

применение в различных областях науки и техники свидетельствует о его эффективности и универсальности.

#### *Литература*

1. Петриченко Р. М. и др., Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ: Учеб. пособие для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/Р. М. Петриченко — Л.:Машиностроение. Ленинград. 1990.

УДК 51-74

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**

Праслов К.Д.

Научный руководитель – Королёва М.Н.  
старший преподаватель кафедры «Высшая математика»

Математика представляет собой инструмент для решения различных задач, возникающих в других отраслях науки и в практической деятельности человека. Этим инструментом, как и любым другим, надо уметь пользоваться. Методы математической формализации и решения задач, возникающих в различных областях деятельности человека, называют математическим моделированием. Общепринятого определения этого термина не существует. На эмоциональном уровне можно сказать, что математическое моделирование — это искусство применять математику. В философском контексте математическое моделирование является одним из наиболее общих методов научного познания закономерностей создания и функционирования реальных объектов различной природы. В настоящей работе показаны основные методы математического моделирования и их применение в разных областях.

При решении задач методом математического моделирования объект, подлежащий изучению (реальная технологическая система, процесс, производственная ситуация, проектная задача и т.п.), заменяется математической моделью. Математическая модель представляет собой совокупность математических соотношений, отображающих взаимосвязь между существенными с точки зрения решаемой задачи параметрами объекта-оригинала. Математические соотношения могут представлять собой функциональные зависимости или логические соотношения. Окончательный вид формул и математических зависимостей между признаками объекта обычно называют математической моделью. Под признаками моделируемого объекта понимаются параметры его структуры, различные свойства, особенности и закономерности функционирования.

Математическая модель описывает зависимость между исходными и искомыми величинами или данными.

Практически любой реальный объект обладает достаточно большим числом характеризующих его признаков. Разработка математических моделей, описывающих все возможные взаимосвязи между всеми параметрами моделируемого объекта, в подавляющем большинстве случаев, с одной стороны, просто невозможна из-за их сложности. С другой стороны, математическое описание всех взаимосвязей просто не требуется, так как в зависимости от предпринимаемого исследования те или иные параметры и их взаимосвязи являются несущественными и могут не учитываться. Если математическая модель построена корректно, то существенные признаки ее и объекта-оригинала идентичны со степенью достоверности, достаточной с точки зрения решаемой задачи. В соответствии с этим знания, полученные при исследовании модели, переносятся на оригинал.

В данной статье приводится пример применения математического моделирования при проверке микропроцессоров.

Микропроцессор — это компьютерный процессор, в котором логика обработки данных и управления включена в одну интегральную схему или небольшое количество интегральных схем. Микропроцессор содержит арифметические, логические и управляющие схемы, необходимые для выполнения функций центрального процессора вычислительных устройств. Современные микропроцессоры — это сложные устройства, отличающиеся друг от друга построением, системой команд и математическим обеспечением. Для их проверки на работоспособность требуется диагностика. Во многих случаях для микропроцессоров не удастся применить автоматическое диагностирование на основе встроенных или внешних тестовых средств из-за её сложности и высокой стоимости. В таком случае остается только ручное обслуживание и ручной поиск неисправностей. Возможно облегчить ручное обслуживание с целью привлечения персонала невысокой квалификации. Основной проблемой при ручном обслуживании является сжатие информации о правильных и наблюдаемых при контроле реакциях аппаратуры на тестовые последовательности. Для проверки цифровых устройств на исправность применяют сигнатурный анализ. В основе сигнатурного анализа лежит сжатие информации, преобразующее двоичные последовательности любой длины в определенном узле схемы в характеризующую этот узел сигнатуру из четырех шестнадцатеричных цифр. Применение сигнатурного анализа для диагностирования состояния цифровых микропроцессорных устройств основано на том принципе, что исправное цифровое устройство при периодическом возбуждении одного и того же входа будет всегда выдавать одинаковый выходной сигнал, преобразуемый в сигнатуру. Если же этот

периодический выходной сигнал отличается от эталонного, то устройство неисправно. Сравнивая сигнатуру проверяемого узла с эталонной, можно быстро проверить все устройство. Причину появления неправильной сигнатуры легко обнаружить, проверяя различные точки схемы с обозначенными для них сигнатурами, отмечая среди них правильные и неправильные и прослеживая последовательности сигналов. Процедура продолжается, пока не удастся обнаружить элемент с правильными входными, но ошибочными выходными сигнатурами. Этот элемент и будет неисправным. Данная методика позволяет с высокой точностью определить неисправность и не требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Математической основой сигнатурного анализа является способ кодирования двоичных последовательностей с использованием циклических кодов. При этом любое двоичное число описывается многочленом, содержащим фиктивную переменную  $x$ , в котором каждая двоичная цифра является коэффициентом фиктивной переменной  $x$ . Например, двоичной последовательности 1100101 (младший разряд слева) соответствует многочлен:

$$x^6 + x^5 + x^2 + 1.$$

Выходной двоичной последовательности с определённого узла цифрового устройства соответствует полином  $G(x)$  степени  $n - 1$ ; где  $n$  - число разрядов двоичного кода. В процессе формирования сигнатуры полином  $P(x)$ , значения которого определяется структурой регистра сдвига с обратными связями в сигнатурном анализаторе. Для формирования четырехразрядной шестнадцатеричной сигнатуры из всего множества возможных полиномов выбирают  $P(x) = x^{15} + x^{11} + x^8 + x^6 + 1$ , что соответствует обратным связям от 7,9,12 и 16 разрядов.

При делении  $G(x)$  на  $P(x)$  получаем частное  $Q(x)$  и остаток  $R(x)$ .

Исходный полином, при этом будет выглядеть:  $G(x) = P(x) \times Q(x) + R(x)$ , где  $\times$  - знак суммирования по модулю два.

Если в двоичном коде, соответствующем полиному  $G(x)$ , возникли ошибки, то они вызывают преобразование исходного полинома  $G(x)$  в  $G'(x)$ .

При этом полином ошибок  $E_0(x)$  определяется как:  $E_0(x) = G(x) \times G'(x)$  и

$$G'(x) = P(x) \times Q'(x) + R'(x) = G(x) + E_0(x)$$

Ошибки в выходном двоичном наборе не обнаруживаются, если остатки  $R(x)$  и  $R'(x)$  совпадают,  $R(x) = R'(x)$ . При этом полином  $E_0(x)$  делится на  $P(x)$  без остатка, и в регистре сдвига сигнатуры совпадают для правильной и ошибочной двоичных последовательностей.

## *Литература*

1. Звонарев, С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие/ С.В. Звонарев.- Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019-112с.
2. Сигнатурный анализ цифровых устройств [Электронный ресурс] —Режим доступа:<https://cyberpedia.su/>(дата обращения 01.05.2024)
3. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. — Л.: Энергоатом-издат. Ленингр. отделение, 1986.-280с.: ил.

УДК 621.311

### **ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

Неверович Д.А, Тихонков А.М

Научный руководитель – Бань Л.В., старший преподаватель

Важнейшую роль в прогнозировании тепловой нагрузки энергосистемы Республики Беларусь играют математические расчеты. С помощью них можно точнее рассчитать потребности в тепле и охлаждении, а также энергетические затраты системы, это сильно влияет на ее эффективность и экономику. Необходимое для поддержания комфортной температуры в помещениях, где находятся люди, определяется с помощью расчета тепловой нагрузки объекта.

Проведя анализ веб-данных, мы выявили 5 основных аспектов, влияющих на прогнозирование тепловой нагрузки энергосистемы Республики Беларусь с помощью математических расчетов.

#### 1. Оптимизация работы системы теплоснабжения:

Благодаря математическим расчетам можно оптимизировать функционирование системы теплоснабжения по средствам определения подходящих параметров, например таких как более эффективное распределение тепловых нагрузок между разными источниками тепла, наилучшие режимы работы котельных и сетей теплоснабжения. Именно это способствует повышению эффективности энергетической системы и снижению затрат на топливо.

#### 2. Прогнозирование потребления тепла:

Использование математических моделей способствует более точному прогнозированию потребления тепла различными секторами экономики, включая жилой сектор, коммерческие предприятия и промышленность. Это даёт энергосистеме возможность точнейшего планирования и