

# Модуль 3. Функциональные узлы последовательного типа.

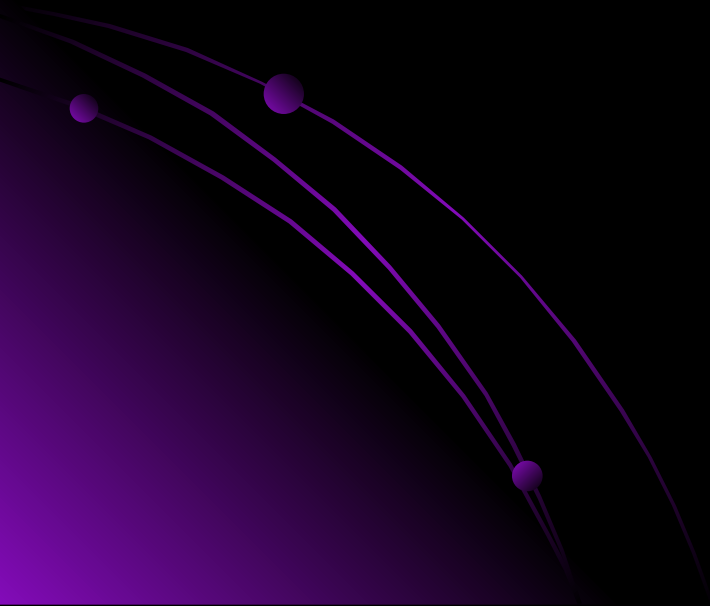
**ТЕМА 11.** Триггерные схемы. Бистабильная ячейка. Таблицы истинности триггерных схем. Схема устранения дребезга контактов. Асинхронные и синхронные триггеры. Однотактные и двухтактные триггеры.

**ТЕМА 12.** Регистры. Классификация регистров. Параллельные и последовательные регистры. Парафазные и однофазные регистры. Сдвигающие регистры.

**ТЕМА 13.** Счетчики импульсов. Синтез счетчиков. Двоичные счетчики. Счетчики с переменным модулем счета. Суммирующие, вычитающие и реверсивные счетчики.

# ***ТЕМА 11. Триггерные схемы***

- ▣ Бистабильная ячейка***
- ▣ Схема устранениядребезга контактов***
- ▣ Асинхронные и синхронные триггеры.***
- ▣ Однотактные и двухтактные триггеры***

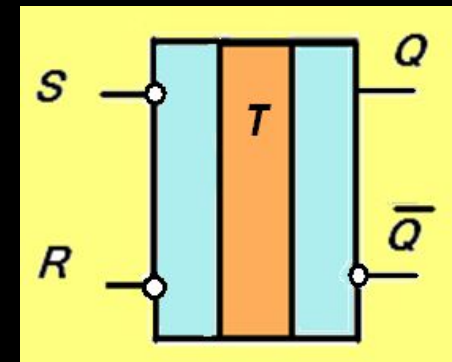
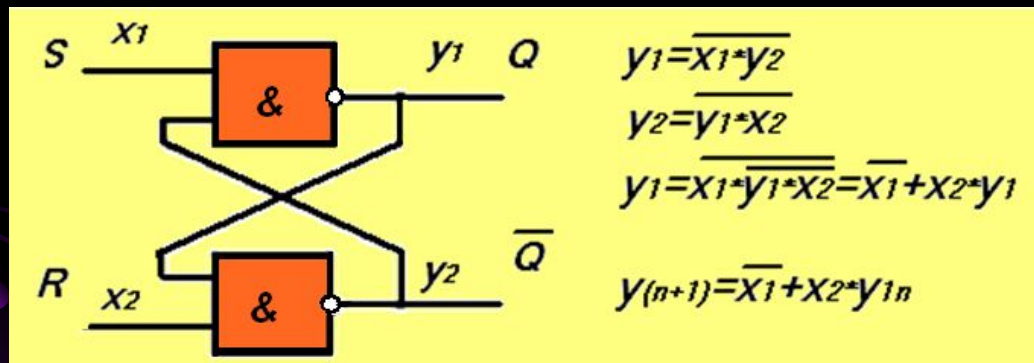


**Триггер** – это логическая схема с положительной обратной связью, имеющая 2 устойчивых состояния (бистабильная ячейка).

- **Асинхронные RS-триггеры**

- Асинхронный триггер изменяет свое состояние непосредственно в момент появления соответствующего информационного сигнала

**1). RS – триггер на двух элемента “2и-не”.**



**Рис. RS триггер с инверсными входами**

**Схемное обозначение триггера**

Данное уравнение является особым логическим уравнением, которое выражает последующее состояние выхода  $y_1$  в зависимости от входов  $x_1$  и  $x_2$  и предыдущего состояния выхода.

Иначе его можно представить в виде

$$Q_{n+1} = \bar{S} + RQ_n \quad \bar{S} \cdot \bar{R} = 0$$

условия для триггера

- Если  $S=R=1$  тогда  $Q_{n+1} = 0+1Q_n = Q_n$  (хранение).
- Если  $S=0, R=1$  тогда  $Q_{n+1} = 1+1Q_n = 1$  (установка 1)
- Если  $S=1, R=0$  тогда  $Q_{n+1} = 0+0Q_n = 0$  (установка 0).

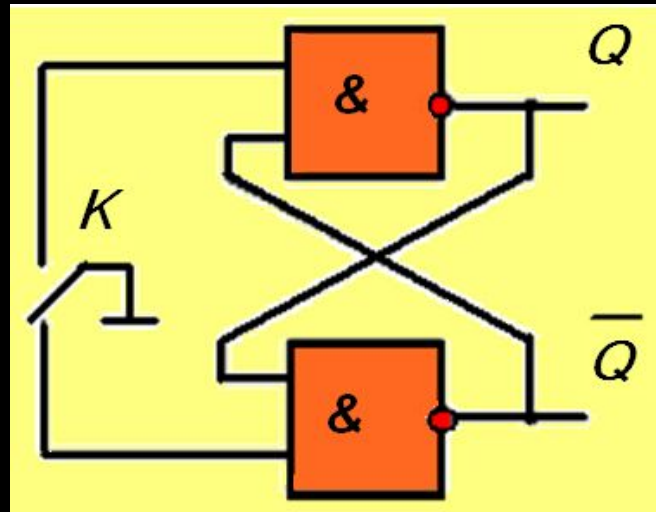
### Таблица истинности для RS - триггера

<u>S</u>	R	$Q_{n+1}$
0	0	Запрещенное состояние
0	1	установка 1
1	0	установка 0
1	1	хранение

Данный триггер называется с инверсными входами так как активным уровнем сигнала подаваемого на входы является 0.

## 2) Схема устранения дребезга контактов.

- На основе асинхронного RS-триггера строится схема, устраняющая дребезг контактов кнопочного переключателя при его замыкании - **схема “антидребезг”**

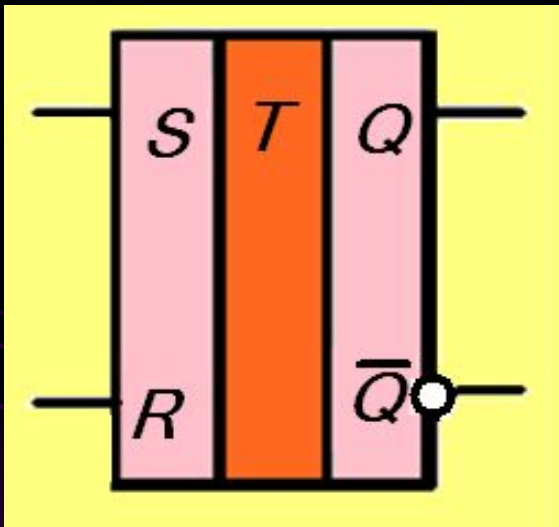


При нажатии кнопки **K** схема из положения “0” переходит в положение “1”. Во время дребезга контактов, контакт в начальное положение не возвращается, а оказывается в промежуточном положении, тогда на входы поступают “висячие” единицы и триггер находится в состоянии хранения. Дребезг устраняется.

### 3) R-S триггер на элементах “2или-не”.

Это триггер с прямыми входами

Условное обозначение

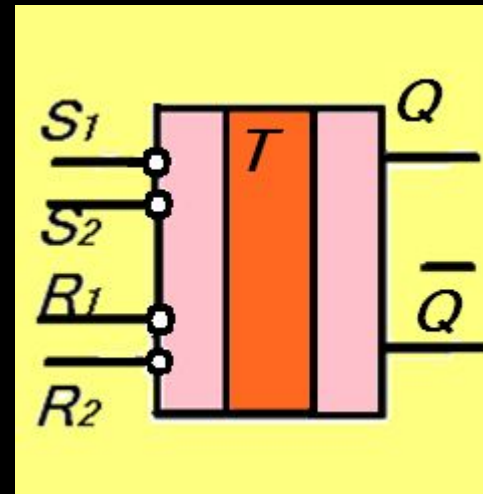
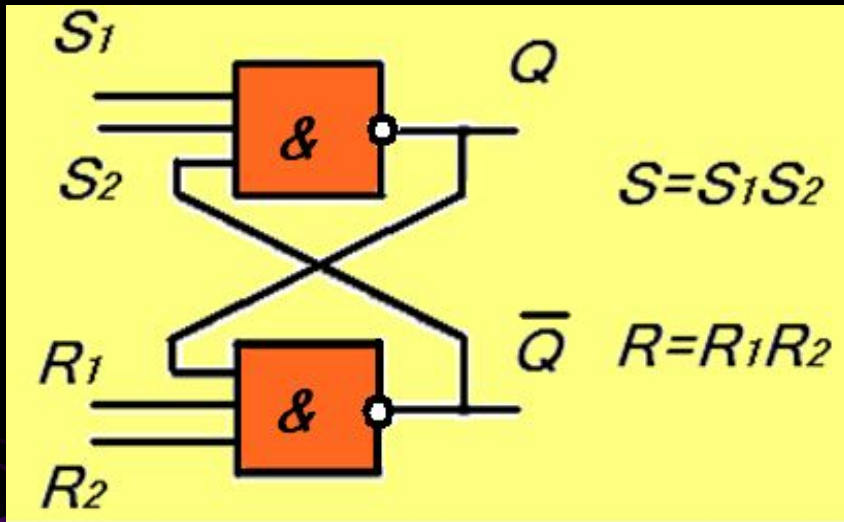


Его таблица состояний

$S$	$R$	$Q_{n+1}$
0	0	хранение
0	1	установка 0
1	0	установка 1
1	1	запрещенное состояние

## 4) RS триггеры со входной логикой:

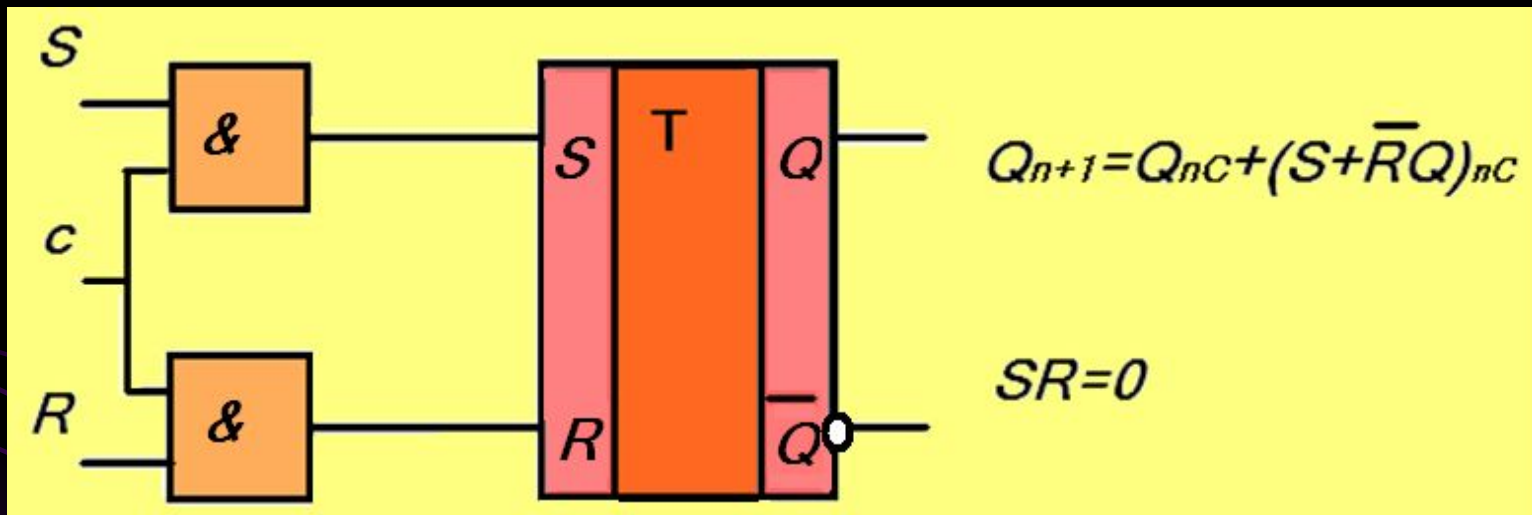
Условное обозначение триггера со входной логикой



Для того, чтобы такой триггер сработал необходимо, чтобы  $R$  и  $S$  сигналы обеспечивались соответствующей конъюнкцией  $R_i$  и  $S_i$  сигналов.

## ▪ Синхронные RS – триггеры

- Синхронные триггеры реагируют на информационные сигналы только при наличии соответствующего сигнала так называемом входе синхронизации (от англ. clock). Этот также обозначают терминами «строб», «такт».



Если  $c = 0$ ;  $Q_{n+1} = Q_n$  – хранение.

Если  $c = 1$ ;  $Q_{n+1} = (S + \bar{R}Q)_n$

**Данная схема “прозрачна” по S и R входам при  $c = 1$ .**



- *D-триггер типа “защелка”:*

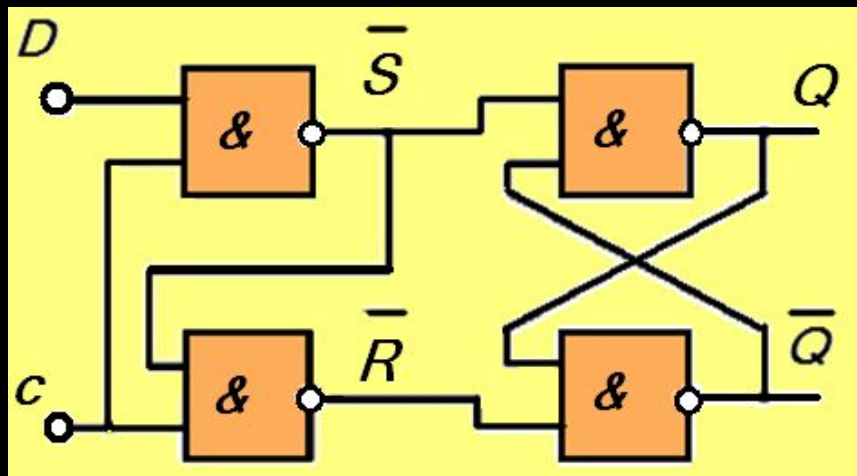
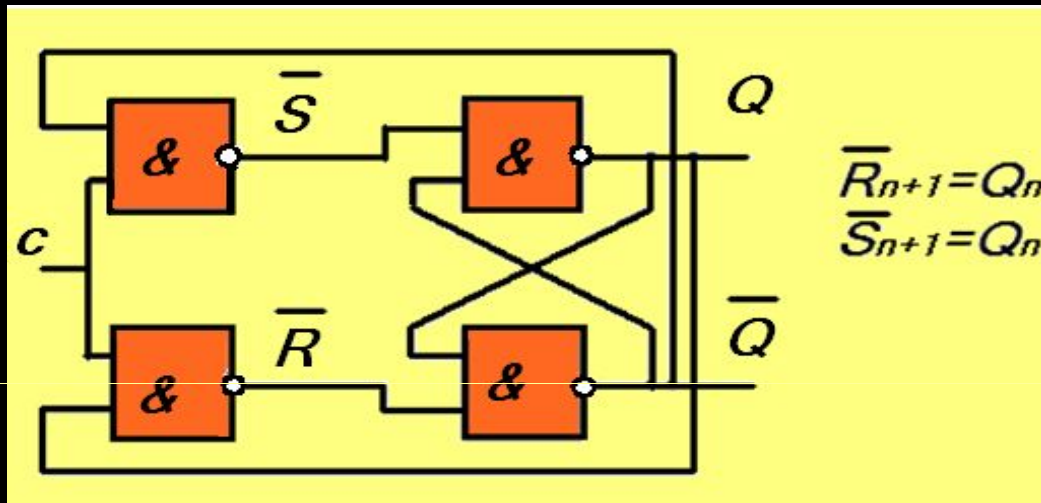


Рисунок. *D* - триггер

- При  $c = 1$ , что подается на  $D$ , то и появляется на  $Q$ .
- Если  $c = 0$ , то режим хранения.

Этот триггер может использоваться для хранения информации поступающей на вход  $D$ , а также как триггер задержки, срабатывающий через интервал времени от начала сигнала  $D$  до начала сигнала  $c$ .

- Статистический T – триггер



$Q$	$\bar{Q}$	$C$	$\bar{S}$	$\bar{R}$
1	0	0	1	1
0	1	1	1	0
0	1	0	1	1
1	0	1	0	1

- Этот триггер имеет единственный вход  $C$  и меняет свое состояние каждый раз при поступлении 1 на этот вход.
- Данный триггер делит частоту входного сигнала на 2. На этом основано построение счетчиков и делителей частоты на произвольное заданное число

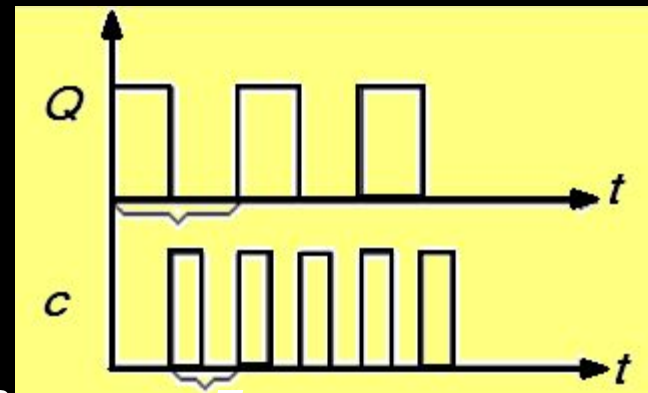


Рисунок. Деление частоты вдвое.

- Однотактные и двухтактные триггеры

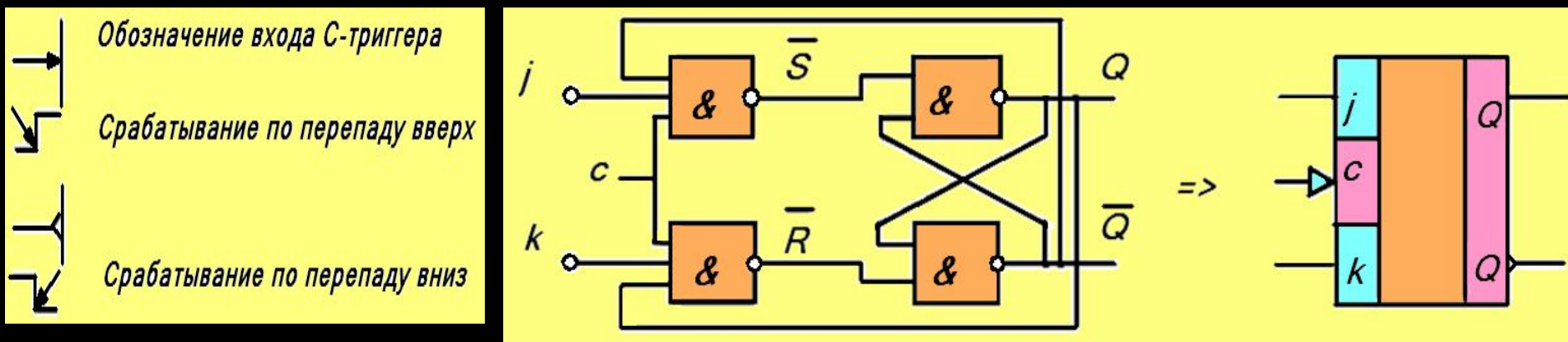


Рис. Однотактный JK триггер и его словное обозначение

- Срабатывает в момент перехода строб сигнала С с 0 в 1 (по его переднему фронту).

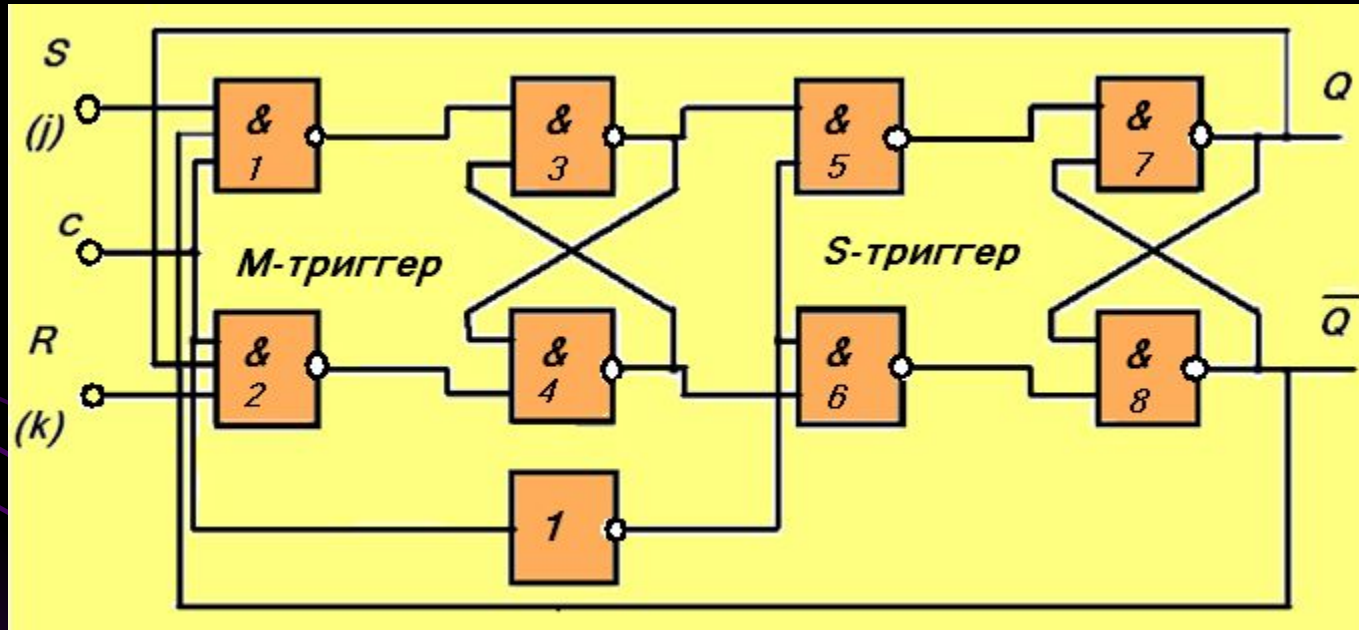
Таблица состояний однотактного jk -триггера

- Если соединить входы  $j, c$  и  $k$ , то получится Т-триггер.
- Если  $c = 0$ , то хранение при любых  $J$  и  $K$ .
- В  $jk$  триггере запрещенных состояний нет

$J_n$	$K_n$	$C$	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$	состояние
0	0		$Q_n$	$Q_n$	хранение
0	1		0	1	запись 0
1	0		1	0	запись 1
1	1		$Q_n$	$Q_n$	Т-триггер

# Двухтактные (2х ступенчатые) триггеры

- 1) **Двухтактный RS-триггер (MS-триггер)**
  - При  $C = 1$ , информация принимается в  $M$  триггер, но не проходит в  $S$ -триггер.
  - При  $C = 0$ , информация из  $M$ -триггера переписывается в  $S$ -триггер.



*M – master – ведущий*

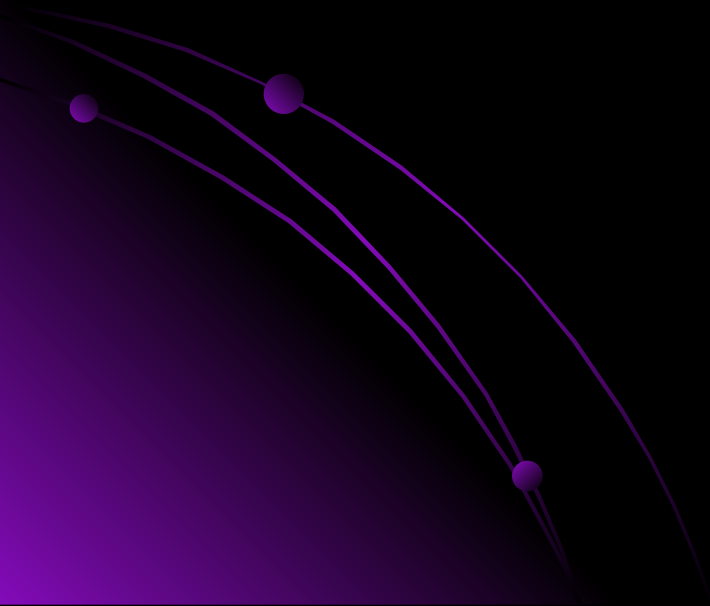
*S – slave – ведомый*

При любом  $C$  одна ступень триггера “прозрачна”, другая “непрозрачна”, поэтому триггер в целом непрозрачен.

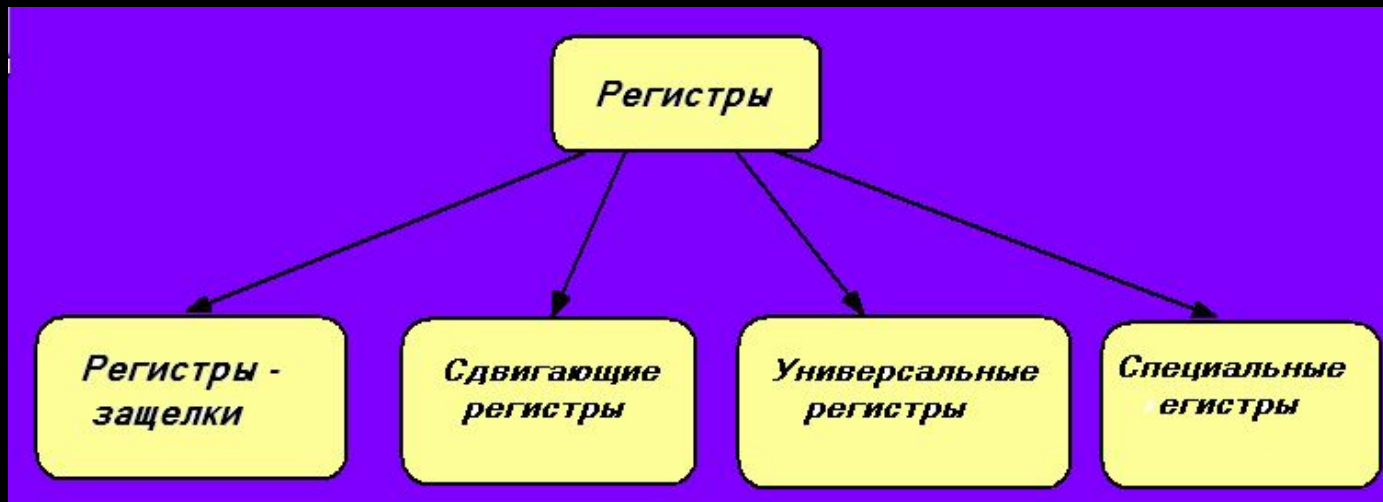
# • Двухтактный JK-триггер

- Это двухтактный RS-триггер, выходы Q которого заведены накрест на входные конъюнкторы тогда R и S входы называются J и K входами.
- Если  $j = k = 0$  то С-сигнал не может открыть триггер – хранение.
- Если  $j = 1; k = 0$ , то С-сигнал откроет конъюнктор &1, но только если до поступления С- сигнала было:  $Q = 0$ ;
- В отличие от обычного RS-триггера, вариант  $j = k = 1$  не запрещён.

## ***ТЕМА 12. Регистры.***

- ***Классификация регистров.***
  - ***Параллельные и последовательные регистры.***
  - ***Парафазные и однофазные регистры.***
  - ***Сдвигающие регистры.***
- 

*Регистр* – функциональный узел объединяющий несколько  
однотипных триггеров



- **Типы регистров:**
- **Регистры защелки** – строятся на триггерах защелках (К155ТМ5; К155ТМ7), запись в которые ведется уровнем стробирующего сигнала.
- В триггере К155ТМ8 – запись ведется положительным фронтом стробирующего сигнала.
- **Сдвигающие регистры** – выполняют функцию только последовательного приема кода.
- **Универсальные регистры** – могут принимать информацию в параллельном и последовательном коде.
- **Специальные регистры** – К589ИР12 имеют дополнительные варианты использования.

## •Сдвигающий регистр

- Это регистр, содержимое которого при подаче управляющего сигнала может сдвигаться в сторону старших или младших разрядов. Например, сдвиг влево приведен в таблице 9.

Таблица 9 Сдвиг кода влево

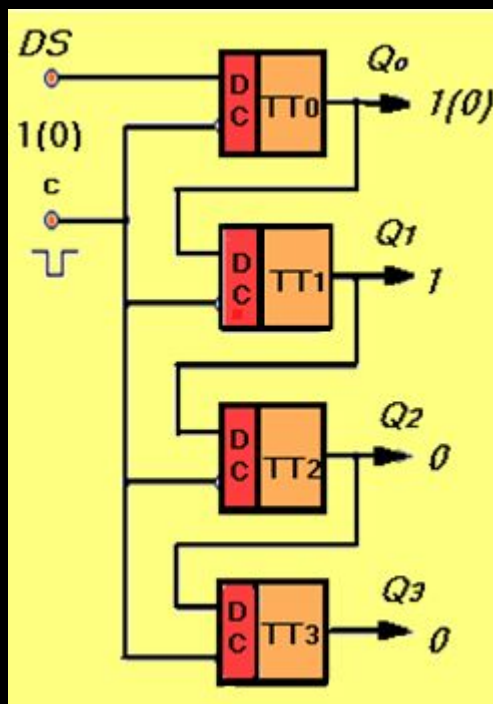
0	1	1	0
1	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

## •Регистр с однофазной синхронизацией.

В регистр с однофазной синхронизацией в момент поступления стробирующего импульса происходит запись входного бита  $DS$  в триггер  $ТТ_0$ . В триггер  $ТТ_1$  переписывается информация имевшаяся в  $ТТ_0$ , в  $ТТ_2$  из  $ТТ_1$  и т. д.

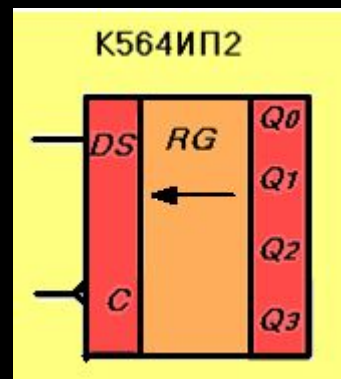


- На вход DS поступает последовательный код.

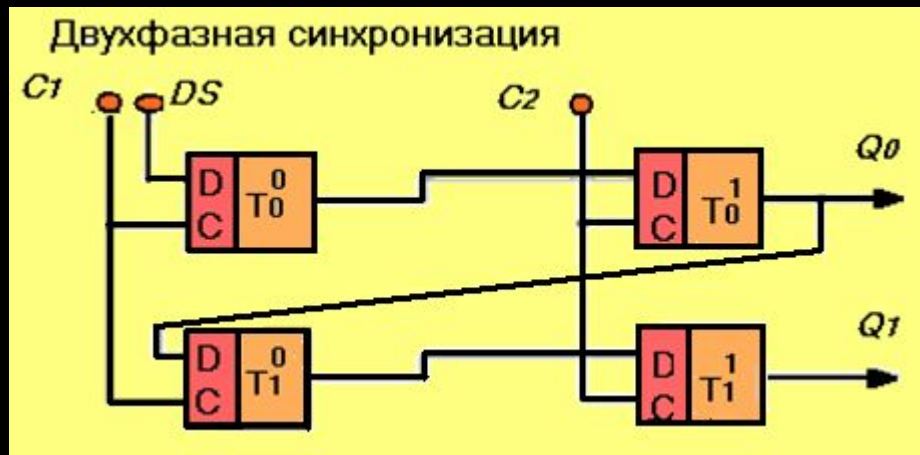


• При подаче следующего бита DS и сигнала C происходит тот же процесс, в результате все биты имевшиеся на выходах Q0-Q3 передвигаются на 1 разряд влево. Условное обозначение такого регистра приведено на рисунке

Условное обозначение




- Сдвиговый регистр (условное обозначение)



- **Двухфазный сдвиговый регистр**

В двухфазном регистре по сигналу  $C1$  происходит запись в одноктактные триггеры  $T00$  и  $T01$ , а по сигналу  $C2$  информация переписывается в триггеры  $T10$  и  $T11$  и появляется на выходах  $Q0$  и  $Q1$ . Сдвиговые регистры применяются для преобразования последовательного кода в параллельный.

## **Тема 13. Счетчики**

- **Классификация счетчиков.**
  - **Синтез счетчиков.**
  - **Двоичные счетчики.**
  - **Счетчики с переменным модулем счета.**
  - **Суммирующие, вычитающие и реверсивные счетчики**
- 

# •Классификация счетчиков

- Счетчик – функциональный узел предназначенный для счета сигналов. По мере поступления входных сигналов счетчик последовательно перебирает свои состояния в определенном для данной схемы порядке. Например:



- Длина списка используемых состояний  $K$  называется модулем пересчета или емкостью счетчика.
- Наиболее часто используются двоичные счетчики, у которых порядок смены состояний триггеров соответствует последовательности двоичных кодов.
- Применяются и другие виды кодирования, например одинарное, когда состояние счетчика определяется местоположением движущейся единицы.



- Унитарное кодирование – состояние определяется числом единиц

- Обычный счетчик перебирает свои состояния в возрастающем порядке (суммирующий счетчик).
- Если наоборот, то это вычитающий счетчик.
- Если можно менять направление перебора- реверсивный счетчик.
- Если для переключения нужен синхросигнал, счетчик называется синхронным, если только входной сигнал, то асинхронным.

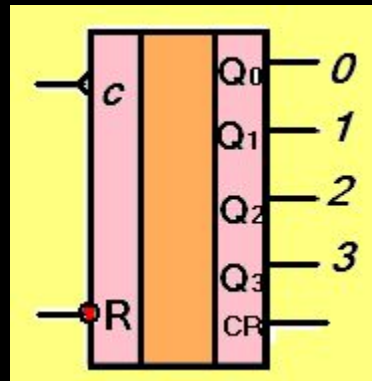
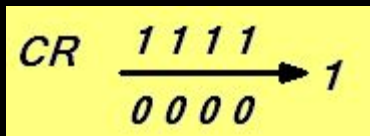


Рис. Схемное обозначение счетчика

- CR – выход переноса, который используется для соединения со следующим счетчиком.

### Виды связи между триггерами счетчиками

- **непосредственная связь** - счетчик последовательного переноса
- **тракт последовательного переноса** - счетчик последовательного переноса
- **тракт параллельного переноса** – счетчик параллельного переноса.

# Счетчик с непосредственной связью

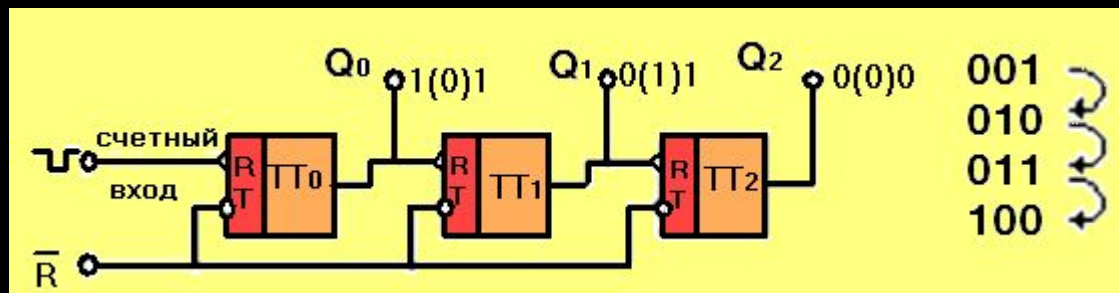


Рис. Счетчик с непосредственной связью

- При подаче импульсов на счетный вход, состояние ТТ0 каждый раз меняется на противоположное. Состояние ТТ1 будет меняться лишь тогда, когда на выходе Q0 будет переход с 1 на 0 и т.д. Сигнал по цепочке триггеров распространяется последовательно поэтому происходит задержка срабатывания триггеров .
- В худшем случае:  $t_{\text{зад общ}} = nt_{\text{зад}} \text{ триггера}$  в момент перехода появляются всякие промежуточные комбинации (некорректные коды).
- **Достоинства схемы:** предельная простота, легкость наращивания. От плохих импульсов не сбивается (возможна ошибка только на одну единицу).
- Пример такого счетчика-схема К155ИЕ5.

# • Счетчик с трактом последовательного переноса

- **Входной импульс проходит через все триггеры содержащие единицу, попутно сбрасывая их в ноль, переводит в единицу первый встреченный погашенный триггер (0) и через него уже не проходит. Поэтому время задержки резко сокращается и некорректные коды не возникают**

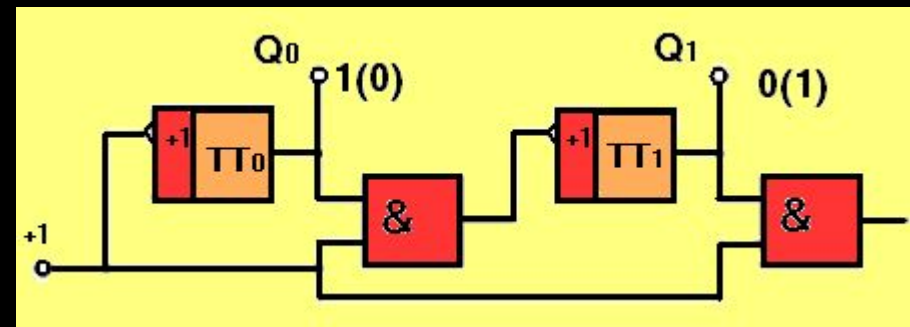


Рис. Счетчик с трактом последовательного переноса

# Счетчик с трактом параллельного переноса

- На входе каждого триггера, кроме первого, установлены конъюнкторы. Входной счетный сигнал поступает на все конъюнкторы сразу. Там где они открыты он вызывает одновременное переключение всех триггеров. Кроме того на конъюнкторы поданы сигналы всех младших разрядов, поэтому при подаче счетного импульса изменяют свое состояние все те триггеры, перед которыми все более младшие были в состоянии 1.

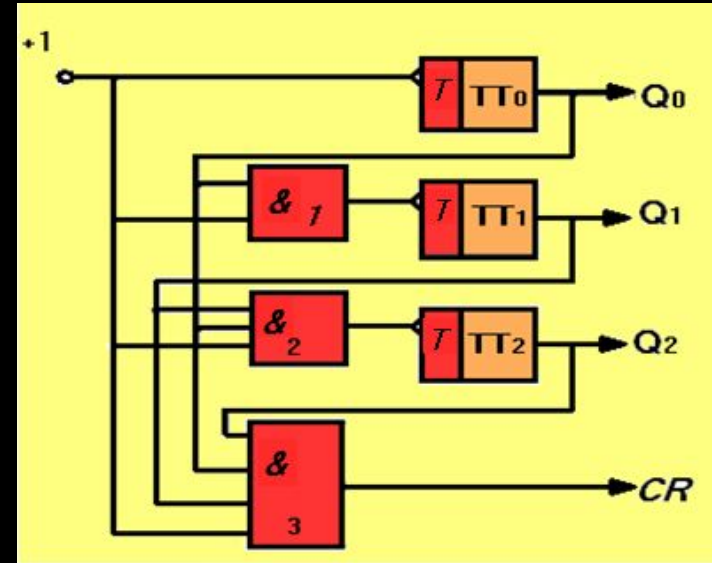


Рис. Счетчик с трактом параллельного переноса



# Реверсивные счетчики

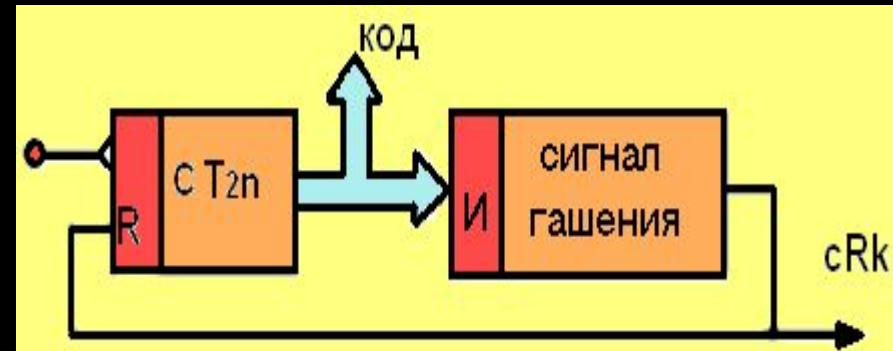
- Это счетчики, направление счета которых можно изменять.
- Для превращения суммирующего счетчика в вычитающий нужно сигналы управления трактом переноса снимать с противоположных выходов триггера (не  $Q$  вместо  $Q$ ). Переключение направления счета осуществляется сигналом *up/down*.



# • Счетчики по произвольному основанию

## 1. Счетчики с досрочным сбросом

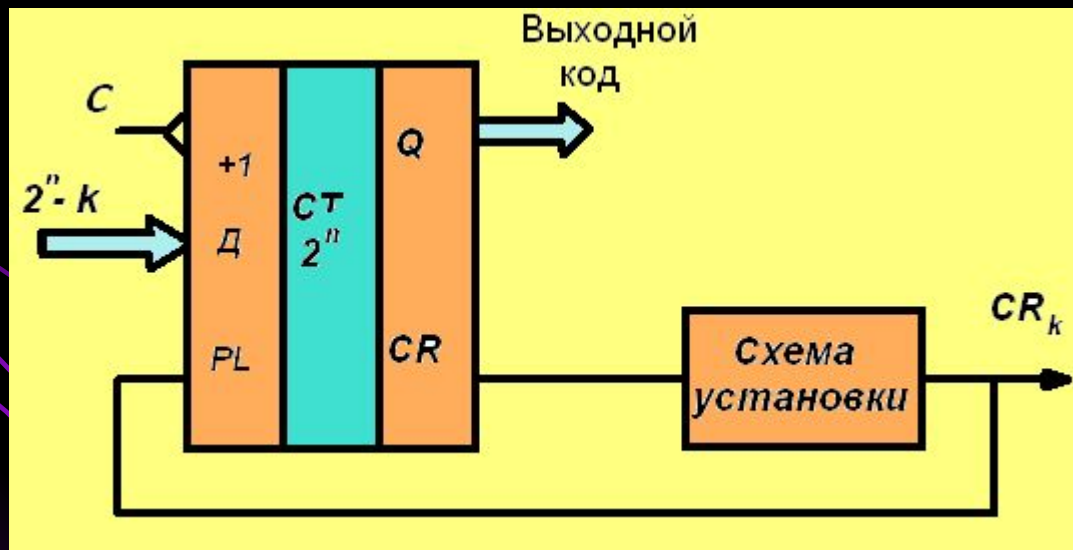
- Двоичный счетчик разрядности  $n$  ( $2n > k$ ), дополнен элементом “И”, который по состояниям выходов  $Q_i$  обнаруживает код конца счета ( $k-1$ ).
- После чего по цепи “R” сбрасывает счетчик в ноль. Сигнал сброса одновременно является и сигналом  $k$ -ичного переноса



- **Достоинства:** естественная двоичная последовательность кодов (от 0 до  $k-1$ ).
- **Недостатки:**
- **1** в процессе счета из-за неодновременного переключения триггеров могут возникать кратковременно коды ( $k-1$ ), что вызовет преждевременный сброс. **2)** сигнал сброса очень короткий, хоть один триггер сбросился и уже  $R = 0$ . Надо  $R$  удлинить и задержать, но тогда могут возникнуть некорректные коды.

## 2. Счетчик с досчетом

- Двоичный счетчик перед началом счета по тракту параллельной загрузки  $D$  загружается кодом  $-k$ , с которого начинается счет (см рис). В конце счета на выходе появляется код «все единицы», затем вырабатывается сигнал  $CR$ , который через схему установки поступает на вход  $PL$ , снова в счетчик загружается код  $-k$  и т.д.



- **Достоинства счетчика:**

- *Использование штатного сигнала CR и входов параллельной загрузки.*
- *Легкая смена основания пересчета (изменяется загружаемый код)*

- **Недостатки:**

- *Неестественная последовательность кодов, например, 5,6,7,5,6,7 и т.д.*
- *Такой счетчик применяется в делителях частоты, в которых используется только сигнал выходного переноса.*