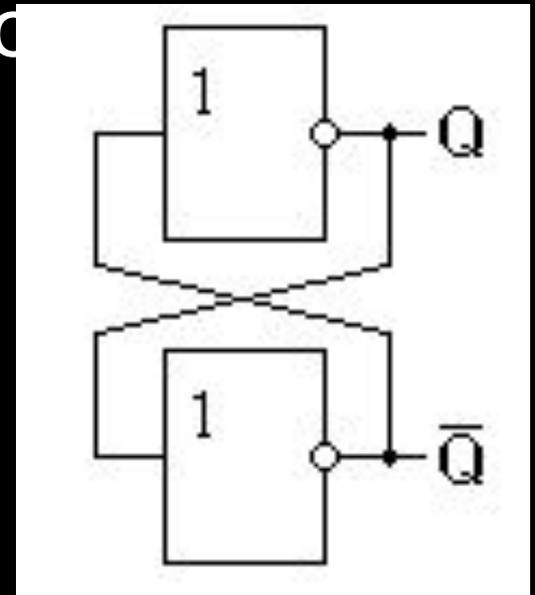


Триггеры

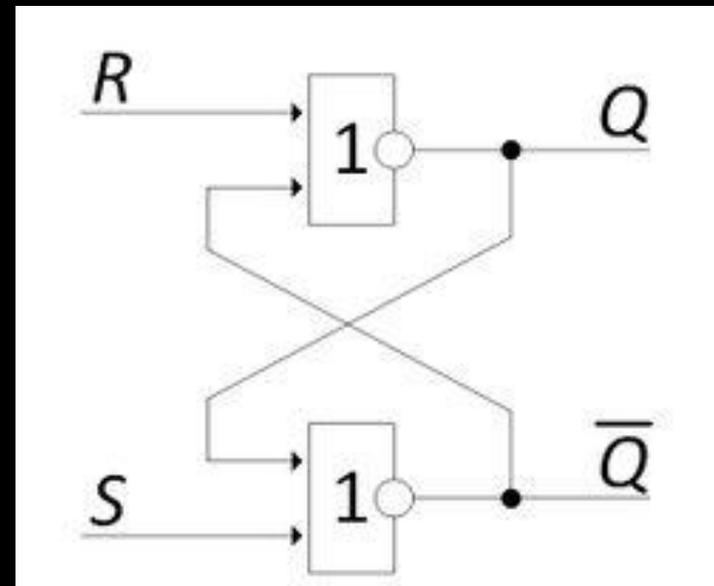
- Триггеры — это устройства с двумя состояниями.
- Они предназначены для запоминания двоичной информации.
- Использование триггеров позволяет реализовывать устройства оперативной памяти (то есть памяти, информация в которой хранится только на время вычислений). Однако это не единственная их область применения. Триггеры широко используются для построения цифровых устройств с памятью, таких как счётчики, преобразователи последовательного кода в параллельный, последовательные порты или цифровые линии задержки, применяемые в составе цифровых фильтров.

- Триггер имеет два состояния и, приняв одно за 0, а другое за 1, появляется возможность хранить один разряд двоичного числа. Таким образом, используя несколько триггеров, возможно хранить многоразрядные числа, а, значит, и любую двоичную информацию, ограниченную лишь количеством триггеров.

- Самым простым триггером, который можно построить, является триггер на двух инверторах. Он не имеет входов, поэтому изменить его состояние невозможно. Выход Q будет всегда иметь состояние, заданное при создании, а $Q1$ будет всегда иметь обратное значение. Однако такого триггера
- очевиден — его состояние
- нельзя менять.



- Если добавить к такому триггеру входы, то получится простейший триггер, состояние которого менять можно — RS-триггер. Он имеет два входа: R (*reset*) и S (*set*), и два выхода: Q и \bar{Q} (инвертированный Q).



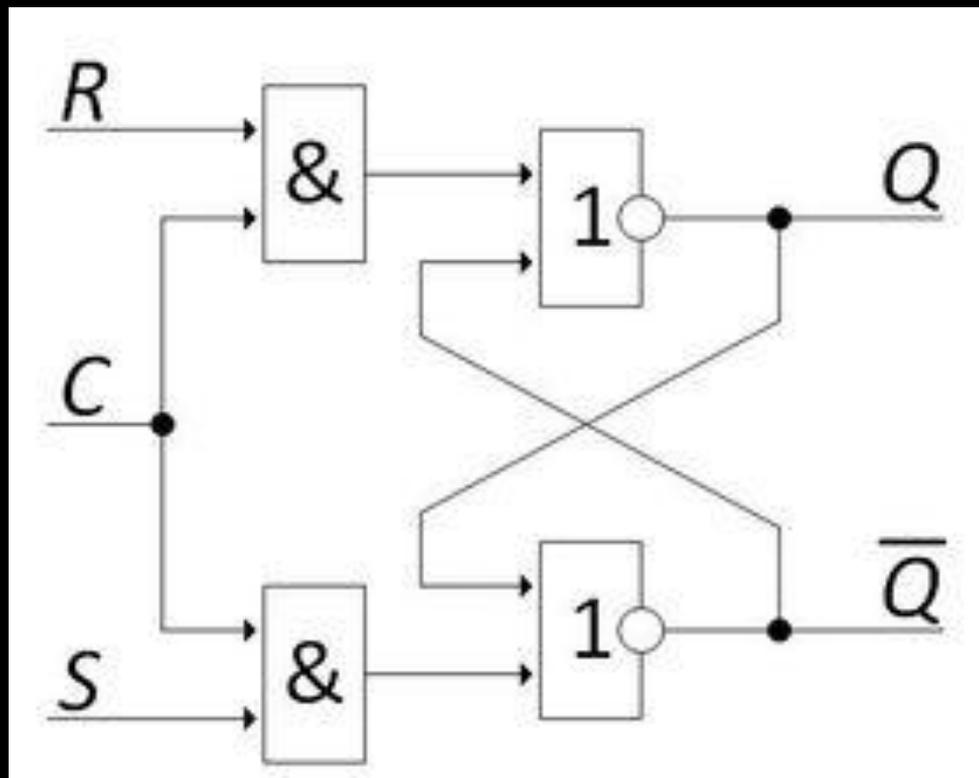
- Принцип работы RS-триггера.
- Изначально на выходе $Q=0$ и $Q1=1$.
- При подаче 1 на R, 0 на S выходное значение триггера становится нулем (происходит сброс значения), при подаче 0 на R, 1 на S выходное значение триггера становится единицей (происходит установка нового значения). При подаче двух нулей триггер свое состояние не меняет, выходное значение при подаче двух единиц не определено.

- Для вычисления следующего значения необходимо знать предыдущее значение, поэтому обычно за начальное состояние берется $Q=0$, $Q_1=1$.

R	S	Q
0	0	Предыдущее значение
0	1	1
1	0	0
1	1	Не определено

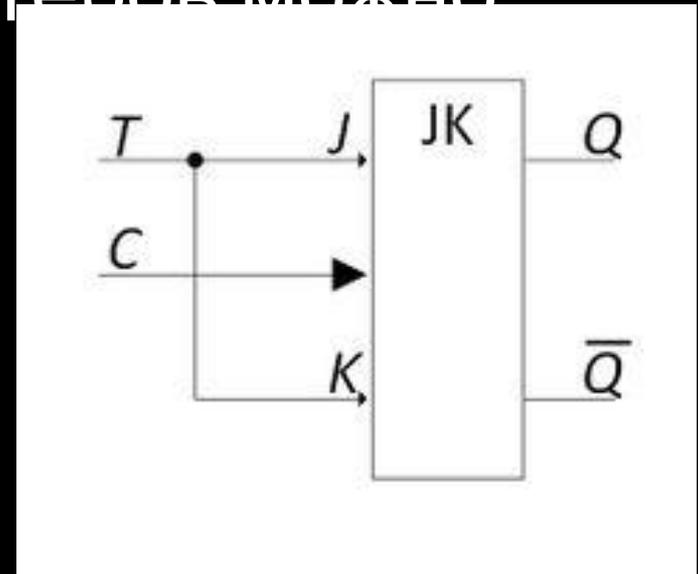
- **Синхронный RS-триггер**
- Существенным недостатком RS-триггера является то, что если один из сигналов на вход придет раньше другого, триггер примет неправильное состояние. Для того, чтобы избежать этой проблемы, вводится еще один входной сигнал — сигнал синхронизации. Синхронный RS-триггер будет как-либо реагировать на входные сигналы только в том случае, когда на вход S подана единица. В остальном синхронный RS-триггер не отличается от обычного RS-триггера.

C	R	S	Q
0	0	0	Предыдущее значение
0	0	1	Предыдущее значение
0	1	0	Предыдущее значение
0	1	1	Предыдущее значение
1	0	0	Предыдущее значение
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	Не определено



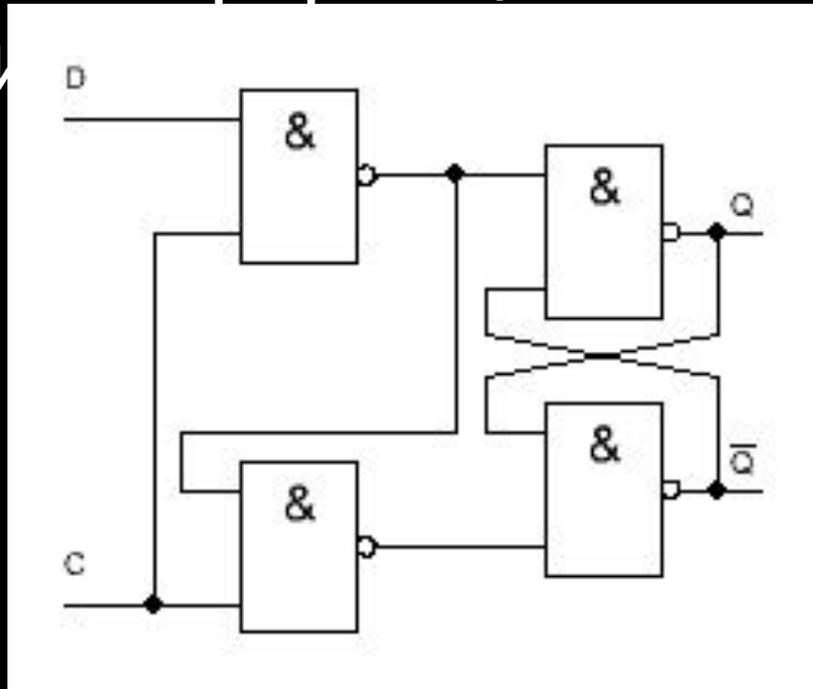
- **T-триггер**
- T(*toggle*)-триггер является триггером, изменяющим свое выходное значение на противоположное на каждом такте, когда на входы T и C поданы единицы. На основе нескольких T-триггеров можно

<i>C</i>	<i>T</i>	<i>Q</i>
0	0	Предыдущее значение
0	1	Предыдущее значение
1	0	Предыдущее значение
1	1	Значение меняется на каждом такте



D-триггер

- D-триггер, также как и другие типы триггеров имеют два устойчивых состояния. D-триггеры имеет в своем составе два входа: информационный — D и вход синхронизации



- Принцип работы D-триггера заключается в том, что при поступлении синхросигнала в триггер записывается значение, которое в этот момент установлено на информационном входе D. В другое время (при отсутствии синхросигнала) изменение значений на входе D никакого воздействия на состояние триггера не оказывает.

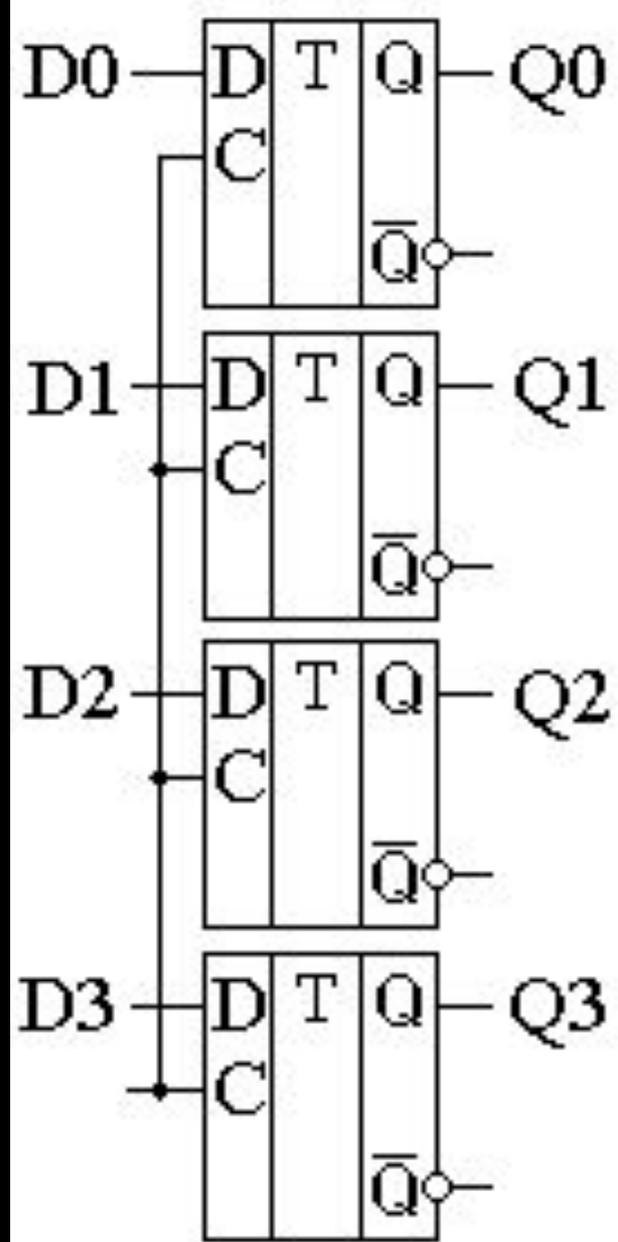
- При состоянии входа синхронизации $C=0$ сигнал на выходе не зависит от сигналов, поступающих на информационный вход. При $C=1$ на прямом выходе информация будет точно повторять ту, что поступает на вход D.

Вход		Выход
C	D	Q
0	0	определяется предыдущим состоянием
0	1	определяется предыдущим состоянием
1	0	0
1	1	1

Регистры

- Регистр — устройство, используемое для хранения n -разрядных двоичных данных и выполнения преобразований над ними.
- Регистром называется последовательное или параллельное соединение триггеров. Они обычно строятся на основе D триггеров.

- Назначение регистров – прием, хранение и выдача двоично-кодированной информации (двоичных чисел, слов).
- Они используются в качестве безадресных запоминающих устройств, преобразователей и генераторов кодов, устройств временной задержки цифровой информации, делителей частоты и др.



Классификация

- Различают параллельные регистры, последовательные, последовательно-параллельные и параллельно-последовательные. Регистры бывают парафазные и однофазные (Однофазные - поступает код числа. Парафазные - вместе с кодом числа поступает и его инверсия)

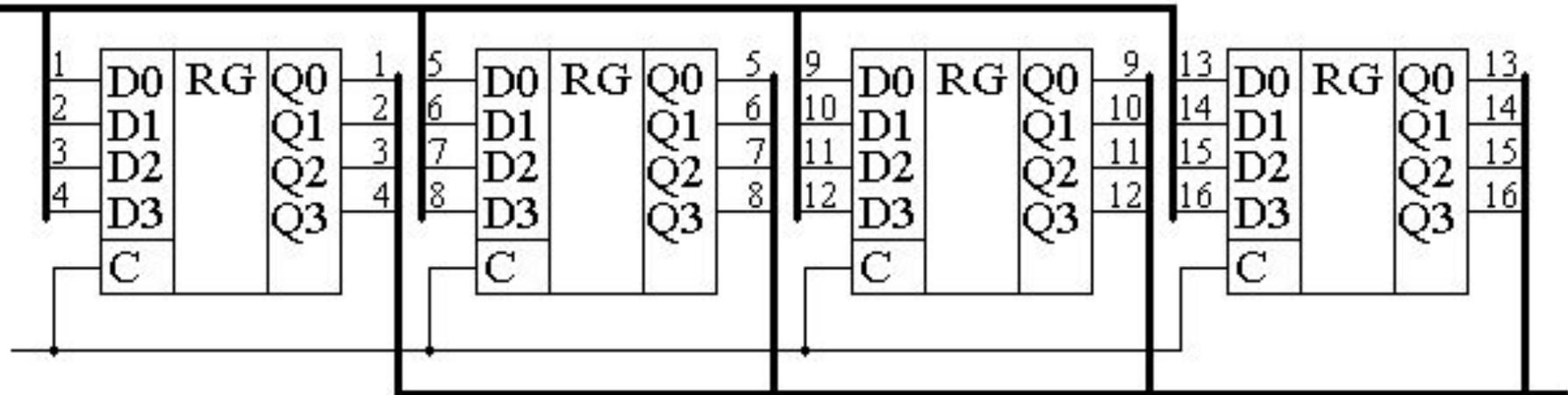
- **Регистры хранения (памяти).** Регистры с параллельным приемом и выдачей информации служат для хранения информации и называются регистрами памяти или хранения.
- Изменение хранящейся информации в регистре памяти (запись новой информации) осуществляется после установки на входах $D_0 \dots D_m$ новой цифровой комбинации (информации) при поступлении определенного уровня или фронта синхросигнала (синхроимпульса) S на вход “ S ” регистра.

- Количество разрядов записываемой цифровой информации определяется разрядностью регистра, а разрядность регистра, в свою очередь, определяется количеством триггеров, образующих этот регистр.

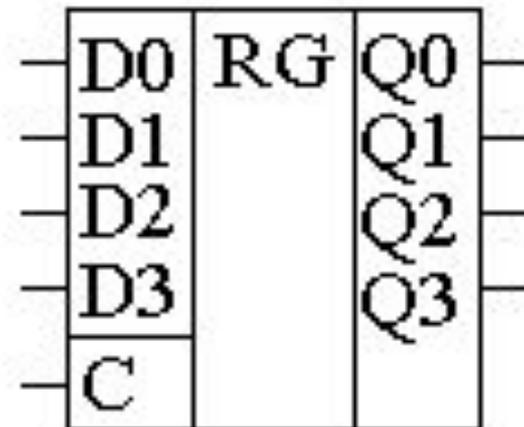
Параллельные регистры

- Параллельный регистр служит для запоминания многоразрядного двоичного (или недвоичного) слова. Количество триггеров, входящее в состав параллельного регистра определяет его разрядность.

- В условно-графическом обозначении возле каждого входа D указывается степень двоичного разряда, который должен быть запомнен в этом разряде. Точно таким же образом обозначаются и выходы регистра. То, что микросхема является регистром, указывается в центральном поле условно-графического обозначения символами RG.



- В приведённом на рисунке условно-графическом обозначении параллельного регистра инверсные выходы триггеров не показаны. В промышленно выпускающихся микросхемах параллельных регистров инверсные выходы триггеров часто не выводятся наружу для экономии количества выводов корпуса.



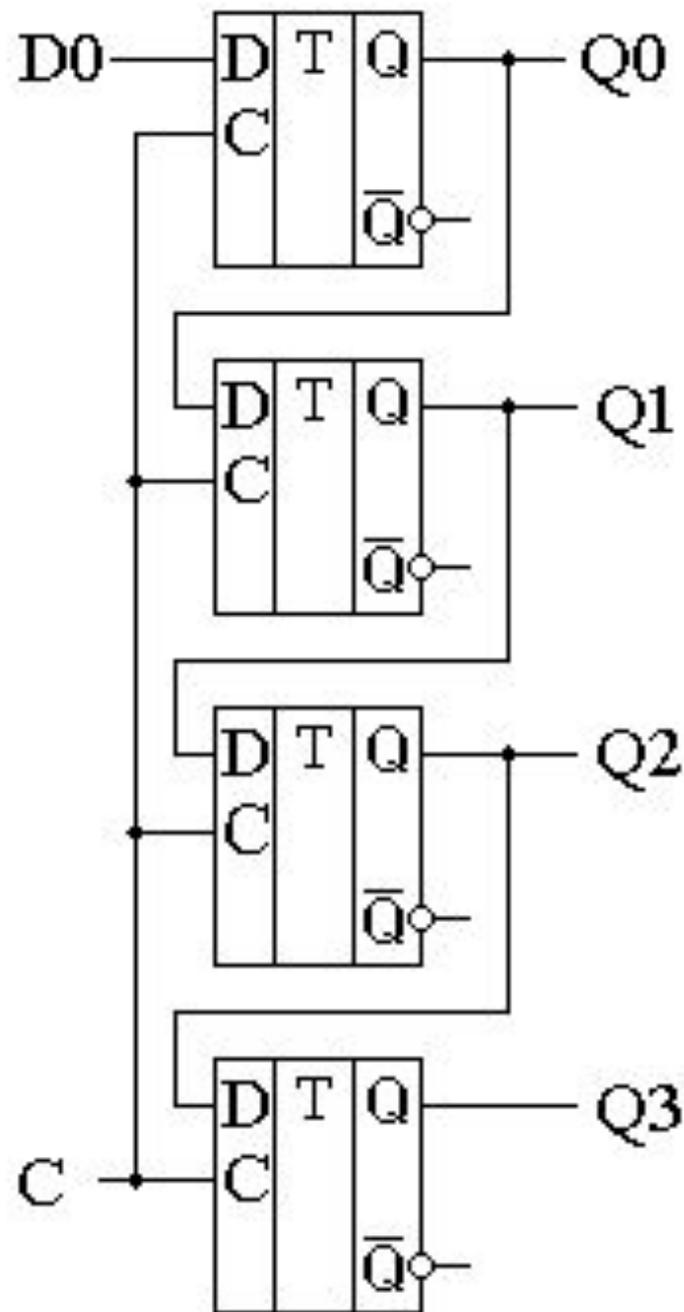
- При записи информации в параллельный регистр все биты (двоичные разряды) должны быть записаны одновременно. Поэтому все тактовые входы триггеров, входящих в состав регистра, объединяются параллельно. Для уменьшения входного тока вывода синхронизации S на этом входе в качестве усилителя часто ставится инвертор.

- В настоящее время параллельные регистры обычно являются частью более сложных цифровых устройств, таких как цифровые фильтры, ОЗУ, синтезаторы частот или схемы прямого цифрового синтеза

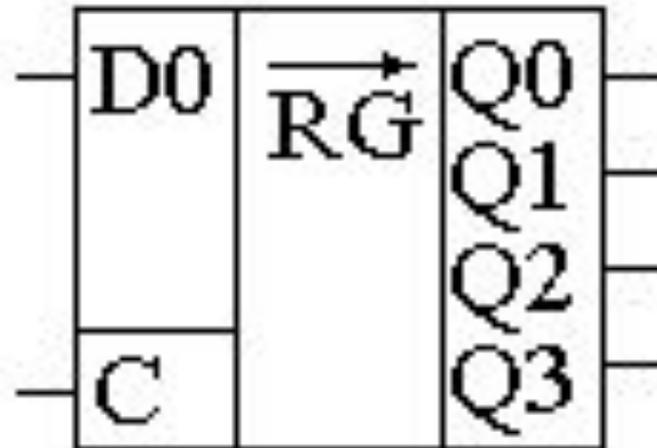
Последовательные (сдвиговые) регистры

- Последовательный регистр (регистр сдвига или сдвиговой регистр) обычно служит для преобразования последовательного кода в параллельный и наоборот. Применение последовательного кода связано с необходимостью передачи большого количества двоичной информации по ограниченному количеству соединительных линий.

Принципиальная
схема
последовательного
(сдвигового)
регистра



- Внутри сдвигового регистра триггеры соединены последовательно, то есть выход первого соединён с входом второго и т.д.
- Условно-графическое изображение рассмотренного последовательного регистра приведено



- Входы синхронизации в последовательных (сдвиговых) регистрах, как и в параллельных регистрах, объединяются. Это обеспечивает одновременность смены состояния всех триггеров, входящих в состав последовательного (сдвигового) регистра.

- **Кольцевые счетчики.** На базе регистров сдвига можно построить кольцевые счетчики - счетчики Джонсона. Счетчик Джонсона имеет коэффициент пересчета, вдвое больший числа составляющих его триггеров. В частности, если счетчик состоит из трех триггеров ($m=3$), то он будет иметь шесть устойчивых состояний. Счетчик Джонсона используется в системах автоматики в качестве распределителей импульсов и т.д.

- Для построения кольцевого счетчика достаточно соединить инверсный выход последнего триггера регистра (последнего разряда) с входом “D” (с входом, предназначенным для ввода последовательной информации) первого триггера.