



# СИСТЕМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТИРОВЩИКА НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА (ОИП) A SYSTEM OF INTELLECTUAL SUPPORT OF THE DESIGNER BASED ON UNITED INFORMATION SPACE (IPR)

АЛЕКСЕЕВ ВИКТОР ВАЛЕНТИНОВИЧ

ALEKSEEV VICTOR V.

КОЛЯДИН АНДРЕЙ ИВАНОВИЧ

KOLYADIN ANDREY I.

ЧУПРИНОВ АНАТОЛИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ

CHUPRINOV ANATOLY A.

ФГУП «МНИИРП»

<sup>2</sup>FSUE “MNIIRE”

141002, г. Мытищи, ул. Колпакова, 2а

2a Kolpakova St., Mytischi, 141002

info@mniirip.ru

info@mniirip.ru

Концепция системы интеллектуальной поддержки проектировщика (СИПП) направлена на конечную цель — создание «электронного» продукта, и включает в себя разработку как СБИС (чипов), так и радиоэлектронной аппаратуры и печатных плат. Современный подход предполагает использование объединенного информационного пространства на всех этих и последующих этапах жизненного цикла проектируемого продукта.

**Ключевые слова:** система автоматизированного проектирования ЭКБ; объединенное информационное пространство (ОИП); база знаний радиоэлектронной отрасли; база данных радиоэлектронных и информационных технологий; база данных радиоэлектронной аппаратуры; алгоритмы вывода; система интеллектуальной поддержки проектировщика.

The system of intellectual support of the designer (SIPP) Concept is aimed at the ultimate goal — the creation of an “electronic” product and includes both the development of VLSI (chips) and electronic equipment and printed circuit boards. The modern approach involves the use of a unified information space at all these and subsequent stages of the life cycle of the designed product.

**Keywords:** ECB computer-aided design system; united information space (IPR); knowledge base of radio-electronic industry; database of radio-electronic and information technologies; database of radio-electronic equipment; output algorithms; system of intellectual support of the designer.

В настоящее время накоплен громадный опыт проектирования практически всех видов и типов изделий, поэтому в подавляющем большинстве случаев разработка нового изделия или его составной части начинается с поиска и выбора аналога или нескольких уже существующих аналогов, на основе которых и начинается разработка. Каждый из задействованных специалистов занимается либо проектированием части объекта, либо выполнением узкоспециальных проектных операций, например тепловым расчетом какой-либо конструкции объекта. Стадии и порядок разработки достаточно подробно описаны и регламентированы государственными стандартами, регулирующими эти процессы, в которых фактически собран и обобщен опыт десятков лет работы проектировщиков. Поэтому на вопрос, как они работают, конструкторы, как правило, отвечают, что работают по стандартам. В стандартах нет формализованных алгоритмов решения проблем синтеза и анализа (классификация в зависимости от того, что является неизвестным: изделие, среда или характеристики [1]), но они позволяют конструктору сосредоточиться на решении этих проблем, не отвлекаясь на вопросы, связанные с организацией и порядком выполнения разработки. Отметим, что при отсутствии технологий, необходимых для достижения характеристик, заданных в техническом задании (ТЗ), принятого параллельно с планированием разработки самого изделия планировать разработку этих технологий и/или доведения их до высокого уровня технологической готовности (УТГ) [2].

Особенностью проблемы синтеза (проектирования) изделий радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) и электронной компонентной

базы (ЭКБ) является использование в них радиоэлектронных и информационных технологий (РЭИТ), при этом характеристики РЭА и ЭКБ непосредственно зависят от характеристик РЭИТ, которые будут применены. Да и качество разработки зависит от правильности выбора и применения РЭИТ в проектируемом изделии. Выполнение этих операций осложнено тем обстоятельством, что количество доступной информации по РЭИТ для современных проектировщиков РЭА и ЭКБ многократно превысило ресурс человеческого сознания по ее усвоению [3]. Возникла ситуация, когда информации стало настолько много, что даже узкому специалисту стало проблематично с ней ознакомиться и ею эффективно воспользоваться. Кроме того, разработка и совершенствование технологий в данной предметной области (ПрО) в настоящее время опережают умение организовать эти процессы и использовать разработанные РЭИТ с наибольшим эффектом. Это именно тот случай, когда имеет место несоответствие технологических возможностей и методов управления по использованию этих возможностей. Данная проблема также мешает трансферту технологий между военными и гражданскими сферами.

Решение вышеперечисленных проблем, на наш взгляд, обеспечивается созданием и применением соответствующего программного инструментария, а именно:

- системы управления мастер-данными (MDM — Master Data Management) для объединения отраслевых данных и создания объединенного информационного пространства отрасли [4, 5];



- экспертной системы интеллектуальной поддержки проектировщика (СИПП), включающей в себя базу знаний (БЗ), которая семантически связывает (объекты приобретают смысл при взаимодействии с другими объектами [6]) три базовых объекта (сущности): РЭА, ЭКБ и РЭИТ.

Современное специальное программное обеспечение, предназначеннное для проектирования, не позволяет реализовать множество интеллектуальных функций человека, используемых им для решения проблем, связанных с разработкой ЭКБ и РЭА. Следовательно, компьютеру пока не под силу заменить человека в этом отношении, тем не менее целью является разработка такой СИПП, которая даже при ограниченных возможностях функций подсистемы вывода позволяла бы повысить эффективность выполнения процессов проектирования, используя БЗ в качестве информационного ресурса.

Объединение сущностей: ЭКБ, РЭА и РЭИТ, позволит получить новое качество, а именно базу знаний, которая, в свою очередь, позволит, формализовав процессы логического вывода, разрабатывать новые изделия на базе аналогов, используя в качестве подхода рассуждение, основанное на precedентах [7].

Суть формализации задачи проектирования состоит в синтезе некоторого сложного объекта, обладающего заданными характеристиками и удовлетворяющего заданным ограничениям. Или, другими словами, дано: характеристики и условия внешней среды, в которой необходимо их получить, найти: сущности (проектируемые изделия), которые это обеспечивают.

Приводится постановка задачи и описывается целевая функция поиска экстремума решения задачи.

Если исключить довольно редкий случай, когда проектируемый объект принципиально новый, не имеет аналогов и отсутствует подраздел классификатора РЭА, в который он входит, то в общем виде последовательность решения проблемы синтеза выглядит следующим образом:

- определение подраздела классификатора РЭА, к которому относится объект, поиск в базе данных РЭА экземпляров аналогов объекта и на их основе составление модели, наиболее подходящей для получения требуемых функций. В случае отсутствия экземпляров аналогов объекта в базе данных модель формируется на основе общих характеристик подраздела классификатора РЭА, к которому относится объект;
- определение метода (алгоритма) оценки характеристик модели;
- определение характеристик объекта из его модельного представления и сравнение полученных результатов с заданными требованиями.

Этот процесс носит недетерминированный и итерационный характер, принято считать, что формальных методов, которые бы позволили синтезировать для решения заданной проблемы модель объекта и составить алгоритм оценки какой-либо характеристики модели, нет. Отвечая на вопрос о том, какие именно функции может взять на себя СИПП в решении проблемы синтеза, рассмотрим последовательно алгоритмы работы, которые по существу сводятся к поиску подходящих для решения проблемы технологий с использованием подхода-рассуждения, основанного на precedентах и методе эвристического сопоставления. Целью использования данных подходов является отбор «соревнующихся» РЭИТ в пространстве решений и их сортировка для удобства последующей работы с ними проектировщика.

Рассматриваем два алгоритма:

- алгоритм №1: в СИПП отсутствуют экземпляры аналогов проектируемого изделия;

- алгоритм №2: в СИПП есть экземпляры аналогов проектируемого изделия.

После отработки вышеприведенных алгоритмов СИПП представляет для проектирования многомерное пространство конкретных технологий «кандидатов», ранжированных по подгруппам классификатора РЭИТ и характеристикам, которые они обеспечивают.

При большом количестве выбранных экземпляров РЭИТ, которое, по мнению разработчика, осложняет сверх необходимого выбор, возможно сужение пространства решений через использование показателей — УТГ и уровня современности.

При недостаточном количестве выбранных экземпляров РЭИТ (опять по мнению разработчика) можно использовать прием, называемый сопоставлением с ближайшим соседом (Nearest-Neighbor matching) [7], поскольку соседние экземпляры РЭИТ имеют близкий перечень характеристик и концептуально близки друг другу. Подобные случаи наиболее вероятны на начальных этапах эксплуатации СИПП, и возникают из-за неполного ввода в БЗ отношений зависимости между РЭА, ЭКБ и РЭИТ.

Итак, по нашему мнению, необходимо создать систему, которая помогает проектировщику решать проблему синтеза и представляет собой некую «библиотеку» готовых решений с развитой системой поиска и подсказок о том, какие именно РЭИТ могут быть применены в данном частном случае и фактически играют роль ассистента для проектировщика.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Осуга С. Обработка знаний / Перевод с японского В.И. Этова. — Москва: Мир, 1989. — 293 с.
2. Отчет о научно-исследовательской работе «Комплексные исследования по созданию объединенного информационного пространства и защищенных центров обработки данных в области разработки, производства и применения электронной компонентной базы, технологий создания радиоэлектронной аппаратуры в интересах вооружения, военной и специальной техники», шифр «Незабудка-ЭКБ» / Чупринов А.А., Алексеев В.В., Колядин А.И. и др. — Мытищи: ФГУП «МНИИРИП», 2016. — 265 с.
3. Люди и быты. Информационный взрыв: что он несет / Петрович Н.Т. — Москва: Знание, 1986. — 110 с.
4. Объединенное информационное пространство как основа создания аппаратуры отечественного производства / Исаев В.М., Чупринов А.А. // Международный форум «Микроэлектроника-2017», 3-я научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули». — Алушта: ТЕХНОСФЕРА, 2017. — С. 28–30.
5. Концепция объединенного информационного пространства — эскизный проект инструментальных и информационно-аналитических средств разработки радиоэлектронной аппаратуры для различных категорий пользователей / Алексеев В.В., Исаев В.М., Чупринов А.А., Боков С.И. // Международный форум «Микроэлектроника-2017», 3-я научная конференция «Электронная компонентная база и электронные модули». — Алушта: ТЕХНОСФЕРА, 2017. — С. 129–134.
6. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание / Перевод с английского под редакцией Н.Н. Куссуль. — Москва: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 864 с.
7. Джексон П. Введение в экспертные системы, 3-е издание / Пер. с англ. — Москва: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 397 с.