

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И
МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-
БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра конструирования и производства радиоэлектронных средств

**Отчет по лабораторной работе 4
по теме
«Активные элементы радиоэлектронных устройств»**

**Выполнила студентка группы РТ-01
Чихунова А.С.**

**Принял: ассистент каф. КПрЭС
Горобцов И.А.**

Санкт-Петербург

Учебные вопросы:

1. Ознакомление с работой программы **ICBuilder**.
2. Исследование логического вентиля.
3. Построение заданных булевых функций.
4. Построение управляемого инвертора.
5. Проверка функционирования логических элементов 2И в условиях динамически меняющихся входных воздействий.
6. Изучение работы триггеров
 - 6.1. Синтез RS-триггера на базе логических вентилях И - НЕ.
 - 6.2. Построение D-триггера на базе логических элементов.
 - 6.3. Построение D-триггера на базе логических элементов с учётом сигналов принудительной установки и сброса.
 - 6.4. Изучение схемы включения сдвоенного D-триггера на базе микросхемы 1533ТМ2.
 - 6.5. Изучение работы Т-триггера, построенного на базе D-триггера.
 - 6.6. Изучение работы JK-триггера на базе микросхемы 1531ТВ9.

1. Ознакомление с работой программы ICBuilder.

1.1 Внимательно изучить раздел ПРИЛОЖЕНИЕ и проделать все действия, предусмотренные в данном разделе.

1). Осуществить вызов в рабочее поле самых различных объектов (микросхем, переключателей, кнопок, подписей, логических нулей и единиц).

2). Случайным образом соединить несколько микросхем и убедиться, что виртуальный проводник может вестись лишь от выхода ко входу. Произвести соединение выключателя и кнопки с различными светодиодами. Убедиться в возможности индикации (подсветки красным цветом) выходов микросхем.

3). Произвести перемещение и удаление вызванных объектов и надписей.

1.2. Вызвав одну из микросхем на экран и, удобно расположив её (например, микросхему 1533ЛИ1 – 2И), «собрать» на экране схему включения логического элемента (рис. 1.1):

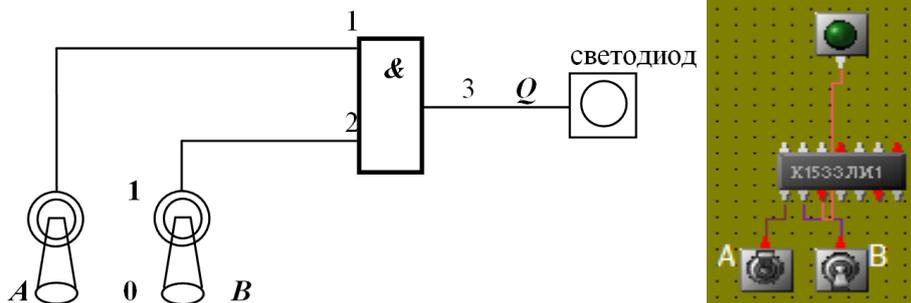


Рис.1.1. Схема включения логического элемента И (пример).

1.3. Продемонстрировать преподавателю работу данной схемы.

1.4. Составить таблицу истинности рассмотренного логического вентиля (табл. 1.1):

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Q</i>
0	0	
0	1	
1	0	

Таблица 1.1.

1	1	
---	---	--

1.5. Собрать схему включения и занести скриншот в отчёт.

2. Исследование логического вентиля

2.1. Добавив к вентилю микросхемы 1533ЛИ1 логический инвертор (микросхема 1533ЛН1), построить схему инвертирующего логического вентиля (рис. 1.2):

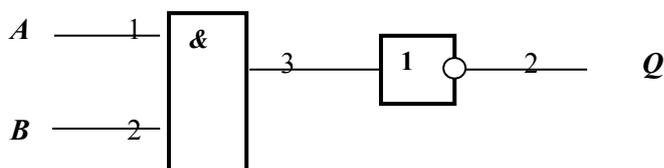
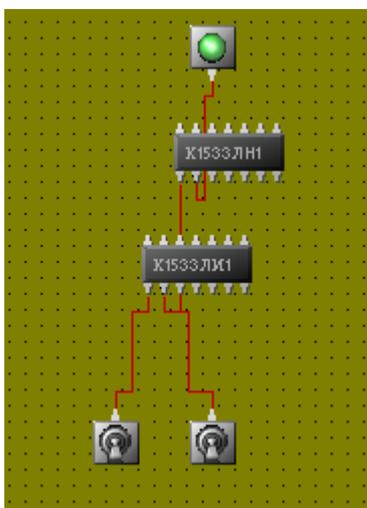


Рис.1.2.

2.2. Продемонстрировать преподавателю работу данной схемы.



2.3. Составить аналогичную п. 1.1. таблицу истинности 1.2 и занести схему и таблицу в отчёт.

A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

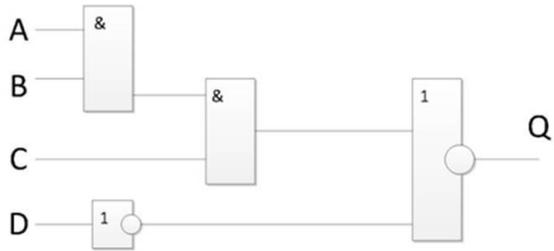
ВЫВОД: Вентиль И-НЕ работает, выполняет логическую функцию правильно.

3. Построение заданных булевых функций

3.1 Используя заданные микросхемы: 1533ЛИ1 (2И), 1533ЛЛ1 (2ИЛИ), 1533ЛН1 (НЕ), 1533ЛА3 (2И-НЕ), составить схемы, реализующие логические функции и занести её в отчёт (смотри раздаточный материал).

3.2 Построить в отчёте логическую схему, соответствующую своему варианту и показать её преподавателю.

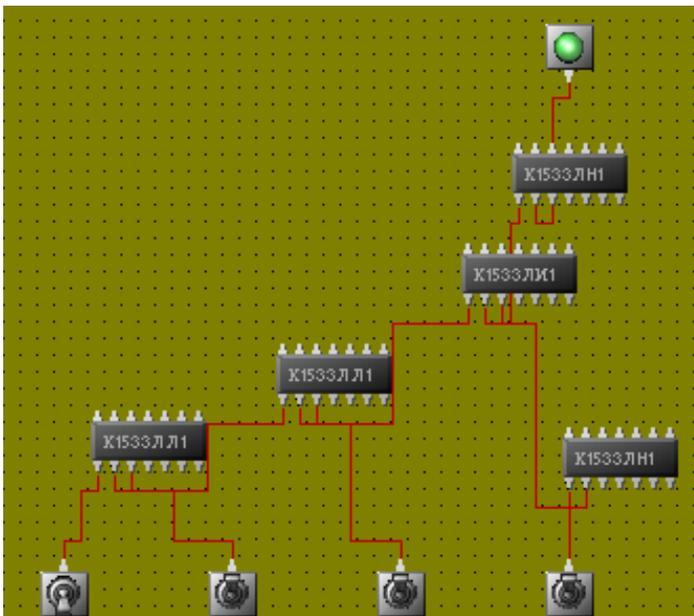
1) $\overline{A * B * C + D}$ (пример)



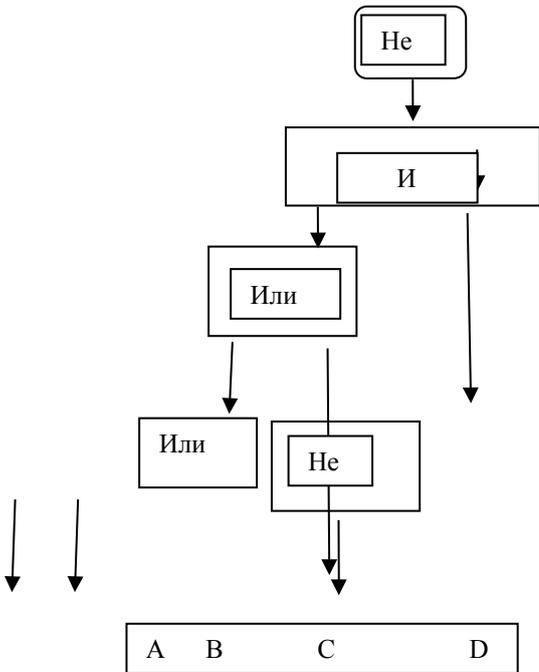
2) $\overline{(A+B+C)*D}$

a	b	c	d	result
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

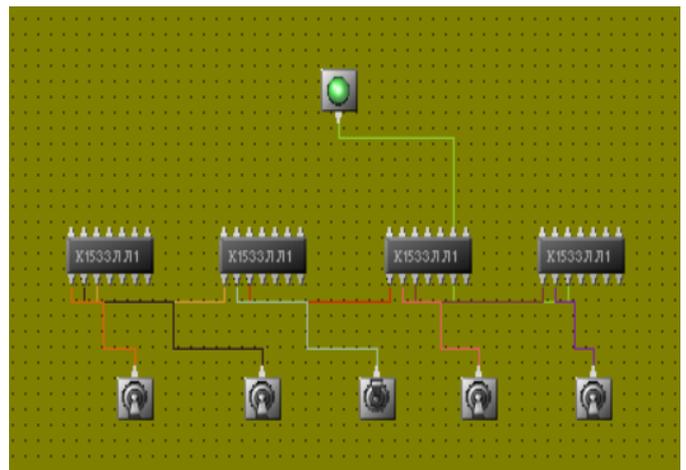
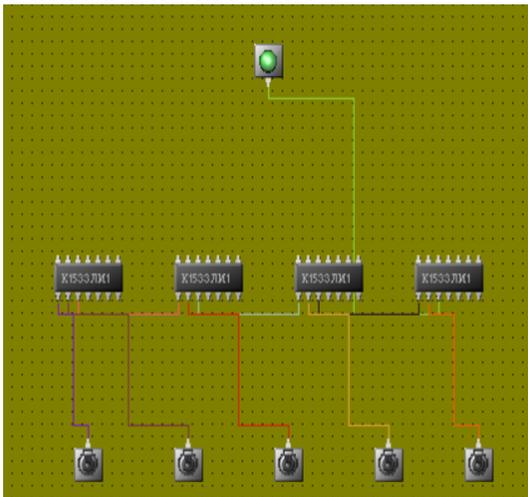
3.2 Построить и занести в отчет логическую схему, соответствующую своему варианту.



3.3. Построение многовходовых элементов И и ИЛИ



На базе микросхем 1533ЛИ1 (4*2И) и 1533ЛЛ1 (4*2ИЛИ) построить вентили 5И и 5ИЛИ, «собрать» и продемонстрировать их работу. Составленные схемы и скриншоты собранных вентилях занести в отчет.



ВЫВОД: Из готовых микросхем 2И и 2ИЛИ можно собрать громоздкие аналоги вентилях 5И и 5ИЛИ, но это бесполезно

4. Построение управляемого инвертора

(Используется в компьютерах при выполнении операций вычитания и деления).

В зависимости от значения управляющего сигнала «Упр.» (0 или 1) входной сигнал «Вх.» либо поступает на выход без изменения, либо в инвертированном виде (рис. 1.3):

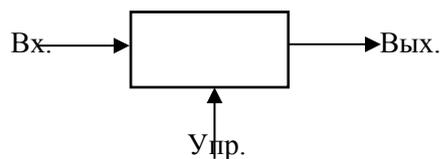
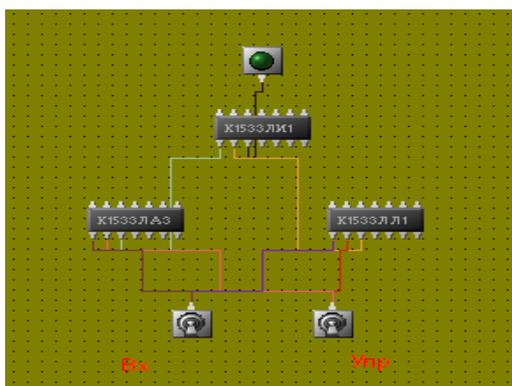
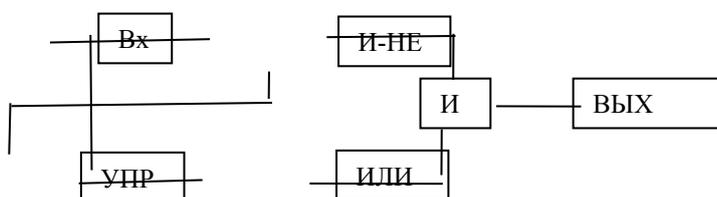


Рис.1.3. Схемы работы одnorазрядного управляемого инвертора.

4.1. Используя три логических вентиля: И-НЕ, ИЛИ, И спроектировать и собрать указанную схему и занести в отчет (скриншот).



5.3. Составить таблицу истинности управляемого инвертора (табл. 1.3.) и вместе со схемой занести в отчет.

Таблица 1.3.

Упр	Вх.	Вых
0	1	1
0	0	0
1	1	0
1	0	1

ВЫВОД: Управляемый инвертор можно собрать из уже известных нам несложных вентиляей.

5. Проверка функционирования логических элементов 2И в условиях динамически меняющихся входных воздействий

- 6.1. Вызвать на рабочее поле экрана генератор и логический анализатор (логический анализатор вызывается только после вызова генератора).
- 6.2. Вызвать микросхему 1533ЛЛ1 (4 вентиля 2И).

6.3. Подсоединить выходные сигналы генератора, сдвинутые по фазе относительно друг друга, ко входам 1533ЛИ1, как показано на рис. 1.4:

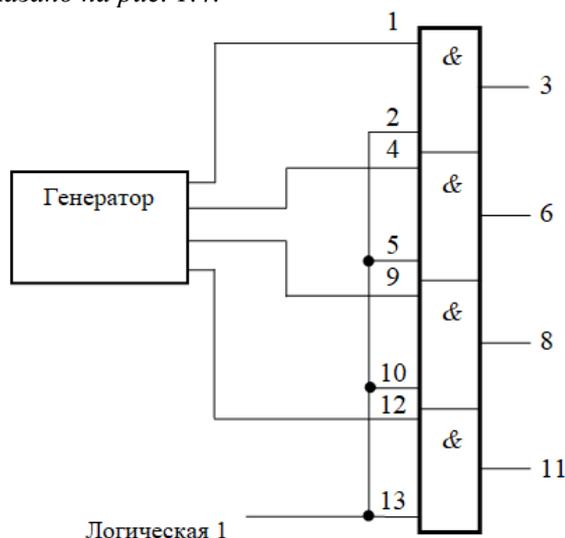


Рис. 1.4. Коммутация выходных сигналов генератора, сдвинутых по фазе относительно друг друга, к входам 1533ЛИ1.

6.4. Подсоединить логический анализатор к выходам 1533ЛИ1, для чего:

1). Считать вызванные объекты (микросхему 1533ЛИ1) посредством нажатия кнопки «Считать объекты».

2). В подокне «Выберите объект» выбрать микросхему, к выходам которой подключается логический анализатор.

3). В подокне «Выберите ножку» последовательно выбрать те ножки микросхем, к которым будут подключаться соответствующие каналы логического анализатора. После каждого выбора ножки нажимать активизирующуюся кнопку «Установить». После каждого выбора и установки ножки вновь выбирать микросхему в подокне «Выберите объект».

Факт подсоединения логического анализатора к ножкам микросхемы не отображается графически на экране монитора.

В программе не предусмотрена возможность подключения логического анализатора непосредственно к генератору входных сигналов.

6.5. Задать частоту генерирования.

1). Навести курсор на корпус генератора и нажать правую кнопку мыши.

2). В открывшемся меню выбрать позицию «Частота».

3). В открывшемся подменю выбрать соответствующее значение.

6.6. Задать режим непрерывной генерации, для чего:

1). Навести курсор на корпус генератора и нажать правую кнопку мыши.

2). В открывшемся меню выбрать позицию «Такты».

3). В открывшемся подменю выбрать позицию «Непрерывно».

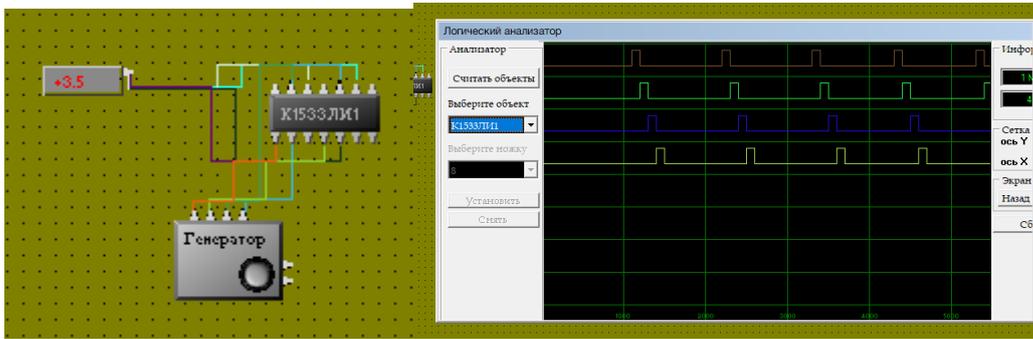
6.7. Запустить генератор, нажав кнопку на его корпусе.

6.8. По сигналам на экране логического анализатора убедиться в работоспособности генератора и логического элемента. Обратит внимание на то, что с четырёх выходов генератора снимается четырёхфазный сигнал и временная задержка между фазами равна длительности генерируемых импульсов.

6.9. Занести в отчёт полученные временные диаграммы с пояснением их формы.

6.10. Задать конечное число генерируемых импульсов (например, 7) и получить аналогичные временные диаграммы.

Схема соединения логического анализатора к выходам 1533ЛИ и полученные временные диаграммы



ВЫВОД: Вентили 2И стабильно работают при динамически изменяющемся воздействии, и исправно умножают сигнал на логическую единицу.

6. Изучение работы триггеров

6.1. Синтез RS-триггера на базе логических вентилей И – НЕ

6.1. Используя логические вентили И-НЕ, построить схему, представленную на рис. 1.5.

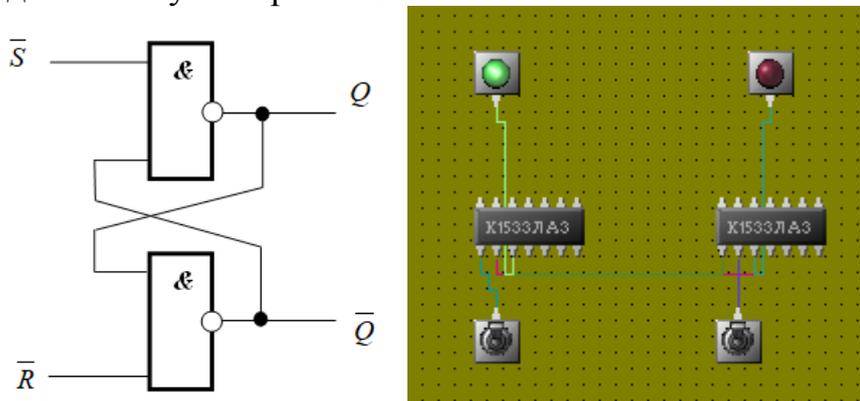


Рис. 1.5. Схема RS-триггера.

Скриншот схемы.

Заполнить таблицу 1.4.

\bar{R}	\bar{S}	Q	\bar{Q}
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	-	-

6.2. Построение D-триггера на базе логических элементов

6.2.1. Используя логические вентили, собрать схему синхронного D-триггера, представленную на рис. 1.6. Составить таблицу истинности D-триггера, представленного на рис. 1.6.

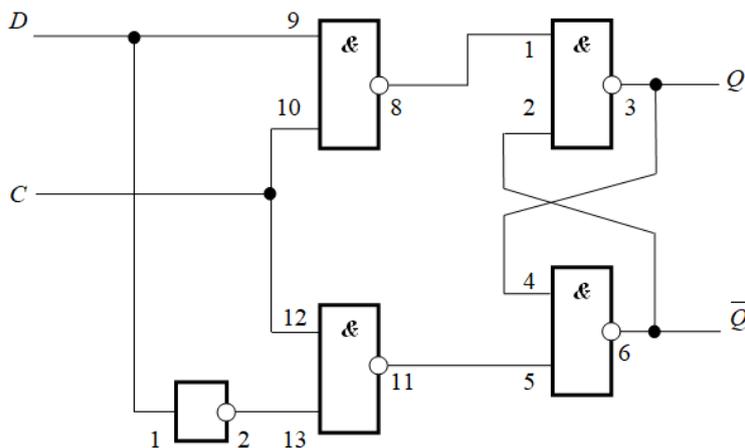
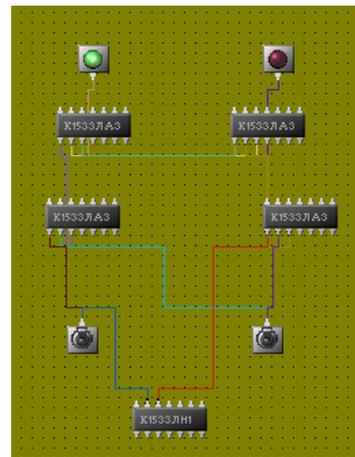


Рис. 1.6. Схема синхронного D-триггера.



Скриншот схемы.

Заполнить таблицу 1.5.

D	C	Q	\bar{Q}
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	0

Проверить правильность составленной таблицы истинности. При проверке использовать все последовательные комбинации входных сигналов.

6.3. Построение D-триггера на базе логических элементов с учётом сигналов принудительной установки и сброса

6.3.1. Ввести дополнительные сигналы принудительной установки (S) и принудительного сброса (R) D-триггера. С учётом введённых сигналов построить схему (рис. 1.7):

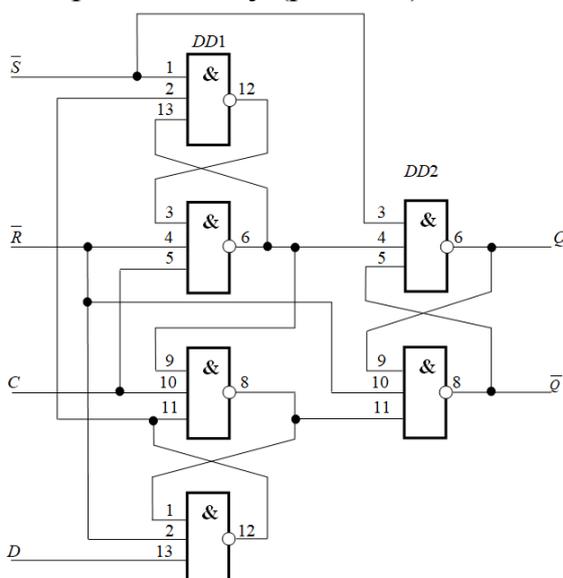
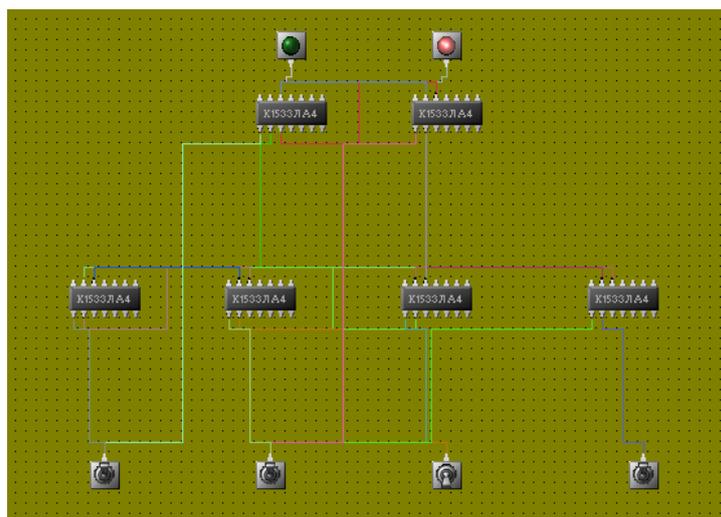


Рис. 1.7. Схема D-триггера с сигналами принудительной установки и сброса.



Скриншот схемы.

6.3.2. На основании собранной схемы составить таблицу истинности (табл. 1.6.) и убедиться в работоспособности устройства. Пояснить полученные результаты.

Таблица 1.6.

	\bar{S}	\bar{R}	D	C	Q	\bar{Q}
0.	0	0	0	0	0	1
1.	0	0	0	1	0	1
2.	0	0	1	0	1	0
3.	0	0	1	1	1	0
4.	0	1	0	0	0	1
5.	0	1	0	1	0	1
6.	0	1	1	0	0	1
7.	0	1	1	1	0	1
8.	1	0	0	0	1	0
9.	1	0	0	1	1	0
10.	1	0	1	0	1	0
11.	1	0	1	1	1	0
12.	1	1	0	0	1	1
13.	1	1	0	1	1	1
14.	1	1	1	0	1	1
15.	1	1	1	1	1	1

6.4. Изучение схемы включения сдвоенного D -триггера на базе микросхемы 1533ТМ2

6.4.1. Собрать схему включения данной микросхемы (рис. 1.8) и убедиться, что принцип её работы полностью соответствует составленной в п. 3.4.3 таблице истинности.

Поместить в отчет схему сборки сдвоенного D -триггера (поле для рис. 1.9.)



Рис. 1.8. УГО микросхемы 1533TM2 и сборка сдвоенного D-триггера.

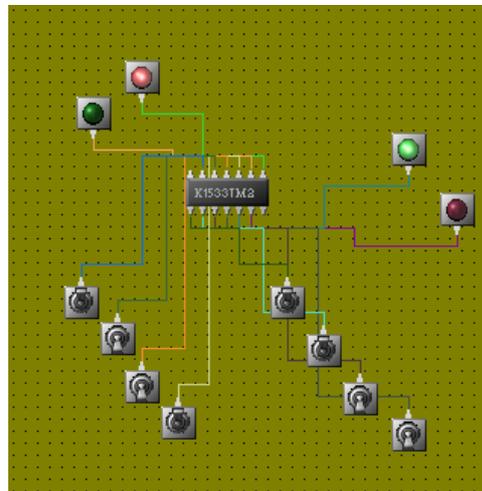
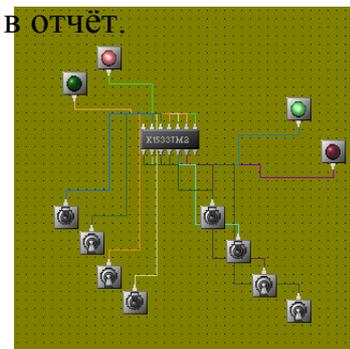
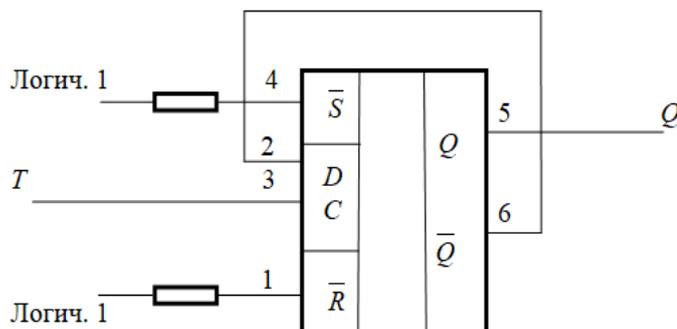


Рис. 1.9. Сборка сдвоенного D-триггера (скриншот).

6.5. Изучение работы T-триггера, построенного на базе D-триггера

3.5.1. Изменить схему включения синхронного D-триггера для построения T-триггера, как показано на рис. 1.10. Схему включения T-триггера и таблицу истинности показать преподавателю и занести в отчёт.



Скриншот схемы.

Рис. 1.10. Схема построения Т-триггера на базе синхронного D-триггера.

6.5.2. Составить таблицу истинности работы Т-триггера (табл. 1.7):

Таблица 1.7.

T	Q	$Q(t+1)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

6.6. Изучение работы JK-триггера на базе микросхемы 1531ТВ9

В лабораторной работе рассматривается тактируемый JK-триггер на базе микросхемы 1531ТВ9 (рис. 1.11).

1531ТВ9:

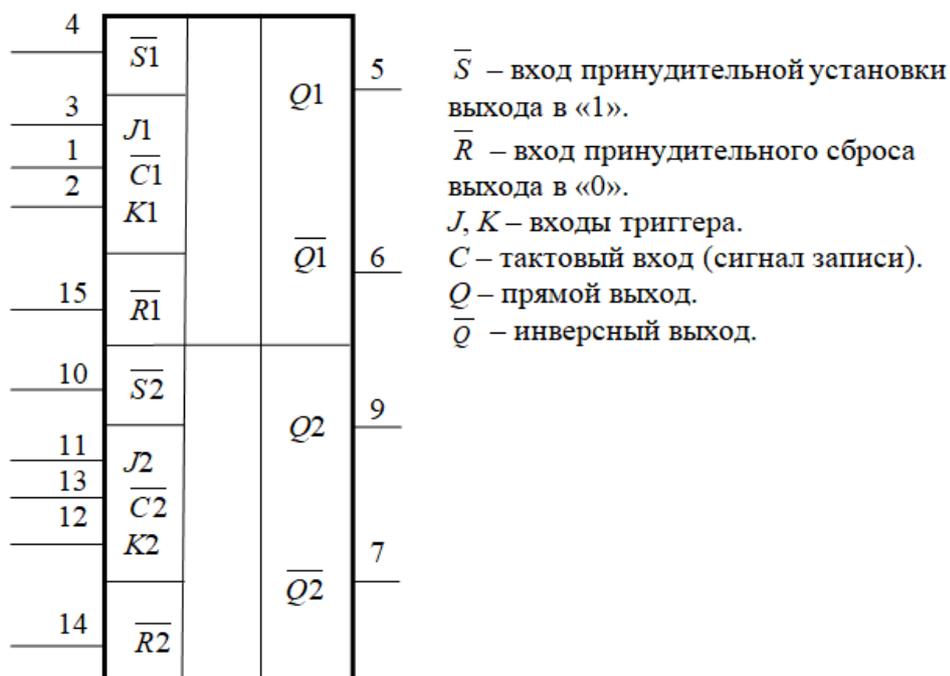


Рис. 1.11. УГО микросхемы 1531ТВ9.

6.6.1. Для открытия готовой схемы в окне программы IC Builder v1.51 выбрать:

Файл → **Открыть проект** → **Триггеры** → **Триггер - K1531ТВ9 (JK).icb**.

6.6.2. На основании собранной схемы составить таблицу истинности (табл. 1.8.) и убедиться в работоспособности устройства. Пояснить полученные результаты.

Таблица 1.8.

S	R	\bar{C}	J	K	Q	\bar{Q}
0	1	X	X	X	1	0
1	0	X	X	X	0	1
0	0	X	X	X	1*	1*
1	1	\neg	0	1	0	1
1	1	\neg	1	1	Счётный	Режим
1	1	\neg	0	0	Q0	неQ0
1	1	\neg	1	0	1	0
1	1	1	x	x	Q0	неQ0

6.6.3. Схему триггера (скриншот), а также таблицу истинности занести в отчёт.

