МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Московский технический университет связи и информатики

Кафедра «Вычислительная техника»

Лабораторный практикум по дисциплине

Вычислительная техника

Лабораторная работа № 1

«Булева алгебра и логические элементы»

Выполнил:

студент группы БПС 2601

Миронов М.А.

Проверил:

Игнатов Д.В.

Москва 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы 3

Задачи 4

Ход работы 5

Краткие теоретические сведения 5

Проверка задания 1 6

Проверка задания 2 7

Проверка задания 3 9

Вывод 11

Цель работы

Изучить основные логические элементы среды разработки Logisim / Logisim Evolution, их условные обозначения и алгоритм построения булевых функций. Научиться строить таблицы истинности и логические схемы, освоить возможности логического преобразователя и проверить правильность выполнения практической работы №1.

Задачи

1. Построить в Logisim логическую схему для первого задания практической работы №1, проверить соответствие таблицы истинности и исходной функции.
2. Для второго задания проверить ранее построенную схему, таблицу истинности и функцию в базисе «И-НЕ-ИЛИ», привести функцию к базису «И-НЕ» и построить соответствующую логическую схему.
3. Аналогично проверить решение третьего задания практической работы №1.
4. Оформить отчёт по результатам выполнения работы.

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Логические элементы являются основой цифровых устройств. В среде Logisim они представлены отдельными компонентами, которые соединяются проводами и образуют логическую схему. Основными элементами являются конъюнкция (И), дизъюнкция (ИЛИ), отрицание (НЕ), а также их комбинации: И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и исключающее ИЛИ-НЕ.

Работа любого логического элемента описывается таблицей истинности. Для двух входов A и B основные функции имеют следующий вид.

Таблица 1 — Таблицы истинности основных логических элементов

A	B	$A \wedge B$	$A \vee B$	$\overline{A \wedge B}$	$\overline{A \vee B}$	$A \oplus B$
0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0

Любую булеву функцию можно представить в различных базисах. Базис называется полным, если с помощью входящих в него элементов можно реализовать любую логическую функцию. Базис «И-НЕ» является универсальным: операции И, ИЛИ и НЕ выражаются через элемент И-НЕ с помощью законов де Моргана и двойного отрицания:

$$\overline{A \wedge B} = \overline{A} \vee \overline{B}, \quad \overline{A \vee B} = \overline{A} \wedge \overline{B}. \tag{1}$$

Приведение функции к базису «И-НЕ» выполняется последовательной заменой операций И и ИЛИ на эквивалентные выражения через штрих Шеффера. Это позволяет реализовать схему на однотипных элементах, что упрощает производство и повышает технологичность устройства.

Номер варианта: _____.

Проверка задания 1

В первом задании требовалось построить логическую схему для булевой функции, полученной при выполнении практической работы №1. В соответствии с вариантом исходная функция имеет вид:

$$F_1 = \underline{\text{функция из варианта}}. \tag{2}$$

Для проверки в Logisim создаётся новая схема, на которую добавляются входные контакты, логические элементы и выходной контакт или пробник. Входным контактам присваиваются имена переменных, после чего схема последовательно проверяется на всех наборах входных сигналов. Результаты сравниваются с таблицей истинности, построенной аналитически.

Место для таблицы

Рисунок 1 — Таблица истинности функции F1

Место для скриншота

Рисунок 2 — Логическая схема для задания 1 в Logisim

Место для скриншота

Рисунок 3 — Проверка выходного сигнала на одном из наборов входов

Для автоматической проверки используется логический преобразователь Logisim. В окне анализа комбинационной схемы задаются входные переменные и значения выходной функции, после чего программа строит таблицу истинности и может сгенерировать эквивалентную схему. Совпадение полученной таблицы с исходной подтверждает правильность выполнения задания.

Проверка задания 2

Во втором задании за основу берётся схема, построенная при выполнении второго номера практической работы №1. Исходная функция представлена в базисе «И-НЕ-ИЛИ», поэтому сначала проверяется её таблица истинности, а затем выполняется приведение к базису «И-НЕ».

Приведение выполняется в несколько этапов. Сначала функция записывается в виде, удобном для применения законов де Моргана, затем операции ИЛИ заменяются на И-НЕ с помощью двойного отрицания, а операции И — аналогичным образом. После преобразований все элементы схемы должны быть реализованы только на элементах И-НЕ.

$$F_2 = \underline{\text{функция из варианта в базисе И-НЕ-ИЛИ}}. \tag{3}$$

Место для таблицы

Рисунок 4 — Таблица истинности функции F2

Место для скриншота

Рисунок 5 — Схема функции F2 в базисе «И-НЕ-ИЛИ»

Место для скриншота

Рисунок 6 — Схема функции F2 после приведения к базису «И-НЕ»

Правильность преобразований проверяется двумя способами: сравнением таблиц истинности исходной и преобразованной функций, а также с помощью логического преобразователя Logisim. Дополнительно можно построить полином Жегалкина и убедиться, что он не изменился после эквивалентных преобразований.

Проверка задания 3

Третье задание выполняется по аналогии с первым. Для функции, заданной в варианте, строится логическая схема, заполняется таблица истинности и выполняется проверка всех входных наборов. Особенностью задания является более сложная структура функции, поэтому схема разбивается на отдельные промежуточные узлы, что упрощает поиск ошибок.

$$F_3 = \underline{\text{функция из варианта}}. \tag{4}$$

Место для таблицы

Рисунок 7 — Таблица истинности функции F3

Место для скриншота

Рисунок 8 — Логическая схема для задания 3 в Logisim

Место для скриншота

Рисунок 9 — Результат проверки схемы в логическом преобразователе

После сборки схемы проверяется соответствие выходного сигнала таблице истинности на всех наборах. Если обнаруживается расхождение, анализируются промежуточные сигналы и проверяется правильность соединений. Завершением работы является сравнение результатов всех трёх заданий и оформление отчёта.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я изучил основные логические элементы среды Logisim, их условные обозначения и правила построения комбинационных схем. Я научился строить таблицы истинности, собирать схемы по булевым выражениям и проверять их работу на всех входных наборах, а также освоил логический преобразователь, который позволяет автоматически контролировать правильность функции.

Отдельное внимание было уделено базисам логических элементов. Я убедился, что любую функцию можно реализовать на элементах И-НЕ, используя законы де Моргана и двойное отрицание. Такое преобразование не меняет таблицу истинности, но позволяет унифицировать схему и уменьшить номенклатуру используемых микросхем.

Полученные навыки важны для дальнейшего изучения цифровой схемотехники. Умение переходить от булевой функции к схеме, проверять её и приводить к заданному базису является основой проектирования более сложных устройств: сумматоров, шифраторов, дешифраторов и процессорных узлов.