Лабораторная работа

СЧЁТЧИКИ и РЕГИСТРЫ

1 Исследование Т – триггеров

- 1.1 Исследование Т триггера в интегральном исполнении
- 1.1.1. Открыть модель **x_Tc.ms10** для исследования работы синхронного T триггера в интегральном исполнении (рис. 1) или собрать её самостоятельно.

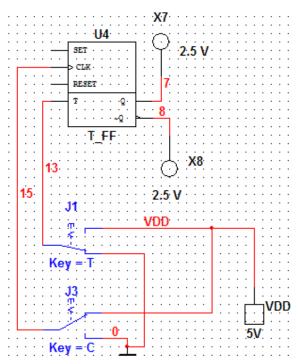


Рисунок 1 Схема для исследования синхронного T – триггера в интегральном исполнении

Триггер находится в базе в разделе **Misk Digital/TIL**, пробники в разделе **Indicators**, источник постоянного напряжения VDD и «земля» – в разделе **Sources**.

- 1.1.2 Для получения временных диаграмм работы триггера подключить логический анализатор **XLA1** (Приложения \setminus П6 ms Логический анализатор).
- 1.1.3 Изучить в 2-3 достоверных источниках (учебниках) теорию триггера. В ней должны присутствовать теоретическая таблица переключений (ТТП, желательно ПОЛНАЯ, а не сокращённая) и временная диаграмма (ВД) его работы.
- 1.1.4 Выбрать теоретическую таблицу переключений (ТТП) триггера, из которой будете делать шаблон. Указать её источник. Если ТТП сокращённая доработать её до ПОЛНОЙ и ввести столбец с номерами строк.

- 1.1.5 Стереть содержимое рабочей области ТТП, получить шаблон экспериментальной ТП (ЭТП). **ПРИВЕСТИ ШАБЛОН ЭТП В ОТЧЁТЕ**.
- 1.1.6 Запустить процесс моделирования. Задавая комбинации входных переменных с помощью ключей, по экспериментальным временным диаграммам (ЭВД) и засвечиванию пробников заполнить таблицу переключений (истинности, состояний, переходов) синхронного Т триггера. На ЭВД отметить отрезки времени для каждой строки ЭТП.
- 1.1.7 При оформлении отчёта на **«удовлетворительно»** нужно привести теорию изучаемого триггера, провести сравнение **«эксперимент» «теория»** и сделать выводы. **Обязательно** проверять совпадение размеров **«теоретических»** и **«экспериментальных»** таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов. При оформлении отчёта на **«хорошо»** нужно привести теорию и техническую документацию изучаемого триггера, провести сравнение **«эксперимент» «теория» «техническая документация»** и сделать выводы. Оформление отчёта на **«отлично»** подразумевает использование теории и технической документации изучаемого триггера. Нужно провести сравнение **«эксперимент» «теория» «техническая документация»**. Дополнительно нужно дать **описание** проведённых экспериментов и **доказать**, что они соответствуют теории. Сделать выводы.
- 1.2 Сравнительное исследование D триггера, синхронного T триггера, счётного D триггера
- 1.2.1. Открыть модель $x_D_{Tc_Deq.ms10}$ (рис. 2), в которой находятся три триггера: «обычный» D триггер, синхронный T триггер, счётный D триггер (или собрать её самостоятельно).

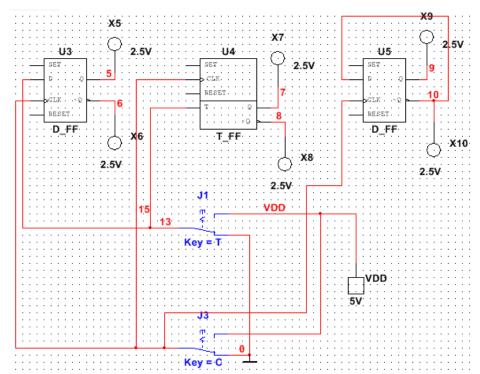


Рисунок 2 Схема для сравнительного исследования триггеров в интегральном исполнении

- 1.2.2 Для получения временных диаграмм работы триггеров подключить логический анализатор **XLA1** (Приложения \setminus Пб тв Логический анализатор).
- 1.2.3 Запустить процесс моделирования. Задавая комбинации входных переменных с помощью ключей, по временным диаграммам и засвечиванию пробников исследовать работу триггеров.
- 1.2.4 Сравнить таблицы переключений (истинности, состояний, переходов) и временные диаграммы работы этих триггеров. Таблицы и временные диаграммы работы для D триггеров взять из Вашего отчёта о предыдущей ЛР, если Вы выполнили её на «хорошо» или «отлично». В противном случае для счётного D триггера их нужно будет получить в соответствии с п. 2.2 предыдущей ЛР. Для Т-триггера результаты взять из пункта 1.1.6.
- 1.2.5 При оформлении отчёта на **«хорошо»** нужно привести теорию и техническую документацию изучаемого триггера, провести сравнение **«**эксперимент» **«**теория» **«**техническая документация» и сделать выводы. **Обязательно** проверять совпадение размеров **«**теоретических» и **«**экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов. Оформление отчёта на **«отлично»** подразумевает использование теории и технической документации изучаемого триггера. Нужно провести сравнение **«**эксперимент» **«**теория» **«**техническая документация». Дополнительно нужно дать **описание** проведённых экспериментов и **доказать**, что они соответствуют теории. Сделать выводы.

1.3 Т – триггеры на основе ЈК – триггера

- 1.3.1 По аналогии с моделью **x_D_Tc_Dcч.ms10** (рис. 2) собрать самостоятельно модель для сравнительного исследования синхронного счётного JK триггера, синхронного T триггера, асинхронного счётного JK триггера. Использовать модели счётных JK триггеров из п. 3.2 и п. 3.3 предыдущей ЛР.
- 1.3.2 Запустить процесс моделирования. Задавая комбинации входных переменных с помощью ключей, по временным диаграммам и по засвечиванию пробников исследовать работу триггеров.
- 1.3.3 Сравнить таблицы переключений (истинности, состояний, переходов) и временные диаграммы работы этих триггеров. Таблицы и временные диаграммы работы для ЈК триггеров взять из Вашего отчёта о предыдущей ЛР, если Вы выполнили её на «хорошо» или «отлично». В противном случае для счётных ЈК триггеров их нужно будет получить в соответствии с п. 3.2 и п. 3.3 предыдущей ЛР. Для Т-триггера результаты взять из пункта 1.1.6.
- 1.3.4 Оформление отчёта на «**отлично**» подразумевает использование теории и технической документации изучаемых триггеров. Нужно провести сравнение «эксперимент» «теория» «техническая документация». **Обязательно** проверять

совпадение размеров «теоретических», «экспериментальных» и «технических» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов. Дополнительно нужно дать описание проведённых экспериментов и доказать, что они соответствуют теории. Сделать выводы.

2 Исследование счётчиков

- 2.1 Исследование реверсивного трёхразрядного счётчика на D триггерах
- 2.1.1 Открыть модель **x_R3rSDCounter.ms10** для исследования реверсивного трёхразрядного синхронного двоичного счётчика (рис. 3) или собрать её самостоятельно.

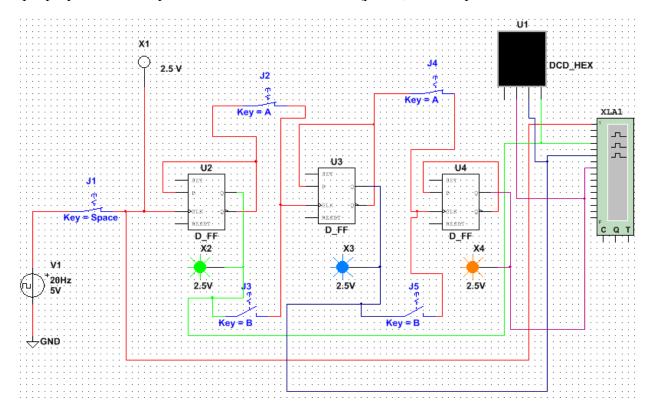


Рисунок 3 Схема для моделирования реверсивного трёхразрядного синхронного двоичного счётчика на D – триггерах

В схеме реверсивного трёхразрядного синхронного двоичного счетчика используются три счётных D - триггера. Число подсчитанных импульсов представляется в виде двоичного трёхразрядного кода, формируемого на прямых выходах триггеров соответствующих разрядов, а затем демонстрируется с помощью семисегментного индикатора **DCD_HEX**. Значение логических 0 или 1 разряда кода фиксируется с помощью пробников. Работу счётчика отображают временные развертки на панели анализатора **XLA1**. Импульсы подаются на синхронный вход триггера младшего разряда счётчика от импульсного источника **CLOC_VOLTAGE**, находящегося в группе **SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES** в разделе **SOURCES** базы моделей элементов. Частота следования импульсов выбирается удобной для наблюдения. Группа ключей A и B замыкает или размыкает соединения прямого и инверсного выходов триггера предыдущего разряда с синхронным входом триггера следующего разряда.

2.1.2 Настроить анализатор **XLA1**. Для этого установить в его диалоговом окне напряжение 5V, частоту таймера $2\kappa\Gamma$ ц, время на деление 60.

- 2.1.3 Разомкнуть ключи A и замкнуть ключи B. Запустить программу моделирования счётчика. Определить направление счёта. Остановить кнопкой *Stop* работу анализатора при получении подсчёта 8 импульсов. Скопировать временную диаграмму.
- 2.1.4 Разомкнуть ключи В и замкнуть ключи А. Повторить моделирование.
- 2.1.5 При оформлении отчёта на **«удовлетворительно»** нужно привести теорию изучаемого счётчика, провести сравнение «эксперимент» «теория» и сделать выводы. При оформлении отчёта на **«хорошо»** нужно привести теорию и техническую документацию изучаемого счётчика, провести сравнение «эксперимент» «теория» «техническая документация» и сделать выводы. Оформление отчёта «на отлично» должно происходить с использованием **теории** и **технической документации** изучаемых счётчиков. Нужно провести сравнение «эксперимент» «теория» «техническая документация». Дополнительно нужно дать **описание** проведённых Вами экспериментов и доказать, что они соответствуют теории. Сделать выводы. **Обязательно** проверять совпадение размеров «теоретических» и «экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов.
- 2.2 Исследование работы асинхронного четырёхразрядного счётчика на JK - триггерах
- 2.2.1 Открыть модель **x_A4rCounter.ms10** для исследования асинхронного четырёхразрядного счётчика на JK триггерах (рис. 4) или собрать её самостоятельно.

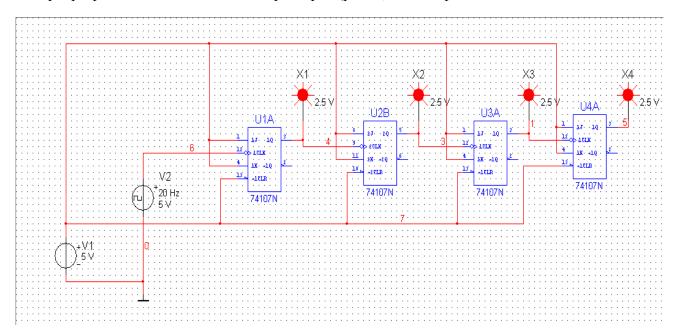


Рисунок 4 Схема для моделирования асинхронного четырёхразрядного счётчика на JK – триггерах

Значение логических 0 или 1 разряда кода фиксируется с помощью пробников.

- 2.2.2 Для получения временных диаграмм работы счётчика подключить логический анализатор **XLA1** (Приложения \setminus Пб тв Логический анализатор).
- 2.2.3 Запустить процесс моделирования. Получить и скопировать временную диаграмму. Сравнить с временными диаграммами из рекомендованных и доступных Вам источников (см., например, Приложения\П5_Счётчики).
- 2.2.4 Заполнить таблицу правил функционирования счетчика. Шаблон для таблицы взять из рекомендованных и доступных Вам источников (см., например, Приложения\П5_Счётчики). Предпочтение нужно отдавать таблицам, приведённым в промышленной документации производителей микросхем счётчиков.
- 2.2.5 При оформлении отчёта на «**хорошо**» нужно привести теорию и техническую документацию изучаемого счётчика, провести сравнение «эксперимент» «теория» «техническая документация» и сделать выводы. Оформление отчёта «на отлично» должно происходить с использованием **теории** и **технической** документации изучаемых счётчиков. Нужно провести сравнение «эксперимент» «теория» «техническая документация». Дополнительно нужно дать **описание** проведённых Вами экспериментов и доказать, что они соответствуют теории. Сделать выводы. **Обязательно** проверять совпадение размеров «теоретических» и «экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов.
 - 2.3 Исследование суммирующего счётчика в интегральном исполнении
- 2.3.1 Открыть модель **x_CNTR_4SBIN.ms10** для исследования суммирующего счётчика в интегральном исполнении (рис. 5) или собрать её самостоятельно.

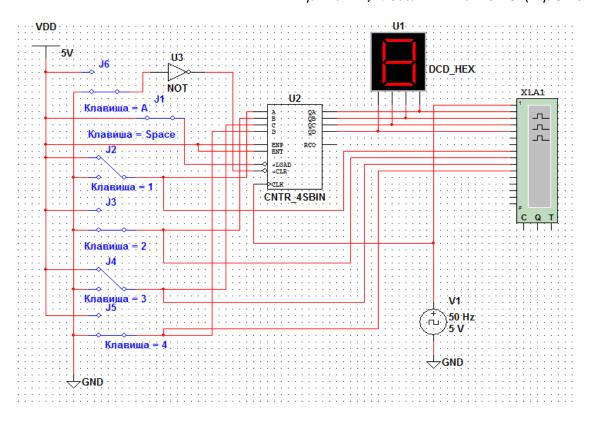


Рисунок 5 Схема для моделирования работы суммирующего счётчика в интегральном исполнении

В схеме используется четырёхразрядный двоичный счётчик CNTR_4SBIN, который находится в базе моделей элементов в разделе Misk Digital/TIL. К входу CLK счётчика подключен импульсный источник CLOC_VOLTAGE V1. Напряжение источника 5V, частота следования импульсов выбирается удобной для наблюдения. На входы A, B, C, D подаётся код числа, с которого начинается подсчёт импульсов, сформированный с помощью ключей 1, 2, 3, 4. К выходам QA, QB, QC, QD счётчика подключены семисегментный индикатор DCD_HEX и логический анализатор XLA1. Входы счётчика A, B, C, D также подключены к логическому анализатору XLA1. Ключ А предназначен для обнуления счётчика при подаче логической 1 через инвертор на инверсный вход счётчика CLR. Ключ Space управляет режимом работы счётчика. При замкнутом ключе Space счётчик производит подсчет импульсов от 0 до 16. При разомкнутом ключе Space вводится код числа, с которого начинается отсчёт. Последующее замыкание ключа Space запускает подсчёт импульсов.

- 2.3.2 Настроить логический анализатор. Для этого установить в его диалоговом окне напряжение 5 V, частоту таймера 500 Гц, время на деление 20.
- 2.3.3 Замкнуть ключ *Space* . Запустить программу моделирования. Наблюдать процесс работы счётчика. Остановить кнопкой *Stop* работу анализатора после подсчёта 18 импульсов. Скопировать временную диаграмму. Обнулить счётчик, подав логическую 1 на вход **CLR**.

- 2.3.4 Разомкнуть ключ *Space*. С помощью ключей 1, 2, 3, 4 сформировать код числа отсчёта импульсов. Замкнуть ключ *Space*, подать логический 0 на вход **CLR** и запустить программу моделирования. Остановить кнопкой *Stop* работу анализатора после подсчёта 18 импульсов. Скопировать временную диаграмму. Сравнить с временными диаграммами из рекомендованных и доступных Вам источников (см., например, Приложения \ П5 Счётчики).
- 2.3.5 Оформление отчёта «на отлично» должно происходить с использованием **теории** и **технической документации** изучаемых счётчиков. Нужно провести сравнение «эксперимент» «теория» «техническая документация». Дополнительно нужно дать описание проведённых Вами экспериментов и доказать, что они соответствуют теории. Сделать выводы. **Обязательно** проверять совпадение размеров «теоретических» и «экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов.

3 Исследование регистров

- 3.1 Исследование работы последовательного регистра
- 3.1.1 Открыть модель x_Posl_Reg.ms10 для исследования работы последовательного регистра (рис. 6) или собрать её самостоятельно.

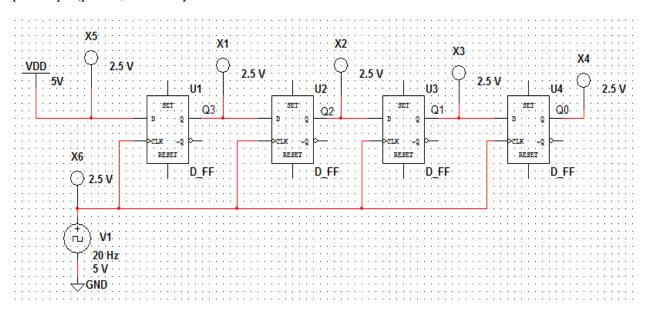


Рисунок 6 Схема для моделирования работы последовательного регистра

В схеме используются четыре синхронных D - триггера для последовательного ввода 4х - разрядного двоичного числа. Младший разряд кода подаётся на вход триггера U1. Запись в регистр производится при подаче синхроимпульса на синхровходы триггеров регистра. Синхросигнал подаётся от импульсного источника **CLOC_VOLTAGE** V1. Частота следования импульсов выбирается удобной для наблюдения (например, вместо 20 Гц рекомендуется установить 0.5 Гц или даже 0.2 Гц). Источник **VDD 5V** предназначен для подачи логической 1 на вход регистра. Состояние выходов триггеров фиксируется пробниками.

- 3.1.2 Запустить программу моделирования. Проследить процесс записи логической 1 в регистр.
- 3.1.3 По показаниям пробников заполнить таблицу правил функционирования регистра.

№ синхроимпульса	Q3	Q2	Q1	Q0
1				
2				
3				
Δ				

Таблица правил функционирования регистра

3.1.4 При оформлении отчёта на «удовлетворительно» нужно привести теорию изучаемого регистра, провести сравнение «эксперимент» - «теория» и сделать выводы. При оформлении отчёта на «хорошо» нужно привести теорию и техническую документацию изучаемого регистра, провести сравнение «эксперимент» - «теория» -«техническая документация». Сделать выводы, используя (как образец) информацию из рекомендованных доступных Вам источников (cm., например, Приложения\П4_Регистры). Оформление отчёта «отлично» подразумевает на использование теории и технической документации изучаемого регистра. Нужно провести сравнение «эксперимент» - «теория» - «техническая документация». Дополнительно нужно дать <mark>описание</mark> проведённых экспериментов и <mark>доказать</mark>, что они соответствуют теории. Сделать выводы. Обязательно проверять совпадение размеров «теоретических» и «экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов.

3.2 Исследование работы параллельного регистра

3.2.1 Открыть модель x_Parall_Reg.ms10 для исследования работы параллельного регистра (рис. 7) или собрать её самостоятельно.

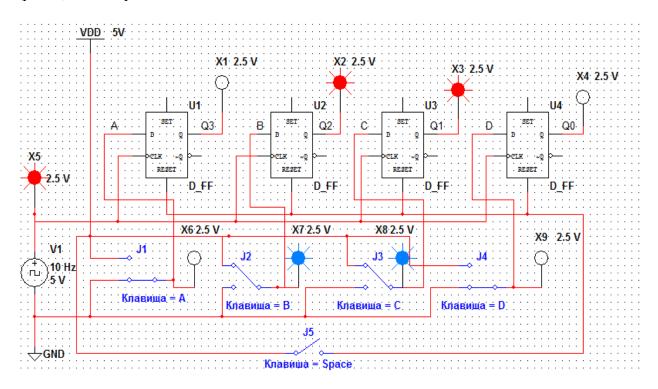


Рисунок 7 Схема для моделирования работы параллельного регистра

В схеме используются 4 синхронных D - триггера для параллельного ввода 4х -разрядного двоичного числа. Код числа формируется при помощи коммутации ключей клавишами A, B, C, D. Младший разряд кода подаётся на вход триггера U4. Запись в регистр производится при подаче синхроимпульса на синхровходы триггеров регистра. Синхросигнал подаётся от импульсного источника **CLOC_VOLTAGE** V1. Частота следования импульсов выбирается удобной для наблюдения. Обнуление регистра

производится подачей логической 1 на входы **RESET** всех триггеров одновременно при замыкании ключа (клавиши) *Space*. Запись в регистр производится при разомкнутом ключе *Space*. Состояние выходов триггеров фиксируется пробниками.

- 3.2.2 Запустить программу моделирования. Очистить регистр. Сформировать код числа. Записать число в регистр.
- 3.2.3 Заполнить таблицу правил функционирования регистра.

Таблица правил функционирования регистра

A	В	С	D	CLK	RESET	Q3	Q2	Q1	Q0	Режим
				0	1					
				1	1					
				1	0					
				0	0					

3.2.4 При оформлении отчёта на «хорошо» нужно привести теорию и техническую документацию изучаемого регистра, провести сравнение «эксперимент» - «теория» -«техническая документация». Сделать выводы, используя (как образец) информацию из рекомендованных Вам источников доступных например, Приложения\П4_Регистры). Оформление отчёта на «отлично» подразумевает использование теории и технической документации изучаемого регистра. Нужно провести сравнение «эксперимент» - «теория» - «техническая документация». Дополнительно нужно дать <mark>описание</mark> проведённых экспериментов и <mark>доказать</mark>, что они соответствуют теории. Сделать выводы. **Обязательно** проверять совпадение размеров «теоретических» и «экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов.

3.3 Исследование работы регистра 74HC194N 4V

3.3.1 Открыть модель **x_74HC194N_4V.ms10** для исследования работы регистра 74HC194N_4V (рис. 8) или собрать её самостоятельно.

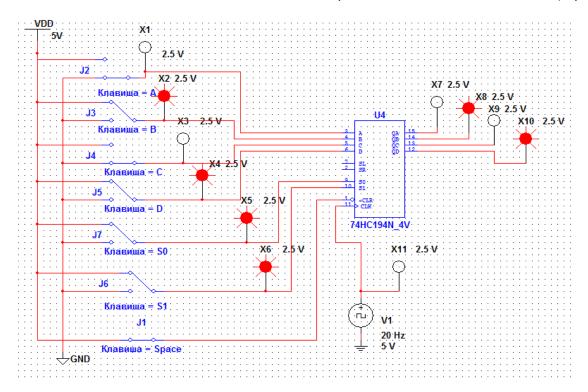


Рисунок 8 Схема для моделирования работы регистра 74HC194N_4V

Универсальный 4х-разрядный регистр сдвига 74HC194N_4V имеет параллельные входы A, B, C, D, параллельные выходы QA, QB, QC, QD, последовательные входы SR, SL, инверсный вход обнуления CLK, управляющие входы S0, S1.

При S0=1, S1=1 производится запись числа во входам A, B, C, D;

При S0=1, S1=0 производится сдвиг числа влево от QA к QD;

При S0=0, S1=1 производится сдвиг числа вправо от QD к QA;

При S0=0, S1=0 входы регистров недоступны.

Код вводимого числа и управляющие сигналы формируются при коммутации ключей с помощью соответствующих клавиш. Изменение уровней сигналов фиксируется пробниками.

- 3.3.2 Сформировать код вводимого числа с помощью ключей. Установить режим записи числа в регистр. Запустить программу моделирования. Зафиксировать запись числа в регистр. Очистить регистр.
- 3.3.3 Сформировать с помощью ключей двоичное число 0011. Установить режим записи числа в регистр. Запустить программу моделирования. Зафиксировать запись числа в регистр.
- 3.3.4 Осуществить сдвиг числа влево.

- 3.3.5 Сформировать с помощью ключей двоичное число1100. Установить режим записи числа в регистр. Запустить программу моделирования. Зафиксировать запись числа в регистр.
- 3.3.6 Осуществить сдвиг числа вправо.
- 3.3.7 Сформировать и записать в регистр произвольное двоичное число. Записать его в регистр.
- 3.3.8 Очистить регистр.
- 3.3.9 Заполнить таблицу правил функционирования регистра.

Таблица правил функционирования регистра

Α	В	С	D	CKL	CLR	S0	S1	Q3	Q2	Q1	Q0	Режим
				0	1	1	1					
				1	1	1	1					
				1	1	0	1					
				1	1	1	1					
				1	1	1	0					
				1	1	0	0					
				1	1	1	1					
				1	0	1	1					

3.3.10 Оформление отчёта на «**отлично**» подразумевает использование теории и технической документации изучаемого регистра. Нужно провести сравнение «эксперимент» - «теория» - «техническая документация». Дополнительно нужно дать **описание** проведённых экспериментов и **доказать**, что они соответствуют теории. Сделать выводы. Использовать (как образец) информацию из рекомендованных и доступных Вам источников (см., например, Приложения П4_Регистры. **Обязательно** проверять совпадение размеров «теоретических» и «экспериментальных» таблиц (одинаковое количество рабочих строк и столбцов), идентичность обозначений входных, выходных и промежуточных сигналов.