

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Кафедра ЭВМ

Отчет по лабораторной работе № 1
Тема: «Исследование работы логических элементов»

Выполнил:
студент группы 150501 Смоленский Н.О.

Проверил:
к.т.н., доцент Селезнёв И.Л.

Минск
2023

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение работы цифровых логических элементов.

2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К РАБОТЕ

Среда выполнения: лабораторный модуль dLab1.

Задачи:

- Изучение работы логических элементов НЕ, И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ.
- Построение диаграмм и таблиц истинности ЛЭ.
- Реализация элементов в базисах «2ИЛИ-НЕ» и «2И-НЕ»

3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Цифровым логическим элементом называется физический элемент, реализующий одну из операций алгебры логики или простую логическую функцию. Схема, составленная из конечного числа логических элементов по определенным правилам, называется логической схемой.

В соответствии с перечнем логических операций (конъюнкция, дизъюнкция и отрицание) различают три основных логических элемента (ЛЭ): И, ИЛИ, НЕ.

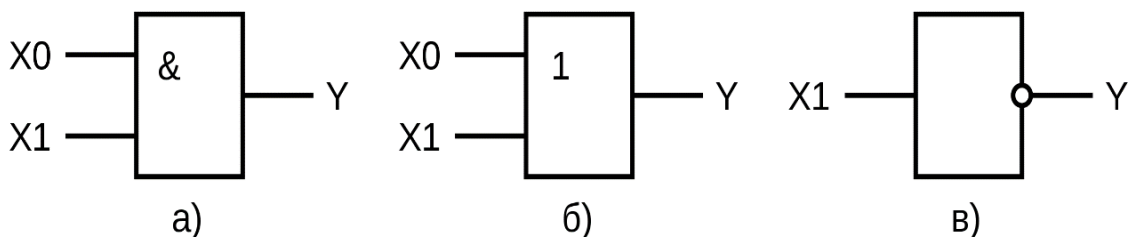


Рисунок 3.1 – Условное графическое обозначение элементов И (а), ИЛИ (б), НЕ (в)

Элементы И, ИЛИ могут иметь от 2 до 12 равноправных входов и один выход, сигнал на котором определяется комбинацией входных сигналов. Элемент НЕ имеет всегда только один вход. Условное графическое обозначение элементов 2И, 2ИЛИ, НЕ приведено на рисунке 3.1.

Для описания работы логических элементов и схем могут быть применены различные способы. Наиболее часто используются следующие:

- алгебраические выражения, например

$$y(x_0, x_1, x_2) = x_2 \wedge x_1 \wedge x_0 \vee \overline{x_2 \wedge x_1}$$

- таблица истинности (в таблице 3.1 описана работа функции И)

Таблица 3.1 – Таблица истинности элемента И

x_0	x_1	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- временная диаграмма состояний входных и выходных сигналов, (на рисунке 3.2 приведена диаграмма элемента И)

Диаграмма состояний логического элемента

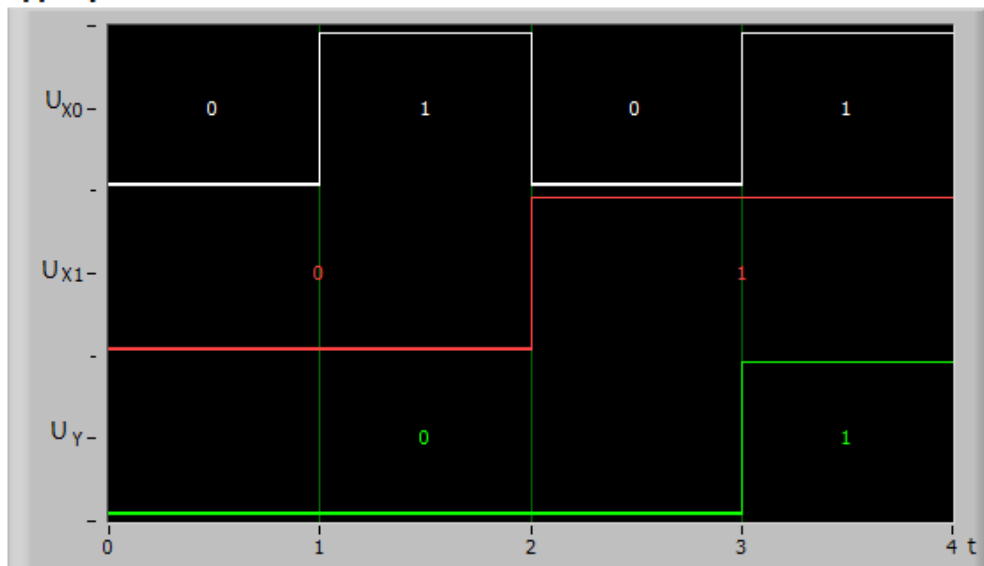


Рисунок 3.2 – Временная диаграмма элемента И

Из булевой алгебры известен принцип двойственности логических операций, заключающийся в их взаимном преобразовании, этот принцип описывается правилом Де-Моргана:

$$\overline{x_1 \wedge x_2} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}$$

$$\overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1} \wedge \overline{x_2}$$

Важным следствием принципа двойственности является то, что для записи логических выражений и схем, можно обойтись только двумя типами операций: ИЛИ и НЕ, либо И и НЕ. В связи с этим можно ввести понятие функционально полной системы ЛЭ – это совокупность ЛЭ, позволяющих реализовать логическую схему любой сложности.

Таким образом, системы из двух элементов И и НЕ, а также ИЛИ и НЕ являются функционально полными. Широкое применение нашли логические

элементы, совмещающие в себе функции элементов, описанных выше систем.

Таковыми элементами являются И-НЕ и ИЛИ-НЕ, которые называются штрих Шеффера и стрелка Пирса. На рисунке 3.3 приведено их условно-графическое обозначение.

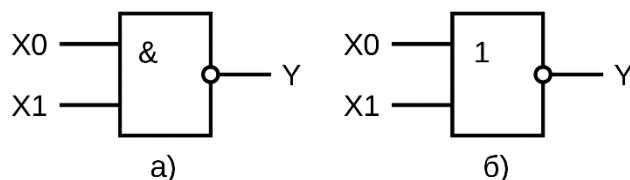


Рисунок 3.3 – Условное графическое обозначение элементов И-НЕ (а), ИЛИ-НЕ (б)

На рисунке 3.4 приведен пример реализации логической операции И с использованием только элементов ИЛИ-НЕ.

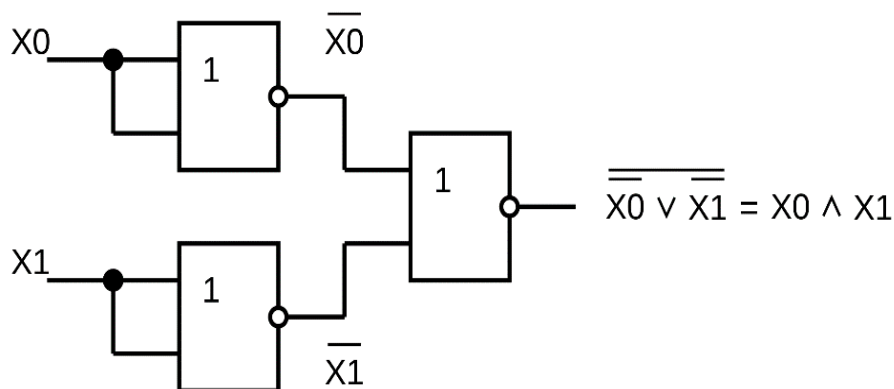


Рисунок 3.4 – Реализация операции И на базе элементов 2ИЛИ-НЕ

При разработке логических схем может оказаться, что ЛЭ имеет больше входов, чем число переменных, входящих в реализуемую с их помощью логическую функцию. При этом необходимо решить вопрос о том, как следует подключать свободные входы. Для рассмотрения этого случая вводится понятие активного и пассивного логических уровней.

Активным логическим уровнем называется такое значение входной переменной, которое однозначно определяет выходной сигнал ЛЭ. Например, для логического элемента И активным логическим уровнем является сигнал «0», так как его наличие хотя бы на одном из n -входов этого элемента однозначно определяет получение на выходе сигнала «0». Пассивным логическим уровнем для элемента И будет, соответственно, сигнал «1».

Отсюда следует, что для уменьшения фактического числа входов ЛЭ следует на неиспользуемые входы подавать сигналы пассивных логических констант (для элемента И таким сигналом является «1»). Также на несколько входов ЛЭ можно подавать одну и ту же логическую переменную, то есть объединять свободные входы с уже задействованными.

4 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

4.1 Исследование работы логического элемента НЕ

Запустив компьютер и установив на плате N1 ELVIS лабораторный модуль dLab1, в программе необходимо выбрать логический элемент НЕ. Далее необходимо нажать на кнопку "Очистить таблицу и диаграмму". После этого, изменяя входные сигналы и сохраняя значения с помощью кнопки "Добавить состояние в таблицу и на диаграмму", сформировать таблицу истинности и диаграмму состояний для данного элемента (на диаграмме вертикальная ось обозначает напряжение, а горизонтальная – время).

На рисунке 4.1 изображены УГО, таблица истинности и диаграмма состояний элемента НЕ.

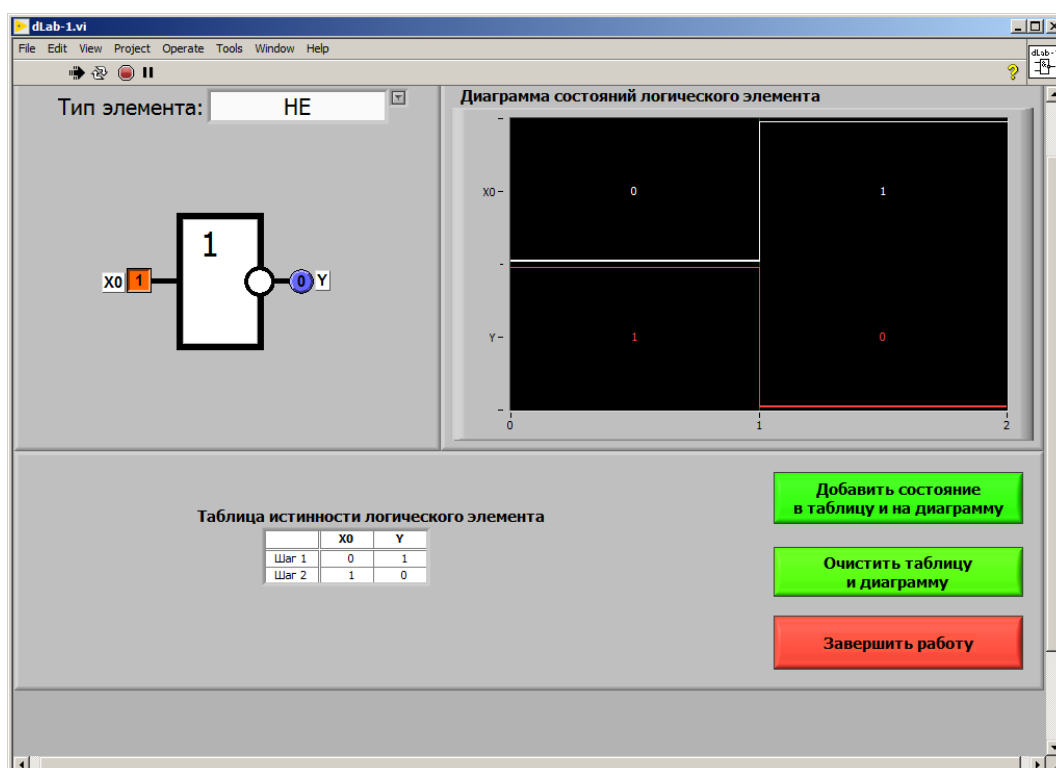


Рисунок 4.1 – Результат работы с элементом НЕ

Теперь необходимо построить логические схемы элемента НЕ в базисе 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ. Они приведены на рисунке 4.2.

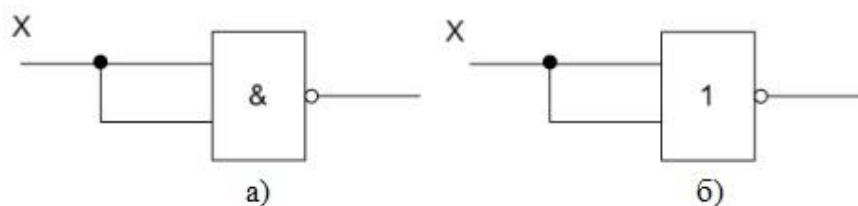


Рисунок 4.2 – Логическая схема элемента НЕ в базисе 2И-НЕ (а), 2ИЛИ-НЕ (б)

4.2 Исследование работы логического элемента И

На рисунке 4.3 изображены УГО, таблица истинности и диаграмма состояний элемента И.

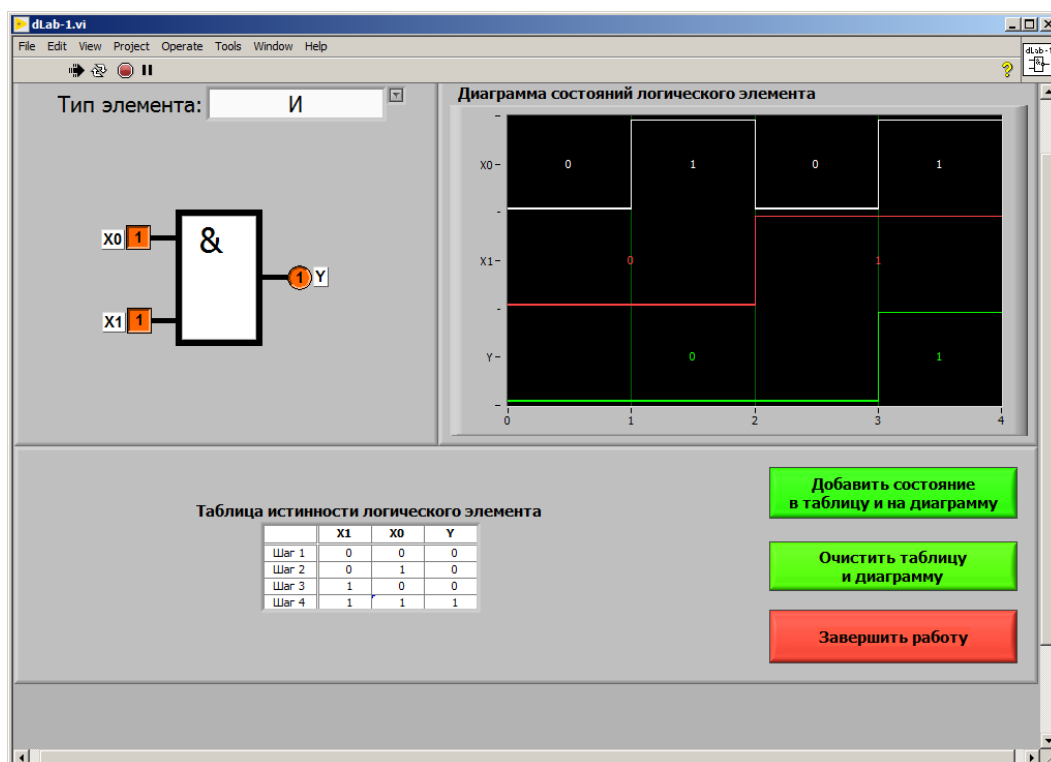


Рисунок 4.3 – Результат работы с элементом И

Исходя из полученной таблицы истинности можно сделать вывод об активном логическом уровне элемента. Таковым является сигнал «0», т.к. при его появлении на одном из входов элемента выходным сигналом всегда будет являться «0».

Схемы элемента И в базисах 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ приведены на рисунке 4.4.

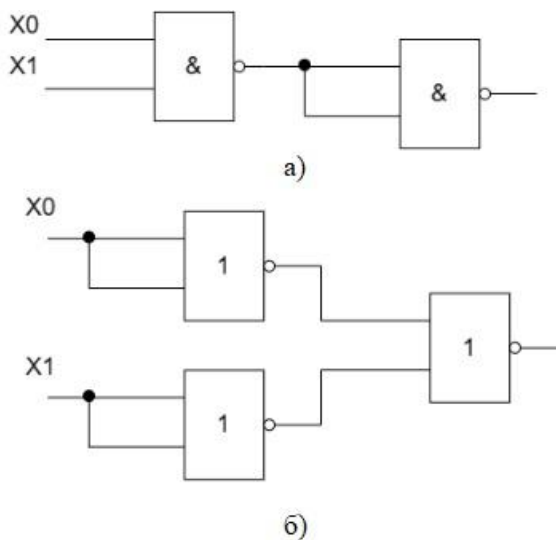


Рисунок 4.4 – Логическая схема элемента И в базисе 2И-НЕ (а), 2ИЛИ-НЕ (б)

4.3 Исследование работы логического элемента И-НЕ

На рисунке 4.5 изображены УГО, таблица истинности и диаграмма состояний элемента И-НЕ.

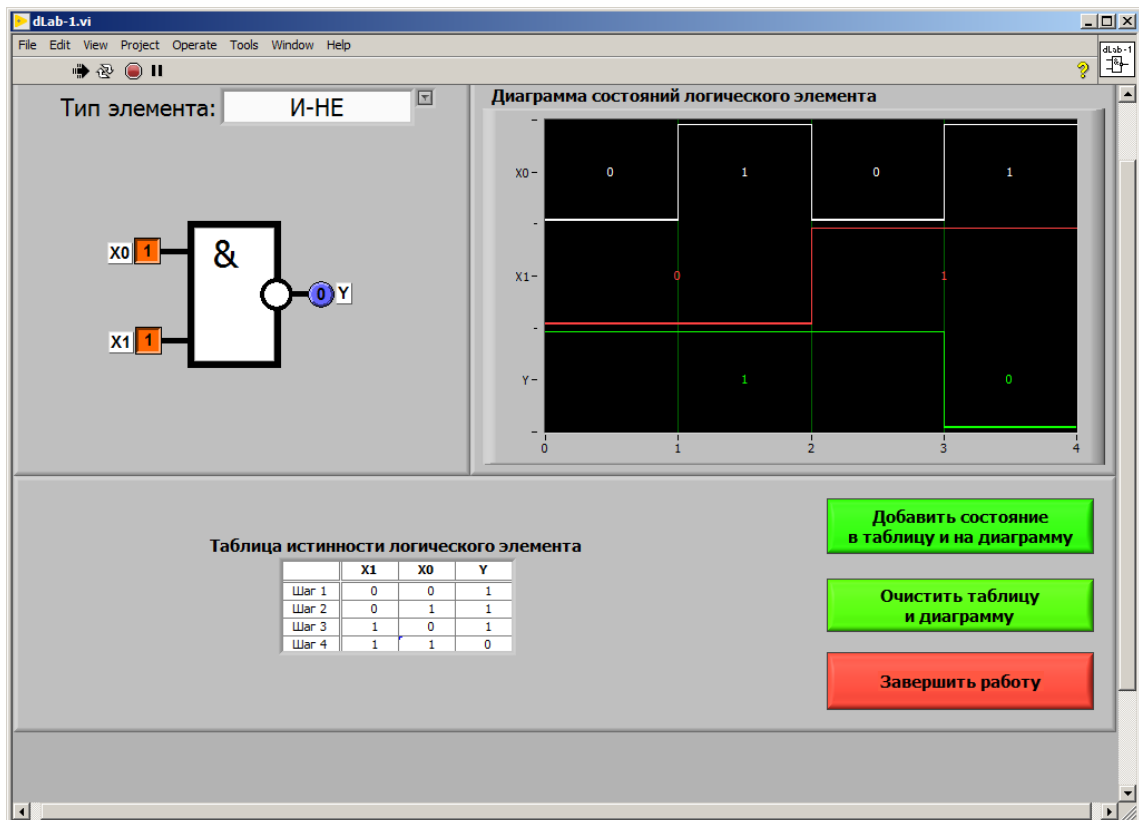


Рисунок 4.5 – Результат работы с элементом И-НЕ

Исходя из полученной таблицы истинности можно сделать вывод об активном логическом уровне элемента. Таковым является сигнал «0», т.к. при его появлении на одном из входов элемента выходным сигналом гарантированно будет являться «1».

Схемы элемента И-НЕ в базисах 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ приведены на рисунке 4.6.

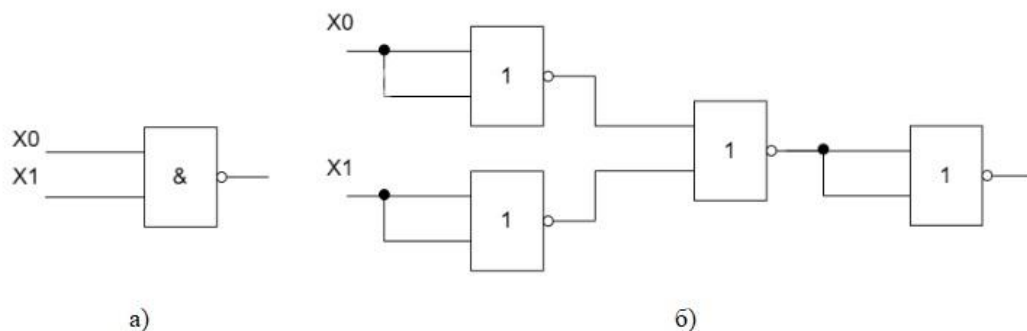


Рисунок 4.6 – Логическая схема элемента И-НЕ в базисе 2И-НЕ (а), 2ИЛИ-НЕ (б)

4.4 Исследование работы логического элемента ИЛИ

На рисунке 4.7 изображены УГО, таблица истинности и диаграмма состояний элемента ИЛИ.

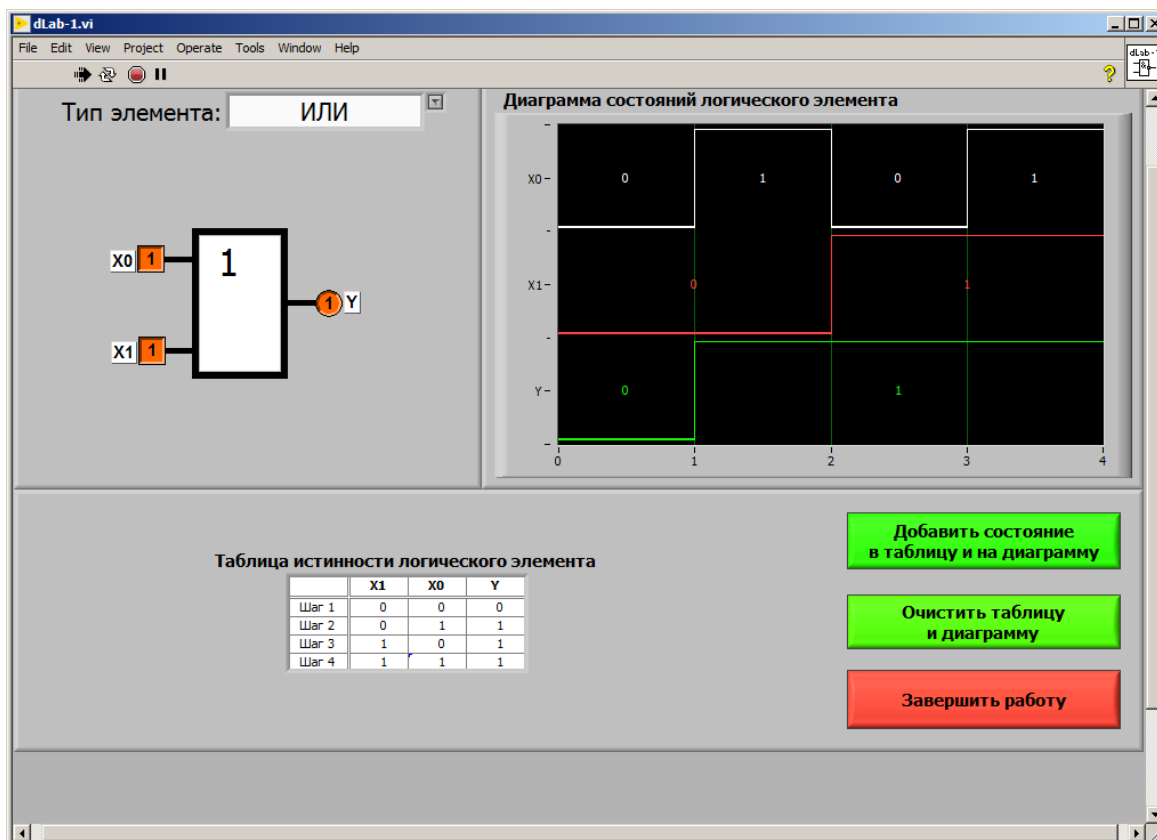


Рисунок 4.7 – Результат работы с элементом ИЛИ

Исходя из полученной таблицы истинности можно сделать вывод об активном логическом уровне элемента. Таковым является сигнал «1», т.к. при его появлении на одном из входов элемента выходным сигналом гарантированно будет являться «1».

Схемы элемента ИЛИ в базисах 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ приведены на рисунке 4.8.

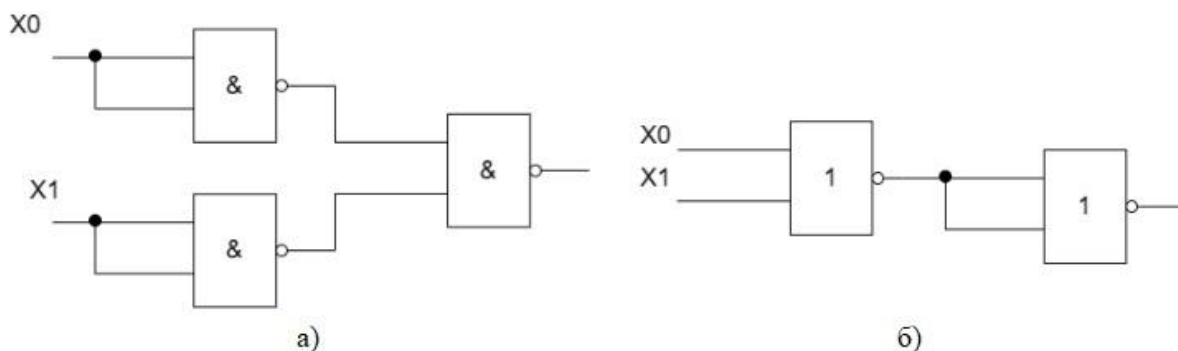


Рисунок 4.8 – Логическая схема элемента ИЛИ в базисе 2И-НЕ (а), 2ИЛИ-НЕ (б)

4.5 Исследование работы логического элемента ИЛИ-НЕ

На рисунке 4.9 изображены УГО, таблица истинности и диаграмма состояний элемента ИЛИ-НЕ.

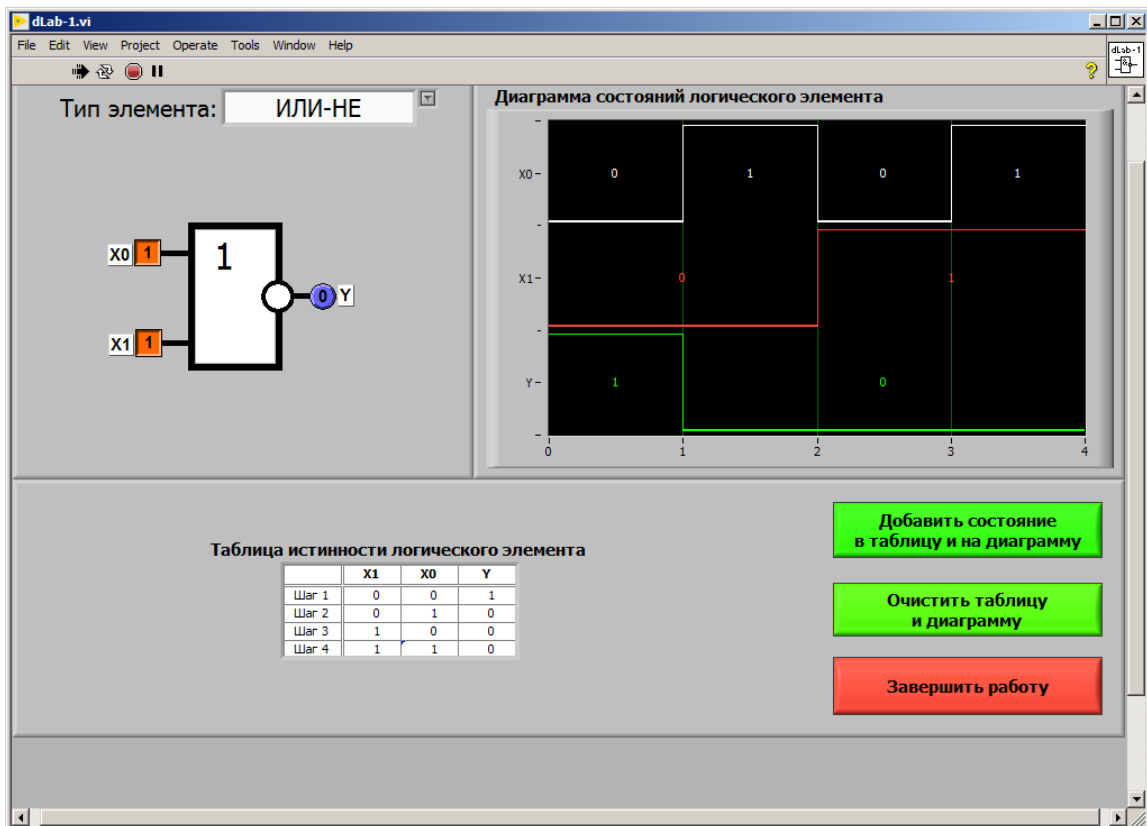


Рисунок 4.9 – Результат работы с элементом ИЛИ-НЕ

Исходя из полученной таблицы истинности можно сделать вывод об активном логическом уровне элемента. Таковым является сигнал «1», т.к. при его появлении на одном из входов элемента выходным сигналом гарантированно будет являться «0».

Схемы элемента ИЛИ-НЕ в базисах 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ приведены на рисунке 4.10.

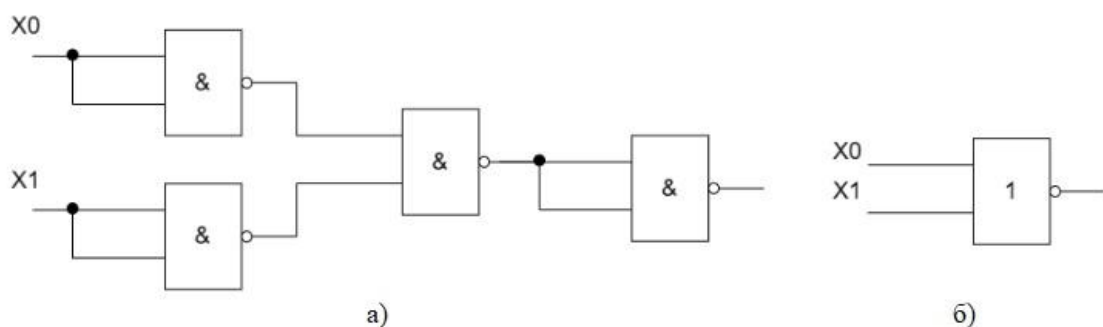


Рисунок 4.10 – Логическая схема элемента ИЛИ-НЕ в базисе 2И-НЕ (а), 2ИЛИ-НЕ (б)

4.6 Исследование работы логического элемента исключающее ИЛИ

На рисунке 4.11 изображены УГО, таблица истинности и диаграмма состояний элемента исключающее ИЛИ.

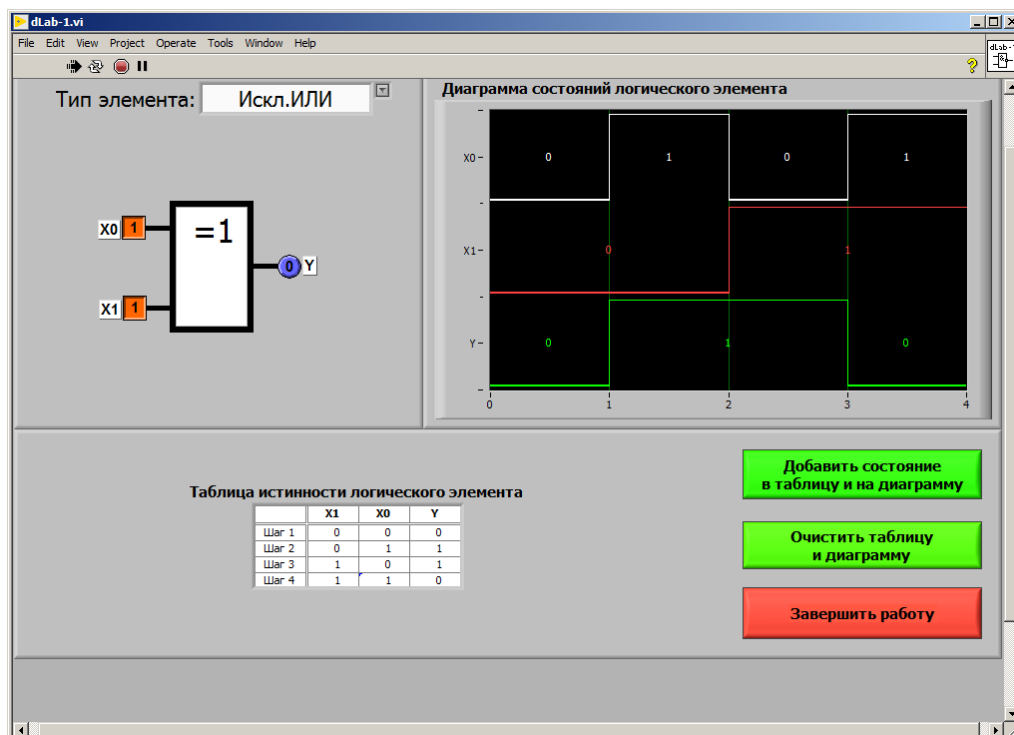


Рисунок 4.11 – Результат работы с элементом исключающее ИЛИ

Из полученных данных невозможно сделать вывод об активном логическом уровне элемента, т.к. ни появление сигнала «0», ни появление сигнала «1» на одном из входов элемента не гарантирует определённого сигнала на выходе.

Схема элемента исключающее ИЛИ в базисе 2И-НЕ приведена на рисунке 4.12.

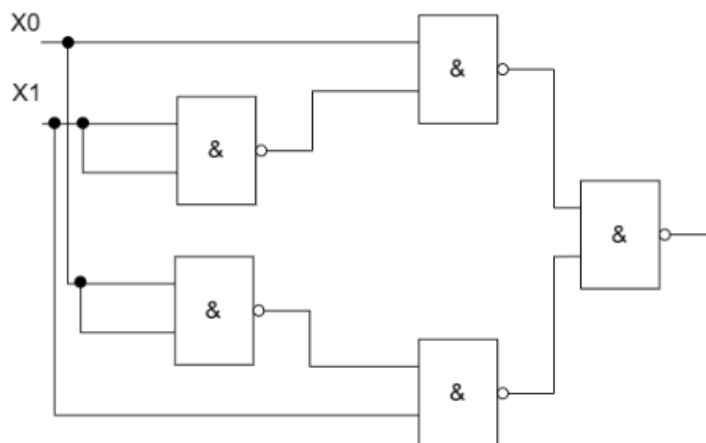


Рисунок 4.12 – Логическая схема элемента исключающее ИЛИ в базисе 2И-НЕ

Схема элемента исключающее ИЛИ в базисе 2ИЛИ-НЕ приведена на рисунке 4.13.

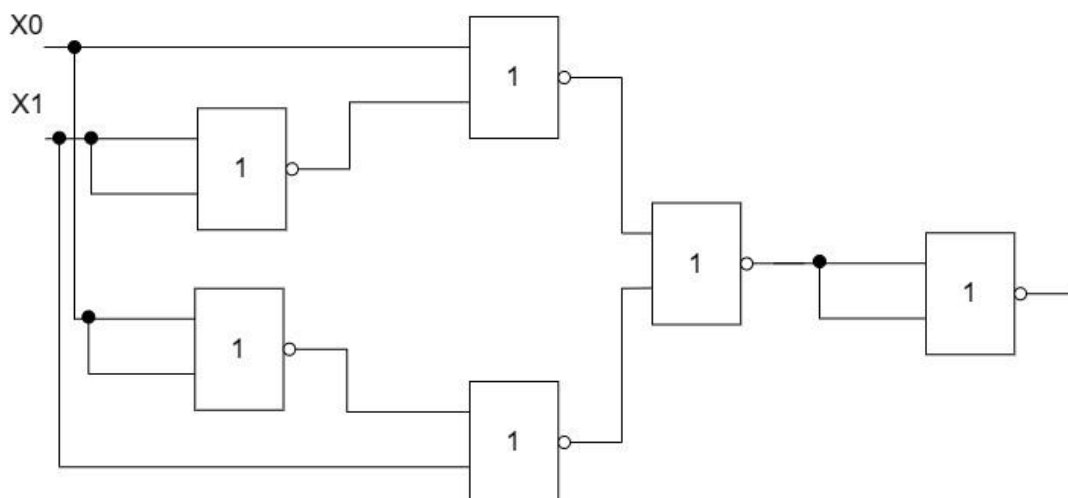


Рисунок 4.13 – Логическая схема элемента ИЛИ-НЕ в базисе 2ИЛИ-НЕ

5 ВЫВОДЫ

В ходе данной лабораторной работы требовалось изучить поведение цифровых логических элементов.

С этой целью были сформированы таблицы истинности и диаграммы состояний для логических элементов НЕ, И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ, а также построены их схемы в базисах 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ.