

ОБЪЕКТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ КАК ДВОЙСТВЕННЫЕ СТРУКТУРЫ

Одной из центральных проблем анализа объектов монтажа, контроля и испытаний электротехнического оборудования летательных аппаратов (ЭТО ЛА) является проблема разработки языка описания объектов этого оборудования, что связано с решением задач формализации объектов монтажа, контроля и испытаний.

Результаты анализа объектов ЭТО позволят корректно сформировать процедуры контроля этих объектов, т.е. позволят провести синтез программы контроля и испытаний. В качестве исходных данных для проведения анализа предполагается наличие принципиальной электрической схемы и схемы электрических соединений объекта. При анализе электрических схем для того, чтобы к конструкции, задаваемой схемой, добавлялась модель ее поведения, используются графы-переходы. При этом процесс чтения резко упрощается, так как в этом случае при изменении значений входных переменных необходимо вычислить не всю систему формул, описывающую схему, а лишь сравнительно простые уравнения, задающие переходы из рассматриваемой вершины во все смежные вершины, и, определив новую вершину, прочесть значения выходных переменных, указанные в ней или на соответствующей дуге графа. Использование графа-перехода в качестве промежуточной формы представления алгоритмов логического управления позволяет решить весьма важные для практики вопросы эквивалентности различных форм их представления.

При использовании графов переходов для синтеза программ контроля и испытаний необходима разработка специального языка для перевода исходной информации об объекте в модель.

Объекты ЭТО ЛА сложны и, как следствие, число их описаний велико, в таких случаях формальное представление этих объектов может быть проведено лишь с использованием описания каждого объекта. Образ объекта контроля и диагностики есть множество заданных образующих (непроизводных элементов), соединенных по определенным правилам для этого объекта, приводящих к типичным регулярностям, существенно связанных с ним. В свою очередь, образующие – непроизводные объекты, используемые для построения конфигураций и изображений [1], для электротехнических объектов образующими являются электрические проводники, соединяющие монтажные точки. Множество образующих – G , отдельный первичный элемент (образующая) – g ,

$g \in G$. Конфигурация определяется составом и структурой. Состав конфигурации c будем определять как

$$\text{состав}(c) = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}.$$

Структура конфигурации представляет собой множество σ соединений, существующих между всеми или некоторыми связями образующих, входящих в ее состав. То есть в формальном представлении объект контроля – набор образующих, существенно связанный со структурой объекта.

При работе с исходной информацией об объекте контроля и диагностики мы используем специальный описательный язык, для удобства построенный в соответствии с теорией образов. Описательный язык состоит из множества образующих g , $g \in G$, составляющих полный словарь V , включающий правила подстановки P и начальные символы.

Сам же объект ЭТО представляет собой техническую структуру, состоящую из одномерных членов, соединенных в определенных точках, аналогичную представлению о сети. Понятие сети, как связей элементов и протекающих в них потоках, является по сути изменением и обобщением понятия граф (с отличием в том, что сеть определяется только ветвями). Одномерная сеть определяется набором ветвей – ветви представляют собой одномерные отрезки и могут соединяться узлами, т.е. нульмерными границами. Соединения и разъединения ветвей – это преобразования структуры, при этом количество узлов может меняться. В статье объект контроля рассматривается как электрическая сеть, состоящая из двух структур, а не из одной. В работе Г. Крона [2] говорится, что в электрической сети всегда присутствует одновременно «мертвая» подлежащая материальная сеть, на которую накладывается два типа «живых» электрических параметров – токи и напряжения, обе эти структуры присутствуют одновременно. В этом состоит двойственность понятия «сеть». В работе [3] свойство двойственности сетей связано со структурой сети – в двойственной сети каждому замкнутому пути соответствует разомкнутый путь. Согласно А.Е. Петрову в сети двойственными являются замкнутые и разомкнутые пути, воздействия и отклики, сеть и двойственная к ней сеть. Двойственные сети позволяют сохранять свойства полного пространства, допускающего преобразование структуры и объектов, заданных на структуре. Возможность преобразования структуры при изменении числа узлов обеспечивает инвариант, который существует не для одной сети, а для двух двойственных сетей, в которых каждому замкнутому пути соответствует разомкнутый и наоборот.

Инвариант двойственной сети математически описывается как закономерность, которая связывает матрицы преобразования базисов замкнутых путей и базисов разомкнутых путей в двух двойственных сетях:

$${}^m C ({}^m C {}_t^m C)^{-1m} C_t + {}^j A ({}^j A {}_t^j A)^{-1j} A_t = I,$$

где C – матрица преобразования путей в данной сети; A – матрица преобразования путей в двойственной сети; I – единичная матрица.

Эта закономерность связывает процессы и структуру в сетях, сетевых моделях сложных систем при их взаимодействии и взаимном изменении. Сетевые модели позволяют представить одновременно как процессы, так и структуру сложных систем; инварианты двойственных сетей обеспечивают расчет изменения процессов при изменении структуры систем [3].

Существование инварианта двойственных сетей обеспечивает возможность получить алгоритмы расчета сетей при изменении связей, отделении или подключении к сети ветвей, подсетей; разделении на подсистемы или соединении подсистем.

В реальности изменения структуры и процессов в сложных системах подчиняются одному закону. Этот закон для сетей выражается инвариантом двойственных сетей, а для реальных сложных систем – законом сохранения потока энергии в совокупности систем с заданной и двойственной структурой.

Учитывая двойственность структуры сетей и объектов можно решить проблему изменения размерности при изменении структуры сети. Реализация этих положений базируется на теории тензора преобразований [3], анализ которого позволит на основе полученных путей и введения исчисления простых предикатов, сформировать конечные автоматы, легко переводимые в граф переходов, который отображает все возможные состояния объекта контроля.

Библиографический список

1. Гренандер, У. Лекции по теории образов. Синтез образов [Текст] / У. Гренандер, Том 1. М.: Мир, 1979.
2. Крон, Г. Тензорный анализ сетей [Текст] / Г.Крон. – М.: Советское радио, 1978.
3. Петров, А.Е. Тензорный метод двойственных сетей [Текст] / А.Е. Петров. – М.: Центр информационных технологий и природопользования, 2007.