

УДК 510.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА КАК СРЕДСТВО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Воистинова Гюзель Хамитовна

кандидат педагогический наук, доцент

Даутов Айдар Азатович

студент

Стерлитамакский филиал Башкирского Государственного Университета, г. Стерлитамак

Аннотация. Применения математической логики в инженерном проектировании, связанном с машиностроением и строительством.

Ключевые слова: математическая логика, булева алгебра, релейные схемы, логика высказываний, законы логики, термины математической логики, формулы, методы.

В настоящее время цифровые системы городского управления, а также транспорта, широко внедряются в практику. Информационные технологии были разработаны в области управления транспортом и парковым хозяйством в российских столицах. Информационные системы социального обеспечения зарекомендовали себя хорошо. Законы логики используются успешно и в науке, и в образовании, и в жизни [1]. Оптимизация энергоснабжения зданий может быть решена проверенным путем с использованием формально-логических схем, разработанных математической логикой. Использование таких решений увеличит эффект внедрения новых технологий. Действительно, метод математической формализации кажется исследователям очень надежным и широко распространенным. Например, подчеркивается, что математический формализм стал общепринятым в современных прикладных и технических науках и воспринимается как нечто естественное. Математическая логика и математические теории эффективно применяются, при нехватке средств в строительстве, дефектах производственного цикла, затратах на обучение, поиск кадров и т.д.

В данной статье рассмотрим использование схем математической логики (алгебры логики) в сфере электроснабжения зданий и сооружений. Данная оптимизация особенно важна при создании схемы энергоснабжения для так называемых «умных домов» и даже «умных городов» будущего. В статье приводится логика построения релейно-контактных схем, созданная известным российским инженером В.И. Шестаковым.

Российские историки логики и математики спорят о приоритетности развития логики релейных контактных цепей — одной из первых технических приложений логики, интерпретации математической логики и булевой алгебры на релейных контактных цепях.

Следует упомянуть исследование В.А. Бажанова, В.И. Левина [3]. Также следует отметить биографию С.А. Яновской, создателя русской школы математической логики. Биография была опубликована в последние годы как часть серий, изданная по инициативе профессора Б.В. Бирюкова [4], который сам был учеником и последователем идей С. А. Яновской. В ряде работ [2, 5] отмечается, что С.А. Яновская была первый, кто оценил вклад Шестакова в логические и математические знания.

Методы. Предмет исследования определяет используемые методы. Прежде всего, методы построены на формулах и высказываниях логики исчислений. Истинность схем рассуждений обосновывает устойчивую конструкцию, определяется табличным методом или путем формальных логических преобразований по правилам математической логики. Последний метод представлен в статье. В этом случае участвуют элементарные высказывания, которые в рассуждениях заменяются переменными. Будем использовать следующий алфавит математической логики:

1. Логические термины:
 - $\neg$ – отрицание высказывания
 - $\wedge$ – конъюнкция (логическое умножение высказываний)
 - $\vee$ – дизъюнкция (логическое сложение высказываний)
 - $\rightarrow$ – импликация (логическое следствие)
2. p, q, r, p_1 и т.д. Являются пропозициональными переменными, которые заменяют (например, служат символами) элементарные высказывания или, точнее, повествовательные предложения, выражающие данные высказывания (например, «идет дождь», «Земля – это планета Солнечной системы» и т.д.). Пропозициональные переменные, являющиеся элементарными формулами, являются частью простых и сложных переменных.
3. Формулы. При преобразовании формул языка логики используем следующие законы: правило дистрибутивности конъюнкции относительно дизъюнкции, коммутативное право дизъюнкции, правило ассоциации дизъюнкции, правило представления импликации в форме дизъюнкции и нескольких других.

Законы алгебры логики

Закон тождества	$A = A$
Закон противоречия	$A \cdot \bar{A} = 0$
Закон исключаящего третьего	$A \vee \bar{A} = 1$
Закон двойного отрицания	$\bar{\bar{A}} = A$
Свойства констант	$\bar{0} = 1, \bar{1} = 0, A \cdot 0 = 0, A \vee 0 = A,$ $A \cdot 1 = A, A \vee 1 = 1$
Законы идемпотентности (тавтологии)	$A \cdot A = A, A \vee A = A$
Законы коммутативности (переместительные)	$A \cdot B = B \cdot A, A \vee B = B \vee A$
Законы ассоциативности (сочетательные)	$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C,$ $(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$
Законы дистрибутивности (распределительные)	$A \vee (B \cdot C) = (A \vee B) \cdot (A \vee C),$ $A \cdot (B \vee C) = A \cdot B \vee A \cdot C$
Законы поглощения	$A \vee (A \cdot B) = A, A \cdot (A \vee B) = A$
Законы де Моргана	$\overline{A \cdot B} = \bar{A} \vee \bar{B}, \overline{A \vee B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$
Правила замены операции импликации	$A \rightarrow B = \bar{A} \vee B, A \rightarrow B = \bar{B} \rightarrow \bar{A}$ $A \leftrightarrow B = (A \cdot B) \vee (\bar{A} \cdot \bar{B})$
Правила замены эквивалентности	$A \leftrightarrow B = (A \vee \bar{B}) \cdot (\bar{A} \cdot B),$ $A \leftrightarrow B = (A \rightarrow B) \cdot (B \rightarrow A)$
Правило свертки	$A \vee \bar{A} \cdot B = A \vee B, \bar{A} \vee A \cdot B = \bar{A} \vee B$
Правило расширения	$A \cdot B \vee \bar{A} \cdot C \vee B \cdot C = A \cdot B \vee \bar{A} \cdot C$
Правило склеивания	$A \cdot B \vee A \cdot \bar{B} = A$

Исследование. Благодаря интерпретации выводов высказываний логики модель релейных цепей, состоящая из переключателей, соединенных проводниками, стала более известной. Эти элементы относятся к одному типу электрических цепей, рассматриваемых в теории электрических цепей и машин. Они используются в качестве модели алгебры логики, разработанной в XIX веке Г. Буле. Применение электрических цепей для интерпретации законов булевой алгебры известно из отечественной логики В.И. Шестакова. Исследователи пришли к идее использования релейных цепей независимо друг от друга, но американский логик опубликовал результаты своего исследования.

Теперь рассмотрим, как релейно-контактные схемы смоделированы по законам математической логики. Контакты, которые используются в схемах, рассмотренных Шестаковым и Шенноном, могут замыкаться и размыкаться, что соответствует суждениям языка логики. Размыкающийся (разрывающийся) контакт в нерабочем состоянии разрывает цепь, операционный контакт – замыкает цепь. Действие разрывающего контакта будет совершенно противоположным. Мы условно предполагаем, что контакт переключателя может находиться в двух состояниях – проводимости и непроводимости. Состояние **проводимости-непроводимости** является аналогом **истинно-ложного** значения. В булевой алгебре и в логике

высказываний, формула принимает значение **false** или **true**. В соответствии с ложным значением, контакт срабатывает в результате внешнего воздействия на реле-реле, в котором электрическая цепь оборвана. Напротив истинным значением является такое состояние цепи, когда она замкнута при подаче тока и контакты сработали. Используя контактную схему и реле в качестве модели, мы можем применить основные операции, которые предоставляются в логике высказываний. Соединения, дизъюнкции и отрицания. Разъединение понимается как параллельное, а соединение – как последовательное соединение контактов или комплексы контактов, объединенных проводниками. Операция отрицания касается только некоторых контактов и является разрывом замыкающего контакта, которому соответствует значение true. Другими словами, замыкающие контакты интерпретируются как пропозициональные переменные. Разрыв контактов – это отрицание пропозициональных переменных в этой интерпретации. Схемы контактов переключателя можно записать в виде формулы. И наоборот, формулы теории высказываний можно записать в виде схем переключения контактов.

$$[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q \quad (1)$$

$$[(\bar{p} \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q \quad (2)$$

$$[(\bar{\bar{p}} \vee \bar{q}) \wedge \bar{p}] \vee q \quad (3)$$

$$[(p \wedge \bar{q}) \vee \bar{p}] \vee q \quad (4)$$

Были применены следующие формулы:

Формула (2) следует из (1) согласно правилу представления импликации в виде дизъюнкции.

Формула (4) – из (3) согласно правилу де Моргана.

Выражение $[(\bar{\bar{p}} \vee \bar{q}) \vee \bar{p}] \vee q$ можно представить как схему (Рис. 1):

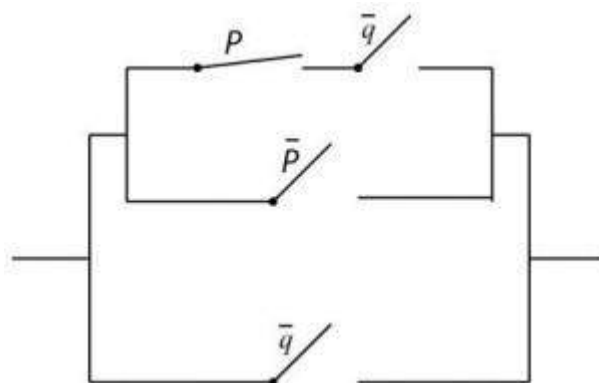


Рис. 1. Релейная контактная схема, соответствующая формуле

Если в цепи есть ток, схема будет работать. Данный пример является системным подходом в прикладной технической дисциплине по применению математической логики при анализе и

синтезе релейных контактных цепей. Вышеуказанная схема может быть оптимизирована, применяя правила отбрасывания дизъюнкции, дистрибутивности конъюнкции относительно дизъюнкции, ассоциативного закона дизъюнкции, мы получаем:

$$[(p \wedge \bar{q}) \vee \bar{p}] \vee q \quad (5)$$

$$[(p \vee \bar{p}) \wedge (\bar{q} \vee \bar{p})] \vee q \quad (6)$$

$$(\bar{q} \vee \bar{p}) \vee q \quad (7)$$

$$(\bar{p} \vee \bar{q}) \vee q \quad (8)$$

$$\bar{p} \vee (\bar{q} \vee q) \quad (9)$$

$$\bar{p} \quad (10)$$

Формула (6) получается из формулы (5) по правилу дистрибутивности конъюнкции относительно дизъюнкции. Формула (7) – из (6) в соответствии со вторым правилом сброса. Формула (8) – из (7) согласно коммутативному закону дизъюнкции. Формула (9) – из (8) по правилу ассоциативности дизъюнкции. Формула (10) – из (9) согласно правилу второго отбрасывания.

Предмет дискуссий на эту тему тесно связан с историей развития логики контактных цепей.

Вывод. Обобщая факты, описанные в статье, приходим к выводу, что можно использовать теоретические конструкции математической логики при анализе и внедрение систем поддержки современного города в целом: от транспорта до энергосистем. Обращение к логике релейно-контактных схем Шестакова является одним из примеров такого использования. Опыт построения логики релейно-контактных схем Шестакова чрезвычайно важен сегодня. Логика была эффективно использована в различных областях технического моделирования и в обосновании устойчивости зданий и сооружений. Очевидно, что в результате использования математической логики, области применения принесут только пользу. С другой стороны, опыт Шестакова позволяет нам понять, как эмпирические сферы человеческих знаний и деятельности могут помочь.

Список литературы:

1. Воистинова Г.Х., Сергеев И.В. Элементы логики в информатике // Научно-практический электронный журнал Аллея науки. – 2018. – Т. – 3. – № 11.
2. Волгин Л.И. Шестаков – основоположник континуального этапа развития математической логики // Современная логика: проблемы теории, истории и применения в науке. Материалы VI Всероссийской научной конференции. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000.

3. Левин В.И. История открытия логического моделирования технических устройств // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2004. – Т. 9. – № 4.
4. Бирюков Б. и Верстин И. Материалы конференции «Современная логика: проблемы теории и истории». – СПб .: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2016. – С. 145-148.
5. Слесарев М., Макаров Г. Экологические системы и устройства, 2016. – С. 38-45.