

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИГГЕРОВ (2 часа)

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель настоящей работы состоит в изучении универсального  $JK$  –триггера, изучении основных свойств и особенностей применения триггеров, а также в исследовании и изучении методов синтеза узлов, выполненных на базе триггеров – счетчиков различных типов, регистров, распределителей импульсов.

### 2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

2.1. Изучить закон функционирования  $D$  - триггера-защёлки и представить его таблицу истинности и диаграмму работы.

2.2. Изучить закон функционирования  $T$  - триггера и представить его таблицу истинности и диаграмму работы.

2.3. Изучить закон функционирования  $JK$  - триггера и представить его таблицу истинности и диаграмму работы.

2.4. Изучить способы построения  $D$  - и  $T$  - триггеры на основе  $JK$  - триггера и представить диаграмму работы.

2.5. Изучить свойства прозрачности (непрозрачности) и проницаемости триггера и их проявление. Построить диаграмму  $Q$  на выходе  $JK$ -триггера согласно рис.4.6.

### 3. ПРОГРАММА РАБОТЫ

3.1. Подключить  $JK$  - триггер к источнику питания и проверить его работу в пошаговом режиме, для чего "логический 0" и "логическую 1" подавать на соответствующие входы триггера через формирователи импульсов (рис.4.8).

3.2. Снять таблицу состояний  $JK$  - триггера в пошаговом режиме.

3.3. Исследовать свойства прозрачности или непрозрачности триггера. Представить осциллограмму  $JK$  - триггера в этих режимах (рис.4.6).

3.4. Представить диаграмму работы  $JK$  - триггера и указать на свойства триггера.

3.5. Собрать на базе ИМС КР1533ТВ9 и дополнительной логики схему  $D$ -триггера. Снять таблицу состояний  $D$  - триггера в пошаговом режиме.

3.6. Собрать на базе ИМС КР1533ТВ9 схему  $T$ -триггера. Снять сфазированные осциллограммы на входе и выходах триггера.

#### 4. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Триггер – логическое устройство, способное хранить 1 бит данных. Название единицы информации 1 бит происходит от слов *binary digit*, т.е. двоичный разряд. К триггерным принято относить все устройства, имеющие два устойчивых состояния.

В данной лабораторной работе предлагается исследовать ИМС КР1533ТВ9.

Тактируемые триггера могут выполняться, как по одноступенчатой схеме, так и по двухступенчатой.

На рис.4.1 приведена схема одноступенчатого тактируемого *RS*-триггера, выполненного в элементном базисе И-НЕ. Режимы работы триггера приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

$S$	$R$	$T$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим работы
0	0	↑	$Q$	$\bar{Q}$	Хранение
1	0	↑	1	0	Установка в "1"
0	1	↑	0	1	Сброс в "0"
1	1	X	X	X	Запрещенное состояние

Переключение триггера происходит по переднему фронту импульса (рис.4.2) на тактовом входе  $T$ . При единичном значении на входе  $T$  любое изменение на входе  $R$  или  $S$  приведет к изменению состояния триггера, поэтому при  $T = 1$  состояния входов  $R$  и  $S$  изменять нельзя.

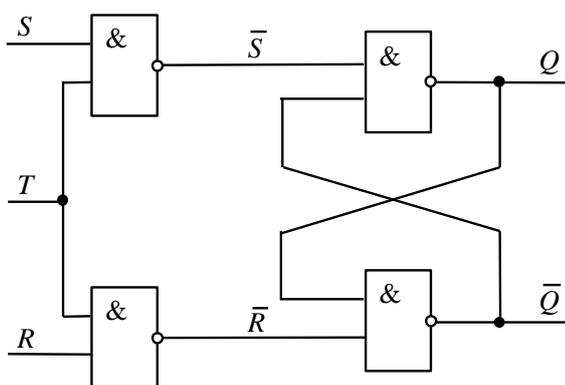


Рис.4.1. Принципиальная схема одноступенчатого тактируемого *RS*-триггера.

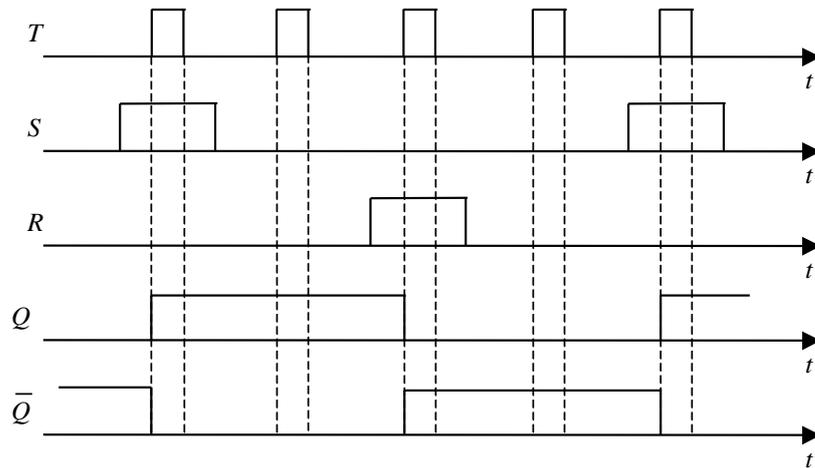


Рис.4.2. Диаграммы работы одноступенчатого тактируемого RS-триггера.

На рис.4.3 приведена схема двухступенчатого тактируемого RS-триггера, который состоит из двух последовательно включенных RS-триггеров. Первый триггер называется master (мастер), а второй slave(помощник). Как видно из рисунка тактовые импульсы на второй триггер поступают через инвертор. Поэтому при активном уровне на входе  $T$  любое изменение на входах и не приведет к немедленному изменению состояния выходов. Это основное отличие двухступенчатых RS-триггеров от одноступенчатых. Режимы работы двухступенчатого RS-триггера приведены в таблице 4.2. Переключение триггера происходит по заднему фронту импульса (рис.4.4) на тактовом входе  $T$ .

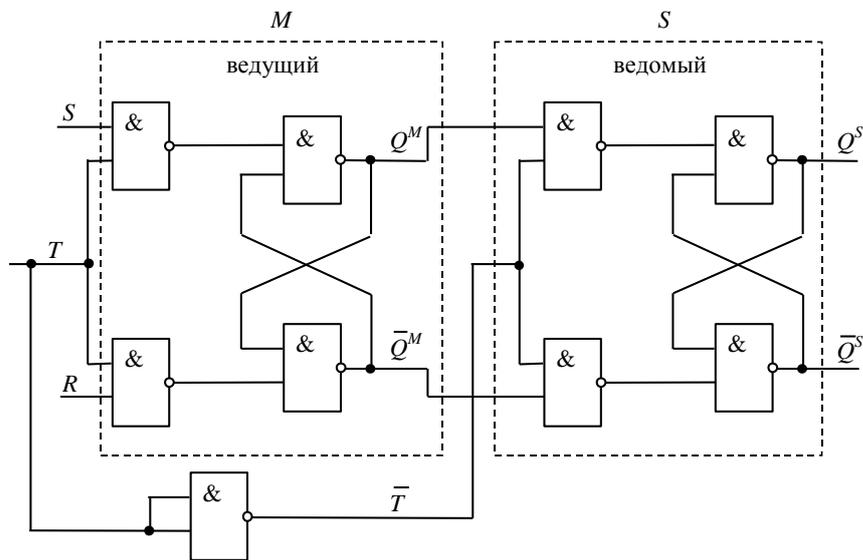


Рис.4.3. Принципиальная схема двухступенчатого тактируемого RS-триггера.

Таблица 4.2.

	$S$	$T$	$Q$	$\bar{Q}$	Режим работы
0	0	X	$Q$	$\bar{Q}$	Хранение
1	0	↓	0	1	Сброс в "0"
0	1	↓	1	0	Установка в "1"
1	1	↓	$Q$	$\bar{Q}$	Запрещенное состояние

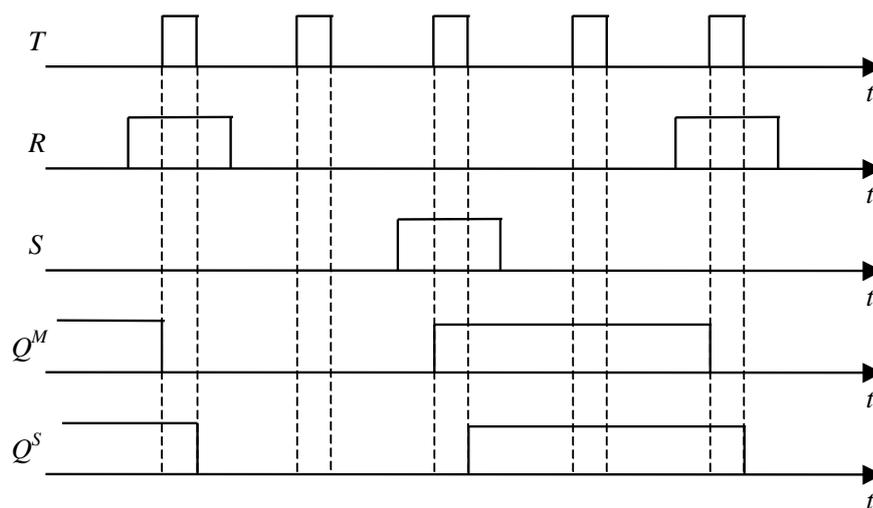


Рис.4.4. Диаграммы работы двухступенчатого тактируемого RS-триггера.

**ИМС КР1533ТВ9** – два JK - триггера. На рис.4.5. приведено УГО ИМС КР1533ТВ9 и ее цоколевка. Каждый триггер имеет универсальные входы установки  $\bar{S}$  и сброса  $\bar{R}$ , информационные входы  $J$  и  $K$ , тактовый вход  $\bar{C}$  и два комплементарных выхода  $Q$  и  $\bar{Q}$ . Функционирование одной секции ИМС КР1533ТВ9 происходит согласно таблице 4.3, из которой следует, что он имеет семь режимов работы. Состояния триггера изменяются на срез положительного импульса. Следует знать, что состояния выходов  $Q$  и  $\bar{Q}$  неопределены, если на входы  $\bar{S}$  и  $\bar{R}$  одновременно поданы сигналы низкого уровня. Кроме того, следует уяснить, что сигналы на информационных входах не должны переключаться, если на тактовом входе присутствует напряжение высокого уровня. В противном случае эти переключения будут отслеживаться на выходе и триггер теряет свойства непрозрачности в этот момент. Это обстоятельство надо иметь в виду при применении некоторых типов триггеров, например, таких как К155ТВ1. Зарубежный аналог КР1533ТВ9 – 74112, 74LS112N, 74S112N.

Если триггер проницаем, то схема цифрового устройства должна быть спроектирована таким образом, чтобы сигналы на управляющих входах изменялись лишь при неактивном уровне тактового сигнала, а при активном его уровне оставались постоянными.

На рис.4.7 приведена принципиальная схема исследования ИМС КР1533ТВ9.

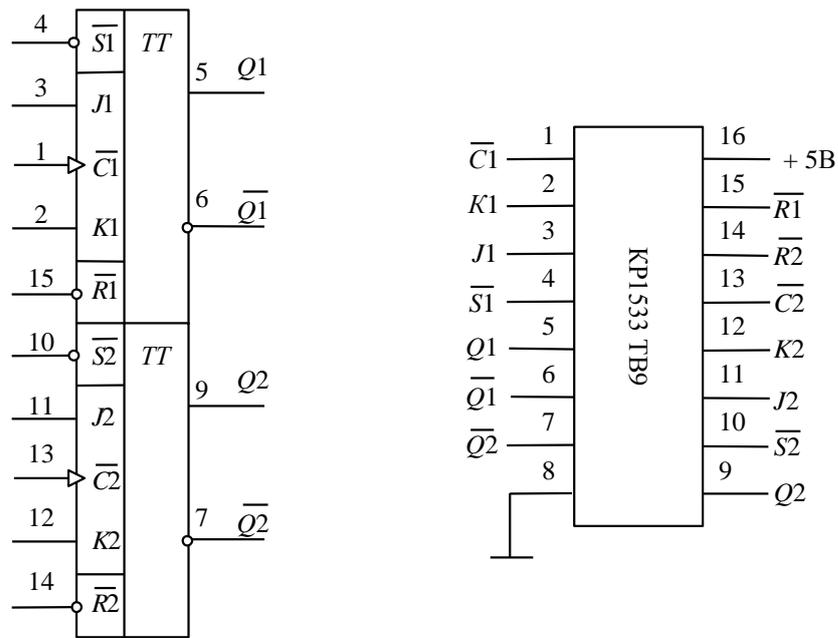


Рис.4.5. УГО ИМС KP1533TB9 и ее цоколевка.

Таблица 4.3.

Режим работы	Входы					Выход	
	$\bar{S}$	$\bar{R}$	$\bar{C}$	$J$	$K$	$Q$	$\bar{Q}$
Асинхронная установка	0	1	X	X	X	1	0
Асинхронный сброс	1	0	X	X	X	0	1
Неопределенность	0	0	X	X	X	1	1
Переключение	1	1	↓	1	1	$\bar{q}$	$q$
Загрузка "0" (сброс)	1	1	↓	0	1	0	1
Загрузка "1" (установка)	1	1	↓	1	0	1	0
Хранение (нет изменений)	1	1	↓	0	0	$q$	$\bar{q}$

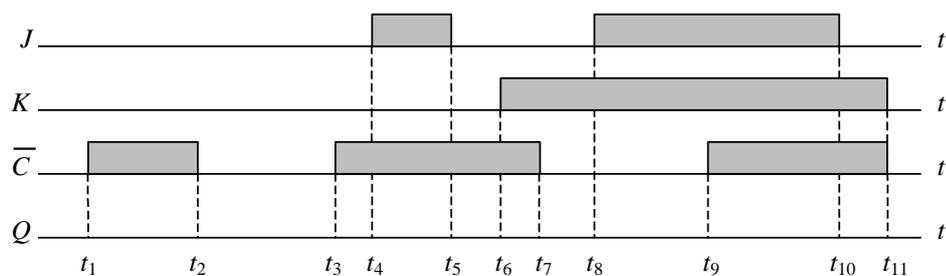
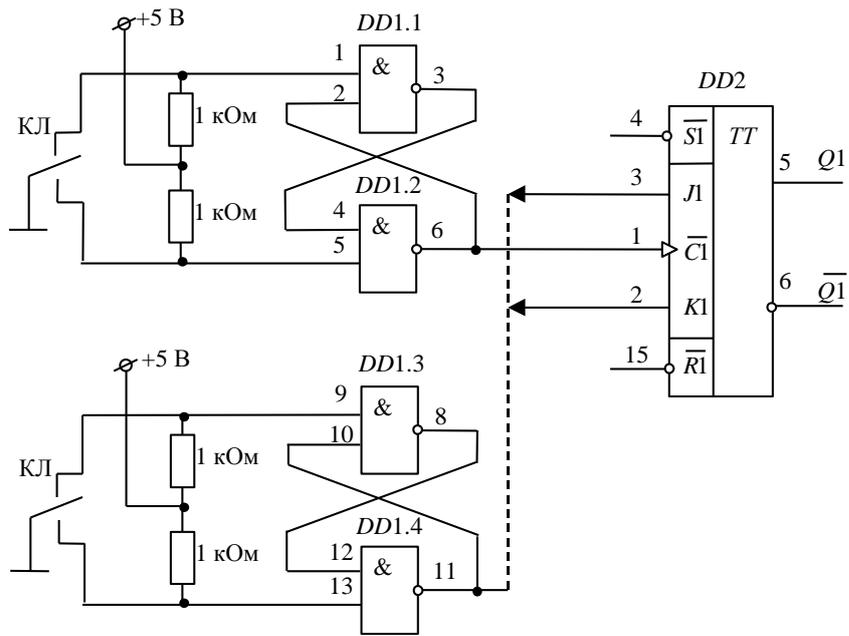


Рис.4.6. Предлагается построить выходной сигнал  $Q$  и проверить его на практике.



Тип ИМС	КР1533ЛА3	КР1533ТВ9
Обозначение на схеме	DD1	DD2
Общий	7	8
+5В	14	16

Рис.4.7. Схема исследования ИМС КР1533ТВ9.

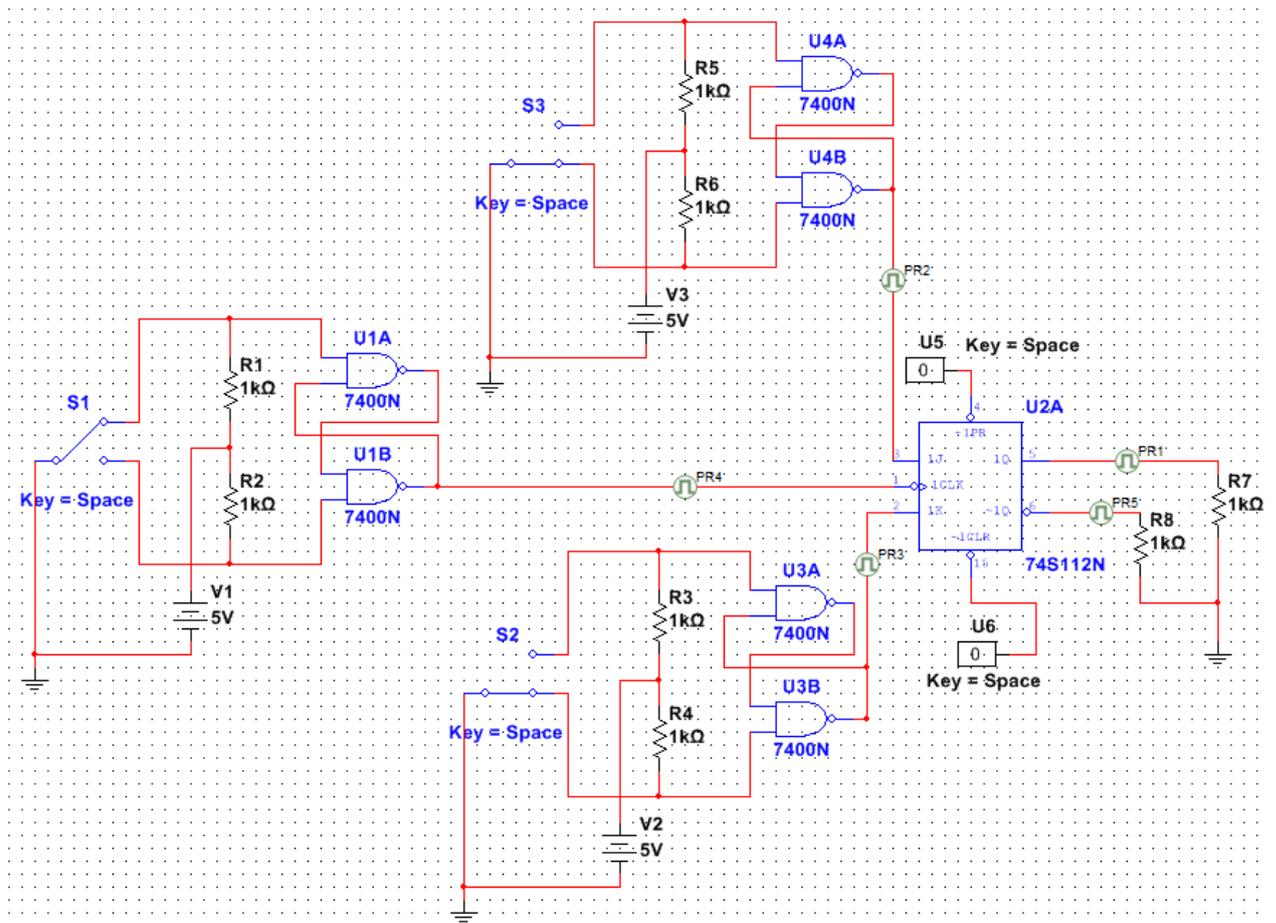


Рис. 4.8. Схема исследования JK-триггера (ИМС КР1533ТВ9)

В схеме рис. 4.8 использованы интерактивные ключи  $S1-S3$  (SPDT) и интерактивные цифровые источники  $U5-U6$  (INTERACTIVE\_DIGITAL\_CONSTANT).

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 5.1 Цель работы.
- 5.2. Программа работы (кратко).
- 5.3. Результаты выполнения каждого пункта программы:
  - принципиальные схемы исследуемых устройств;
  - таблицы истинности;
  - комментарии;
  - диаграммы и осциллограммы.
- 5.4. Выводы.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 6.1. Какие типы триггеров вы знаете? Объясните назначение  $R$ -,  $S$ -,  $D$ -,  $C$ -входов триггеров.
- 6.2. В чем отличие тактируемых и асинхронных триггеров?
- 6.3. Приведите схемы и таблицы истинности асинхронных  $RS$ -триггеров на логических элементах ИЛИ-НЕ и И-НЕ. Поясните режимы работы триггеров.
- 6.4. Что понимают под термином «активный уровень»?
- 6.5. Нарисуйте условное графическое обозначение тактируемого  $RS$ -триггера.
- 6.6. Как получить  $D$ -триггер из  $RS$ -триггера?
- 6.7. Нарисуйте условное графическое обозначение  $D$ -триггера с асинхронными входами предустановки. Используя таблицу истинности триггера, поясните режимы работы. Какие символы используют для обозначения тактового входа  $C$ ?
- 6.8. Приведите схемы построения  $T$ -триггера на базе  $D$ - и  $RS$ -триггера. Почему его называют счетным?
- 6.9. Приведите условное графическое обозначение  $JK$ -триггера и алгебраическое выражение, описывающее его работу. Поясните режимы работы триггера, используя таблицу истинности.
- 6.10. Как на базе  $JK$ -триггера построить  $RS$ -,  $D$ -,  $T$ -триггер?
- 6.11. В каких устройствах применяются триггеры?