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 № 2

«Минимизация логических функций»

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

Задание 1 5

Задание 2 8

Вывод 11

Цель работы

Изучить основные логические элементы среды разработки Logisim / Logisim Evolution, принципы минимизации логических функций, карты Карно и диаграммы Вейча. Научиться составлять каноническую сумму минтермов (КСМ), строить минимизированные схемы и проверять правильность преобразований средствами Logisim.

Задачи

1. Согласно исходным данным заданий 1 и 2 составить булеву функцию, логическую схему, таблицу истинности и каноническую сумму минтермов, а затем минимизировать функцию с помощью карты Карно и диаграммы Вейча.
2. Для первого задания проверить правильность логической схемы, таблицы истинности, КСМ и минимизации с помощью карт Карно, диаграмм Вейча, полинома Жегалкина, законов алгебры логики и логического преобразователя Logisim.
3. Для второго задания проверить правильность решения средствами логического преобразователя Logisim.
4. Оформить отчёт по результатам выполнения работы.

Ход работы

Краткие теоретические сведения

Минимизация логических функций позволяет уменьшить количество элементов в схеме, снизить потребляемую мощность и повысить надёжность устройства. Одним из основных способов представления функции является каноническая сумма минтермов. Минтерм — это конъюнкция всех входных переменных, в которой каждая переменная входит один раз, с отрицанием или без него. КСМ содержит минтермы, на которых функция принимает единичное значение.

Карта Карно представляет собой таблицу, строки и столбцы которой закодированы так, чтобы соседние клетки различались значением только одной переменной. Единицы, соответствующие минтермам, объединяются в группы по 1, 2, 4, 8 и так далее клеток. Каждая группа должна иметь форму прямоугольника, а группы могут пересекаться и «заворачиваться» через края карты. По каждой группе выписывается импликанта, в которую входят только те переменные, значения которых внутри группы не меняются.

Диаграмма Вейча является другой формой той же карты и строится по тем же правилам объединения клеток. Полином Жегалкина представляет функцию в базисе «И, исключающее ИЛИ» и позволяет проверить результат минимизации независимо от карт Карно. Для проверки также используются законы алгебры логики, в частности законы де Моргана, дистрибутивности, поглощения и склеивания.

Логический преобразователь Logisim позволяет задать таблицу истинности и автоматически получить минимизированную функцию или схему. Поэтому его удобно применять для самопроверки: результат, полученный вручную, сравнивается с результатом программы.

Номер варианта: _____.

Задание 1

В первом задании по исходным данным варианта требуется составить булеву функцию и выполнить её полную минимизацию. Исходная функция имеет вид:

$$F_1 = \underline{\text{функция из варианта}}. \tag{1}$$

Сначала строится таблица истинности. Для каждой комбинации входных переменных вычисляется значение функции, после чего выписываются минтермы, на которых функция равна единице. Полученная сумма образует каноническую сумму минтермов:

$$F_1 = \sum m_i. \tag{2}$$

Место для таблицы

Рисунок 1 — Таблица истинности функции F1

Место для таблицы

Рисунок 2 — Каноническая сумма минтермов функции F1

Далее заполняется карта Карно. Единицы расставляются в клетки, соответствующие минтермам, после чего выполняются объединения. При объединении необходимо добиваться минимального количества групп и минимального числа переменных в каждой импликанте. Результатом является минимальная дизъюнктивная нормальная форма.

Место для скриншота

Рисунок 3 — Карта Карно для функции F1

Место для скриншота

Рисунок 4 — Диаграмма Вейча для функции F1

Минимизированная функция, полученная по карте Карно, имеет вид:

$$F_1^{\min} = \underline{\text{минимальная функция}}. \tag{3}$$

Аналогичное объединение выполняется на диаграмме Вейча. Результаты, полученные двумя способами, должны совпадать. Если функции отличаются, проверяется правильность расстановки единиц и объединения клеток.

Место для скриншота

Рисунок 5 — Логическая схема минимизированной функции F1

Проверка выполняется несколькими способами. Во-первых, сравниваются таблицы истинности исходной и минимизированной функций. Во-вторых, строится полином Жегалкина и проверяется его эквивалентность исходному выражению. В-третьих, используется логический преобразователь Logisim, который по таблице истинности строит минимальную функцию и схему.

Место для таблицы

Рисунок 6 — Проверка функции F1 с помощью полинома Жегалкина

Место для скриншота

Рисунок 7 — Проверка функции F1 в логическом преобразователе Logisim

Задание 2

Второе задание выполняется по той же методике, что и первое, но для другой исходной функции. Сначала составляется таблица истинности, затем записывается КСМ и выполняется минимизация с помощью карты Карно и диаграммы Вейча.

$$F_2 = \underline{\text{функция из варианта}}. \tag{4}$$

Место для таблицы

Рисунок 8 — Таблица истинности функции F2

Место для таблицы

Рисунок 9 — Каноническая сумма минтермов функции F2

Место для скриншота

Рисунок 10 — Карта Карно для функции F2

Место для скриншота

Рисунок 11 — Диаграмма Вейча для функции F2

После объединения клеток записывается минимальная функция:

$$F_2^{\min} = \underline{\text{минимальная функция}}. \tag{5}$$

Место для скриншота

Рисунок 12 — Логическая схема минимизированной функции F2

Правильность решения проверяется с помощью логического преобразователя Logisim. В программу вводится таблица истинности, после чего сравниваются полученные минимизированные выражения и схемы. Совпадение результатов подтверждает корректность ручных преобразований.

Место для скриншота

Рисунок 13 — Проверка функции F2 в логическом преобразователе Logisim

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я изучил методы минимизации логических функций и освоил работу с картами Карно и диаграммами Вейча. Я научился составлять таблицу истинности, записывать каноническую сумму минтермов, выделять группы соседних клеток и получать минимальную дизъюнктивную нормальную форму.

Я убедился, что разные методы минимизации должны приводить к одинаковому результату, а проверка с помощью полинома Жегалкина, законов алгебры логики и логического преобразователя Logisim позволяет обнаружить ошибки. Особенно полезным оказался логический преобразователь, который автоматически строит минимальную функцию и схему по таблице истинности.

Полученные навыки имеют практическое значение для проектирования цифровых устройств. Минимизация позволяет сократить количество логических элементов, упростить схему и повысить её надёжность, поэтому методы, изученные в работе, будут востребованы при разработке комбинационных узлов и более сложных вычислительных устройств.