

**Алексеев В.В.**

**Лабораторный практикум  
по алгебре логики**  
*Учебно-методическое пособие*



**СарФТИ НИЯУ МИФИ**

**Саровский физико-технический институт-  
филиал Национального исследовательского  
ядерного университета «МИФИ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРОНИКИ**  
Кафедра вычислительной и информационной техники

**Алексеев В.В.**  
**Лабораторный практикум по алгебре логики**  
*Учебно-методическое пособие*

Саров  
2022

УДК 621.  
ББК 22.176  
А47

**Алексеев В.В. – Лабораторный практикум по алгебре логики.**  
Учебно-методическое пособие. СарФТИ НИЯУ МИФИ, 2022 г.

В данном пособии представлены лабораторные работы для освоения основных свойств и положений алгебры логики с целью их практического применения для разработки цифровых устройств средствами моделирования в среде Logisim.

## Лабораторный практикум по разделу «Алгебра логики»

**Цель практикума:** Изучить и освоить применение основных положений алгебры логики, используемых при разработке, моделировании и проектировании цифровых логических устройств.

### Система схемотехнического моделирования Logisim

#### Краткое руководство пользователя

Logisim является образовательным инструментом для разработки и моделирования цифровых логических схем. Благодаря простому интерфейсу панели инструментов и моделированию схем по ходу их проектирования, Logisim достаточно прост, что позволяет облегчить изучение основных понятий, связанных разработкой и проектированием цифровых (логических) устройств

Для запуска системы Logisim, нажмите пиктограмму  на рабочем столе компьютера. На мониторе появится окно, приведенное на рис.1. Некоторые детали могут незначительно отличаться.

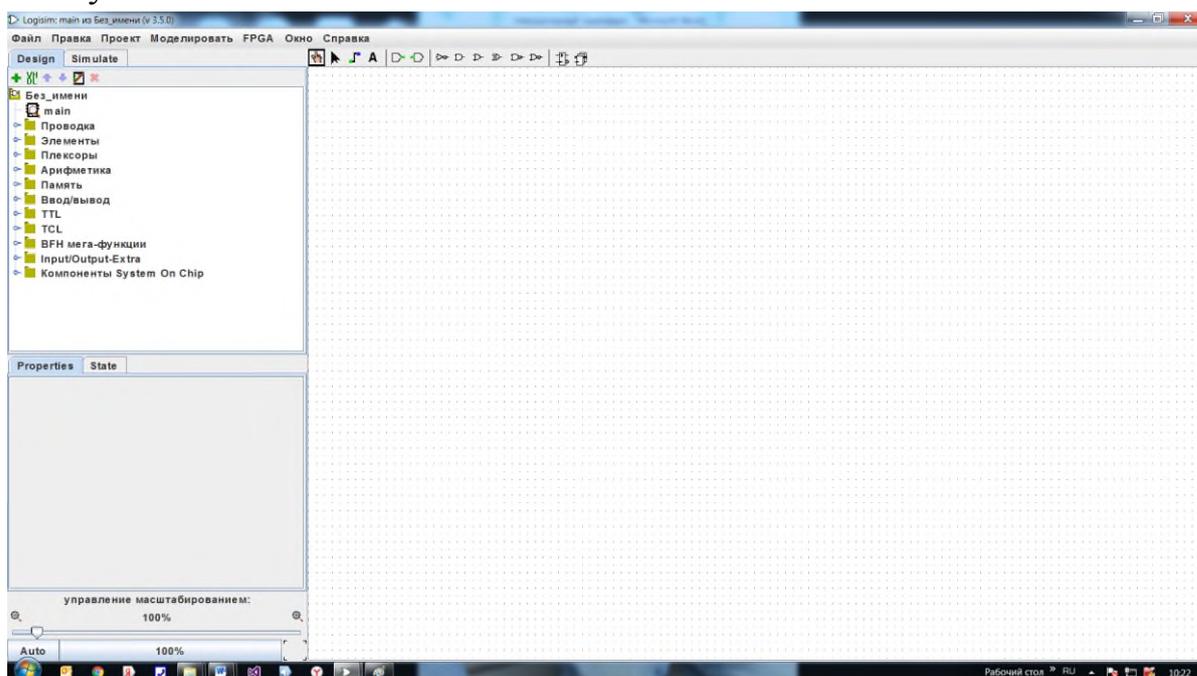


Рис. 1

Весь Logisim разделён на три части: **панель проводника, таблица атрибутов, и холст (рабочее поле)**. Наверху находятся **строка меню и панель инструментов**. (Рис.2).

Холст или рабочее поле - это место, где будет размещаться разрабатываемая схема. Панель инструментов содержит инструменты, которые необходимы для схемотехнического изображения разрабатываемой схемы и проверки правильности ее функционирования.

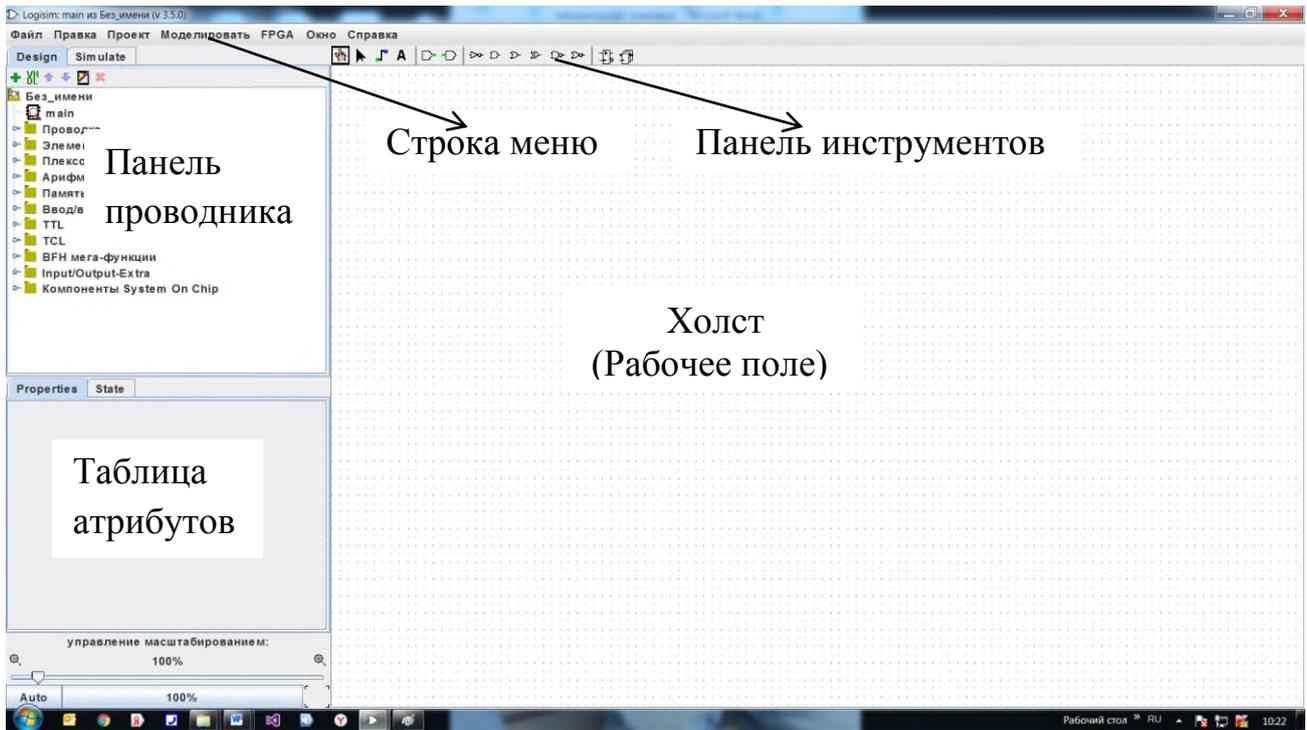


Рис.2.

Следует сразу отметить, что в системе Logisim для обозначений логических элементов используется как стандарт ANSI (American National Standards Institute - Американский национальный институт стандартизации), так и стандарт IEC (International Electrotechnical-Commission - Международная электротехническая комиссия), используемый в РФ. В таблице 1. приведено соответствие условных обозначений логических элементов в стандартах IEC и ANSI. Выбор стандарта обозначений осуществляется через меню Настройка.

Таблица 1.

<i>Стандарт IEC</i>		<i>Стандарт ANSI</i>	
<i>Элемент</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Элемент</i>	<i>Обозначение</i>
<i>Буфер</i>		<i>BUF</i>	
<i>Инвертор</i>		<i>INV</i>	
<i>И</i>		<i>AND</i>	

<i><b>И-НЕ</b></i>		<i><b>NAND</b></i>	
<i><b>ИЛИ</b></i>		<i><b>OR</b></i>	
<i><b>ИЛИ-НЕ</b></i>		<i><b>NOR</b></i>	
<i>Исключающее <b>ИЛИ</b></i>		<i><b>XOR</b></i>	
<i>Исключающее <b>ИЛИ-НЕ</b></i>		<i><b>XNOR</b></i>	

Многооконный интерфейс системы имеет стандартный вид и включает строку меню, строку инструментов.

Строка меню включает группы инструментов (команд): Файл, Правка, Проект, Моделирование, FPGA, Окно, Справка.

Строка инструментов имеет вид, приведенный на рис.3.

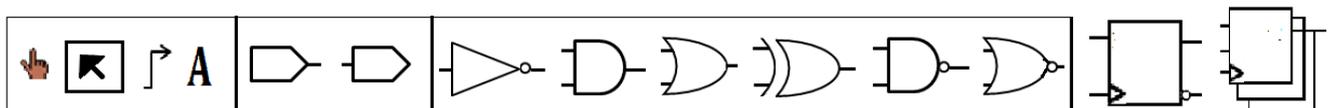
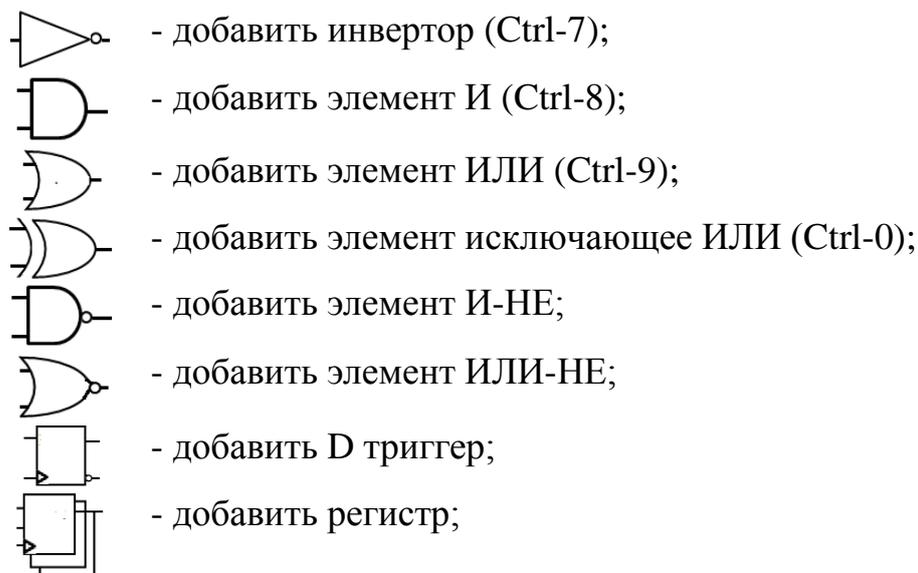


Рис.3

Конечно, строка инструментов не ограничивается приведенными в ней компонентами. На ней расположены только логические элементы, необходимые для моделирование простейших цифровых устройств. Обширная библиотека инструментов моделирования цифровых устройств размещена на панели проводника.

Значения символов строки инструментов следующее:

-  - изменить значения логических переменных в схеме (Ctrl-1);
-  - правка, редактировать, выделить область схемы (Ctrl-2);
-  - добавить линию, соединение логических элементов (Ctrl-3);
-  - редактировать текст (Ctrl-4);
-  - добавить контакт в схему (Ctrl-5);
-  - добавить контакт в схему (Ctrl-6);



**1.1 Выбор и размещение элементов.** Для выбора логического элемента необходимо указателем мыши щелкнуть на соответствующей пиктограмме и указателем разместить (щелкнуть) в требуемое место рабочего поля. Количество входов логического элемента, его ориентация на рабочем поле осуществляется выбором соответствующих значений в таблице атрибутов. Ориентацию элемента также можно выполнить, используя опцию «Поворачивать» из меню Правка (↖).

Как только выбранный элемент размещен, Logisim возвращается к инструменту Правка, так что вы можете его передвигать по рабочему полю, или выполнить его копирование, нажав Ctrl-D. Для копирования уже размещенного на поле элемента нужно в режиме Правка навести на него курсор и нажать Ctrl-D. Если размещенный элемент необходимо удалить, то это также можно сделать, выбрав опцию «Удалить» из меню Правка, или нажав клавишу Delete, предварительно наведя на него курсор.

**1.2. Соединение элементов моделируемой схемы.** Для соединения элементов в режиме Правка (↖) наведите курсор на требуемое место соединения (выход или вход элемента, контакт, провод). Появится маленький зеленый кружок. Нажав кнопку мыши, перетащите курсор к требуемому месту. Соединительные линии (провода) в Logisim должны быть горизонтальными или вертикальными. Используя инструмент Правка, можно “удлинить” или “укоротить” провод, перетаскивая один из его концов.

Logisim автоматически подключает провода к элементам и друг к другу. Сюда относится и автоматическое рисование кружка на T-образном соединении проводов, указывающего, что провода соединены.

Следует отметить, что в процессе соединения элементов схемы проводами можно увидеть, что некоторые из них имеют синий или серый цвет. В Logisim синий показывает, что значение в этой точке "неизвестно", а серый показывает,

что провод не подключен ни к чему. В этом нет ничего особенного, пока идет процесс построения схемы. В полностью собранной схеме ни один из ваших проводов не должен быть синего или серого цвета. (Но следует отметить, что если неприсоединённые входы элемента ИЛИ останутся синими, то это нормально.)

Если в завершённой схеме будет синий или серый провод, значит в схеме что-то не так. Важно подключить провода к правильным местам. Logisim “отрисовывает” маленькие точки на элементах, чтобы показать, куда подключать провода. При правильном подключении видно, что точки из синих становятся светло- или тёмно-зелёными. После того как подключены все провода, то все добавленные провода будут светло- или тёмно-зелёными.

**1.3. Обозначение элементов и частей моделируемой схемы.** Для обозначения элементов схемы, входов, выходов, расстановки меток, поясняющих назначение различных частей схемы необходимо воспользоваться в строке инструментов пиктограммой (A). Для этого щелкните на пиктограмме (A) и далее установите курсор на место предполагаемого размещения текста. В появившейся розовой овальной рамке появится вертикальная черта, определяющая место ввода текста. Для правки введенного текста, или его перемещения используйте инструмент Правка.

**1.4. Установка значений входных сигналов.** Для установки значений входных сигналов логических элементов необходимо добавить на соответствующие входы контакты , а для наблюдения выходных логических сигналов добавить на соответствующие выходы контакты . Значение логического сигнала будет отражаться внутри “контакта”. Для изменения значений логических сигналов необходимо в строке инструментов щелкнуть на пиктограмме  и далее установить курсор на нужный контакт и щелкнуть мышкой. Каждый щелчок изменяет значение логического сигнала. При изменении входного значения логического сигнала, Logisim отражает и вызванные им изменение значений сигналов в проводах, “отрисовывая” их светло-зеленым цветом, обозначающим значение логической 1, или тёмно-зеленым цветом, обозначающим значение логического 0. Также можно наблюдать и изменение выходных значений на выходных “контактах”.

**1.5. Выбор элементов на панели проводников.** При моделировании цифровых устройств очень удобным является использование **панели проводника**, в которой Logisim группирует инструменты в библиотеки, которые отражаются в панели проводника в соответствующих папок. Для доступа к компонентам библиотеки необходимо дважды щелкнуть на соответствующую папку. В появившемся списке компонент папки нужно щелкнуть выбранный компонент и курсором перетащить его на рабочее поле.

При создании проекта Logisim автоматически включает в себя несколько библиотек:

- Проводка: компоненты, которые взаимодействуют непосредственно с проводами.
- Элементы: компоненты, которые выполняют простые логические функции.
- Плексоры: более сложные комбинационные компоненты, такие как мультиплексоры и декодеры.
- Арифметика: компоненты, выполняющие арифметические действия.
- Память: компоненты, хранящие данные, такие как триггеры, регистры, и ОЗУ.
- Ввод/вывод: компоненты для взаимодействия с пользователем.
- Базовые: инструменты, которые являются неотъемлемой частью использования Logisim.

Отметим, что Logisim позволяет добавлять и другие библиотеки с помощью соответствующих опций.

Кстати, технически библиотека содержит инструменты, а не компоненты. Так, в библиотеке Базовые находится инструмент Нажатие () , инструмент Правка () , и другие, которые не связаны напрямую с конкретными компонентами. Большинство библиотек, однако, содержат лишь инструменты для добавления отдельных компонентов. Все встроенные библиотеки, кроме библиотеки Базовые - как раз такие.

**1.6. Изменение атрибутов выбранного элемента.** Многие компоненты имеют атрибуты, являющиеся свойствами для настройки функционирования или внешнего вида компонента. Для просмотра и отображения значений атрибутов компонента служит **таблица атрибутов**.

Для выбора атрибутов компонента, которые нужно просмотреть, щёлкните на компоненте с помощью инструмента Правка () . (Можно также щёлкнуть на компоненте правой кнопкой мыши (или с зажатой клавишей Ctrl) и выбрать «Показать атрибуты» из контекстного меню. Кроме того, взаимодействие с компонентом через инструмент Нажатие () или инструмент Текст (**A**) покажет атрибуты этого компонента.)

Чтобы изменить значение атрибута, щёлкните по его значению. Интерфейс для изменения атрибута будет зависеть от того, какой атрибут вы меняете. В случае атрибута Шрифт метки появится диалоговое окно для выбора нового шрифта, но некоторые атрибуты (например, Метка) позволят вам изменить значение в текстовом поле, в то время как другие (как, например, Направление метки) отобразят выпадающее меню для выбора значения

Каждый тип компонента имеет свой набор атрибутов. Чтобы узнать их значение, необходимо обратиться к соответствующей документации. Расположенной в Справке по библиотеке.

Если выбраны несколько компонентов с помощью Инструмента Правка, то таблица атрибутов отобразит атрибуты, общие для всех выбранных компонентов (за исключением проводов). Если выделенные компоненты не имеют общего значения для атрибута, то отображаемое значение будет пустым. Можно изменить значение атрибута всех выбранных компонентов одновременно, используя таблицу атрибутов.

## Лабораторная работа № 1

### Элементарные функции алгебры логики.

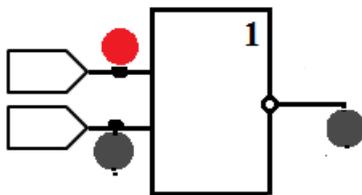
**Цель работы:** Изучение основных элементов системы схемотехнического моделирования Logisim для разработки цифровых устройств. Моделирование элементарных функций алгебры логики на основе базовых элементов цифровой техники. Приобретение навыков разработки и моделирования простейших функциональных схем функций алгебры логики в заданном элементном базисе.

#### 1. Порядок выполнения работы:

1.1. Ознакомьтесь с кратким описание системы моделирования цифровых устройств Logisim. Изучите команды строки меню и панели инструментов. Краткое описание использования системы Logisim можно найти, выполнив команды строки меню: **Справка – Руководство пользователя.**

1.2. Используя команды строки меню: **Окно-Настройки** выберите вариант представления цифровых элементов в стандарте IES или ANSI, а также язык интерфейса.

1.3. Для логических элементов И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ, равнозначность определите выполняемые функции в противоположном соглашении логики. С этой целью состояние логической переменной на входе и выходе целесообразно определять по свечению светодиода. Для этого, используя Панель проводника в папке Ввод/вывод выберите элемент «Светодиод» и разместите его на рабочем поле, соединив его с точкой контроля (индикации), а второй вывод с элементом «Земля» (Панель проводников-Проводка). Например, вариант полученной схемы может выглядеть так:



Т.е. логическую переменную будем определять как: { высокий уровень (В) – светодиод горит, и низкий уровень (Н) – светодиод не горит}. (Цвет свечения светодиода устанавливается через атрибуты). Для соглашения положительной логики (СПЛ) принимается:  $V \rightarrow "1"$ ,  $H \rightarrow "0"$ . Для соглашения отрицательной логики (СОЛ) – наоборот:  $V \rightarrow "0"$ ,  $H \rightarrow "1"$ .

1.4. На базе элементов 2И-НЕ выполните моделирование элементарных ФАЛ: конъюнкции, дизъюнкции, исключающее ИЛИ, эквивалентности,

импликации, Пирса. Проверьте правильность соответствия полученных схем исходным функциям по таблице истинности.

1.5. На базе элементов 2ИЛИ-НЕ выполните моделирование элементарных ФАЛ: конъюнкции, дизъюнкции, исключаящее ИЛИ, эквивалентности, импликации, Пирса. Проверьте правильность соответствия полученных схем исходным функциям по таблице истинности.

1.6. Реализуйте (смоделируйте) элементарные ФАЛ: ИЛИ, и импликацию в виде полинома Жегалкина. Проверьте правильность соответствия полученных схем исходным функциям по таблице истинности.

1.7. Выполните моделирование полинома Жегалкина для функции  $f(x, y, z)$ , заданной преподавателем. Проверьте правильность соответствия полученной схемы заданной функции по таблице истинности.

1.8. В заданном преподавателем базисе выполните моделирование заданной преподавателем функции  $f(x, y, z)$  и двойственную к ней. Занесите полученные при моделировании значения функций в соответствующие им таблицы.

1.9. В базисе элементов 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ приведите функциональные схемы для заданных функций  $f(a, b, c, d)$ . Работу схемы представьте в виде таблицы истинности.

1.10. Для заданной в п.1.9. функции выберите элементную базу, обеспечивающую наименьшую логическую глубину схемы и выполните ее моделирование. Проверьте правильность работы схемы.

1.11. Оформите отчет по выполненной работе.

**Отчет должен содержать:**

- Таблицы истинности исследуемых элементов в соглашении положительной и отрицательной логики;
- Функциональные схемы элементарных ФАЛ, реализованных в базисе 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ и их таблицы истинности;
- Функциональные схемы реализации заданных функций в виде полиномов Жегалкина, их таблицы истинности и выполненные алгебраические преобразования (п.1.6, 1.7, 1.8).
- Функциональные схемы реализации заданной функции для п.1.9, 1.10.

**Примечание: Все функциональные элементы и схемы представлять в соответствии с принятым в России ГОСТ 2.743-91.**

## Лабораторная работа №2.

### Разработка простейших функциональных схем алгебры логики

**Цель работы:** Освоение и применение методов использования аппарата алгебры логики для разработки функциональных схем цифровых устройств.

Моделирование заданных функций алгебры логики и их исследование в заданном элементном базисе.

Приобретение навыков разработки и проектирования устройств цифровой техники.

#### 1. Порядок выполнения лабораторной работы.

1.1. Откройте систему Logisim и настройте рабочее поле в соответствии с выбранным вариантом отображения информации на экране.

1.2. Разработайте функциональную схему преобразования VCD кода 8421 в заданный преподавателем другой VCD код и обратно. Проверьте правильность работы функциональной схемы ее моделированием в среде Logisim.

1.3. Разработайте функциональную схему заданной преподавателем функции алгебры логики в элементном базисе 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ и выполните ее моделирование. Сравните полученные значения моделируемой функциональной схемы и заданной ФАЛ для всех наборов логических переменных. Определите логическую глубину полученной функциональной схемы.

1.4. Для заданной в п.3 ФАЛ разработайте соответствующую ей функциональную схему, имеющую минимальную логическую глубину в базисе «И –НЕ», «ИЛИ-НЕ». Сравните результаты работы схемы с результатами п.1.3.

1.5. Для заданного преподавателем варианта выбора структур логических схем (См. ниже) разработайте соответствующие ей функциональные схемы минимальной логической глубины в базисах И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Проверить правильность работы схем и их соответствие заданной логической структуре, используя таблицу истинности.

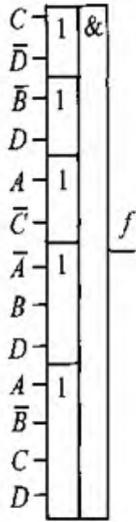
1.6. Выполните отчет о проделанной работе.

#### Отчет должен содержать:

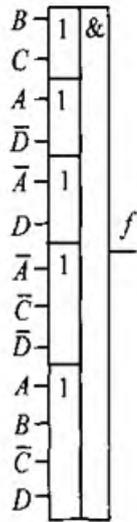
- Заданные функции, их таблицы истинности, разработанные функциональные схемы в заданных элементных базисах и результаты их функционирования, выполненные преобразования.

**Примечание:** Все функциональные элементы и схемы представлять в соответствии с принятым в России ГОСТ 2.743-91.

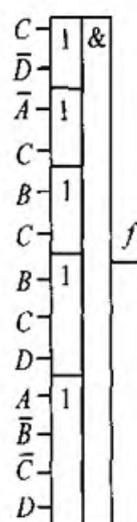
### Варианты логических структур



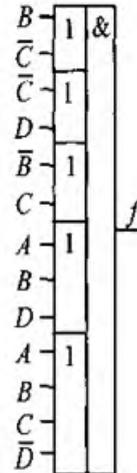
1



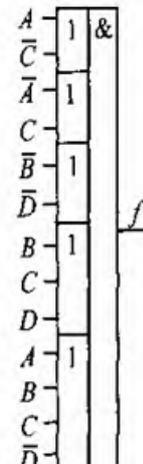
2



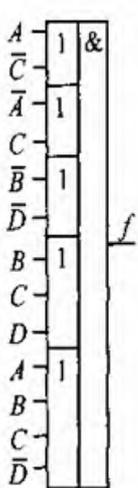
3



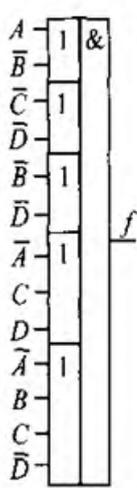
4



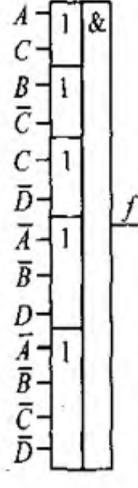
5



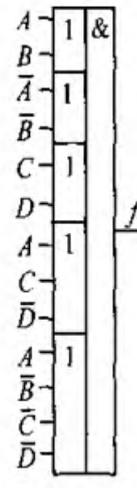
6



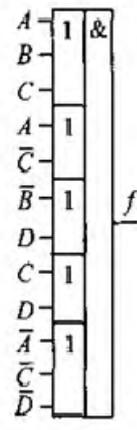
7



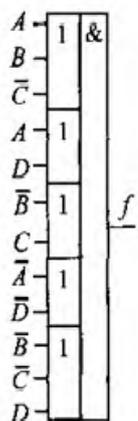
8



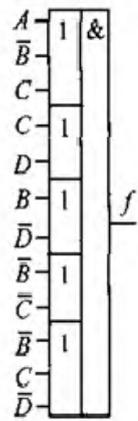
9



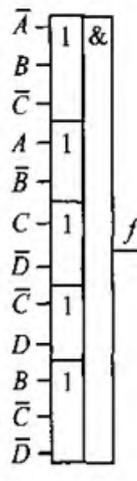
10



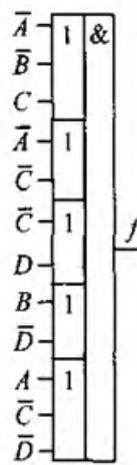
11



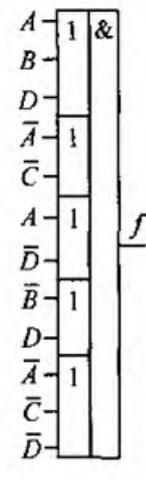
12



13



14



15

## Лабораторная работа № 3

### Разработка комбинационных устройств цифровой техники

**Цель работы:** Освоение и применение методов использования аппарата алгебры логики для разработки простейших функциональных устройств цифровой техники комбинационного типа в заданном элементном базисе (шифратор, дешифратор, мультиплексор, демультиплексор, компаратор) и их моделирование в среде Logisim.

#### 3.1 Краткое описание разрабатываемых функциональных узлов комбинационного типа.

**Шифратор** осуществляет преобразование десятичных символов в двоичную систему счисления. Функцию шифратора можно представить в условном виде, как показано на рис. 3.1

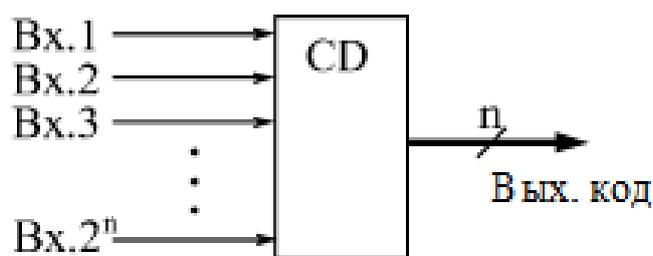


Рис. 3.1

(Символ *CD* образован из букв английского слова *Coder*).

На рис. 3.2 приведено символическое изображение шифратора, преобразующего десятичные числа 0, 1, 2, ..., 9 в выходной код 8421 и его таблица истинности. Слева показаны 10 входов шифратора, справа – выходы шифратора; цифрами 1,2,4,8 обозначены весовые коэффициенты двоичных четырёх разрядов шифратора.

Из таблицы истинности видно, что выходу  $x_1$  будет соответствовать лог. 1, если одна из входных переменных  $y_1, y_3, y_5, y_7, y_9$  будет также иметь лог. 1. Следовательно, можно составить логическую операцию  $x_1 = y_1 \vee y_3 \vee y_5 \vee y_7 \vee y_9$ . Для остальных выходов можно составить логические операции:

$$x_2 = y_2 \vee y_3 \vee y_6 \vee y_7, \quad x_4 = y_4 \vee y_5 \vee y_6 \vee y_7, \quad x_8 = y_8 \vee y_9.$$

Используя полученные логические операции, можно реализовать логическую схему шифратора, построенную на логических элементах *ИЛИ*, приведённую на рис.3.2. Шифраторы используются в устройствах ввода информации в цифровые системы с клавиатуры.



Рис.3.2

Используя полученные логические операции, можно реализовать логическую схему шифратора, построенную на логических элементах *ИЛИ*, приведённую на рис.3.2. Шифраторы используются в устройствах ввода информации в цифровые системы с клавиатуры.

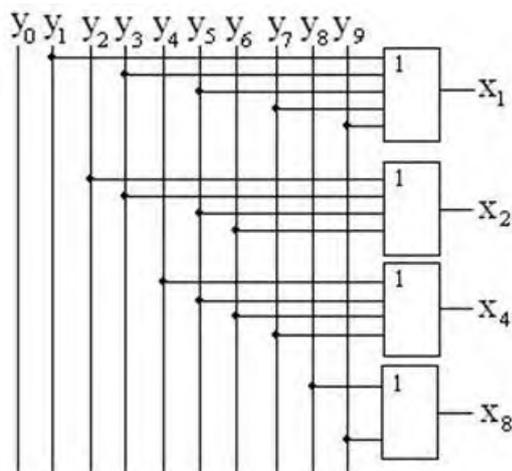


Рис.3.3

**Дешифратор** -комбинационное устройство, преобразующее n-разрядный двоичный код в унарный код. Лог.1 в унарном коде появляется в том разряде, десятичный номер которого соответствует входному коду. Число входов  $n$  и выходов  $N$  в полном дешифраторе связано соотношением  $N=2^n$ . Если в работе дешифратора используется неполное число выходов, то такой дешифратор называется неполным. Так, например, дешифратор, имеющий 4 входа и 16 выходов, будет полным, а если бы выходов было только 10, то он являлся бы неполным. Функцию дешифратора можно представить в условном виде, как показано на рис. 3.4

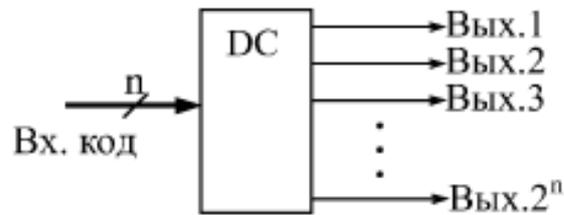


Рис. 3.4

На рис.3.5 представлены условное обозначение неполного дешифратора и функциональная схема его построения (преобразования кода 8421 в унарный).

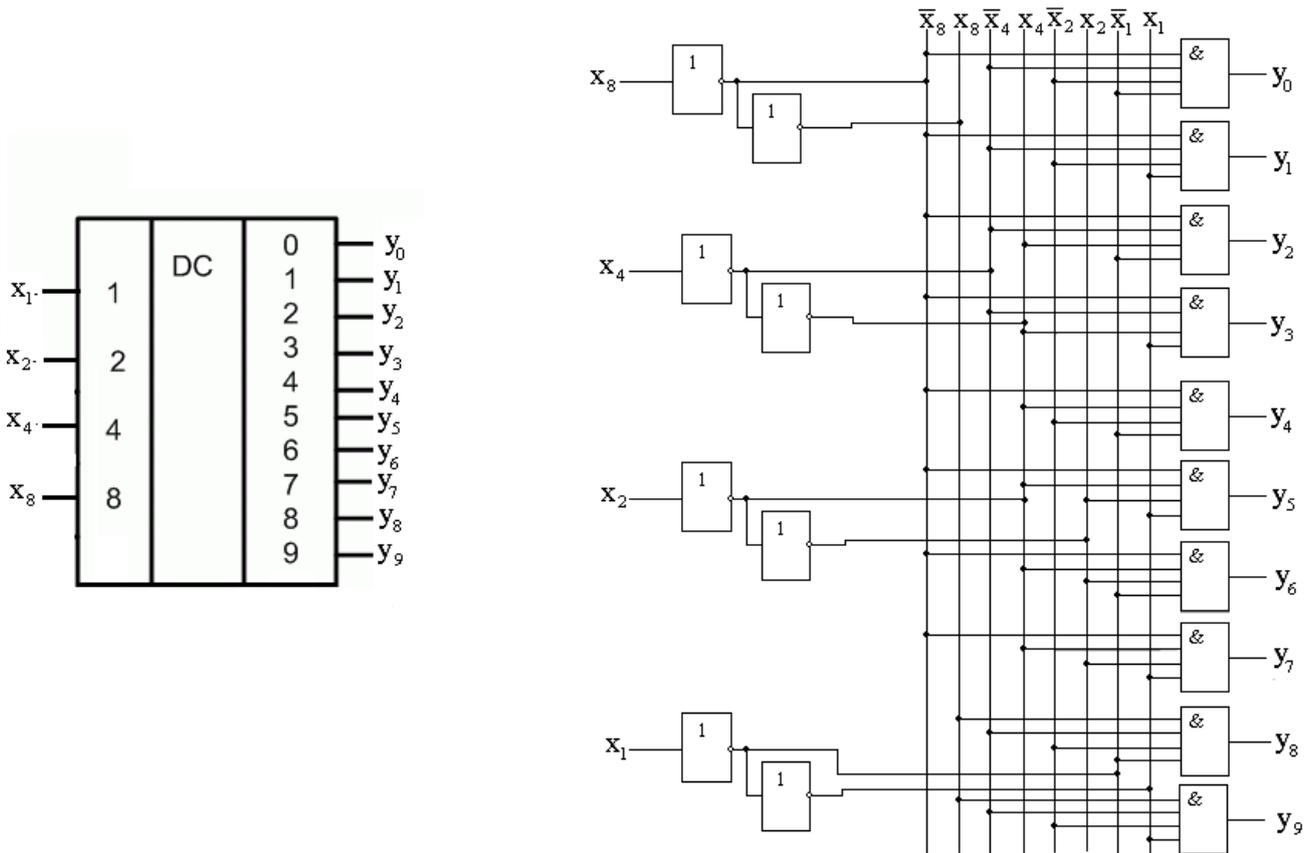


Рис. 3.5

**Мультиплексор** – это комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от нескольких источников информации в один выходной канал. Т.е., **Мультиплексор** можно определить как цифровой позиционный переключатель, коммутирующий на одну выходную линию сигналы от различных выходных источников, номер которых определяется соответствующим адресом.

Мультиплексор имеет 3 группы входов:

- 1) информационные;
- 2) адресные – двоичный код, на котором определяется какой из информационных входов подключен к выходу;
- 3) стробирующие (разрешающие).

При разрядности адреса  $n$ , число информационных входов  $2^n$ . Функционирование мультиплексора отражено в таблице истинности на рис.3.6, а на рис. 3.7 представлен один из вариантов его реализации и условное обозначение.

C	A1	A0	Q	$\bar{Q}$
1	*	*	0	1
0	0	0	D0	$\bar{D}_0$
0	0	1	D1	$\bar{D}_1$
0	1	0	D2	$\bar{D}_2$
0	1	1	D3	$\bar{D}_3$

Рис. 3.6

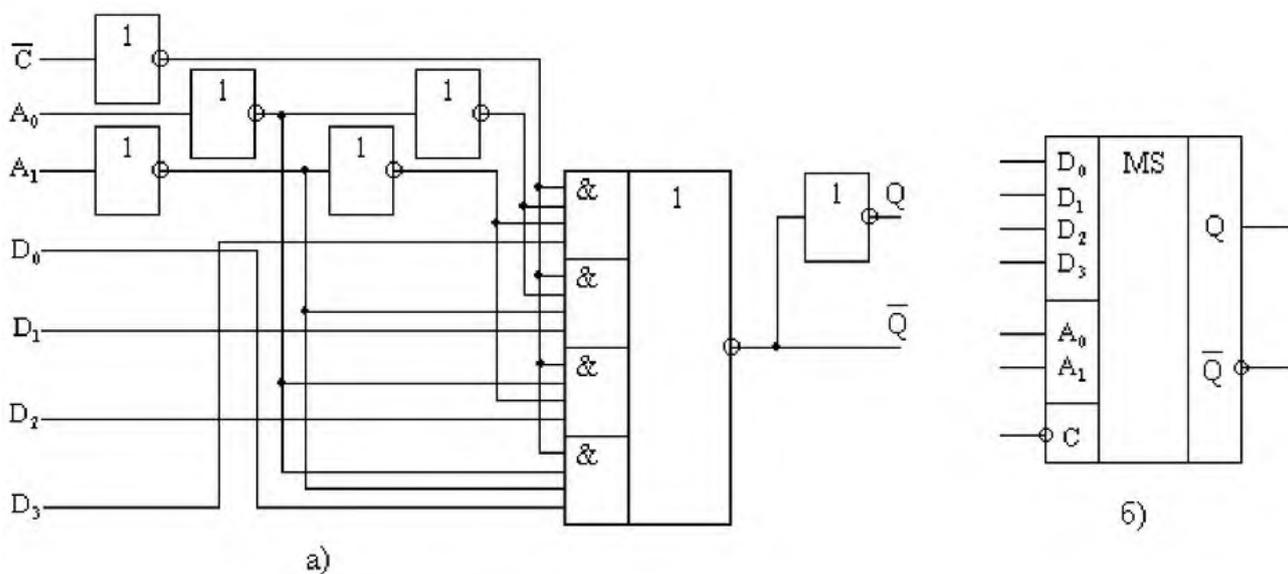
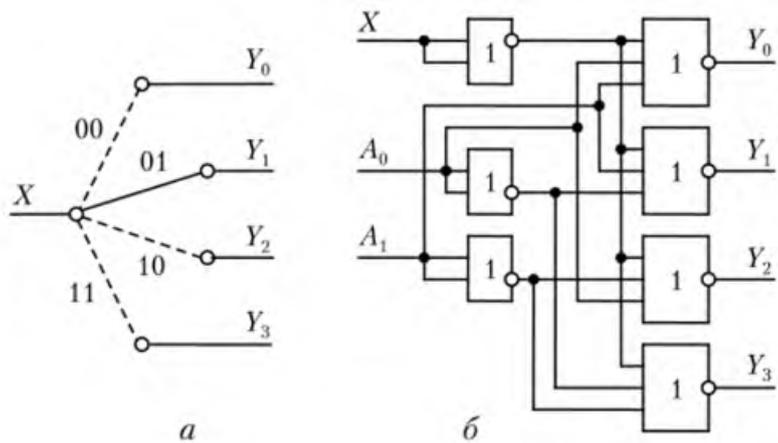


Рис. 3.7

**Демультимплексор** –комбинационное логическое устройство, предназначенное для управляемой передачи данных от одного источника информации на несколько выходных каналов. В общем случае: Демультимплексор имеет один информационный вход,  $n$  адресных входов,  $2^n$  выхода и вход разрешения. Его функционирование можно представить переключательной схемой, показанной на рис. 3.8, из которой видно, что значение на выходе с  $Y_i$  совпадает со значением  $X$ , если  $i$  есть десятичное число, соответствующее двоичному числу, значение которого определяется двоичным адресом  $A_0A_1$ .



Функционирование демультиплексора можно представить, например, следующей таблицей истинности (рис. 3.8):

$E$	$A_1$	$A_0$	$Y_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1	*	*	0	0	0	0
0	0	0	D	0	0	0
0	0	1	0	D	0	0
0	1	0	0	0	D	0
0	1	1	0	0	0	D

Рис. 3.8

Соответствующая функциональная схема демультиплексора и его условные обозначения приведены на рис. 3.9.

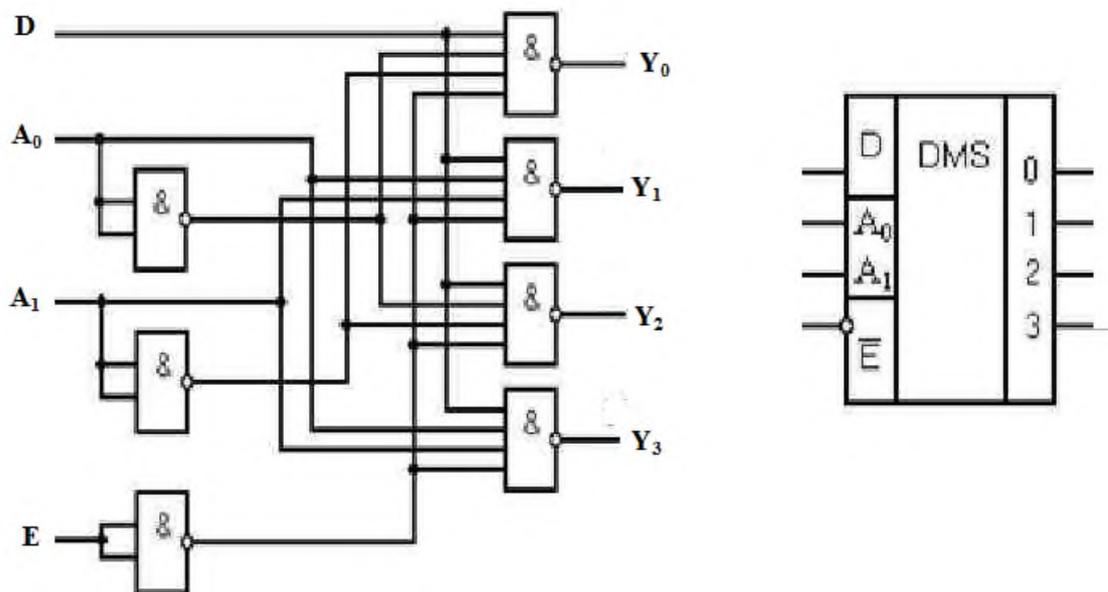


Рис. 3.9

**Компаратор** (англ. *Comparator*) – функциональное устройство, предназначенное для сравнения двух двоичных чисел. Компараторы определяют равенство чисел, а в случае неравенства — которое из чисел больше. При этом на выходах компаратора вырабатываются сигналы, показывающие результат

сравнения кодов. Компараторы относятся к арифметическим устройствам комбинационного типа.

Одноразрядный компаратор.

Простейшим компаратором является одноразрядный компаратор, который имеет два входа  $A$  и  $B$ , на которые подаются сравниваемые одноразрядные числа  $a$  и  $b$ , и три выхода результата сравнения, на которых формируются сигналы  $F_1(a > b)$ ,  $F_2(a = b)$  и  $F_3(a < b)$ .

Работа одноразрядного компаратора определяется таблицей истинности, которая приведена на рис. 3.10.

$a$	$b$	$F_1(a > b)$	$F_2(a = b)$	$F_3(a < b)$
0	0	0	1	0
0	1	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0

Рис. 3.10

Из таблицы истинности получаем выражения логических функций, реализуемых одноразрядным компаратором:

$$F_1(a > b) = a\bar{b};$$

$$F_2(a = b) = a \equiv b;$$

$$F_3(a < b) = \bar{a}b.$$

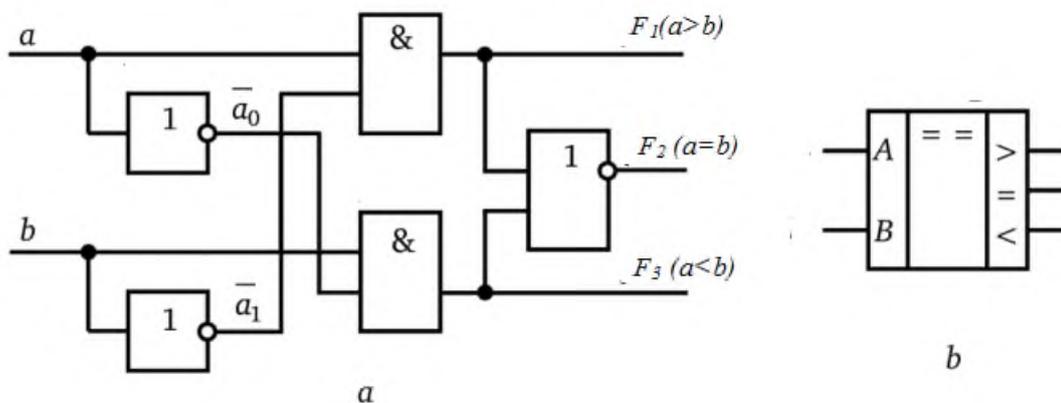


Рис. 3.11

На рис. 3.11 приведена функциональная схема одноразрядного компаратора и его условное обозначение.

## 2. Порядок выполнения лабораторной работы.

1.1. Откройте систему Logisim и настройте рабочее поле в соответствии с выбранным вариантом отображения информации на экране.

1.2. Разработайте функциональную схему шифратора в заданном элементном базисе. Количество входов задается преподавателем. Проверьте правильность работы функциональной схемы ее моделированием в среде Logisim.

1.3. Разработайте функциональную схему дешифратора в заданном элементном базисе. Количество выходов задается преподавателем. Проверьте правильность работы функциональной схемы ее моделированием в среде Logisim.

1.4. Разработайте функциональную схему мультиплексора в заданном элементном базисе. Количество информационных входов задается преподавателем. Для задания входных сигналов источников используйте генераторы сигналов разной частоты, позволяющие их визуализацию. Например, 0.5 Гц, 1 Гц, 2 Гц, 3 Гц. Для удобства визуализации выходы генератора контролируйте свечением светодиодов. Проверьте правильность работы функциональной схемы ее моделированием в среде Logisim.

1.5. Разработайте функциональную схему демультиплексора в заданном элементном базисе. Количество выходов задается преподавателем. Проверьте правильность работы функциональной схемы ее моделированием в среде Logisim.

1.6. Разработайте функциональную схему компаратора в заданном элементном базисе. Разрядность входных слов задается преподавателем. Проверьте правильность работы функциональной схемы ее моделированием в среде Logisim.

1.7. На базе разработанного 2-х разрядного компаратора разработайте функциональную схему 4-х разрядного компаратора, объединив два 2-х разрядных компаратора. Проверьте правильность его работы.

1.8. Выполните отчет по выполненной работе.

Отчет должен содержать:

- Функциональные схемы разработанных устройств, соответствующие им таблицы истинности функционирования, выполненные преобразования и приведение соответствующих функций к заданному элементному базису.
- Выводы по результатам моделирования.

**Примечание: Все функциональные элементы и схемы представлять в соответствии с принятым в России ГОСТ 2.743-91.**

## Лабораторная работа № 4

### Разработка функциональной схемы триггера потенциального типа

**Цель работы:** Освоение и применение методов использования аппарата алгебры логики для разработки функциональных схем триггеров потенциального типа в заданном элементном базисе и их моделирование в среде Logisim.

#### 1. Порядок выполнения лабораторной работы.

1.1. Откройте систему Logisim и настройте рабочее поле в соответствии с выбранным вариантом отображения информации на экране.

1.2 В элементном базисе ИЛИ-НЕ постройте функциональную схему R-S триггера и проверьте правильность его функционирования.

1.3. В элементном базисе И-НЕ постройте функциональную схему R-S триггера и проверьте правильность его функционирования.

1.4 В указанном элементном базисе приведите функциональную схему одноконтурного триггера в указанном элементном базисе и проверьте правильность его функционирования. Постройте временную диаграмму его функционирования.

1.5 Разработайте функциональную схему синхронного D-триггера. Постройте временную диаграмму его функционирования.

1.6. На базе разработанного D-триггера создайте схему двухконтурного D-триггера и постройте его временную диаграмму.

1.7. Разработайте функциональную схему триггера в соответствии с вариантом домашнего задания. Проверьте правильность его работы.

1.8. Оформите отчет по выполненной работе.

Отчет должен содержать:

- Схемы исследуемых триггеров;
- Аналитические выражения функций возбуждения ( $R^*$  и  $S^*$ );
- Характеристические уравнения;
- Таблицы состояний;
- Временные диаграммы функционирования триггеров.

**Примечание:** Все функциональные элементы и схемы представлять в соответствии с принятым в России ГОСТ 2.743-91.