

УДК 519.876.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Е.С. Палюх<sup>1</sup>, Н.В. Карпенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>студент 5 курса, кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [palyukh\\_zhenya@mail.ua](mailto:palyukh_zhenya@mail.ua)

<sup>2</sup>кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: [karpenko\\_nadija@mail.ru](mailto:karpenko_nadija@mail.ru)

**Аннотация.** В работе разработано приложение для исследования работы логических элементов цифровой электроники. Работа приложения показана на примере исследования логического элемента «ИЛИ» (дизъюнкция). Построены временная диаграмма и таблица истинности.

*Ключевые слова:* цифровая электроника, логический элемент «ИЛИ», дизъюнкция, таблица истинности.

## MODELLING OF WORK OF THE LOGICAL ELEMENTS OF DIGITAL ELECTRONICS

Yevgeniy Palyukh<sup>1</sup>, Nadia Karpenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student 5<sup>th</sup> year, Department of Computer, Dnipropetrovs'k National University named by Oles Honchar, Dnipropetrovs'k, Ukraine, e-mail: [palyukh\\_zhenya@mail.ua](mailto:palyukh_zhenya@mail.ua)

<sup>2</sup>Ph.D. in Physics and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Computer, Dnipropetrovs'k National University named by Oles Honchar, Dnipropetrovs'k, Ukraine, e-mail: [karpenko\\_nadija@mail.ru](mailto:karpenko_nadija@mail.ru)

**Abstract.** The paper developed an application for the study of the logic elements of digital electronics. Job application is shown in an example of research logic element "OR" (disjunction). Built timing diagram and the table of the validity.

*Keywords:* digital electronics, logical OR element, disjunction, table of the validity.

**Введение.** Логический элемент – это электронное устройство, реализующее одну из логических операций. Логические элементы представляют собой электронные устройства, в которых обрабатываемая информация закодирована в виде двоичных чисел, отображаемых напряжением (сигналом) высокого и низкого уровня. Термин «логические» пришел в электронику из алгебры логики, оперирующей с переменными величинами и их функциями, которые могут принимать только два значения: «истинно» или «ложно». Для обозначения подлинности и ошибочности высказываний используют символы 1 и 0. Соответственно, каждая логическая переменная

может принимать только одно значение: 1 или 0. Эти двоичные переменные и функции от них называются логическими переменными и логическими функциями. Устройства, реализующие логические функции, называются логическими или цифровыми устройствами. В настоящее время, в связи с бурным развитием науки и техники, широкое применение получили схмотехнологии, которые активно применяются в интегральных схемах. Математической основой цифровой электроники и вычислительной техники является алгебра логики булевой алгебры (по имени английского математика Джона Буля). В булевой алгебре независимые переменные или аргументы (X) принимают только два значения: 0 или 1. Зависимые переменные или функции (Y) также могут принимать только одно из двух значений: 0 или 1. Логические элементы входят в состав микросхем, например, элементы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) в составе микросхем К155 (SN74), К133; элементы транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ) — в микросхемах 530, 533, К555 [1].

**Цель работы.** Составляющей частью курса «Компьютерная электроника» является лабораторный практикум, посвященный исследованию логических элементов. Поэтому целью данной работы является разработка программного обеспечения, позволяющего смоделировать работу логических элементов цифровой электроники.

**Материал и результаты исследований.** Разработано приложение, которое позволяет исследовать работу логических элементов. Данное приложение написано с помощью средств языков HTML, JavaScript и каскадных таблиц стилей CSS [2-6]. Поскольку лабораторный практикум включает в себя шесть лабораторных работ, их работу, соответственно, поддерживают шесть программных модулей:

- модуль логического элемента «И» – «Web\_AND.html»;
- модуль логического элемента «И-НЕ» (элемент Шеффера) – «Web\_AND-NO.html»;
- модуль логического элемента «ИЛИ» (дизъюнкция) – «Web\_OR.html»;
- модуль логического элемента «ИЛИ-НЕ» (элемент Пирса) – «Web\_OR-NO.html»;
- модуль логического элемента «исключающее ИЛИ» (сложение по модулю два) – «Web\_M2.html»;
- модуль логического элемента «исключающее ИЛИ-НЕ (элемент эквивалентности)» – «Web\_M2\_NO.html».

Функционирование каждого из модулей поддерживают три файла: .html-файл, .css-файл и .js-файл. Файл .js отвечает за логику работы каждого из элементов, а файлы .html и .css отвечают за интерфейс каждого из модулей.

Интерфейс разработанной программы показан на рис. 1. Данная страница содержит как текстовые ссылки на каждый из логических элементов, так и карточные ссылки, при наведении курсора на которые карта переворачивается, и появляется условное изображение логического элемента.

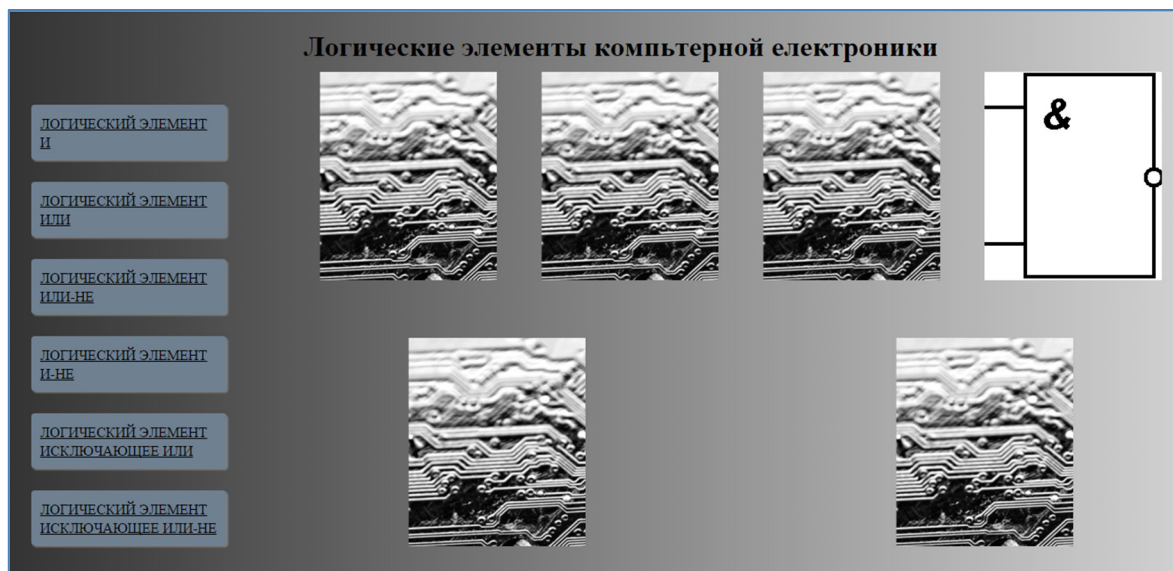


Рисунок 1 – Начальная страница разработанного приложения

Рассмотрим работу приложения на примере логического элемента «ИЛИ».

Интерфейс модуля логического элемента «ИЛИ» (рис. 2) содержит:

- виртуальный макет логического элемента, состоящий из условного изображения логического элемента и полей форм ввода-вывода;
- боковое меню;
- таблицу истинности.

В боковом меню находятся кнопки для управления работой логического элемента и вызова временной диаграммы:

- 1) «Включить элемент» – служит для начала работы с логическим элементом;
- 2) «Выключить элемент» – очищает таблицу истинности и поля ввода-вывода;
- 3) «Подключить генератор к входу» – позволяет выполнить автоматическое заполнение полей X1 и X2;
- 4) «Выключить генератор» – переход к ручному режиму заполнения полей X1 и X2;
- 5) «Временная диаграмма» – вызов окна с диаграммой, иллюстрирующей работу логического элемента.

С целью удобства изучения работы логического элемента на макете существует функция «Подключить генератор к входу», генерирующая значения X1 и X2, которые подаются к соответствующим входам логического элемента. После включения элемента на выход Y подается значение, которое автоматически заносится в таблицу истинности (рис.4).

**Логический элемент "ИЛИ"**  
Выполняет логическую операцию "ИЛИ" (дизъюнкция)

$Y = X1 \vee X2$

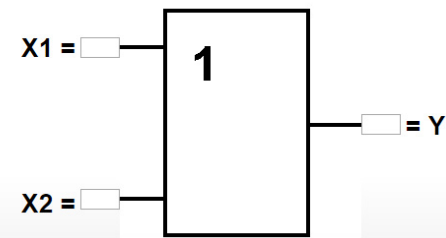
Включить элемент

Выключить элемент

Подключить генератор к входу: X1 X2

Выключить генератор

Временная диаграмма



ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ И

ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ИЛИ

ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ИЛИ-НЕ

ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ И-НЕ

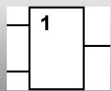
ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ

ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ-НЕ

Таблица истинности

X1	X2	Y
0	0	<input type="checkbox"/>
0	1	<input type="checkbox"/>
1	0	<input type="checkbox"/>
1	1	<input type="checkbox"/>

Условное изображение



Международное

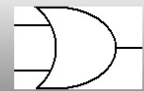


Рисунок 2 – Интерфейс модуля логического элемента «ИЛИ»

Помимо использования генератора случайных чисел пользователь может самостоятельно вписать значения X1 и X2 в соответствующие поля ввода (при выключенном генераторе случайных чисел).

Временная диаграмма, предназначенная для иллюстрации логического элемента «ИЛИ», представлена на рис. 3.

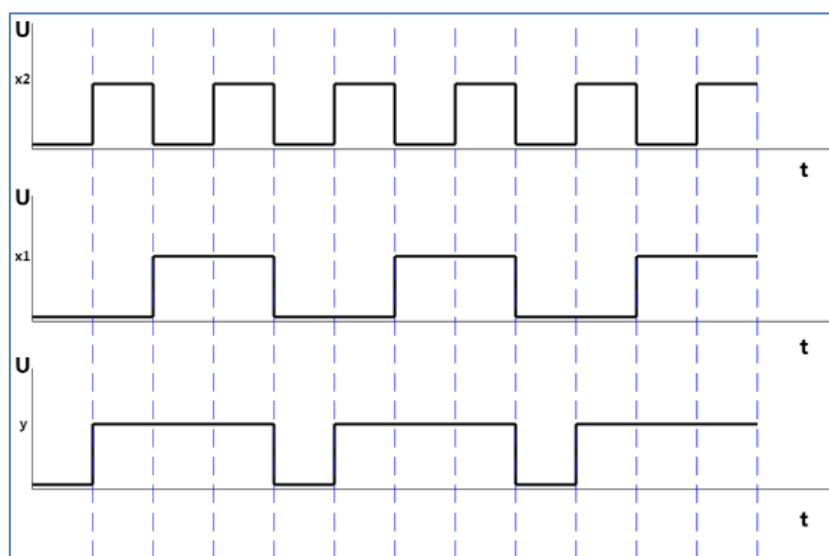


Рисунок 3 – Временная диаграмма

В результате работы программы заполняется таблица истинности (рис. 4) по формуле

$$Y = X1 \vee X2 \quad (1)$$

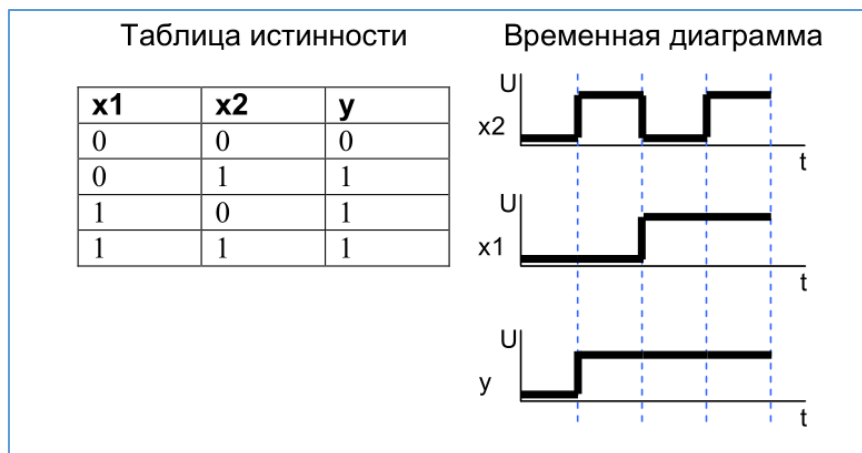


Рисунок 4 – Результат работы программы

**Вывод.** Разработано приложение для моделирования работы логических элементов цифровой электроники. Результатом такого исследования является снятие таблицы истинности полного логического элемента и просмотр временной диаграммы. Созданное программное обеспечение можно использовать как для интерактивного обучения непосредственно в сети интернет, так и в компьютерных классах учебных заведений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков Ю. В. Введение в цифровую схемотехнику. Курс лекций. — М.: Интернет-университет информационных технологий, 2006.
2. Фримен Э. Изучаем HTML, XHTML и CSS / Э. Фримен. — П.: Питер, 2010. — 656 с.
3. Лабберс П. HTML5 для профессионалов: мощные инструменты для разработки современных веб-приложений / Питер Лабберс, Брайан Олберс, Фрэнк Салим. — М.: Вильямс. — 2011. — 272 с.
4. Шафер С. HTML, XHTML и CSS. Библия пользователя, 5-е издание / Стивен Шафер. — М.: Диалектика. — 2010. — 656 с.
5. Мейер Эрик А. CSS-каскадные таблицы стилей: подробное руководство / Эрик А. Мейер. — М.: Символ. — 2006. — 576 с.
6. Флэнаган Д. JavaScript. Подробное руководство, 5-е издание / Дэвид Флэнаган. — СПб: Символ-Плюс. — 2008. — 992с.