

Список использованной литературы

1. Бацанов С.С., Дулепов Е.В. Диэлектрические проницаемости и заряды атомов в окислах редкоземельных элементов // Физика твердого тела. 1964. Т. 7, вып. 4, С. 1239—1241.
2. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Базили Р.Р., Волокобинский Ю.М. Электрические свойства окислов редкоземельных элементов // Докл. АН СССР. 1964. Т. 160, № 3. С. 578—582.
3. Самсонов Г.В., Гильман И.Я., Андреева А.Ф. Получение и исследование физических свойств тонких пленок окислов редкоземельных металлов // Изв. АН СССР. Сер. Неорганич. материалы. 1975. Т. 2, № 7. С. 1645—1648.
4. Гильман И.Я. Исследование условий получения и физических свойств пленок окислов лантаноидов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. К., 1974. 21 с.
5. Иоффе В.А. Состояние примесей и электрические свойства некоторых оксидов переходных элементов: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Л., 1964. 68 с.
6. Самсонов Г.В., Орешкин П.Т., Перельгин А.И. и др. Электрические свойства пленок окислов РЭМ в структурах металл—диэлектрик—металл // Получение и свойства тонких пленок. К., 1974. Вып. 2. С. 20—24.
7. Сканави Г.Н. Физика диэлектриков (область слабых полей). М.; Л., 1949. 330 с.
8. Орешкин П.Т. Физика полупроводников и диэлектриков. М., 1977. 378 с.

Поступила в редколлегию 19.03.92

УДК 658.512.011

*В.П. ГОНДЮЛ, канд. техн. наук, проф.,
И.О. ТИХОМИРОВА, асп.*

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ САПР КОНСТРУКЦИЙ РЭС НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ

Представлена концепция развития САПР конструкций РЭС на основе интеллектуализации системы. Предложено создавать САПР, объединяющие проектирующие подсистемы и экспертные надстройки к ним. Проанализированы требования, обусловленные использованием средств искусственного интеллекта. Рассмотрены новые возможности построения САПР и качественных изменений в организации процесса проектирования.

Развитие систем автоматизированного проектирования, связанное с совершенствованием математического, программного, технического обеспечения, с одной стороны, и резким усложнением информационной емкости моделей современных элементов и конструкций РЭС — с другой, сдерживается тем, что процесс проектирования управляется конструктором—пользователем САПР, который, опираясь на свой профессиональный опыт и интуицию, оценивает ход и результаты решения на каждом из этапов процесса проектирования, обобщает их и делает выводы о целесообразности дальнейших действий. Однако пользователь САПР не всегда может принять оптимальное решение в силу недостатка опыта, сложности используемых информационных моделей объектов, незнания свойств и особенностей проектирующих процедур.

Качественный скачок в развитии САПР возможен путем адаптации используемых проектирующих модулей к конкретной информационно-вычислительной обстановке, а значит — путем разработки средств управления процессом проектирования.

Решение поставленной проблемы обеспечивается с помощью методов искусственного интеллекта.

На сегодняшний день уже существует ряд САПР изделий РЭС и других технических объектов, имеющих в своем составе компоненты искусственного интеллекта. Такими примерами являются система знаний для автоматического синтеза топологии ячеек ИС TALIB; системы конфигурирования вычислительных комплексов VAX-11, R1, XSEL; система проектирования цифровых логических схем с автоматизированным механизмом пояснений, который описывает пользователю действия системы на естественном языке CADHELP; система интеллектуальной помощи для программирования цифровых схем REDSIGN [1]. Интеллектуальные универсальные САПР семейства PADS (САПР БИС, СБИС и электронных блоков на печатных платах) позволяют автоматизировать топологический расчет аналоговых и цифровых устройств, обеспечивают высокое разрешение при трассировке коммутационных соединений, в том числе при многослойной коммутации, а также использование разнообразных геометрических примитивов и электронных компонентов из базы данных и библиотеки элементов [2].

Использование средств искусственного интеллекта обуславливает ряд требований к системе, объединяющей экспертную и проектирующую части САПР. Во-первых, это требование единства информационной среды, что позволит обеспечить семантическую целостность данных об объекте проектирования, т. е. целостность его представления в виде информационных моделей на различных этапах проектирования в памяти ЭВМ и формализованных знаний предметной области. Во-вторых, требование синхронизации проектирующих процедур и процедур логического вывода, так как значимость оценки хода и результатов выполнения какого-либо из этапов процесса проектирования для принятия пользователем решения о дальнейших действиях непосредственно зависит от времени получения такой оценки. Для выполнения этого требования в работе [1] предлагается создавать систему на базе многопроцессорных вычислительных комплексов или локальных сетей ЭВМ, в которых для проектирующих подсистем выделены самостоятельные процессоры. Необходимо отметить, что при этом нет возможности использовать известные универсальные экспертные системы.

Специфические требования предъявляются к организации экспертной подсистемы САПР. Традиционный подход к архитектуре ЭСАПР состоит в расчленении предметной области на множества эталонных ситуаций или целевых состояний и формирование наборов продуцируемых правил для достижения этих состояний [3]. Однако особенности задач проектирования конструкций РЭС не позволяют механически использовать такой подход к представлению базы знаний и способам логического вывода. Это связано с неструктурированностью функциональных критериев качества, многовариантностью реше-

ний, а значит, со сложными системами рассуждений и умозаключений конструктора.

В связи с тем, что процесс проектирования можно условно разделить на этапы анализа объекта проектирования, синтеза решения и его проверки, в предметную область должны быть включены знания о каждом из названных этапов. Рассматривая процесс конструкторского проектирования (задачи компоновки схем, размещения элементов, трассировки соединений), следует отметить, что несмотря на многообразие алгоритмов решения, несогласованность критериев качества, отсутствие формализованного представления целей и критериев отбора, синтез решения с большим или меньшим успехом проходит формально, чего нельзя сказать о формализации постановки задачи проектирования (выборе технического решения) или функционально-логическом и схемотехническом синтезе.

Поэтому предлагается создавать экспертную надстройку к проектирующей системе, ориентированную на узко специализированную область конструкторского проектирования. Потеря универсальности применения компенсируется экономией памяти и увеличением скорости действия. Однако знаний предметной области об объекте — процессе конструкторского проектирования должно быть достаточно для эффективной оценки результатов и выработки достоверных и грамотных рекомендаций.

Таким образом, прежде всего ставится задача упорядочения, структуризации предметной области и создания формальной процедуры логического вывода. При этом следует учитывать, что механизм вывода в экспертной системе непосредственно зависит от способов представления знаний предметной области. Поскольку объектом исследования является процесс конструкторского проектирования РЭС, то в качестве подхода к структуризации предметной области предлагается моделирование мыслительной деятельности конструктора, который в ходе процесса проектирования оперирует некоторым множеством выделенных характерных признаков, ранжирует их и выделяет множество лидирующих. Такой подход осуществляется путем создания дерева решений. Значение каждого показателя ветви или вершины в дереве представляет качественную или количественную оценку по одному из функциональных критериев качества проектирования. Создание дерева решений облегчает адаптацию средств проектирования к конкретной вычислительной обстановке, когда на каждом новом шаге синтез решения будет проходить на основе уже имеющегося решения и улучшаться по какому-либо частному критерию. При движении по дереву решений ранг выбранных критериев для оценки может меняться. Таким образом осуществляется эволюционный подход к проектированию, когда общая задача интегральной оценки и анализа качества решения сводится к совокупности более простых процедур.

Итак, создание экспертной надстройки к проектирующей САПР, имеющей общую с ней информационную среду и использующей один процессор для вычислений, открывает новые возможности построения

САПР и организации процесса проектирования. Помимо чисто проектирующих функций, выполняемых с помощью некоторого множества «жестких» — формальных — процедур, такая система на основе встроенных интеллектуальных свойств возьмет на себя ряд иных функций: функцию «дружественного» человеко-машинного взаимодействия, когда общение осуществляется на языке, близком к профессиональной лексике конструктора, что позволит пользователю обойтись без изучения внутреннего языка системы, форматов представления и способов описания внутренних данных. Эта функция не исчерпывается лишь выводом текстовой информации, но предполагает и наличие развитых средств графического изображения, средств типа «функционального экрана», а также замену полученного сообщения совокупностью других, например, замену текстового сообщения рядом графических изображений; функцию детализации и объяснения, которая позволит провести анализ полученного решения, выяснить, какие именно проектирующие алгоритмы были использованы и почему, получить интегральную оценку качества решения и значения всех используемых частных функциональных критериев; функцию синтеза рекомендаций, благодаря которой пользователь получит не только оценку хода и результата решения на указанном этапе процесса проектирования, но и автоматически синтезированную на основе использования опыта и квалификации предыдущих пользователей рекомендацию о дальнейших действиях; функцию обучения.

Такое качественное изменение процесса проектирования повлечет за собой и изменение роли пользователя САПР. Встроенные интеллектуальные средства помогут ему адаптироваться к новым условиям работы, узнать тонкости функционирования системы, избежать досадных срывов и ошибок.

Указанные функции могут осуществляться в экспертной надстройке к проектирующей САПР в виде самостоятельных процедур, а значит, ее конфигурация в процессе эксплуатации может изменяться. Возможно, что какие-либо функции будут признаны избыточными, а наличие иных, не предусмотренных сегодня, — необходимым.

Предложенная концепция развития САПР конструкций РЭС как интегрированной системы, объединяющей экспертную и проектирующую подсистемы, соответствует современным тенденциям развития САПР в целом, которое, по всей видимости, в дальнейшем будет связано с расширением предметной области, совершенствованием и повышением достоверности системы логического вывода, включением новых методов, использованием более совершенных моделей объектов для решения иных, более сложных задач проектирования.

Список использованной литературы

1. Анисимов В. И., Стрельников Ю. Н. Экспертные САПР радиоэлектронной аппаратуры // Изв. вузов. Радиоэлектроника. 1987. № 6. С. 14—19.
2. Schnebelen Roland PADS: la CAO intelligent et attractive // Microsyst. 1989, № 103. P. 127—129.
3. Ларцин М. Е.

УДК 658.512.011

И.О.ТИХОМИРОВА, асп.

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ САПР И СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

Рассмотрены проблемы разработки структуры интегрированной САПР, объединяющей экспертную (ЭС) и проектирующие подсистемы. Отмечено, что организация взаимодействия ЭС и САПР под управлением единого монитора оказывается наиболее предпочтительной. Проанализированы подходы к формализации знаний предметной области. Установлено, что в силу приблизительно одинаковой универсальности моделей представления знаний как математических систем наибольший интерес представляют мультипарадигмные формы представления знаний. Предложен подход к созданию модели предметной области конструкторского проектирования, который позволяет сочетать сильные стороны отдельных моделей.

Состояние разработок программного обеспечения САПР конструкций РЭА в настоящее время характеризуется наличием большого числа альтернативных проектных процедур, осуществляющих так называемые «жесткие» алгоритмы, в которых регламентированы как постановка задачи, так и процесс получения решения. Однако в условиях расширения номенклатуры выпускаемых функциональных узлов РЭА, часто меняющихся технологий их изготовления, ужесточения требований к срокам их изготовления особенно перспективным представляется подход к созданию САПР путем интеграции традиционных проектных процедур с компонентами искусственного интеллекта (в частности, экспертных систем), которые отличаются возможностью накопления неформальных экспертных знаний и формализации логического вывода на их основе.

Разработка структуры интегрированной системы, объединяющей экспертную и проектирующие подсистемы, требует разрешения двух проблем:

определения способа организации взаимодействия проектирующей и экспертной подсистем,

определения типа базы знаний (БЗ), т. е. выбор формы представления знаний.

Рассматривая обобщенные структуры взаимодействия ЭС и САПР в рамках одной системы, выделим структуры, соответствующие внутренней и внешней интеллектуализации САПР, а также предусматривающие как полностью автономную работу экспертной и проектирующей подсистем, так и работу под управлением единого монитора. При этом отметим, что организация взаимодействия ЭС и САПР