

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

Факультет: Московский институт электроники и математики  
Департамент компьютерной инженерии

**Методические указания по выполнению лабораторной работы по  
дисциплине «Схемотехника»**

**на тему**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИСТРОВ СДВИГА**

Составители

к.т.н., доц. Е.М. Иванова  
ст. преп. Сафонов С.Н.

**Москва 2018**

## ЦЕЛЬ И ПРАКТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПОСОБИЯ

### **Цель работы**

Целью работы является закрепление теоретических знаний по разделам «Цифровая схемотехника», «Регистры сдвига».

### **Краткое содержание**

В настоящем пособии приводится описание особенностей организации работы регистров сдвига. Приводятся краткие теоретические сведения об их назначении, параметрах, способах классификации, правилах построения буферного, сдвигающего и кольцевого регистра и распределителей импульсов. По окончании лабораторной работы студент должен иметь представление о принципах работы регистров и распределителей импульсов, уметь объяснить полученные результаты моделирования для своего варианта задания и ответить на вопросы преподавателя по теме работы.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- Включить стенд двумя тумблерами на задней поверхности.
- Собрать требуемую схему, соединяя гнезда проводами.
- Выполнить моделирование работы заданных элементов.
- Составить отчет о проделанной работе.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### **Назначение и виды регистров**

Регистром называется последовательностное устройство, предназначенное для записи, хранения или сдвига информации, представленной в виде двоичного кода.

*По способу приема информации существуют регистры:*

- параллельные (буферные), в которые информация записывается и считывается только в параллельном виде, информация не сдвигается;
- последовательные (сдвигающие), в которые информация записывается и считывается только в последовательном виде;
- универсальные, в которые информация записывается и считывается как в параллельном, так и последовательном виде.

*По направлению сдвига информации:*

- со сдвигом в одном направлении;
- со сдвигом в двух направлениях (реверсивные).

Регистры строятся только на тактируемых триггерах.

### **Буферные регистры**

Буферные регистры представляют набор несвязанных по выходам триггеров (за исключением схем общего сброса/синхронизации) для хранения отдельных

разрядов числового кода. Буферные регистры имеют несколько информационных входов, в соответствии с числом разрядов регистра. Многие буферные регистры построены по схеме с тремя состояниями выхода для работы на шину данных.

Буферные регистры построены на D-триггерах (см. рис.1), работающих независимо друг от друга. Обычно триггеры имеют общий тактовый вход. При выборе микросхемы регистра необходимо обращать внимание на тип D-триггеров, используемых в схеме регистра. Если используются триггеры со *статическим управлением* (триггеры “защелки”), то в интервалы времени действия высокого уровня тактового сигнала информация со входов триггеров передается на их выходы; информация запоминается в триггерах по срезу тактового сигнала. D-триггеры с *динамическим управлением* не передают транзитом информацию на выход; они фиксируют ее по переднему фронту тактового сигнала.

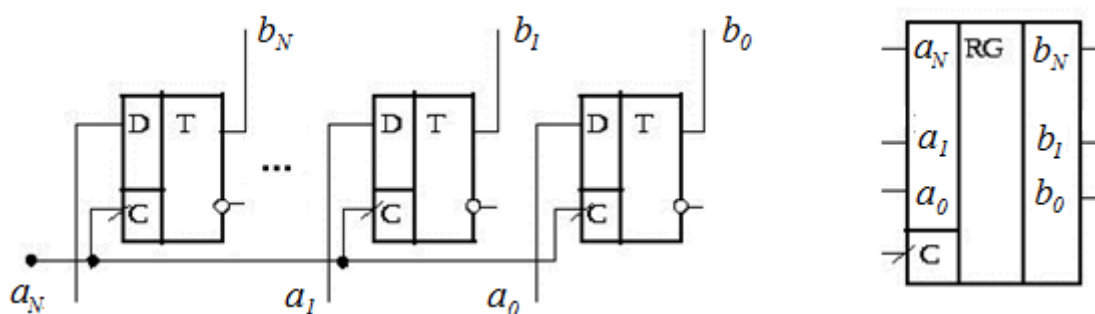


Рис.1. Многоразрядный буферный регистр, построенный на D-триггерах

### **Сдвигающие регистры**

Сдвигающие регистры имеют один информационный вход. Универсальные регистры имеют как вход для последовательного ввода информации, так и входы для параллельной записи информации одновременно во все разряды.

Сдвигающие регистры используются для преобразования последовательного двоичного кода в параллельный, а параллельного – в последовательный. На их основе строят схемы синхронизации, распределители импульсов на несколько каналов, схемы управления цифровыми узлами.

Сдвигающий регистр строится на D-триггерах, которые могут быть реализованы на JK-триггерах при соответствующей организации цепей переноса между разрядами (рис.2).

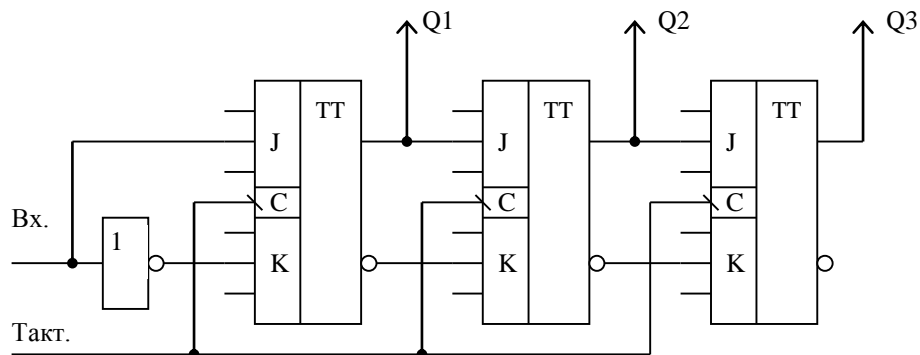


Рис.2. Трехразрядный сдвигающий регистр, построенный на JK-триггерах

При использовании в сдвигающих регистрах JK-триггеры имеют функциональную избыточность. Поэтому такие регистры обычно выполняют на синхронных D-триггерах (рис.3). При этом становятся проще цепи переноса сигналов между разрядами.

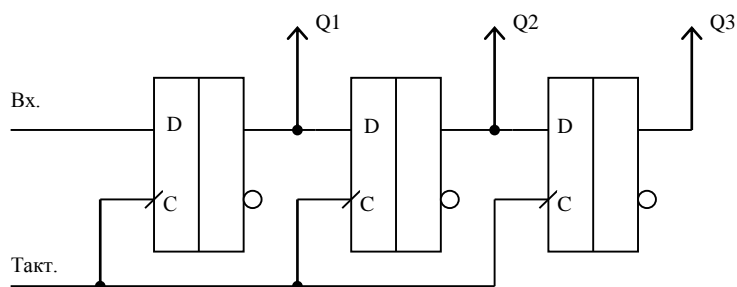


Рис.3. Сдвигающий регистр на D-триггерах

### **Распределители импульсов**

Распределители импульсов на несколько каналов используются в устройствах синхронизации функционально сложных вычислительных систем, а также для управления шаговыми двигателями в периферийном оборудовании. Распределители импульсов обычно строятся на кольцевых регистрах, в которых циклически сдвигается "1" (рис.4).

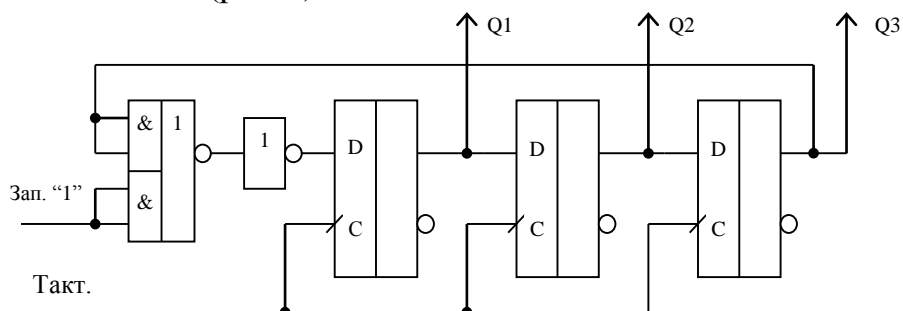


Рис.4. Кольцевой сдвигающий регистр

При случайном сбое в таком регистре возможна потеря “1”. Для восстановления работоспособности необходимо выявить факт сбоя и подать специальную команду для записи “1”. Автоматическая коррекция выполняется в схеме регистра с дополнительными логическими связями (рис.5).

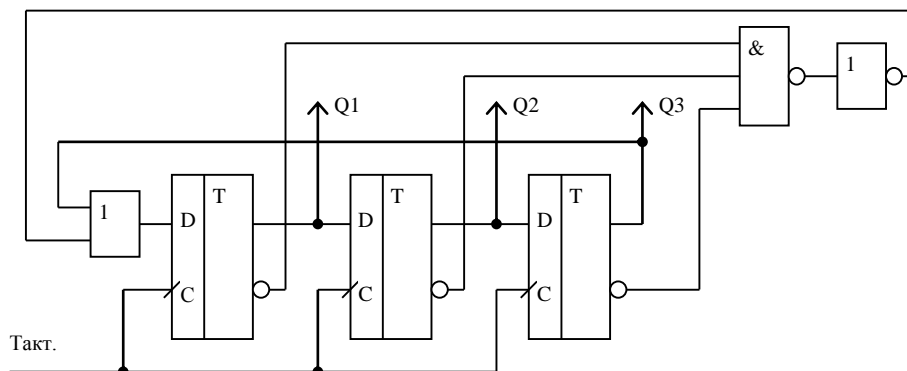


Рис.5. Кольцевой сдвигающий регистр с коррекцией

На кольцевых сдвигающих регистрах строят счетчики особого вида, которые называются счетчиками Джонсона. Для этого в регистре заменяют одну из цепей переноса с прямой на перекрестную (рис.6). Коэффициент счета такого счетчика  $K_{сч}=2m$ , где  $m$  – число разрядов. Достоинство счетчика заключается в том, что в процессе счета только один триггер изменяет состояние и поэтому на выходах не возникают помехи, вызванные задержками переключения триггеров. Кроме того, в счетчике в течение одного цикла состояние 01 или 10 для двух соседних триггеров имеет место один раз независимо от числа разрядов счетчика, поэтому для дешифрации кода в счетчике могут использоваться простые элементы 2И. Для коррекции сбоев счетчик может дополняться логической цепью, как в схеме (рис.5).

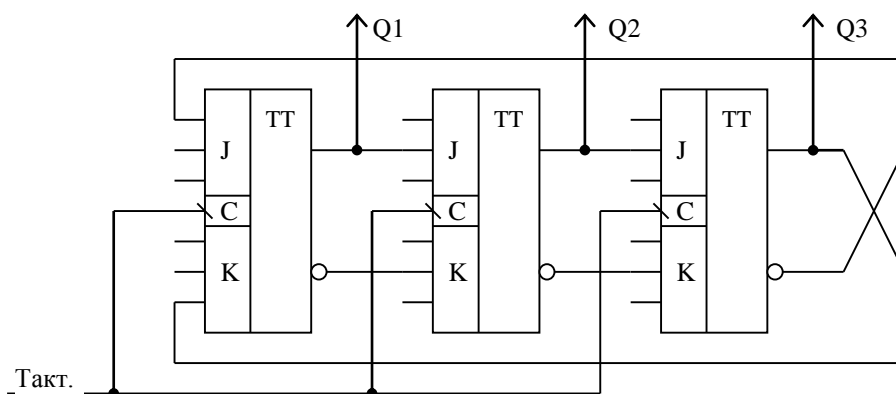


Рис.6. Счетчик Джонсона

**ЗАДАНИЕ**

**Задание 1.** Построить и исследовать буферный регистр с общей схемой сброса/установки следующего вида

таблица вариантов

На D-триггерах		На JK-триггерах	
трёхразрядный	двухразрядный	двухразрядный	трёхразрядный
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

**Задание 2.** Исследовать сдвигающий регистр в соответствии с табл. вариантов на JK-триггерах. Составить таблицу состояний и временные диаграммы. Пояснить на диаграммах порядок переключения элементов схемы (например, указать стрелками).

таблица вариантов

На JK-триггерах (рис.2)		На D-триггерах (рис.3)	
трёхразрядный	двухразрядный	трёхразрядный	двухразрядный
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

**Задание 3.** Исследовать кольцевой сдвигающий регистр (рис.4). Составить таблицу состояний и временные диаграммы. В таблицу и на диаграммы обязательно добавить управляющие сигналы: «Зап1», D1. Пояснить на диаграммах порядок переключения элементов схемы (например, указать стрелками).

**Задание 4.** Исследовать указанную в варианте схему /. Составить таблицу состояний и временные диаграммы, начиная с общего сброса триггеров в «0». В таблицу и на диаграммы обязательно добавить управляющие сигналы: для сдвигового регистра – выход с элемента «ЗИ-НЕ», D1; для счетчика Джонсона – выход  $\overline{Q_3}$ . Пояснить на диаграммах порядок переключения элементов схемы (например, указать стрелками). Объяснить (на примере начальной установки) ситуацию потери/появления «1» в схеме.

таблица вариантов

Кольцевой сдвигающий регистр со схемой коррекции (рис.5)		Счетчик Джонсона (рис.6)	
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Назначение разных видов регистров.
2. Основные параметры регистров.
3. Классификация регистров.
4. Сравните буферные, сдвигающие и сдвигающие кольцевые регистры.
5. Что влияет на порядок работы регистров?
6. Как организовать кольцевой регистр с коррекцией ситуации потери «1»?

Правила оформления, отправки отчета на проверку и порядка оценивания аналогичны правилам для ЛРН<sup>№2</sup>, ЛРН<sup>№3</sup>.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Цель и практическое содержание пособия.....	2
<i>Цель работы</i> .....	2
<i>Краткое содержание</i> .....	2
Порядок выполнения работы .....	2
Теоретическая часть .....	2
<i>Назначение и виды регистров</i> .....	2
<i>Буферные регистры</i> .....	2
<i>Сдвигающие регистры</i> .....	3
<i>Распределители импульсов</i> .....	4
Задание.....	6
Вопросы для самопроверки.....	7