

УДК 681.51

## ЗАДАЧИ ДЕКОМПОЗИЦИИ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Коваленко Ю. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Попытка создания эффективных программ для контроля, диагностики и испытаний больших и сложных многотактных (последовательностных) и комбинаторных схем обнаруживают общность основных подходов и методов, базирующихся на автоматных языках и конечных автоматах, машинах Тьюринга и линейно ограниченных автоматах, которые дают удовлетворительные решения задачи синтеза программы контроля, диагностики и испытаний для сравнительно небольших схем, включающие, во-первых, команды сброса, во-вторых, последовательность простых управлений входами, в-третьих, набор простых управлений для обнаружения неисправности в последовательностной схеме путём введения измерительных процедур, позволяющих синтезировать образ неисправности.

Решением задачи снижения размерности, а точнее задачи декомпозиции сложных электротехнических объектов, является адекватное описание этой задачи, которое должно лежать в основе применения методов решения, в том числе и задачи сегментации представления, например, электросборки, на полезные типы фрагментов. Для того чтобы получить полезные типы фрагментов, определяемых очень малым размером схем, прежде всего последовательностных схем, из-за необходимости вычисления возможного состояния каждого проверочного входа (входов) или их комбинаций, которое требует описание начального состояния, то есть решения проблемы начальной установки, а затем описания для решения задачи сегментации (разбиения).

Для решения задачи сегментации, прежде всего, требуется разработка метода разбиения заданной принципиальной схемы электросборки на схемы, которые легко могут быть переведены в цифровую форму для обработки их на ЭВМ, то есть необходимо получить описание электросборки при помощи простых подобразов, поведение которых может быть описано на языке конечного автомата.

Используются понятия теории образа У. Гренандера, которые положены в основу представления образов множества объектов электротехнического оборудования (ЭТО) (принципиальных схем) и их анализа. Для этого на каждом объекте ЭТО задаётся группа преобразований, которая этими преобразованиями разбивает объект на классы эквивалентности (подобразы).

Непроизводные элементы служат основными элементами образов, в нашем случае электросборок, и должны обеспечивать адекватное и сжатое описание исходных данных в терминах заданных структурных отношений (например, числа соединений). Для решения задачи разбиения объектов ЭТО структурная информация в непроизводных элементах не важна, что делает их простыми и компактными подобразами образов этих объектов, и на этом этапе будут использованы возможности языка и методы теории графов, точнее, прикладной теории графов, её важные и перспективные алгоритмические методы.

Материя электросборок для расширения задачи разбиения включает состав невозбужденной системы, которая включает материальные объекты: элементы – реле, контакторы, формальное представление которых для задачи разбиения определяется множеством точек или узлов соединения  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которое в соответствии с

введённым выше понятием будем обозначать через  $X$ , и множеством связей (структура связей элементов) – электрических проводников  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , которое обозначается через  $A$ .

При построении описания образа электросборки специалист в этой области основывается на доступных априорных знаниях и своем опыте. В качестве такого языка в работе использован язык теории графов, дескриптивная мощность этого языка слабее, чем мощность бесконтекстного языка непосредственных составляющих принципиальной электрической схемы.

Для эффективного описания образов электросборок или систем мы выбираем бесконтекстную грамматику непосредственных составляющих этих объектов.

В качестве базовых принципов формального представления процессов порождения, преобразования и обработки объектов ЭТО используются следующие формализмы.

1. Любая структура порождается с использованием определённых непроектируемых объектов, характер которых меняется от задачи к задаче, – в общем случае, образующих  $a$ , совокупность которых для решения конкретных задач есть множество  $A$ ,  $a \in A$ .

Так, множество всех образующих  $A$  для агрегатно-сборочного производства состоит из непересекающихся классов образующих  $A^\alpha, A^\alpha \subset A$ , где  $\alpha$  – индекс класса образующих.

$$A = \bigcup_{\alpha} A^\alpha, A^\alpha - \text{непересекающиеся классы.} \quad (1)$$

2. В качестве образующих, с общих позиций, выбираются множества, отношения или функция. Реальные образующие, например, в объектах ЭТО, представляют структурное объединение этих образующих по определённым правилам  $\mathfrak{R}$  в регулярные конфигурации для решения отдельных задач, являющиеся на этом этапе рассмотрения абстрактными конструкциями объектов ЭТО.

3. Формализм теории образов требует введения принципа наблюдаемости, позволяющий перевести регулярные конфигурации в наблюдаемые объекты (изображения) путём введения идеального наблюдателя, снабжённого системой наблюдения.

С формальных позиций изображения  $I$  являются классами эквивалентности, индуцированными на множестве регулярных конфигураций  $b(\mathfrak{R})$  правилом идентификации  $R$ , и представляют собой объекты, поддающиеся наблюдению, а множество всех изображения  $\Gamma$  – алгеброй изображений, т.е.

$$\mathcal{T} = b(\mathfrak{R}) / R = \langle A, S, \Sigma, \rho \rangle / R. \quad (2)$$

Следующим естественным уровнем абстрагирования является образ, под которым будем подразумевать некоторое подмножество множества  $\Gamma$ .

В заключении отметим, что оба процесса формирования «конфигурация – изображение» и «изображение – образ» предполагает разбиение множеств.

4. С помощью идеального наблюдателя и системы наблюдения мы получаем абстрактную логическую конструкцию, описываемую алгеброй изображений. Для построения реалистического формализма теории образов необходимы математические средства, чтобы определить связь логической конструкции, описанной выше, и изображения, полученного реальным наблюдателем.

Для решения задач системного синтеза (проектирования), анализа и управления развитием производства ПМ использована единая методология представления образов для математического моделирования их компонентов (образующих), технологических

цепей (конфигураций), изображений объектов производства, полученных из изображений.

Для геометризации проблем синтеза используется сетевая методология. В качестве формальной основы такой методологии в работе использована тензорная методология Г. Крона, в рамках которой применена модель двойственных сетей для построения сетевых моделей, расчёта и анализа трудоёмкости объектов ЭТО с переменной структурой.

Для построения сетевой модели объекта ЭТО как двойственной сети устанавливаются аналогии между процессами сети и объектами ЭТО, структурой сети и системы в целом. Вводится инвариант двойственных сетей, который связывает процессы и структуру, обеспечивает возможность расчёта объектов ЭТО по частям с использованием процедур параллельного инжиниринга. Для этого сетевая модель системы разделяется на подсистемы (сильный компонент – конфигурация), которые рассчитывают отдельно, а затем объединяют. Получены алгоритмы расчёта, например, трудоёмкости изготовления отдельных агрегатов и их компонентов.

#### Библиографический список

1. Гренандер, У. Лекции по теории образов. Синтез образов. Том 1. – М.: Мир, 1979.
2. Гилл, А. Введение в теорию конечных автоматов. – М.: НАУКА, 1966.
3. Чжен, Г. Диагностика отказов цифровых вычислительных систем [Текст]/ Г. Чжен, Е. Мэннинг, Г. Метц. – М.: Мир, 1972.
4. Крон Г. Тензорный анализ сетей. – М.: Советское радио, 1978.