

УДК 51-73

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ

К.В. Ликомаскина, студентка гр. ИАб-231, I курс

М.А. Смирнова, студентка гр. ИАб-231, I курс

А.С. Ащеулова, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры эксплуатации
автомобилей

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева»

Исследование и создание моделей электрических схем с применением математической логики представляет значительную важность в области электроники и компьютерных наук. Эта область играет ключевую роль в проектировании, анализе, разработке компьютерных алгоритмов и оптимизации цифровых схем.

Использование математической логики позволяет инженерам и ученым моделировать работу сложных электрических схем, включая процессоры, память, коммуникационные интерфейсы и другие устройства. Это помогает предсказывать поведение цифровых систем, проверять их функциональность и эффективность до того, как приступить к их физической реализации. Эта дисциплина остается ключевой для специалистов в области электроники и компьютерных наук, поскольку позволяет выявлять ошибки, улучшать производительность схем и сокращать время разработки новых устройств.

В данной статье мы рассмотрим различные области применения математического моделирования в электротехнике, а также изучим основные принципы и методы его применения. Глубокое понимание и владение этим инструментом помогут студентам более полно постигнуть суть электротехники и ее разнообразные практические применения.

Процесс математического моделирования включает разработку абстрактных математических моделей, которые отображают работу системы или процесса.

Основные принципы этого процесса включают подбор соответствующей модели, идентификацию параметров, проверку и подтверждение модели, анализ и толкование данных, а также использование результатов для принятия решений и оптимизации процессов.

Эти принципы помогают разрабатывать точные и полезные математические модели, способствуя более глубокому пониманию и управлению различными системами и процессами.

Математические модели используются в науке и технике для анализа существующих процессов, в электротехнике для моделирования систем и процессов используются элементы математической логики, которые являются абстрактным математическим описанием функционирования электрических

систем и процессов. Символьная запись электрических систем позволяет проводить анализ их поведения, прогнозировать их функционирование и улучшать различные устройства и системы.

Существует несколько видов таких моделей:

1. схемные модели используют графические схемы для описания электрических цепей и взаимодействия их элементов.
2. Дифференциальные уравнения применяются для описания динамических процессов, в то время как матричные модели характеризуют сложные системы с взаимосвязями между их компонентами.
3. Статистические модели используются для анализа случайных процессов и вероятностных характеристик.

Все эти разновидности моделей используются при анализе и улучшении различных электрических систем, включая электросети, электронные устройства, электромеханические системы и прочее.

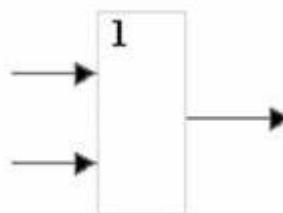
Шоломов Л.А. в своих трудах утверждает, что «математическую логику можно применять с целью проектирования электронных приспособлений» [1]. В математической логике символьная запись 0 обозначает ложь, а 1 – истина. В электротехнике данная символьная запись может использоваться для обозначения проходимости электрического тока: 0 тока нет, 1 ток есть, так как устройства в электротехнике являются бистабильными (наиболее распространённым примером является выключатель). «Наиболее новыми примерами таких устройств можно назвать электронные схемы, которые состоят из последовательности полупроводниковых компонентов. Позже бистабильные схемы стали называть логическими элементами»[3] – утверждает Кушниренко А.Г.

Существует три базовых компонента:

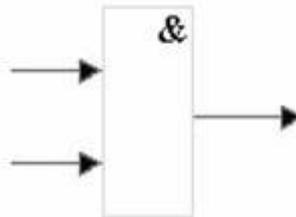
1. Инвертор: один входной и один выходной порт. Основная функция инвертора – инверсия сигнала. При подаче на вход импульса, соответствующего 1, на выход подается импульс равный 0 и наоборот. На схемах имеет следующее обозначение



2. Дизъюнктор: на входе может иметь несколько сигналов, а на выходе – один. Выполняет функцию логического сложения. В конце работы дизъюнктора будет импульс равный нулю, только в том случае когда на входе все импульсы равны нулю, если на входе будет хотя бы один импульс равный 1, то на выходе обязательно будет импульс равный 1. На схемах имеет следующее обозначение:



3. Конъюнктор: на входе может иметь несколько сигналов, а на выходе – один. Выполняет функцию логического умножения. В конце работы конъюнктора будет импульс равный единицы, только в том случае когда на входе все импульсы равны единицы, если на входе будет хотя бы один импульс равный 0, то на выходе обязательно будет импульс равный 0. На схемах имеет следующее обозначение:



При применении математической логики в моделировании электротехнике не используются отдельные конструкции для импликации и эквиваленции так как для них существуют эквивалентные формулы: $A \Rightarrow B$ соответствует выражению $\neg A \vee B$, а $A \Leftrightarrow B$ соответствует формула $(A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B)$.

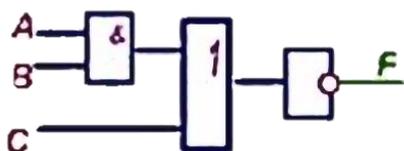
Данные три базовые конструкции используются в дальнейшем в различных комбинациях, соответствующие более сложным операциям с информацией. Причем сигнал полученный на выходе одного элемента может быть использован на входе другого, благодаря чему имеется возможность составлять сложные цепи логических компонентов.

Например, если в электросхеме последовательно соединены элементы, то это соответствует конъюнкции, а при параллельно соединенных элементах – дизъюнкции.

Схема	Формула	Операция
	$A \wedge B \wedge C$	конъюнкция
	$A \vee B \vee C$	дизъюнкция

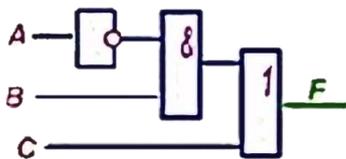
Рассмотрим несколько примеров:

Первый пример:

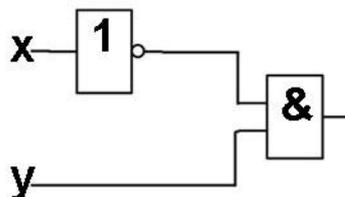


Для схемы рассмотренной в этом примере соответствует функция:
 $\neg(A \wedge B \vee C)$

Второй пример:



Схеме, изображенной на данном рисунке соответствует функция $\neg A \wedge B \vee C$
 Третий пример:



Её функцией будет являться: $\neg x \wedge y$.

Следует отметить, что можно составлять математические модели для готовых электросхем, а можно работать наоборот по готовой математической модели, записанной в виде формулы математической логики, построить электрическую схему.

В этой работе мы рассмотрели основные принципы математического моделирования в области электротехники с использованием логических элементов. Математическое моделирование позволяет инженерам и ученым более глубоко понимать электрические системы, предсказывать их поведение, а также улучшать и оптимизировать различные устройства.

Логические элементы, такие как дизъюнктор и конъюнктор, играют ключевую роль в проектировании и функционировании цифровых систем. Эти элементы осуществляют базовые логические операции и позволяют строить сложные цепочки для обработки информации.

Используя аналитический подход, мы можем избежать создания больших логических схем, вместо этого сосредотачиваемся на формировании логической функции и ее последующем упрощении с помощью равносильных преобразований. Этот метод позволяет довести упрощение функции до конечной оптимальной формы, после чего создать легкую и эффективную логическую схему.

Исследование и создание моделей электрических схем с применением математической логики существенно важно для современных технологий. Это позволяет не только анализировать и прогнозировать работу различных устройств, но и улучшать и оптимизировать их функциональность, что способствует развитию современной электроники.

Список литературы:

1. Шоломов Л.А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств. – М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит., 1980.
2. Авербух А.В. и др. Изучение основ информатики и вычислительной техники. — М.: Просвещение, 1992.
3. Кушниренко А.Г. и др. Основы информатики и вычислительной техники. Учебное пособие для 10—11 кл. М.: Просвещение, 1997.