

РОЛЬ БУЛЕВОЙ АЛГЕБРЫ В АППАРАТНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ЭВМ

А.С. Бабурчик, 2 курс

*Научный руководитель – О.В. Сидская, старший преподаватель
Полесский государственный университет*

Цифровые устройства в настоящее время широко используются во всех отраслях. Теоретической базой цифровой техники являются алгебра логики, двоичная арифметика и теория конечных автоматов. Основные функциональные узлы, разработанные на основе этой базы, представлены широкой номенклатурой изделий микроэлектронной техники от простейшего вентиля до микропроцессора. Все эти узлы универсальны и многофункциональны, что позволяет использовать их по разному назначению.

Теория булевых алгебр берет своё начало от классического сочинения Джорджа Буля "Исследование законов мысли, на которых основаны математические теории логики и теории вероятностей", изданного в 1854 году. Дж. Буль провел по существу алгебраизацию той логической системы, которая лежит в основе классических математических рассуждений. Таким образом, возникла алгебраическая структура, именуемая ныне алгеброй Буля или булевой алгеброй.

Булевы алгебры имеют многочисленные связи с многими важнейшими направлениями математической науки. Общетеоретическое и прикладное значение булевых алгебр определяется той существенной ролью, которую они играют в математической логике, теории вероятностей и кибернетике [1, с.15].

В ЭВМ используются различные устройства, работу которых прекрасно описывает алгебра логики. К таким устройствам относятся группы переключателей, триггеры, сумматоры.

Кроме того, связь между булевой алгеброй и компьютерами лежит и в используемой в ЭВМ системе счисления. Как известно она двоичная. Поэтому в устройствах компьютера можно хранить и преобразовывать как числа, так и значения логических переменных.

В ЭВМ применяются электрические схемы, состоящие из множества переключателей. Переключатель может находиться только в двух состояниях: замкнутом и разомкнутом. В первом случае – ток проходит, во втором – нет. Описывать работу таких схем очень удобно с помощью алгебры логики. В зависимости от положения переключателей можно получить или не получить сигналы на выходах.

Вентиль представляет собой логический элемент, который принимает одни двоичные значения и выдает другие в зависимости от своей реализации. Так, например, есть вентили, реализующие логическое умножение (конъюнкцию), сложение (дизъюнкцию) и отрицание [2].

Триггеры и сумматоры – это относительно сложные устройства, состоящие из более простых элементов – вентилях. Триггер способен хранить один двоичный разряд, за счет того, что может находиться в двух устойчивых состояниях. В основном триггеры используются в регистрах процессора. Сумматоры широко используются в арифметико-логических устройствах (АЛУ) процессора и выполняют суммирование двоичных разрядов.

Транзистору требуется очень мало времени для переключения из одного состояния в другое (время переключения оценивается в наносекундах). И в этом одно из существенных преимуществ схем, построенных на их основе.

Арифметико-логическое устройство процессора (АЛУ) обязательно содержит в своем составе такие элементы как **сумматоры**. Эти схемы позволяют складывать двоичные числа.

Элементарной единицей компьютерной памяти является бит. Поэтому требуется устройство, способное находиться в двух состояниях, т.е. хранить единицу или ноль. Также это устройство должно уметь быстро переключаться из одного состояния в другое под внешним воздействием, что дает возможность изменять информацию. Ну и наконец, устройство должно позволять определять его состояние, т.е. предоставлять во вне информацию о своем состоянии.

Устройством, способным запоминать, хранить и позволяющим считывать информацию, является триггер. Он был изобретен в начале XX века Бонч-Бруевичем.

Разнообразие триггеров весьма велико. Наиболее простой из них так называемый **RS-триггер**, который собирается из двух вентилях. Обычно используют вентили ИЛИ-НЕ или И-НЕ.

Двоичный полусумматор способен осуществлять операцию двоичного сложения двух одноразрядных двоичных чисел (т.е. выполнять правила двоичной арифметики):

$$0 + 0 = 0; 0 + 1 = 1; 1 + 0 = 1; 1 + 1 = 0.$$

Схема оперативной памяти играет важную роль при построении систем управления машинами повышенной опасности, такими, например, как производственные прессы. Чтобы обезопасить руки оператора, такие машины строят с системами двуручного управления. Подобные системы заставляют оператора держать обе руки на кнопках управления во время каждого рабочего цикла машины. Это исключает попадание рук в опасную зону, где происходит прессование детали.

Входные и выходные сигналы электромагнитных реле, подобно высказываниям в булевой алгебре, также принимают только два значения. Когда обмотка обесточена, входной сигнал равен нулю, а если по обмотке протекает ток, входной сигнал равен единице. Когда контакт реле разомкнут, выходной сигнал равен нулю, а если контакт замкнут, выходной сигнал равен единице.

Именно это сходство между высказываниями в булевой алгебре и поведением электромагнитных реле заметил физик П. Эренфест. Еще в 1910 г. он предложил использовать булеву алгебру для описания работы релейных схем в телефонных системах. По другой версии идея использования булевой алгебры для описания электрических переключательных схем принадлежит Ч. Пирсу. В 1936 г. основатель современной теории информации К. Шеннон объединил двоичную систему счисления, математическую логику и электрические цепи.

Связи между электромагнитными реле в схемах удобно обозначать с помощью логических операций НЕ, И, ИЛИ, повторения (ДА) и т.д. Аналогично выполняются операции И, ИЛИ, НЕ в электронных схемах, где роль реле, замыкающих и размыкающих электрические цепи, выполняют бесконтактные полупроводниковые элементы – транзисторы, созданные в 1947-1948 гг. Дж. Бардином, У. Шокли и У. Браттейном.

В современных компьютерах микроскопические транзисторы в кристалле интегральной схемы сгруппированы в системы вентилях, выполняющих логические операции над двоичными числами. Так, с их помощью построены описанные выше двоичные сумматоры, позволяющие складывать многоразрядные двоичные числа, производить вычитание, умножение, деление и сравнение чисел между собой. Логические вентили, действуя по определенным правилам, управляют движением данных и выполнением инструкций в компьютере.

Анализ и синтез логических цепей при проектировании логических устройств (цифровых, или как их еще называют, конечных автоматов) производится на основе математического аппарата булевой алгебры (алгебры логики), используя для описания всех событий понятия истина или ложь, обозначаемые как «1» или «0». Такой подход обеспечивает эффективное и достаточно простое использование двоичной системы счисления, которая весьма удобна при проектировании вычислительной техники, так как позволяет оптимизировать работу электронных устройств математическими методами [2].

Список использованных источников

1. Курсаева А. Г. Булевы алгебры и булевозначные модели // Соросовский образовательный журнал. - 1997.- №9.-С.116.

2. Логические основы ЭВМ [Электронный ресурс]: [мультиязычная интернет-энциклопедия](http://www.inf1.info/book/export/html/210) – режим доступа к журн:<http://www.inf1.info/book/export/html/210>, дата доступа: 14.03.2015.