Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

Задание на синтез генератора кодов

по дисциплине «Основы вычислительной техники»

Выполнил

студент гр. 3530901/90001

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Плетнев Т.С.

(подпись)

Руководитель

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ доцент Тарасов О.М.

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 г.

Санкт-Петербург   
2020

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПолнение курсовой работы**

студенту группы 3530901/90001 Плетневу Тимофею Сергеевичу

***1. Тема проекта (работы):*** Синтез двоичного 4-разрядного счетчика обратного счета в коде «8,4,2,1» с регистром, осуществляющим разомкнутый сдвиг влево, на D- и JK-триггерах.

***2. Срок сдачи законченной работы*** 1 декабря

***3. Исходные данные к работе***: обратный счет в коде «8,4,2,1» с регистром, сдвиг влево, D- и JK-триггеры.

***4. Содержание пояснительной записки***:

***Дата получения задания***: «  20  »   октября    2020 г.

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ доцент Тарасов О.М.

(подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Плетнев Т.С.

(подпись)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата)

Содержание

[Введение 4](#_Toc57726944)

[1. Цели работы 4](#_Toc57726945)

[2. Задачи работы 4](#_Toc57726946)

[3. Основные термины, определения и обозначения 4](#_Toc57726947)

[Ход работы 6](#_Toc57726948)

[1. Определение режимов работы КА 6](#_Toc57726949)

[2. Таблицы переходов КА 7](#_Toc57726950)

[3. Карты Карно для входных сигналов 10](#_Toc57726951)

[4. Схемы реализации КА 17](#_Toc57726952)

[5. Сравнение вариантов реализации устройства 19](#_Toc57726953)

[Заключение 22](#_Toc57726954)

# Введение

Номер варианта: 10

## Цели работы

Синтез двоичного 4-разрядного счетчика обратного счета в коде «8,4,2,1» с регистром, осуществляющим разомкнутый сдвиг влево, на D- и JK-триггерах.

## Задачи работы

* Определение режимов работы КА
* Определение таблиц возбуждения для используемых режимов работы
* Создание Карт Карно для входных сигналов триггеров
* Минимизация функций возбуждения заданных типов триггеров
* Реализация схем устройства КА на различных типах триггеров
* Сравнение вариантов реализации устройства
* Выбор оптимальной реализации

## Основные термины, определения и обозначения

Двоичный счетчик — счетчик, имеющий модуль М=2n, где n – целое число, и естественную последовательность кодов состояний.

Регистр — последовательное или параллельное логическое устройство, используемое для хранения n-разрядных двоичных чисел и выполнения преобразований над ними.

Триггер — класс электронных устройств, обладающих способностью длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний и чередовать их под воздействием внешних сигналов.

Разомкнутый сдвиг влево — сдвиг, при котором уходящий бит исчезает (старший), не влияя на оставшиеся биты, а на месте появившегося бита (младшего) записывается бит 0.

Конечный автомат (КА) — модель дискретного устройства, имеющего один вход, один выход и в каждый момент времени находящегося в одном состоянии из множества возможных. Является частным случаем абстрактного дискретного автомата, число возможных внутренних состояний которого конечно.

Карта Карно — графический способ представления булевых функций с целью их удобной и наглядной ручной минимизации.

# Ход работы

## Определение режимов работы КА

Так как по заданию требуется реализовать 3 режима работы, то будет достаточно использовать 2 входа для управления КА.

Таблица 1 – Таблица кодирования режимов работы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Режим |
| 0 | 0 | Хранение |
| 0 | 1 | Обратного счета |
| 1 | 0 | Разомкнутый сдвиг влево |
| 1 | 1 | - |

## Таблицы переходов КА

Так как нам по заданию требуется реализовать 4-ех разрядный счетчик, то нам потребуется 4 триггера, где каждый из триггеров будет хранить соответствующий разряд счетчика.

Таблица 2 – Таблица обязательных значений функций возбуждения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Переходы | JK-триггер | | D-триггер |
| J | K | D |
|  | 0 | Н | 0 |
|  | 1 | Н | 1 |
|  | Н | 1 | 0 |
|  | Н | 0 | 1 |

Таблица 3 – Сводная таблица переходов для используемых режимов работы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | |
| Хранение | Обратный счет | Разомкнутый сдвиг влево | Избыточный |
| 00 | 01 | 10 | 11 |
| 0000 | 0000 | 1111 | 0000 | Н |
| 0001 | 0001 | 0000 | 0010 | Н |
| 0010 | 0010 | 0001 | 0100 | Н |
| 0011 | 0011 | 0010 | 0110 | Н |
| 0100 | 0100 | 0011 | 1000 | Н |
| 0101 | 0101 | 0100 | 1010 | Н |
| 0110 | 0110 | 0101 | 1100 | Н |
| 0111 | 0111 | 0110 | 1110 | Н |
| 1000 | 1000 | 0111 | 0000 | Н |
| 1001 | 1001 | 1000 | 0010 | Н |
| 1010 | 1010 | 1001 | 0100 | Н |
| 1011 | 1011 | 1010 | 0110 | Н |
| 1100 | 1100 | 1011 | 1000 | Н |
| 1101 | 1101 | 1100 | 1010 | Н |
| 1110 | 1110 | 1101 | 1100 | Н |
| 1111 | 1111 | 1110 | 1110 | Н |

Таблица 4.1 – Таблица функций возбуждения триггеров для режима хранения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (хранение) | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | | | |  | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0000 | 0000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0001 | 0001 | 0 | 0 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0010 | 0010 | 0 | 0 | Н | 0 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0011 | 0011 | 0 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0100 | 0100 | 0 | Н | 0 | 0 | Н | 0 | Н | Н | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0101 | 0101 | 0 | Н | 0 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0110 | 0110 | 0 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 0 | Н | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0111 | 0111 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1000 | 1000 | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | Н | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1001 | 1001 | Н | 0 | 0 | Н | 0 | Н | Н | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1010 | 1010 | Н | 0 | Н | 0 | 0 | Н | 0 | Н | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1011 | 1011 | Н | 0 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1100 | 1100 | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | Н | Н | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1101 | 1101 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 0 | Н | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1110 | 1110 | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | Н | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1111 | 1111 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Таблица 4.2 – Таблица функций возбуждения триггеров для режима счетчика

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (счетчик) | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | | | |  | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0000 | 1111 | 1 | 1 | 1 | 1 | Н | Н | Н | Н | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0001 | 0000 | 0 | 0 | 0 | Н | Н | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0010 | 0001 | 0 | 0 | Н | 1 | Н | Н | 1 | Н | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0011 | 0010 | 0 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0100 | 0011 | 0 | Н | 1 | 1 | Н | 1 | Н | Н | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0101 | 0100 | 0 | Н | 0 | Н | Н | 0 | Н | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0110 | 0101 | 0 | Н | Н | 1 | Н | 0 | 1 | Н | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0111 | 0110 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1000 | 0111 | Н | 1 | 1 | 1 | 1 | Н | Н | Н | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1001 | 1000 | Н | 0 | 0 | Н | 0 | Н | Н | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1010 | 1001 | Н | 0 | Н | 1 | 0 | Н | 1 | Н | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1011 | 1010 | Н | 0 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1100 | 1011 | Н | Н | 1 | 1 | 0 | 1 | Н | Н | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1101 | 1100 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 0 | Н | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1110 | 1101 | Н | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 1 | Н | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1111 | 1110 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Таблица 4.3 – Таблица функций возбуждения триггеров для режима сдвига

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (сдвиг) | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | | | |  | | | |  | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0000 | 0000 | 0 | 0 | 0 | 0 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0001 | 0010 | 0 | 0 | 1 | Н | Н | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0010 | 0100 | 0 | 1 | Н | 0 | Н | Н | 1 | Н | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0011 | 0110 | 0 | 1 | Н | Н | Н | Н | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0100 | 1000 | 1 | Н | 0 | 0 | Н | 1 | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0101 | 1010 | 1 | Н | 1 | Н | Н | 1 | Н | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0110 | 1100 | 1 | Н | Н | 0 | Н | 0 | 1 | Н | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0111 | 1110 | 1 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1000 | 0000 | Н | 0 | 0 | 0 | 1 | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1001 | 0010 | Н | 0 | 1 | Н | 1 | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1010 | 0100 | Н | 1 | Н | 0 | 1 | Н | 1 | Н | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1011 | 0110 | Н | 1 | Н | Н | 1 | Н | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1100 | 1000 | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 1 | Н | Н | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1101 | 1010 | Н | Н | 1 | Н | 0 | 1 | Н | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1110 | 1100 | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 1 | Н | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1111 | 1110 | Н | Н | Н | Н | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

## Карты Карно для входных сигналов

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 1 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 2 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 3 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 5 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 6 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 7 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 8 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 9 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 10 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 11 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 12 Карта Карно для |
|  |
|  |
| Рис. 12 Карта Карно для |
|  |

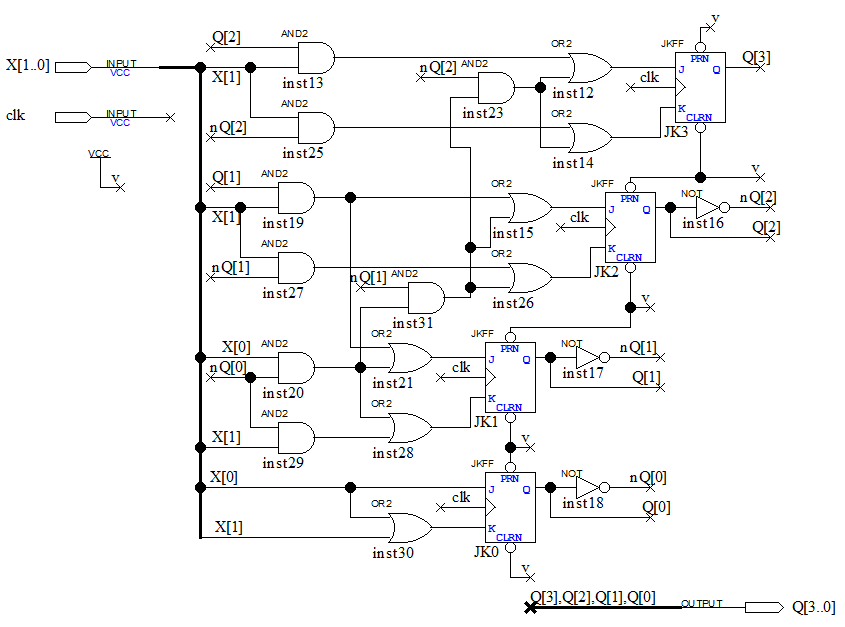
Таблица 5.1 – Итоговые выражения для входных сигналов JK-триггеров

|  |  |
| --- | --- |
| JK-триггеры | |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Таблица 5.2 – Итоговые выражения для входных сигналов D-триггеров

|  |
| --- |
| -триггеры |
|  |
|  |
|  |
|  |

## Схемы реализации КА

Опираясь на полученные выражения (таблицы 5.1-5.2), реализуем устройство на двух видах триггеров в среде Quartus II.

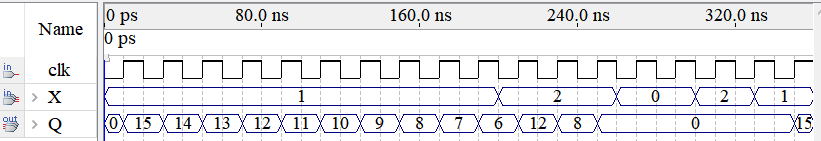
Рис. 13 Схема устройства на JK-триггерах

Рис. 14 Временная диаграмма устройства на JK-триггерах

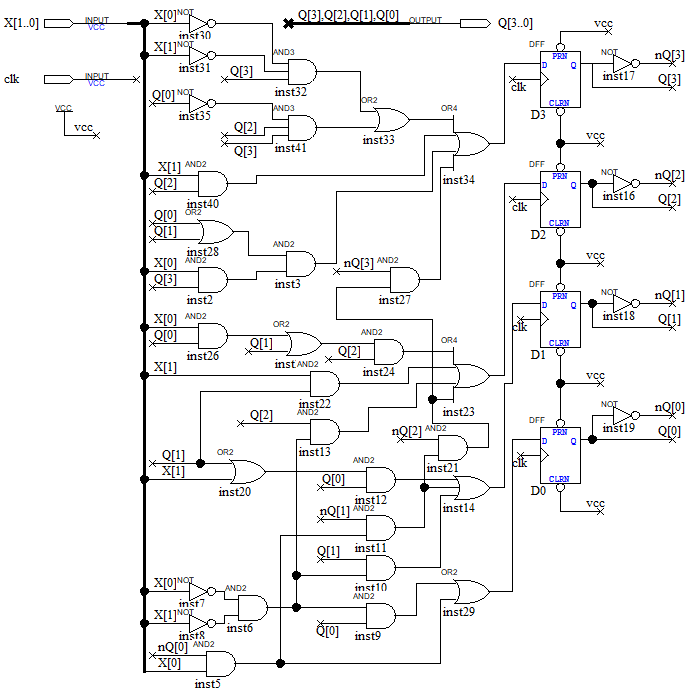
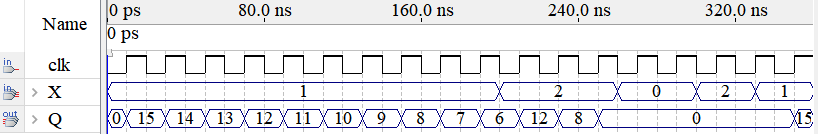
Рис. 15 Схема устройства на D-триггерах

Рис. 16 Временная диаграмма устройства на D-триггерах

## Сравнение вариантов реализации устройства

Теперь для каждой схемы посчитаем количество микросхем 1533 серии.

Таблица 6 – Сравнение аппаратурных затрат двух схем на микросхемах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Микросхема | Функция | Схема на JK-триггерах | Схема на D-триггерах |
| КР1533ЛИ1 | 4х2И | 2 | 5 |
| КР1533ЛЛ1 | 4х2ИЛИ | 2 | 4 |
| КР1533ЛН1 | 6хНЕ Iвых=70мА | 1 | 2 |
| КР1533ТВ9 | 2хJK-триггера | 2 | - |
| КР1533ТМ7 | 4хD-триггера | - | 1 |
| Итого: | | 7 | 12 |

Теперь оценим глубины логических схем.

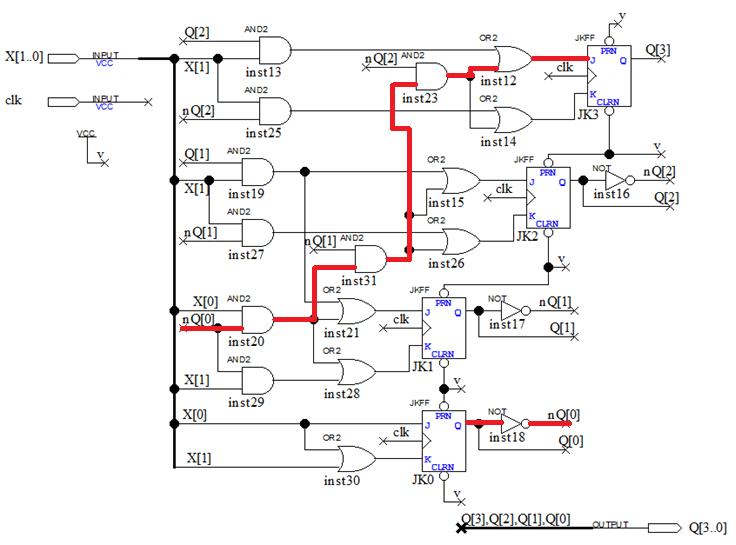
Для схемы на JK-триггерах максимальная глубина равна 5 элементам (от Q0 до J3).

Рис. 17 Оценка логической глубины схемы на JK-триггерах

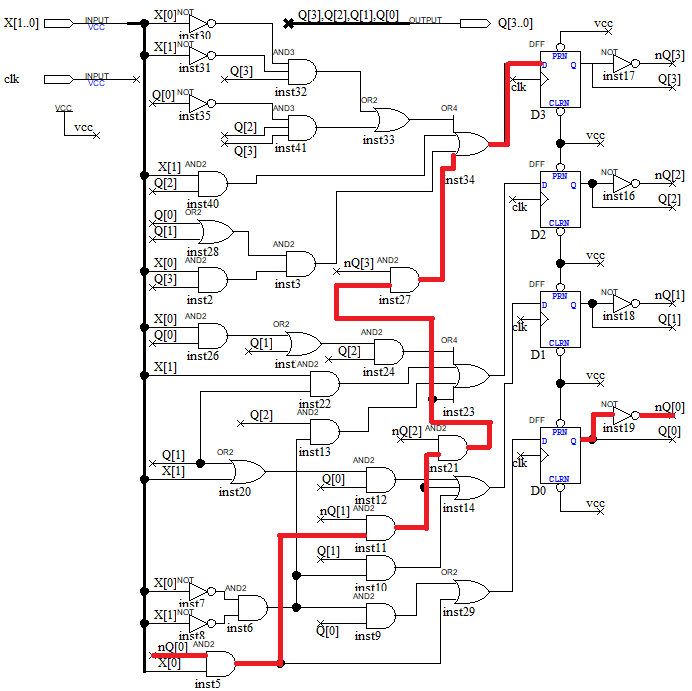
Для схемы на D-триггерах глубина равна 6 (от Q0 до D3).

Рис. 18 Оценка логической глубины схемы на D-триггерах

Таблица 7 - Итоги сравнения двух реализаций

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Критерий оценивания | Используемый тип триггера в реализации схемы | |
| JK-триггер | D-триггер |
| Аппаратурные затраты | 7 | 12 |
| Глубина логической схемы | 5 | 6 |

В результате сравнения двух реализаций (таблица 7) приходим к выводу, что реализация на JK-триггерах гораздо оптимальнее реализации на D-триггерах. Особенно это заметно на разнице в аппаратурных затратах, где необходимое количество микросхем для второй реализации почти превышает в 2 раза количество для первой.

# Заключение

В ходе проделанной работы был синтезирован двоичный 4-разрядный счетчик обратного счета в коде «8,4,2,1» с регистром, осуществляющим разомкнутый сдвиг влево, на D- и JK-триггерах. Было проведено сравнение двух реализаций, в результате которого пришли к выводу, что реализация на JK-триггерах выгоднее.