

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

#### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является исследование работы цифровых логических элементов.

#### 2. СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Цифровым логическим элементом называется физическое устройство, реализующее 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. Элементы И, ИЛИ могут иметь несколько равноправных входов (от 2 до 12) и один выход, сигнал на котором определяется комбинацией входных сигналов. Элемент НЕ имеет всегда только один вход. Условное графическое обозначение элементов И, ИЛИ, НЕ приведено на рис. 1.1.

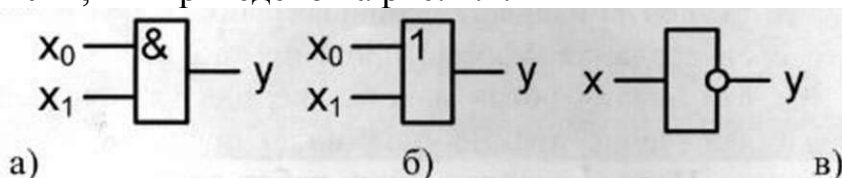


Рис. 1.1. Условное графическое обозначение элементов И (а), ИЛИ (б), НЕ (в)

Для описания работы ЛЭ и логических схем могут быть использованы 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 (табл. 1.1), например, для функций И

Таблица 1.1		
x <sub>1</sub>	x <sub>0</sub>	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- временная диаграмма состояний входных и выходных сигналов, например, для функции И:

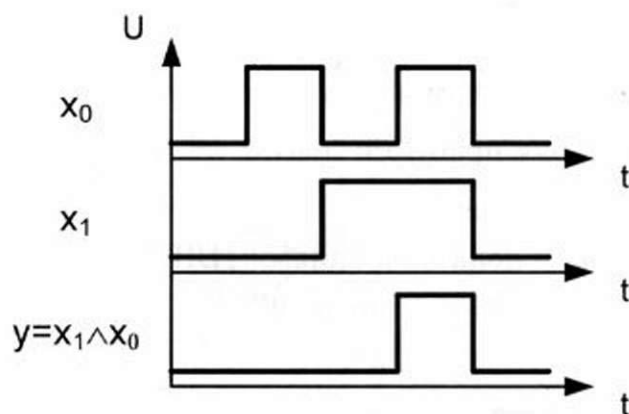


Рис. 1.2. Временная диаграмма состояний для функции И

Из булевой алгебры известен принцип двойственности логических операций, заключающийся в их взаимном преобразовании: если в условии, определяющем операцию И, значения всех переменных и самой функции заменить их инверсией, а знак конъюнкции - знаком дизъюнкции, получится условие определяющее операцию ИЛИ:

если  $\overline{x_1 \vee x_0} = \overline{y}$ , то  $x_1 \wedge x_0 = y$

Справедливо и обратное преобразование:

если  $x_1 \vee x_0 = y$  то  $\overline{x_1 \wedge x_0} = \overline{y}$ .

Важным практическим следствием принципа двойственности является тот факт, что при записи логических выражений и, следовательно, построении логических схем, можно обойтись только двумя типами операций, например, операциями И и НЕ или ИЛИ и НЕ. В связи с этим можно ввести понятие функционально полной системы ЛЭ - совокупность ЛЭ, позволяющих реализовать логическую схему произвольной сложности.

Таким образом, системы двух элементов И и НЕ, а также ИЛИ и НЕ наравне с системой из трех элементов (И, ИЛИ, НЕ) являются функционально полными. На практике широкое применение нашли ЛЭ, совмещающие функции элементов указанных выше функционально полных систем. Это элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ, которые носят названия соответственно штрих Шеффера и стрелка Пирса. По определению каждый из этих элементов так же образует функционально полную систему. Их условные графические обозначения приведены на рис. 1.3.

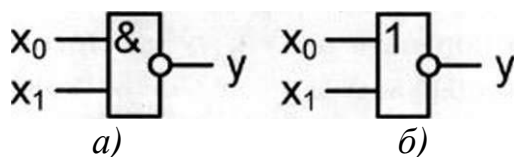


Рис. 1.3. Условное графическое обозначение элементов И-НЕ (а), ИЛИ-НЕ (б)

На рис. 1.4 приведен пример реализации логической операции И с использованием только элементов И-НЕ.

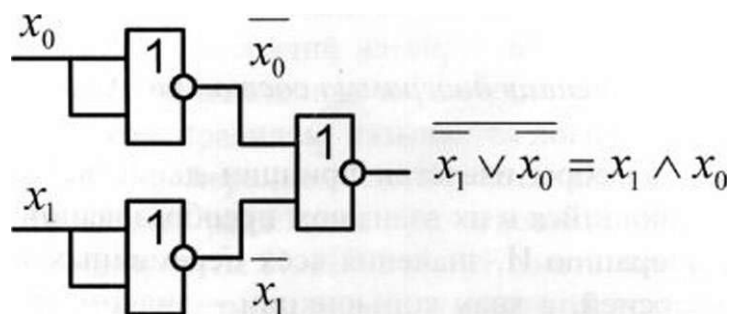


Рис. 1.4. Реализация логической операции И на базе элементов 2ИЛИ-НЕ

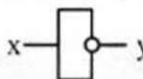
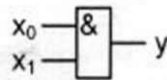
При разработке логических схем может оказаться, что ЛЭ имеет больше входов, чем число переменных, входящих в реализуемую с их помощью логическую функцию. При этом необходимо решить вопрос о том, как следует подключать свободные входы. Для рассмотрения этого случая вводится понятие активного и пассивного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

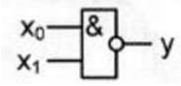
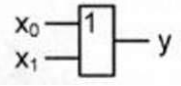
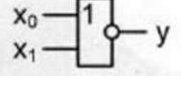
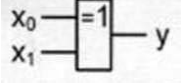
Активным логическим уровнем называется такое значение входной переменной, которое однозначно определяет выходной сигнал ЛЭ. Например, для логического элемента И активным логическим уровнем является сигнал лог.0, так как его наличие хотя бы на одном из  $n$ -входов этого элемента однозначно определяет получение на выходе логического 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: в рассмотренном случае для элемента И таким сигналом является «1».

Другой прием уменьшения фактического числа входов логического элемента основан на теоремах алгебры логики: на несколько входов ЛЭ можно подавать одну и ту же логическую переменную, то есть объединять свободные входы с уже задействованными.

В табл. 1.2 представлены основные логические элементы, их обозначение, схемы и выполняемые функции.

Таблица 1.2

Элемент	Обозначение	Схема	Функция
НЕ	ЛН		$y = \bar{x}$
И	ЛИ		$y = x_1 \wedge x_0$

И-НЕ	ЛА		$y = \overline{x_1 \wedge x_0}$
ИЛИ	ЛЛ		$y = x_1 \vee x_0$
ИЛИ-НЕ	ЛЕ		$y = \overline{x_1 \vee x_0}$
Исключающее ИЛИ	ЛП		$y = (\overline{x_1} \wedge x_0) \vee (x_1 \wedge \overline{x_0})$

### 3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

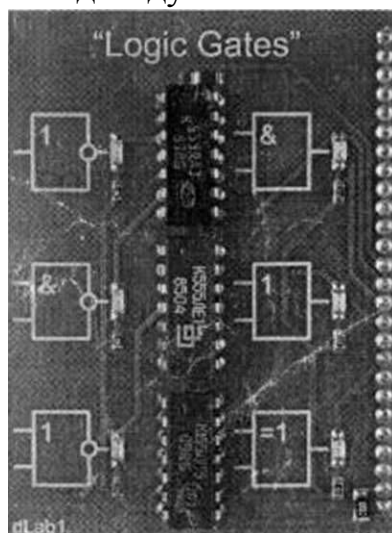
В состав лабораторного стенда входят:

- базовый лабораторный стенд;
- лабораторный модуль dLab1 для исследования работы логических элементов.

### 4. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

Подготовьте шаблон отчета в редакторе MS Word.

Установите лабораторный модуль dLab1 на макетную плату лабораторной станции N1 ELVIS. Внешний вид модуля показан на рис. 1.5.



*Рис. 1.5. Внешний вид модуля dLab1 для исследования работы логических элементов*

Загрузите файл dLab-1.vi. На экране появится изображение ВП, необходимого для выполнения работы (рис. 1.5). Запустите программу, щелкнув левой кнопкой мыши на экранной кнопке RUN.

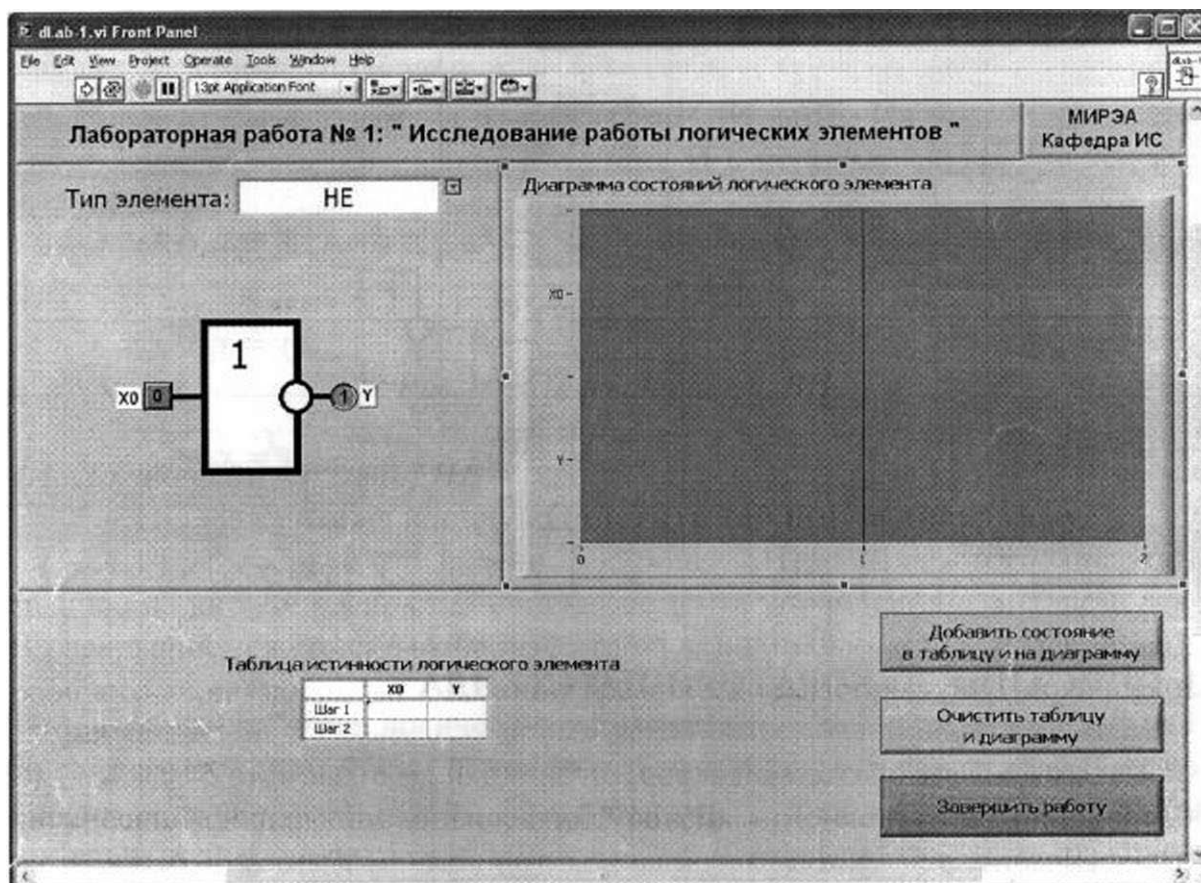


Рис. 1.5. Лицевая панель ВП

#### 4.1. Логический элемент НЕ

4.1.1. Нажмите на кнопку «Очистить таблицу и диаграмму».

4.1.2. Выберите логический элемент «НЕ». Для этого щелкните мышью на кнопке раскрытия списка элемента управления «Тип элемента». В раскрывшемся списке выберите строку с надписью «НЕ». В левой части рабочего окна появится условное графическое изображение логического элемента НЕ.

4.1.3. Установите на входе «X0» исследуемого логического элемента логический сигнал «0». Логический уровень изменяется при однократном нажатии с помощью манипулятора мышь на кнопку квадратной формы, расположенную около входа логического элемента. При этом на кнопке отображается состояние входа («0» - синий цвет или «1» - оранжевый цвет). На индикаторе круглой формы, расположенном около выхода логического элемента, будет отображено состояние выходного сигнала в соответствии с логической функцией исследуемого элемента.

4.1.4. Занесите логические состояния входа и выхода логического элемента «НЕ» в таблицу истинности и на диаграмму состояний. Для этого нажмите на кнопку «Добавить состояние в таблицу и на диаграмму».

4.1.5. Установите на входе «X0» исследуемого логического элемента логический сигнал «1», и с помощью кнопки «Добавить состояние в таблицу и на

диаграмму» занесите логические состояния входа и выхода логического элемента «НЕ» в таблицу истинности и на диаграмму состояний.

4.1.6. Скопируйте полученные таблицу истинности и диаграмму состояний в отчет. Сначала скопируйте таблицу истинности в буфер обмена, для чего щелкните правой кнопкой мыши на изображении таблицы и выберите из контекстного меню команду «Copy Data». Затем перейдите в редактор MS Word и вставьте изображение таблицы из буфера обмена на страницу отчета. Повторите те же действия с диаграммой состояний.

4.1.7. В отчете приведите схему реализации логической функции «НЕ» на основе базового логического элемента «2И-НЕ», и на основе базового логического элемента «2ИЛИ-НЕ».

## **4.2. Логические элементы В, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ, Искл.ИЛИ**

4.2.1. Нажмите на кнопку «Очистить таблицу и диаграмму».

4.2.2. Выберите логический элемент И. Для этого щелкните мышью на кнопке раскрытия списка элемента управления «Тип элемента». В раскрывшемся списке выберите строку с надписью «И». В левой части рабочего окна появится условное графическое изображение логического элемента И.

4.2.3. Установите на входах «X0» и «X1» логического элемента значения сигналов, приведенные в первой строке табл. 1.3.

Таблица 1.3

Вход X1	Вход X0
0	0
0	1
1	0
1	1

4.2.4. Занесите логические состояния входов и выходов дешифратора в таблицу истинности и на диаграмму состояний. Для этого на лицевой панели ВП нажмите на кнопку «Добавить состояние в таблицу и на диаграмму».

4.2.5. Повторите пп.4.2.3 - 4.2.4 для остальных строк табл. 1.3.

4.2.6. Скопируйте полученные таблицу истинности и диаграмму состояний в отчет.

4.2.7. По таблице истинности и диаграмме состояний исследуемого логического элемента определите, какой логический сигнал является для него активным.

4.2.8. В отчете приведите схему реализации функции исследуемого логического элемента на основе базовых логических элементов «2И-НЕ», и на основе базовых логических элементов «2ИЛИ-НЕ».

4.2.9. Повторите пп. 4.2.1 - 4.2.8 для логических элементов «И-НЕ», «ИЛИ», «ИЛИ-НЕ», «Искл.ИЛИ».

4.2.10. Выключите ВП, для чего нажмите на панели ВП кнопку «Завершить работу».

## **5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- Что такое логическая переменная и логический сигнал? Какие значения они могут принимать?
- Что такое логическая функция?
- Назовите основные операции булевой алгебры.
- Что такое таблица истинности? Приведите пример.
- Что такое функционально полная система логических элементов?
- Какие логические элементы составляют базовый набор?
- Приведите условное обозначение операций И, ИЛИ, И-НЕ.