



- Учебная дисциплина
  - Схемотехника
- дискретных устройств
  - Тема: Счётчики

# Счётчик

---

- ***Счётчик*** – это узел вычислительных устройств, предназначенный для подсчета числа входных сигналов.

# Счётчик

- По мере поступления входных сигналов счетчик последовательно перебирает свои состояния в определенном для данной схемы порядке. Например:

двоичный счетчик

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



# Применение счётчиков

---

- Счетчики широко применяются почти во всех цифровых устройствах автоматики и вычислительной техники.
- В ЭВМ счетчики используются: для подсчета шагов программы, для подсчета циклов сложения и вычитания при выполнении арифметических операций, для преобразования кодов, в делителях частоты и распределителях сигналов и т.д.

# Классификация счетчиков по основным признакам:

---

- **По системе счисления счетчики** делятся на: двоичные, двоично-десятичные, десятичные, счетчики с основанием системы счисления неравным 2 и 10
- (пересчетные схемы).

# Классификация счетчиков по основным признакам:

---

- По реализуемой операции счетчики подразделяются на:
- ***суммирующие, вычитающие и реверсивные.***
- По схемной реализации счётчики подразделяются на ***асинхронные*** и ***синхронные.***

# Основные параметры счетчиков :

---

- ***модуль счета*** или коэффициент пересчета счетчика «К сч »
- характеризует число ( количество) устойчивых состояний, в которых может находиться  $n$  - разрядный счетчик, т. е. предельное число входных сигналов, которое может быть подсчитано счетчиком.

# Основные параметры счетчиков :

---

- 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.

# Основные параметры счетчиков :

---

- **Двоичный  $n$  - разрядный счетчик** имеет  $2^n$  различных состояний.
- Число разрядов двоичного счетчика можно определить из выражения :
- $$n \geq \log_2 K_{сч}$$
- где  $K_{сч}$  - коэффициент пересчета;
- $n$  - ближайшее целое число, удовлетворяющее данному
- неравенству.

# Основные параметры счетчиков :

---

- - **Максимальная частота поступления входных сигналов  $f_{сч\ max}$**
- - это частота, при которой счетчик еще сохраняет работоспособность.
- Она определяется, как правило, максимально допустимой частотой переключения триггера младшего разряда счетчика.

# Синтез счётчиков

---

- **Простейшим счетчиком** является **триггер со счетным входом**, считающий сигнал по модулю 2, т.е. осуществляющий подсчет и хранение результата подсчета не более 2-х сигналов. Соединяя определенным образом несколько счетных триггеров, можно получить схему многоразрядного счетчика.

# Синтез счётчиков

---

- Представление счётчика цепочкой счётных триггеров справедливо как для суммирующего, так и для вычитающего вариантов, поскольку закономерность по соотношению частот переключения разрядов сохраняется как при просмотре таблицы сверху, так и снизу.

# Синтез счётчиков

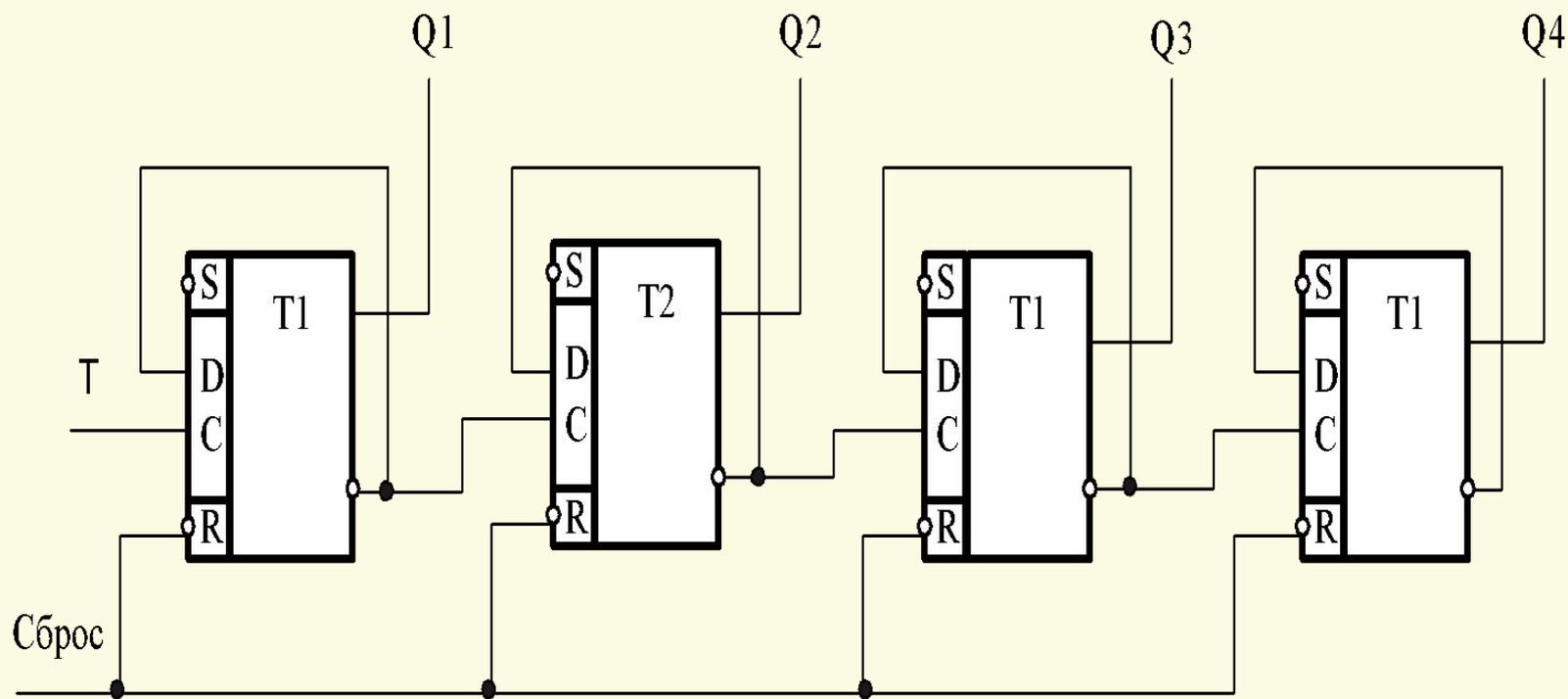
---

- Различия при этом состоят в направлении переключения предыдущего разряда, вызывающего переключение следующего.
- При прямом счёте (суммирование) следующий разряд переключается при переходе предыдущего в направлении из 1 в 0,
- а при обратном счёте – при переключении из 0 в 1.

# Построение суммирующего счётчика

- Суммирующий асинхронный счетчик на
- **D** - триггерах получается, если инверсный выход предыдущего триггера соединить
- со входом **C** последующего триггера. При использовании **D** - триггеров в качестве счетных, его инверсный выход соединяют со своим входом **D**. Счётный режим возможен только у триггеров динамического типа.
- Схема асинхронного 4-х разрядного суммирующего счетчика
- на **D** - триггерах приведена на следующем слайде.

# Суммирующий счётчик

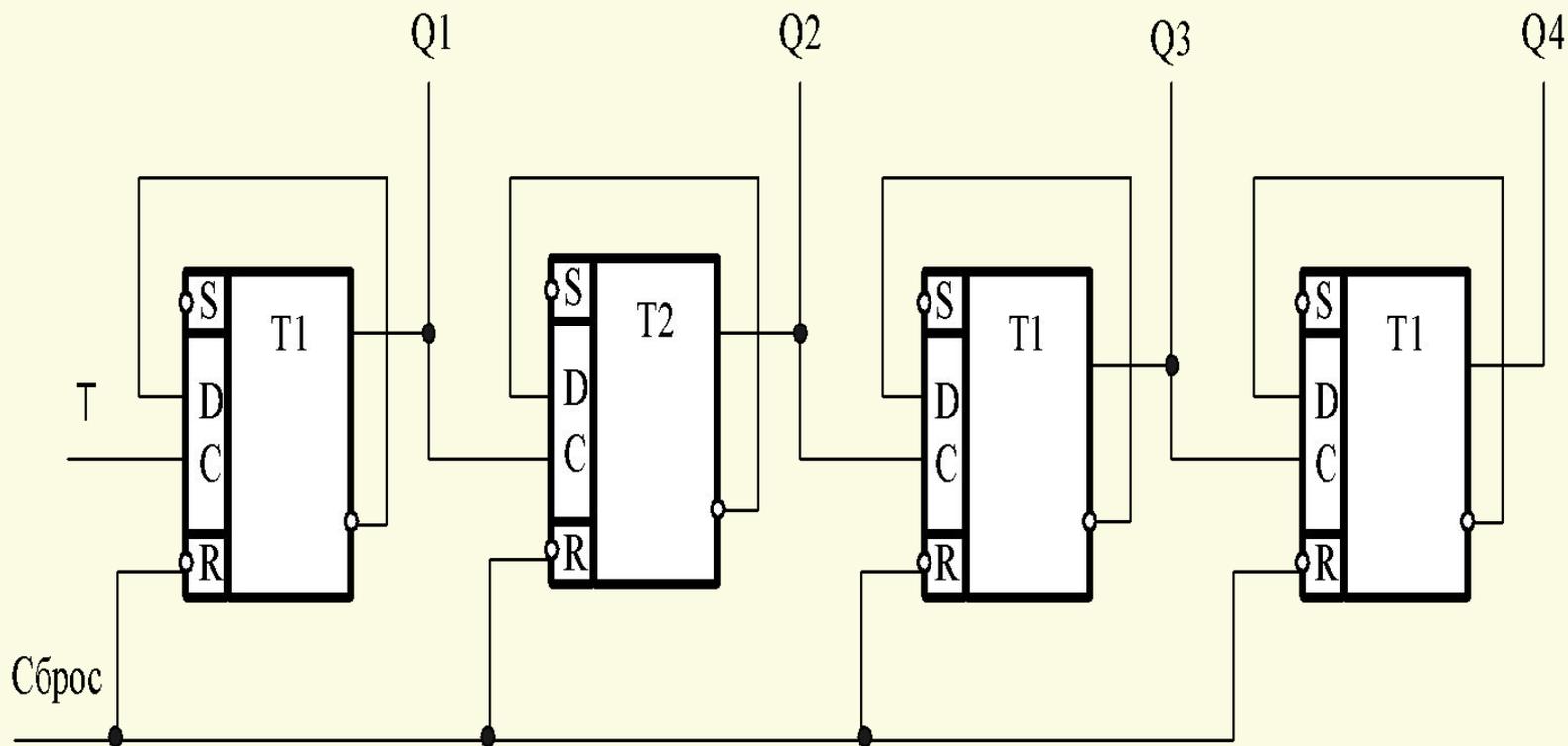


# Вычитающий счётчик

---

- Для построения вычитающего счетчика на **D** - триггерах прямой выход предыдущего триггера соединяют со входом **C** последующего триггера.

# Вычитающий счётчик

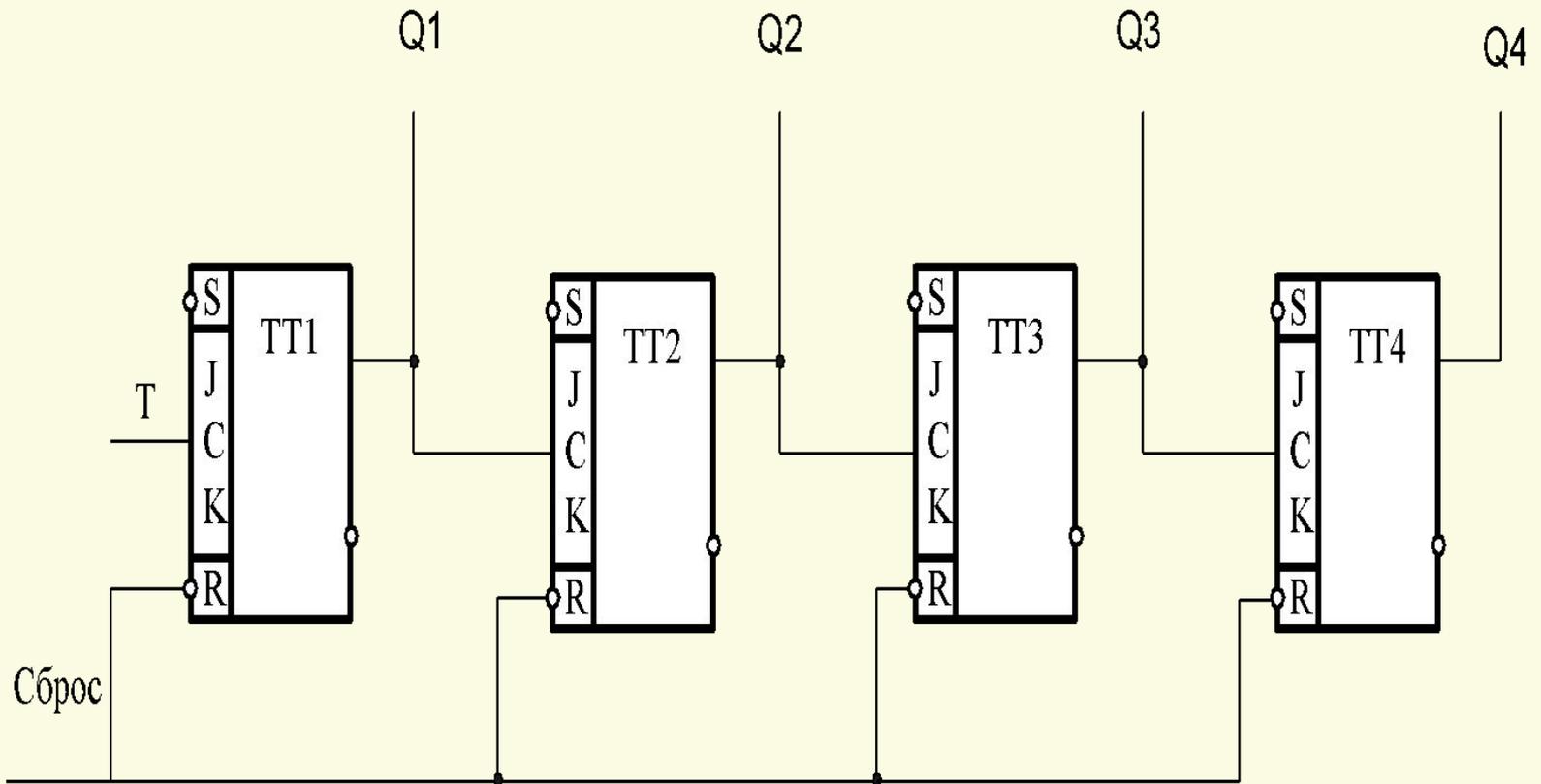


# Суммирующий счётчик

---

- Для построения **суммирующего асинхронного** счетчика на
- **J-K-триггерах** необходимо соединить прямые выходы предыдущих триггеров со входом «С» последующих триггеров.
- **J-K** триггер должен находиться в счётном режиме, при котором  $J=K=1$ .

# Суммирующий счётчик

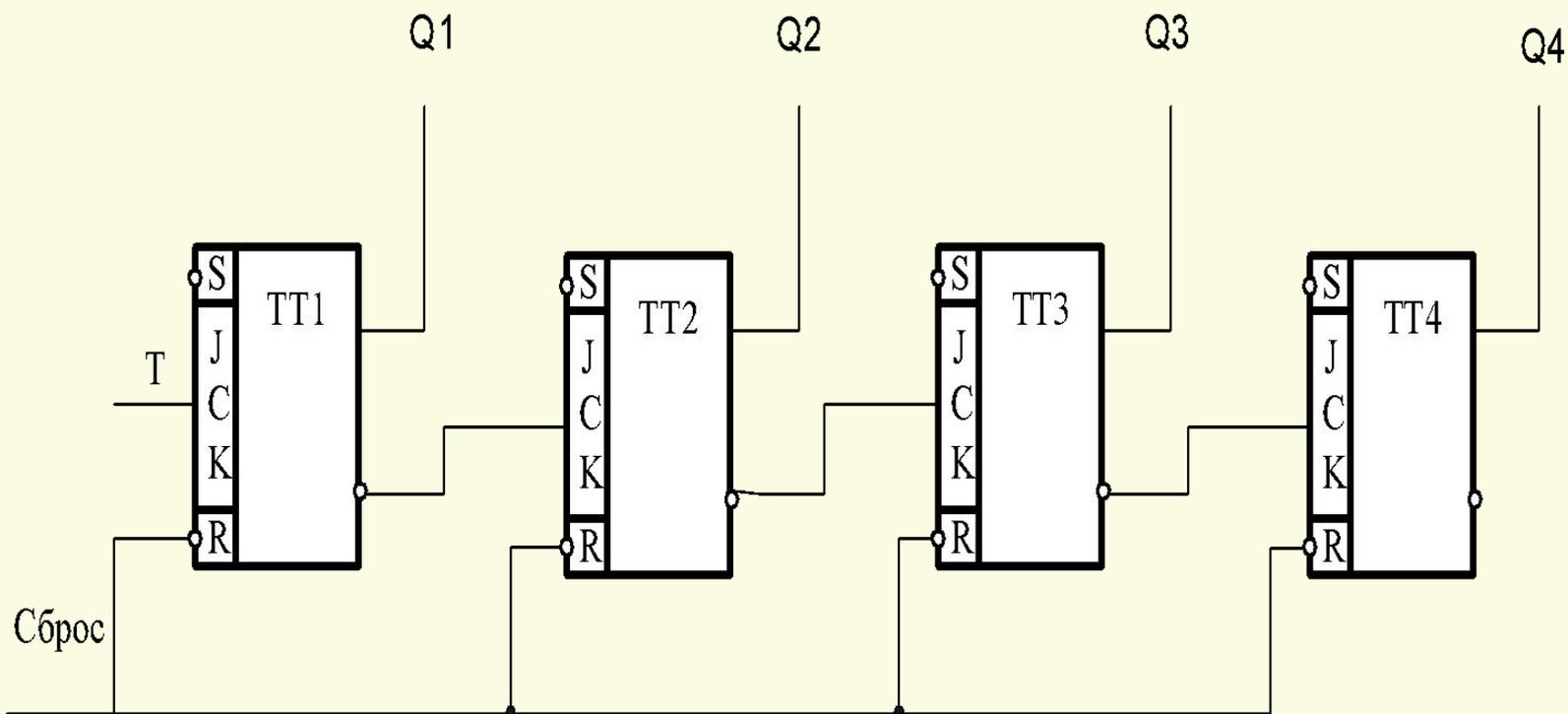


# Вычитающий счётчик

---

- ***Вычитающий асинхронный счётчик на J-K - триггерах*** можно получить, если инверсный выход предыдущего триггера соединить со входом «С» последующего триггера. Схема такого счётчика представлена на след. слайде.

# Вычитающий счётчик



# Реверсивные счётчики

---

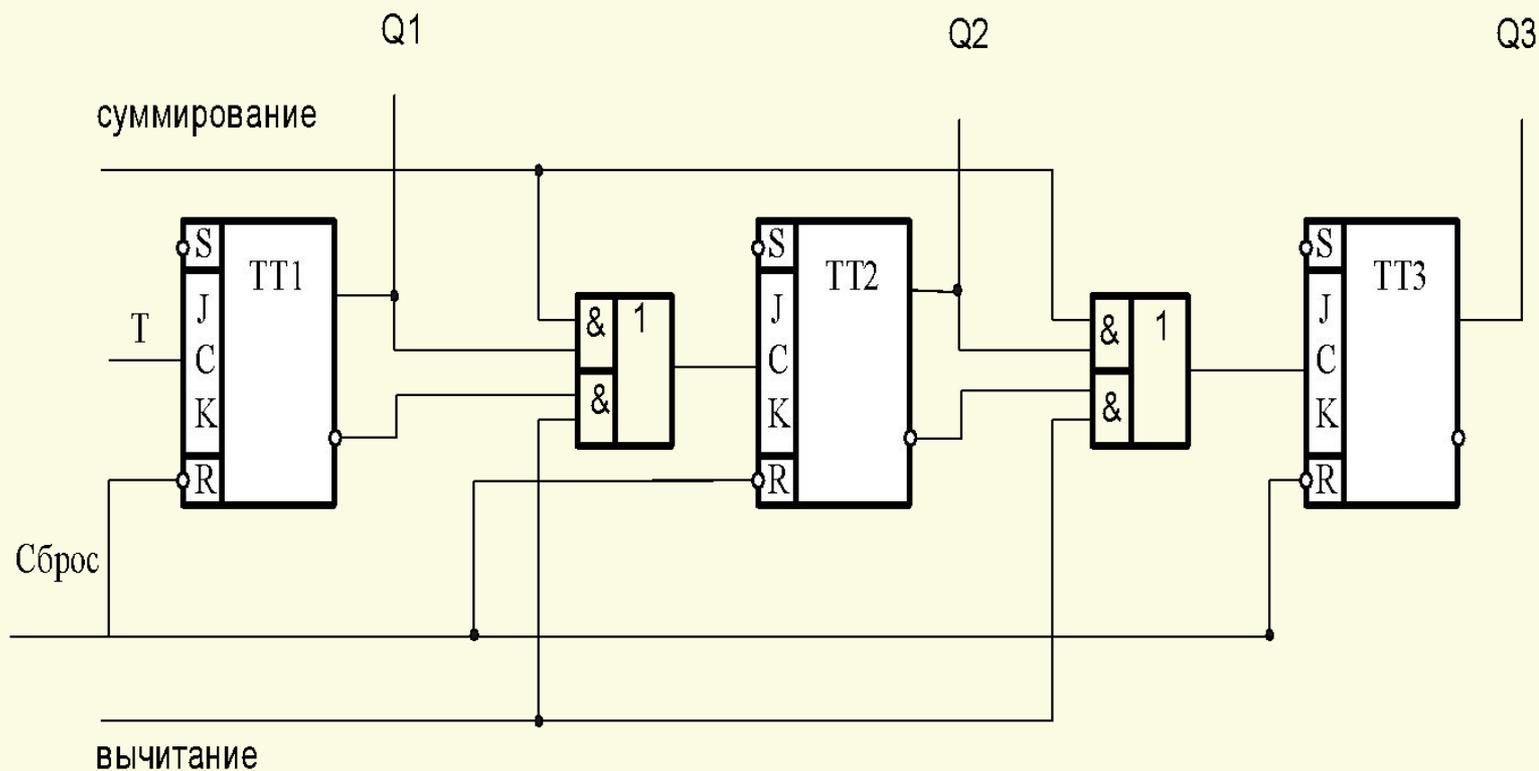
- ***Реверсивные счетчики*** осуществляют подсчет сигналов как в прямом, так и в обратном направлении, т.е. они могут работать в режиме ***сложения*** и в режиме ***вычитания*** сигналов.

# Реверсивные счётчики

---

- Для построения **реверсивных счётчиков** необходимо предусмотреть схемы, пропускающие сигналы на вход следующих триггеров либо с инверсного /при суммировании/, либо с прямого /при вычитании/ выходов предыдущего триггера.

# Схема асинхронного реверсивного счётчика на J-K триггерах.



# Счётчики с ограниченным модулем счёта

- Рассмотренные выше счетчики имели **коэффициент пересчета равный  $2^n$** , где  $n$  - число разрядов счетчика.
- Однако на практике возникает необходимость в счетчиках, коэффициент пересчета которых отличен от  $2^n$ . Очень часто, например, применяются счетчики с  $K_{сч} = 3, 10$  и т.д., т.е. счетчики, имеющие соответственно 3, 10 и т.д. устойчивых состояний.

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

---

- Принцип построения таких счетчиков заключается в исключении “лишних” устойчивых состояний у счетчика  $K_{сч} = 2^n$ , т.е. в организации схем, запрещающих некоторые состояния.

# Счётчики с ограниченным модулем счёта

- Принцип построения таких счетчиков заключается в исключении “лишних” устойчивых состояний у счетчика  $K_{сч} = 2^n$ , т.е. в организации схем, запрещающих некоторые состояния.

**Число запрещенных состояний** для любого счетчика можно определить из следующего выражения:

$$K_{зап} = 2^n - K_{исп}$$

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

---

- Рассмотрим способ построения счетчика с естественным порядком счёта, у которого **уменьшение числа устойчивых состояний** достигается за счет **сбрасывания счетчика в нулевое состояние** при записи в него заданного числа сигналов.

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

---

- В соответствии с этим способом к счетчику добавляется логическая схема, проверяющая условие: «код на счетчике изображает число равное  $K_{сч}$ , и в зависимости от результата проверки направляет входной сигнал либо на шину "установка 0", либо на суммирование к записанному коду».

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

---

- Это условие можно проверить с помощью  $n$ -входовой схемы И, связанной с прямыми выходами тех триггеров, которые при записи в счетчике числа, равного  $K_{сч}$  должны находиться в состоянии «1» и с инверсными выходами триггеров, которые в этом случае должны находиться в состоянии «0».

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

---

- Рассмотрим синтез схемы подобного счетчика на примере  $K_{сч}=10$ , т.е. счетчик должен иметь 10 состояний: от 0 до 9 в десятичной системе и от 0000 до 1001 в двоичной системе.

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

---

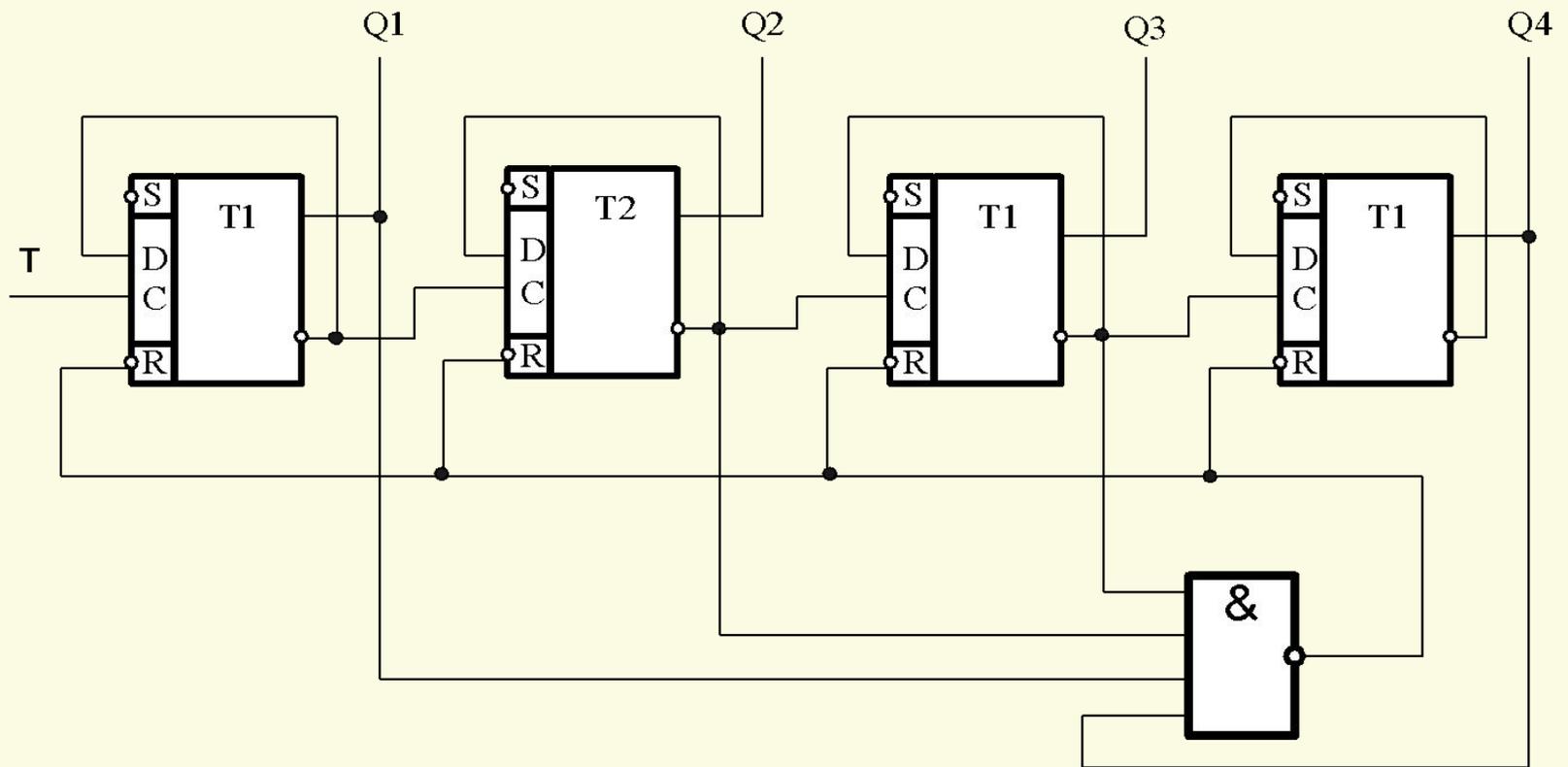
- Сначала определяется разрядность счетчика:
- Полученное значение  $n$  округляется до ближайшего целого числа, т.е.  $n=4$ . Затем определяется какие разряды счетчика будут находиться в единичном состоянии при записи в счетчик  $K_{сч}$ .

## Счётчики с ограниченным модулем счёта

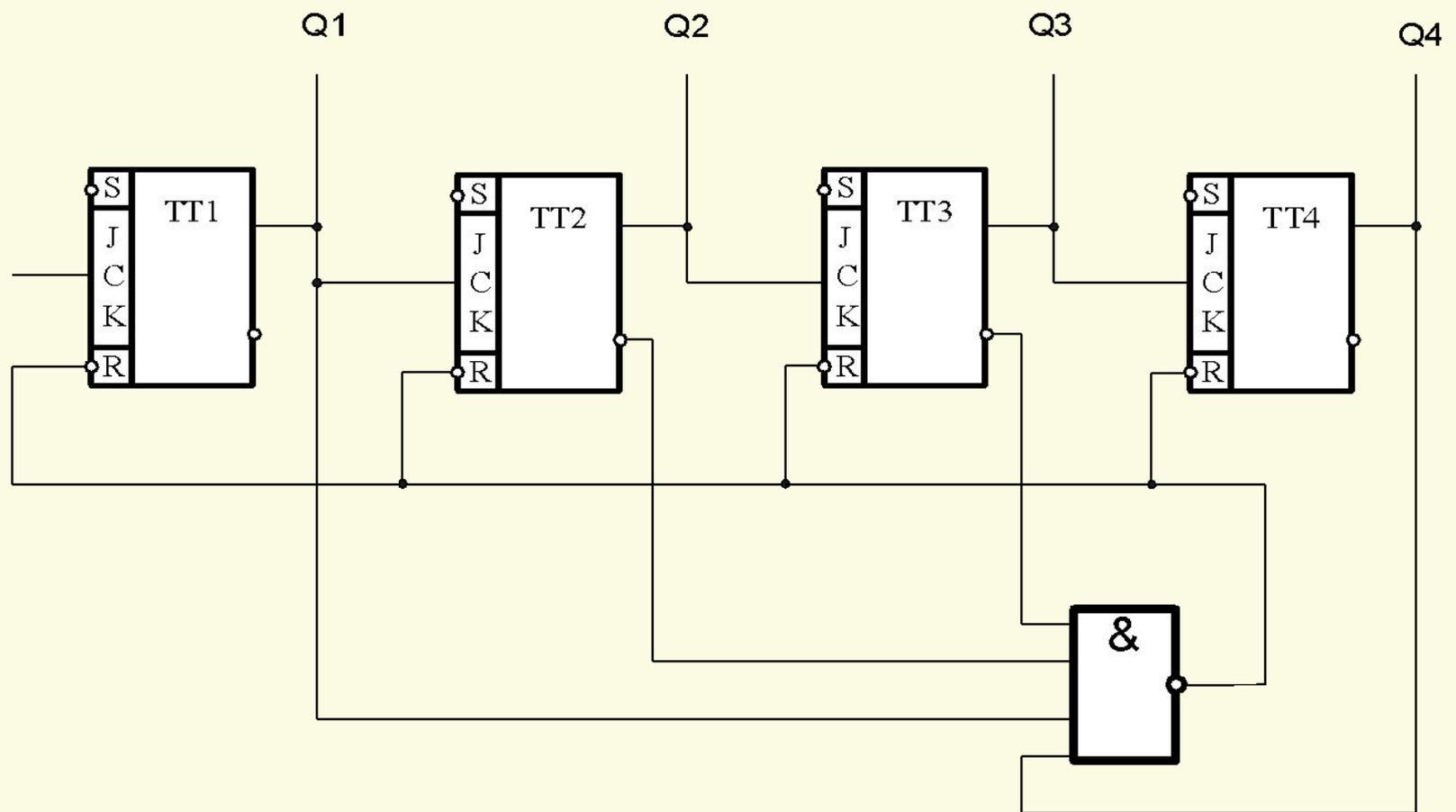
---

- Прямые выходы этих разрядов заводятся на входы логической схемы "И" и далее в цепь установки "0". Таким образом, при достижении счетчиком значения Ксч он автоматически возвращается в состояние 0000 и счет начинается сначала.

# Суммирующий счётчик с $K_{сч} = 10$ на D-триггерах



# Суммирующий счётчик с $K_{сч} = 10$ на JK-триггерах



# Счётчики синхронного типа

---

- Особенностью счётчиков синхронного типа является подача **счётного импульса одновременно** на все разряды счётчика.
- Управление правильностью переключения разрядов счётчика возлагается на логические элементы «И».

# Счётчики синхронного типа

---

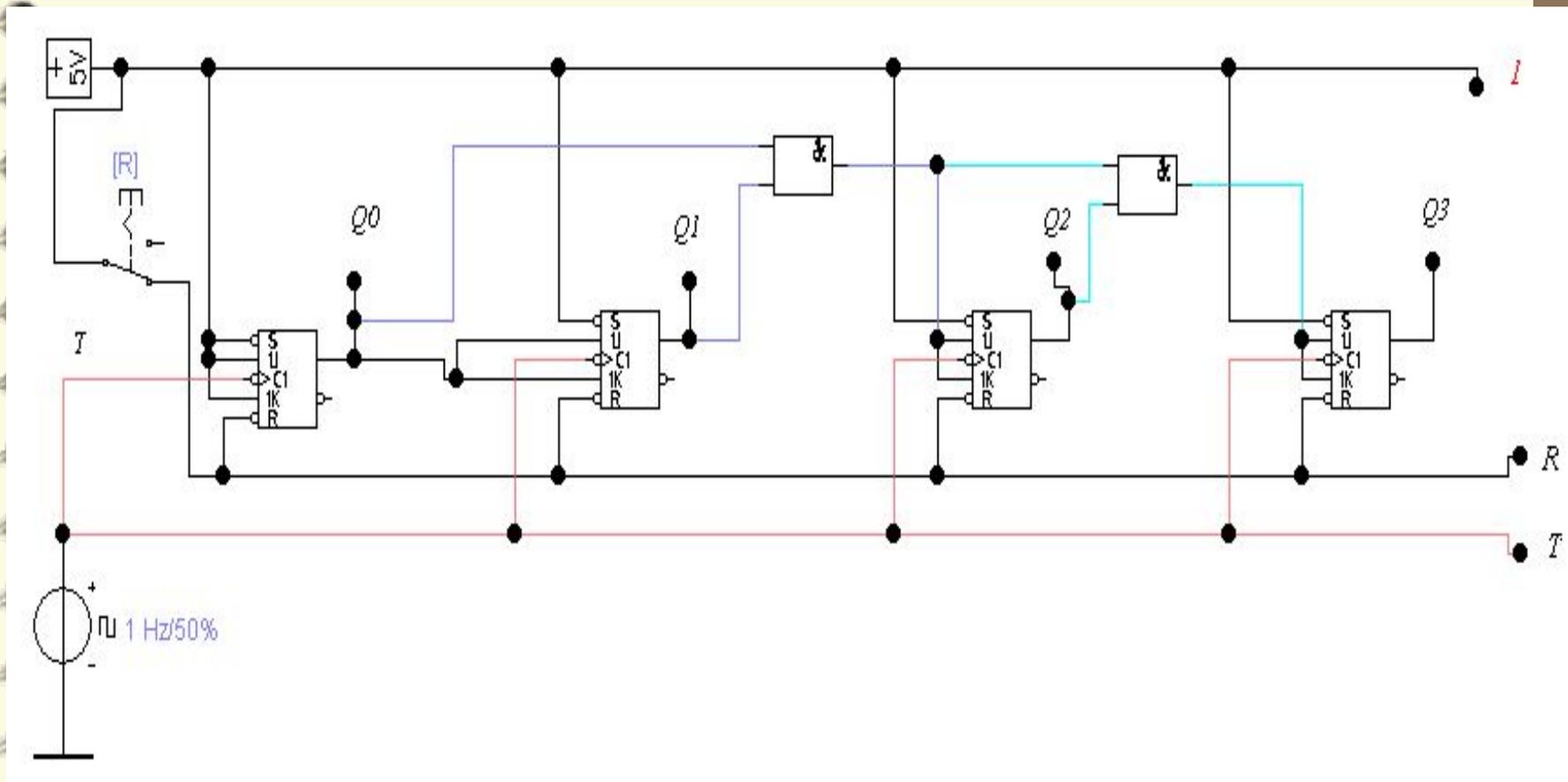
- Логический элемент «И» включает счётный режим на данном разряде счётчика подачей  $J=K=1$ , если младшие разряды по отношению к данному приняли состояние единиц.
- Это условие касается суммирующего синхронного счётчика.

# Счётчики синхронного типа

---

- В случае синхронного вычитающего счётчика переключение данного разряда должно быть разрешено, если все младшие разряды по отношению к данному приняли состояние «все нули».

# Схема суммирующего синхронного счётчика



# Схема вычитающего синхронного счётчика

