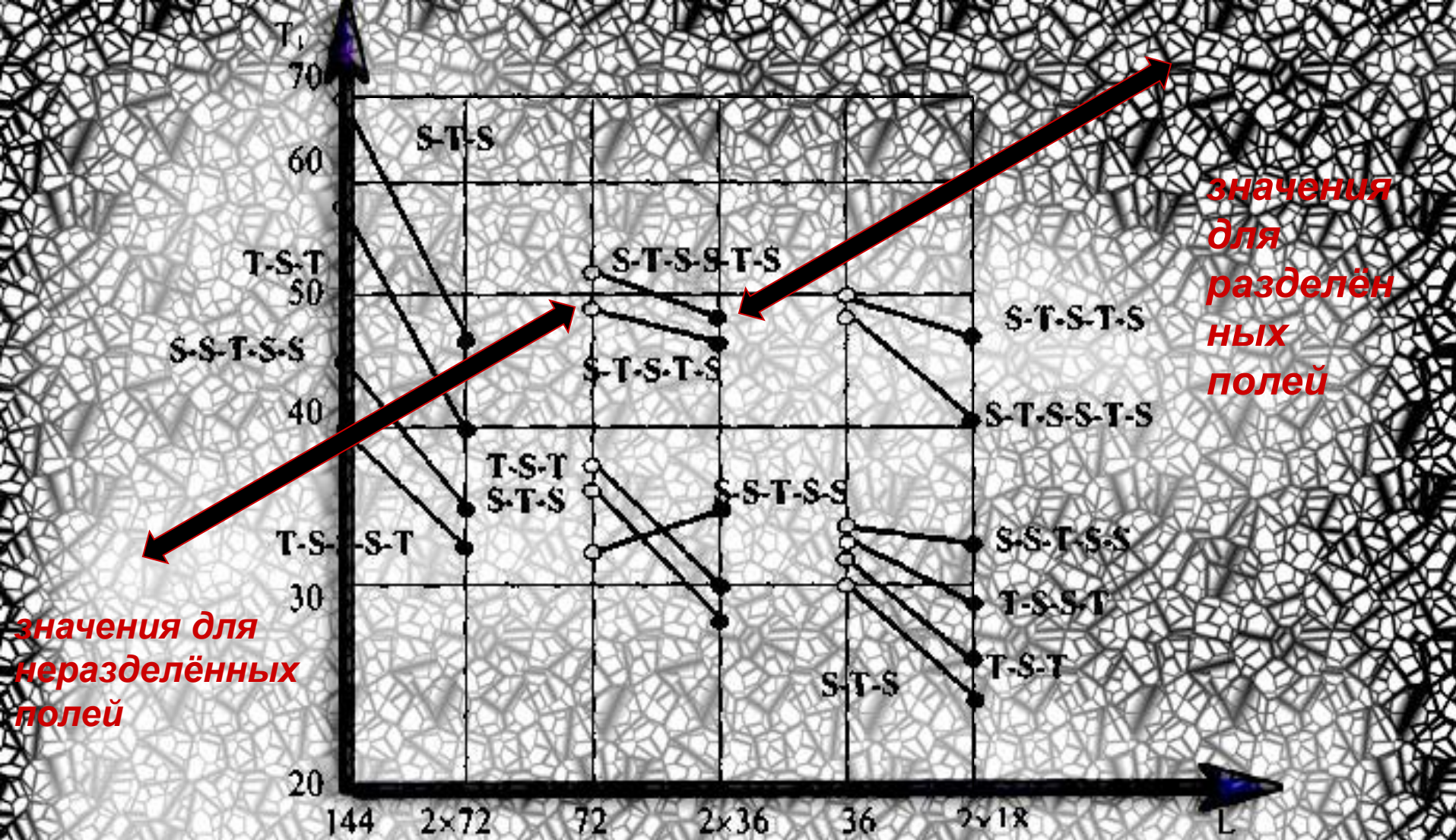






Экономическая эффективность цифровых КТ





**Зависимость  $T_1=f(L)$  для цифровых КП при различном числе канальных интервалов в ЦСП**



Структура поля	Тип расширения			Условные обозначения результата применения способа расширения
	SEG	IND	STR	
T-S-T	++	+	++	++ – очень хороший
T-S-S-T	-	o	++	+ – хороший
S-T-S	-	o	x	o – средний
S-S-T-S-S	-	o	x	- – плохой
				x – метод неприменим

**Оценка типов модульного расширения цифровых КП**