

УДК 681.3

## Концептуальная модель оболочки для построения интеллектуальных САПР вычислительной техники как средство предметной адаптации

Григорьев А.В.

Донецкий национальный технический университет  
grigorie@r5.dgtu.donetsk.ua

### Abstract

*Grigor'ev A.V. The Conceptual model of shell for a construction intelligent CADD of the computing engineering as tool of subject adaptation. In-process questions come into problem to the analysis of existent conceptual models in CADD and artificial intelligence, possibility of modification of conceptual shell to InterNaM. It is rotined that the offered conceptual model allows more effectively to decide old and new tasks.*

### Введение

Тенденции развития современных САПР, приводят, с одной стороны, ко все большей унификации средств и методов, на которых строятся САПР и, с другой стороны, ко все большему использованию в практике построения САПР высокоэффективных методов искусственного интеллекта (ИИ).

Появление ряда эффективных инструментальных оболочек для построения ЭС различного назначения в областях, не связанных с САПР, делает актуальной задачу разработки специализированной инструментальной оболочки как комплекса средств для автоматизации построения интеллектуальных САПР (И САПР) различной предметной направленности.

Главной проблемой на пути создания такой оболочки есть проблема создания унифицированной концептуальной модели предметной области (У КМ ПрОб) [1].

КМ ПрОб интеллектуальной системы, по определению [2] состоит из перечня всех понятий, используемых для описания ПрОб, вместе с их свойствами и характеристиками, классификацией этих понятий по типам, ситуациям, признакам в данной области и законов протекания процессов в ней. КМ ПрОб строится при погружении описания предметной области в базу знаний интеллектуальной системы. Фактически У КМ ПрОб есть средство предметной адаптации инструментальной оболочки.

Структурно КМ ПрОб в классической САПР всегда рассматривалась как два компонента – собственно модель объекта проектирования и модель самого САПР как совокупность процедур, определенных над моделями объектов [3]. Соответственно, под таким углом зрения должна

рассматриваться и У КМ ПрОб. У КМ ПрОб может быть использована двояком образом:

- как метод, алгоритм построения новых И САПР для различных ПрОб;

- как ядро и средство создания комплекса инструментальных средств для автоматизации построения И САПР, оформленного в форме специализированной инструментальной оболочки.

Процесс построения данной У КМ ПрОб может быть разбит на такие этапы:

- Анализ существующих КМ ПрОб в САПР и теории ИИ;

- Выбор в одной из предметных областей прототипа-аналога КМ ПрОб, имеющего высокий уровень формализации, доказавшего свою высокую эффективность и принципы построения которого имеют тенденцию к универсальности;

- Создание новой комплексной унифицированной КМ ПрОб, построенной как модификация КМ-прототипа с учетом применения средств и методов из других моделей, в свою очередь модифицированных под особенности постановки задачи.

Построенная таким образом КМ должна обеспечивать адаптацию к различным ПрОб. Ранее автором были разработаны две программные системы, ориентированные на проектирование вычислительных средств (ВС) на функционально-логическом уровне. Это:

- 1) Проблемно-ориентированный интеллектуальный диалоговый САПР EMULAT, предназначенный для проектирования на базе секционных микропроцессоров серии Am2900 (K1804) [4] ВС с произвольной системой команд, реализованной комплексом микропрограмм и поддерживаемой соответствующим комплексом аппаратных средств [5];

- 2) Инструментальная оболочка ИнтерНаМ [6,7], предназначенная для создания

интеллектуальных САПР ВС типа САПР EMULAT, но ориентированных на произвольную элементную базу.

Интерес автора к данным старым системам объясняется следующими обстоятельствами:

1) Технология СМПК сама являлась средством предметной адаптации, т.е. средством построения проблемно-ориентированных вычислителей на основе функциональной и структурной многоуровневости с существенной регулярностью структур и функций [4]. Такой подход, несмотря на то, что элементная база СМПК уже устарела, по-прежнему актуален и может быть применен к любой предметной области, включая и современную вычислительную технику. Т.о., речь идет об использовании общих принципов проектирования в области СМПК в других предметных областях.

2) Системы, поддерживающие проектирование на базе СМПК, изначально строились как средства предметной адаптации.

3) Уникальными до настоящего времени возможностями систем EMULAT и ИнтерНАМ, что делает актуальным задачу использования и развития ряда принципов, заложенных при их построении, на другие ПрОб, другие возможные этапы проектирования и другие формы взаимодействия пользователей и программных средств.

**Цель данной работы** - описание общего порядка построения У КМ ПрОб в соответствии с описанных выше путем, т.е. предполагается выполнить такие действия:

1. Проанализировать существующие КМ ПрОб в САПР и теории ИИ;

2. Проанализировать на предмет возможности модификации и дальнейшего использования основных положения КМ ПрОб "старой" инструментальной оболочки ИнтерНаМ, ориентированной на создание И САПР в области проектирования ВС на базе микропроцессорных комплектов на уровнях структурного и функционально-логического проектирования;

3. Предложить ряд комплексных решений для создания У КМ ПрОб на основе модифицированных положений "старой" инструментальной оболочки, выполненных с позиции применения современных средств и методов построения КМ ПрОб, так же модифицированных под специфику задачи;

4. Показать, что данная У КМ ПрОб позволяет решать более эффективно старые задачи и - дает эффективные решения для "новых" задач, не имеющих ранее в "старой" КМ ПрОб;

5. Определить недостатки новой У КМ ПрОб и наметить пути дальнейших исследований.

### **1. Общий анализ существующих КМ ПрОб**

К КМ ПрОб можно отнести либо модели мира, имеющиеся в той или иной формальной

теории, либо оригинальные методы представления моделей. Общепринятой точкой зрения является вывод, что И САПР должен строиться как гибридная система, т.е. включать часть методов из классических САПР, а часть - из области ИИ [8]. Рассмотрим важнейшие КМ ПрОб, группируя их по классам.

К существующим КМ ПрОб в САПР можно отнести:

1) *Общие, универсальные модели, не зависящие от выбора конкретной ПрОб:*

- Общая "классическая" модель САПР как системы процедур, определенных над системой взаимосвязанных уровней представления моделей различной сложности [3];

- Модель "классического" поискового конструирования, классические методы изобретений [9] и современные методы изобретений, включая эволюционное моделирование [10];

- "Классическая" модель САПР решения типичных задач проектирования, современные методы решения типичных задач проектирования, включая теорию сложности САУ [11];

- Принцип аналогии, общая физическая семантика моделей технических объектов [3];

- Общие математические теории оптимизации, решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений, методы имитационного моделирования [3] и т.д.

Вывод - необходимо полное использование принципов построения данных КМ ПрОб, возможно модифицируя их с точки зрения смежных методов из области ИИ.

2) *Специфические КМ ПрОб, ориентированные на различные ПрОб:*

- КМ ПрОб комплексной САПР промышленных предприятий - специфические процедуры - этап реконструкции [12];

- КМ ПрОб САПР машиностроения, специфические процедуры - функция параметризации объектов с изменяемыми параметрами [13] и т.д.;

- КМ ПрОб САПР вычислительной техники, имеющий специфические уровни представления моделей - конструктивный, специфические процедуры - этап трассировки и т.п. [3,14].

Исходя из данного перечисления, можно сделать такие выводы:

1) Практически не возможно реализовать в У КМ ПрОб в полном объеме все возможные специфические этапы проектирования и все уровни представления моделей, свойственные различным ПрОб;

2) Необходимо выделение важнейших принципов из той или иной ПрОб, расширяя ими методы построения У КМ ПрОб (например - решение задачи реконструкции, возможность параметризации и т.п.).

Существующие КМ ПрОб в ИИ:

1) *Общие модели в области ИИ, имеющие универсальный характер.*

К ним относятся, с одной стороны, модель самой ЭС, а с другой стороны - общие классические методы для представления моделей знаний и манипуляции с ними, которые имеют высокий уровень формализации и многочисленные применения. Например:

- структура типичной инструментальной оболочки для создания ЭС различного назначения (на примере ГУРУ, G2, АТ-технологии, ИМСЛОГ [14-17] и т.п.);

- структура типичной экспертной системы (включающей подсистемы обучения, вывода, объяснения и т.п. [2];

- классические методы представления знаний в ЭС (фреймы, продукции и т.п.);

- классические методы организации вывода в подсистеме вывода ЭС (резольций и т.п.).

Вывод - необходимо максимально полное использование принципов построения данных КМ ПрОб в структуре И САПР, кроме случаев, когда применение новейших методов приносит больший эффект.

2) *Специфические модели в области ИИ*

К данным средствам так же можно отнести методы и средства представления моделей знаний и манипуляции с ними, но с оговоркой - данные методы еще находятся в процессе развития и их возможное применение требует их модификации в контексте специфики создаваемой ЭС. К ним относятся всевозможные новейшие логики, методы вывода, методы представления знаний, методы приобретения знаний и т.д. Например:

- псевдофизические логики [18];

- теоретико-множественная логика [19];

- семиотическая модель как формальная модель динамических объектов [20];

- НЕ-факторы, программирование в ограничениях [21];

- модель мира как система онтологий [22]; объектно-ориентированный подход;

- естественно-языковые модели [23]; языки спецификаций типа SA, UML, которые позиционируют себя как универсальные средства построения КМ ПрОб;

- интеллектуальные агенты и т.д.

Вывод - необходимо максимально полное использование принципов построения данных КМ ПрОб, однако применение данных средств должно определяться уровнем развития теории, а так же возможной эффективностью от их применения в создаваемой У КМ ПрОб (например - псевдофизические логики, семиотическая модель, объектно-ориентированный подход и т.д.).

Общий вывод по результатам анализа:

- комплекс современных средств и методов построения КМ ПрОб в областях ИИ и САПР позволяет поддерживать модели различных ПрОб, а так же обеспечивать реализацию процедур

других этапов проектирования объектов, отличных от специфичных для СМПК;

- появилась реальная возможность перейти от гибридных к полностью интеллектуальным САПР.

### **3. Общий анализ возможностей КМ ПрОб САПР EMULAT и инструментальной оболочки ИнтерНаМ**

Перечислим важнейшие возможности интеллектуального САПР EMULAT и инструментальной оболочки ИнтерНаМ [7].

Интеллектуальный САПР EMULAT обладал закрытой базой знаний и данных (БЗД) и обеспечивал диалоговый параметрический синтез принципиальных схем (структуры) ВС, всецело построенных на базе серии секционных микропроцессоров типа Am2900 (K1804). Система позволяла:

- синтезировать модель структуры ВС (аппаратуры) и определить тем самым структуру микрокоманды;

- обеспечивать как прямой ввод микропрограмм в шестнадцатиричной форме представления, так и ввод микропрограмм через интерфейс с системой автоматизации программирования типа AMDASM;

- определять состав и общую структуру команд системы команд вычислительного устройства как специализированного процессора;

- обеспечивать как прямой ввод программ в системе команд процессора ВС в шестнадцатиричной форме представления, так и ввод программы через интерфейс с системой автоматизации программирования типа AMDASM;

- обеспечивать совместную отладку функционирования ВС как на уровне микропрограмм так и на уровне системы команд ВС.

Основой функциональной имитационной модели системы EMULAT была синхронная трехзначная модель функционально-логического уровня моделирования (высокий, низкий, высокий импеданс). Данная система не позволяла обеспечивать отладку, т.е. поиск ошибок в модели аппаратуры, т.к. при синтезе использовались только стандартные достоверные проверенные аппаратные схемы, не нуждающиеся в отладке и соответствующие общей методике проектирования ВС на базе СМПК типа K1804.

Инструментальная оболочка ИнтерНаМ реализовывала принципы, заложенные в САПР EMULAT, но для микропроцессоров любых серий, в том числе и - микросхем обычных серий. Оболочка ИнтерНаМ обладала открытой базой знаний о методиках проектирования ВС на базе различных типов и серий микросхем, а так же открытой базой данных для описания структур и функций типичных микросхем.

Основой функциональной имитационной модели системы ИнтерНаМ была асинхронная

многозначная модель функционально-логического уровня моделирования с произвольным числом значений для произвольных дискретных типов моделей сигналов. Система поддерживала библиотеку типов сигналов, типов структур блоков и типов функций базовых блоков. Данная система позволяла обеспечивать отладку модели аппаратуры на наличие гонок, рисков сбоя и т.д., поскольку при синтезе или прямом вводе могли иметь место любые аппаратные схемы, в том числе - и нуждающиеся в отладке.

Общей основой построения как системы EMULAT так и оболочки ИнтерНАМ являлась общая КМ ПрОб. Данная КМ ПрОб и до настоящего времени обладает рядом отличий, делающих ее уникальной в ряду средств построения И САПР для ВС. Здесь можно назвать, например:

- метод функционального представления для создания системы взаимосвязанных макромоделей, выполненных на основе базовой микромоделей объекта проектирования (модель микропрограмм – на базе модели аппаратуры, модель системы команд – на базе модели микропрограмм);

- ориентация на существенную структурную и функциональную регулярность объекта проектирования;

- использование "обратного" элемента как специфического подблока, обеспечивающего представление внутренней структуры блока как замкнутого набора связей;

- ориентация на построение формальных текстов описания моделей, определенных для различных абстрактных уровней представления объекта проектирования;

- наличие обобщенного языка спецификации микромоделей, способного описывать регулярные структуры с различными уровнями агрегации структур;

- диалоговый продукционный параметрический синтез моделей структур и функциональный моделей любого уровня;

- экспертный ввод базы знаний как совокупности макро-продукций, синтезирующих микромодель, т.е. модель аппаратуры;

- монотонный вывод на совокупности макро-продукций, обеспечивающий синтез совокупности связей между блоками, объединенными в массивы;

- поэтапный синтез структурно-функциональных моделей ВС, включая синтез совокупности связей, а затем - синтез полной модели объекта на базе библиотек именованных структур и библиотеки функциональных моделей базовых блоков;

- явное использование неопределенностей в структуре макро-продукций, связанных с неизвестным размером массивов блоков, массивами их сигналов и общим количеством связей;

- наличие языка формирования макромоделей для синтеза функционального представления на основе сформированной ранее микромоделей, т.е. модели аппаратуры.

Т.о., сделать вывод, что:

- данная КМ ПрОб имеет ряд оригинальных эффективных решений, включая "обратный" элемент, метод функционального представления, организацию параметрического поэтапного диалогового синтеза регулярных структур на базе макропродукций и т.д.;

- предложенная КМ ПрОб является достаточно развитым механизмом построения И САПР и ее основные положения могут использоваться для построения И САПР различных ПрОб;

- актуальной является задача развития, обобщения данного подхода на другую, современную элементную базу построения ВС, другие ПрОб, а так же - задача реализации данного подхода на более современных, более эффективных методах, относящихся к ИИ.

#### **4. Детальный анализ принципов, заложенных в КМ ПрОб САПР ВС на базе СМПК**

Рассмотрим отдельно модель объекта проектирования и модель самого САПР как совокупности процедур, определенных над моделями объектов, в двух перечисленных системах.

##### **4.1. Модель объекта проектирования**

Рассмотрим особенности модели объекта, принятые в САПР ВС на базе СМПК EMULAT и инструментальной оболочке ИнтерНАМ. Главные особенности модели объекта проектирования таковы:

- 1) Специфические средства и методы построения моделей;

- 2) Наличие иерархии программных моделей (системы команд процессора, системы микрокоманд), построенных как система функциональных макромоделей, определенная над микромоделью аппаратуры;

- 3) Наличие системы языков спецификаций, соответствующей иерархии моделей.

Рассмотрим их отдельно.

##### **4.1.1. Средства представления моделей**

Перечислим особенности представления моделей объектов в рассматриваемой КМ ПрОб:

- 1) Регулярность структур и функций, т.е.:

- ориентация на существенно-регулярные структуры (массивы блоков одного назначения) и функции (последовательность тактов, управляющих работой ВС);

- наличие массивов блоков и массивов свойств блоков, рассматриваемых как объединение свойств и блоков общего назначения;

2) Представление модели структур как совокупности связей, т.е. рассмотрение связи между блоками как средства:

- синтез моделей структур с помощью библиотеки типов блоков и типов сигналов;

- синтез функциональной микромоделю – с помощью библиотеки функциональных моделей базовых блоков;

3) Наличие "обратного" элемента (ОЭ) в списке подблоков данного блока; ОЭ представляет собой внутреннюю границу блока; имеет свойства, над которыми определены отношения передачи данных, противоположенные соответствующим отношениям внешней границы (вход - это выход, выход - это вход); позволяет рассматривать внутреннюю среду блока как замкнутый набор связей;

4) Наличие баз данных, предназначенных для хранения именованных типичных структур блоков, типов сигналов и функций базовых функциональных структурных блоков микромоделю, организованных в виде таких пополняемых библиотек:

- типов сигналов, определяющих дискретное представление сигналов любой мощности;

- типов блоков как списка связей;

- типов функций базовых структурных блоков микромоделю, табличных или алгоритмических обобщенных многозначных асинхронных моделей с произвольным временным шагом;

5) Наличие механизма функционального представления, т.е. функциональной многоуровневости, выраженной через:

- механизм функционального представления как систему взаимосвязанных языков описания макромоделю, надстроенных над базовой микромоделю аппаратуры;

- условно-событийный механизм, призванный отслеживать условия окончания функциональных блоков макромоделю различных уровней.

Пункты 1, 2, 3 и 4 перечисленных особенностей не нуждаются в пояснении. Поясним детальнее пункт 5 - принцип функциональной многоуровневости, принятый в "старой" КМ ПрОб.

#### **4.1.2. Методы построения иерархии моделей программных и аппаратных компонент ВС**

Уточним для начала термин макро- и микромоделю по отношению к модели объекта. Под этими понятиями в САПР рассматриваются, с одной стороны, формы представления моделей, а с другой - уровни представления моделей [3].

Так, во втором случае рассматриваются микро- и макромоделю количественного уровня моделирования, задающие подуровни моделирования – либо дифференциальных уравнений в частных производных (микромоделю), либо простых дифференциальных уравнений и уравнений Кирхгофа (макромоделю).

Микро- и макромоделю как формы представления моделей имеют другой смысл. Микромоделю – это структурно-функциональная модель объекта с отражением структуры реального объекта и с функциональными моделями базовых блоков, а макромоделю – это упрощенная модельная схема функционирования объекта, практически никак не связанная с моделью структуры реального объекта, но отражающая алгоритм его работы [3]. Т.о., макромоделю - это промежуточная грубая функциональная модель объекта, а микромоделю - это точная структурно-функциональная модель реального объекта.

В САПР EMULAT используются обе формы представления моделей. Макромоделю трактуются как модели программных уровней, а микромоделю - как модель аппаратуры. Так, модель аппаратуры – это типичная микромоделю, выполненная на базе синхронного метода моделирования с трехзначным алфавитом (высокое значение, низкое и – состояние высокого импеданса). Функциональные модели уровней микропрограмм и системы команд вычислительного устройства – это типичные макромоделю. Т.е. - это модели, где блоками являются этапы функционирования объекта, а не блоки структуры.

*Отличие подхода* состоит в построении системы функциональных макромоделю на базе микромоделю аппаратуры. Такой подход дает возможность визуализировать функционирование модели устройства на уровне любой макромоделю в процессе функционирования микромоделю.

Способ организации связи макро- и микромоделю носит наименование метода функционального представления. Механизм функционального представления в EMULAT – это - система макромоделю, встроенных друг в друга, где нижним уровнем является микромоделю. Всякая макромоделю рассматривается как:

- система команд вычислительного устройства, рассматриваемых как возможные функциональные блоки;

- система операндов команд, т.е. состав входов-выходов функциональных блоков;

- формат команды, т.е. порядок декодировки команды для извлечения кода операции и кодов операндов.

Основой функционального представления является условно-событийный механизм. Данный механизм использует регулярность, т.е. повторяемость алгоритма функционирования объекта, как на уровне микромоделю, так и на

уровне всех макромоделей. Это означает следующее:

- в нижележащем уровне выделяется событие, синхронизированное с моментом окончанием команд вышележащего уровня, всех или некоторой подгруппы;
- данное событие регулярное и повторяемое, оно всегда отражает наступление конца функционального блока;
- все команды как операции вышележащего уровня имеют механизм идентификации, связанный с идентификацией команд нижележащего уровня;
- механизм идентификации команд как операций представляет собой по существу способ кодировки (декодировки) значений элементов вышележащего уровня через значения элементов команд нижележащего уровня;
- аналогично имеется так же механизм идентификации операндов вышележащего уровня через операнды нижележащего уровня.

Собственно механизм функционального представления – это визуализация операций и их операндов для некоторого вышележащего уровня, в некоторые моменты модельного времени. Визуализация выполняется через средства кодирования операций и операндов нижележащего функционального уровня.

#### **4.1.3. Описание системы языков спецификаций**

Система языков отражает модель объекта и, соответственно, имеет в своем составе языки:

- 1) В микромоделі: язык описания структуры аппаратуры; язык описания функций базовых структурных функциональных блоков;
- 2) В макромоделі:
  - а) В EMULAT: язык описания уровня микропрограмм; язык описания системы команд ВС;
  - б) В ИнтерНаМ: наличие библиотеки функциональных представлений; отдельное функциональное представление - это "условие" + "идентификация операции и операндов вышележащего уровня через нижележащие операции и операнды"; использует операцию объединения элементов нижележащего уровня; предполагает только один уровень функционального представления, хотя таких уровней может быть много (библиотека).

Главной особенностью процесса создания объекта проектирования в рассматриваемой КМ ПрОб было наличие формального языка спецификаций, предназначенного для описания моделей аппаратуры вычислительных средств, т.е. микромоделі.

Данный язык спецификаций имел ряд специфических особенностей и включал в себя: систему типов и подтипов блоков и свойств; произвольную размерность, т.е. мощность множества значений для дискретных свойств;

наличие регулярных идентифицированных структур (массивов) различного назначения; явное определение движения сигналов в модели структур; модель структур как совокупность связей между блоками; средства синтеза полного описания модели структур по совокупности связей вместе с библиотекой идентифицированных структур.

#### **4.2. Модель САПР**

Модель САПР, по определению, это система процедур, определенных над системой языковых моделей объекта проектирования различных уровней представления [4]. Рассмотрим процедурную компоненту модели САПР. Состав процедур, выполняемых над моделями: 1) Синтез моделей различных уровней иерархии; 2) Совместная отладка системы моделей.

Рассмотрим их детальнее.

##### **4.2.1. Принципы организации процесса синтеза моделей различных уровней иерархии**

При создании модели интеллектуального САПР имела место ориентация на известные методики проектирования аппаратуры, напрямую введенные как открытая (ИнтерНаМ), либо закрытая (EMULAT) база знаний и данных.

Перечислим конкретные особенности предлагаемой модели САПР:

- 1) Построение САПР в форме экспертной системы, обладающей базой знаний по технологиям проектирования ВС на основе данной элементной базы;
- 2) Диалоговый параметрический интерфейс для конечного пользователя, позволяющий синтезировать структуры по их структурным особенностям, включая размерности регулярных структур;
- 3) Совмещение функций экспертов в данной предметной области и экспертов по знаниям, способным сформировать базу знаний путем прямого ввода;
- 4) Диалоговый интерфейс эксперта по знаниям со следующими особенностями:
  - ориентация на ввод производственных зависимостей, посылкой и выводом которых являлись тексты на языке спецификаций аппаратуры;
  - использование при описании методик диалоговых продуктов, ориентированные на синтез регулярных структур вычислительных средств;
  - наличие в продукциях средств создания объединений массивов любой степени агрегации;
  - наличие в посылках или выводах продуктов неопределенных значений размеров массивов, имен типов блоков и свойств, массивов блоков и свойств, косвенно определяемых, соответственно, либо через размеры массивов в

выводах или посылках, либо посредством проверки текущего состояния синтезируемой модели;

5) Ориентация базы знаний на синтез:

- структурных моделей того или иного типа структурного блока;

- функций базовых структурных блоков, выполняемый по составу входов-выходов блока;

6) Модульный характер базы знаний, т.е.:

- модульная организация базы знаний в соответствии с типами структурных и функциональных блоков микро- и макромоделей;

- наличие библиотек баз знаний, ориентированных на различные ПрОб или различные методики проектирования ВС на базе той или иной элементной базы;

7) Трехэтапный синтез микромоделей объекта по базе знаний и данных:

- синтез совокупности связей (цепей) по ряду продукций, составляющих модульную базу знаний;

- синтез полной модели структур по совокупности связей и базе данных САПР, хранящей именованные типичные структуры блоков и типы сигналов;

- синтез функциональной микромоделей объекта по полной модели структур и базе данных, хранящей функции базовых функциональных блоков в структурной модели.

#### 4.2.2. Совместная отладка системы моделей

Совместная отладка системы моделей разных уровней позволяла локализовать ошибки сверху - вниз и проводить отладку моделей снизу - вверх.

### 5. Вывод по особенностям КМ ПрОб ВС на базе СМПК

Исходя из вышеизложенного, необходимо отметить следующие достоинства данной КМ ПрОб:

1) Модель объекта, предложенная в данной КМ ПрОб, по прежнему актуальна для задач проектирования и моделирования ВС с многоуровневым структурным и функциональным представлением, а так же существенной регулярностью структур и функций;

2) Язык спецификаций, предназначенный для описания структур и функций, имеет обобщенный универсальный характер и может применяться для описания моделей из других ПрОб;

3) Модель САПР как форма построения диалоговой ЭС позволяет обеспечить:

- диалоговый синтез регулярных структур по их параметрам;

- задание обобщенных продукций синтеза структур, параметрами которых являются структурные особенности объекта, включая размерность регулярных структур;

- автоматическое формирование макромоделей нижнего уровня, в данном случае

уровня микропрограмм, посредством некоторых продукций.

К недостаткам данной КМ ПрОб можно отнести:

1) Ориентацию на регулярные во времени модели, что предполагает одно и то же единичное условие окончания для всех функциональных блоков;

2) Ориентацию только на структурные и функционально-логические модели и определенную ПрОб - проектирование ВС;

3) Невозможность применения к другим ПрОб и к другим уровням представления модели, например - к количественному уровню, уровню алгебраических и дифференциальных уравнений; невозможность задания токов, сопротивлений и т.п.;

4) Недостаточную эффективность с точки зрения сравнения с существующими в настоящее время средствами и методами искусственного интеллекта.

Как общий вывод можно отметить, что данная КМ ПрОб устарела, но актуальной является использование и развитие общей семантики данной модели и части важнейших инструментальных средств.

### 6. Исследование актуальности задачи модификации "старой" КМ ПрОб

Исследуем актуальность модификации "старой" КМ ПрОб с точки зрения САПР ВС, ориентированных на проектирование ВС на базе новейших элементных баз.

В настоящее время имеется ряд САПР ВС, ориентированных на новую элементную базу. В качестве новой элементной базы можно назвать, например, программируемые логические матрицы или интегральные схемы (ПЛИС, ПЛМ), способные настраиваться или перенастраиваться на тот или иной алгоритм функционирования микросхемы.

Примером существующих проблемно-ориентированных САПР, ориентированных на использование технологии ПЛИС, может быть назван САПР VHDL. САПР VHDL имеет такие характеристики [24]:

- VHDL есть процедурный объектно-ориентированный язык, обеспечивающий задание алгоритмов функционирования ВС на основе типичных булевских операций, определенных над входами-выходами микросхемы ПЛИС;

- Под VHDL имеется ряд постпроцессоров для перевода (трансляции) текстов на HDL в маски прожига ПЛИС того или иного типа с целью построения специализированных вычислительных процессоров.

Достоинства VHDL: наличие графического визуального языка, надстроенного над базовым языком проектирования аппаратуры HDL. Недостатки: отсутствуют средства автоматического создания для построения средств автоматизации

построения текстов на VHDL типа мастеров и шаблонов в текстовых процессорах. Вывод:

1) Для VHDL возможно применить параметрический диалоговый метод синтеза моделей, представленных текстами на формальном языке HDL, создав над ним интеллектуальную надстройку в среде инструментальной оболочки для построения И САПР;

2) Невозможно применить метод функционального представления в среде самого VHDL;

3) Базовый язык проектирования аппаратуры HDL по своему синтаксису и семантике имеет много сходных черт с языком формальных спецификаций ИнтерНаМ-EMULAT, что позволяет:

- сделать вывод о высоком качестве языке спецификаций ИнтерНаМ-EMULAT;

- сделать вывод о возможном использовании незначительно модифицированного языка спецификаций ИнтерНаМ-EMULAT в качестве языка формальных спецификаций инструментальной оболочки для построения интеллектуальных САПР;

- построить ретранслятор "HDL - язык формальных спецификаций ИнтерНаМ-EMULAT";

- надстроить систему макромоделей, созданных по методу функционального представления над HDL, в среде инструментальной оболочки для построения И САПР как расширение интеллектуальной надстройки.

## **7. Модификации "старой" КМ ПрОб, выполненные в новой У КМ ПрОб**

В настоящее время автором разработана новая У КМ ПрОб [24-43], являющаяся модификацией «старой» КМ ПрОб. Данная У КМ ПрОб ориентирована на различные ПрОб и построена с использованием новых более эффективных средств и методов ИИ.

Среди них можно назвать: семиотическая модель; теория построения мета-оболочек; модальные логики, псевдофизические логики пространства и времени, теоретико-множественная логика; теория формальных грамматик; НЕ-факторы, программирование в ограничениях; объектно-ориентированное программирование; методы извлечения знаний из текстов; многочисленные теории сложности; диаграммы Хассе; технология SADT, теория построения гибридных САПР; эволюционное моделирование и т.д.

Назначение данной модели – быть основой для создания инструментальной оболочки, предназначенной для построения И САПР для различных ПрОб, а так для различных форм построения САПР. Выполнены следующие модификации "старой" КМ ПрОб с применением новых методов и средств, модифицированных под специфику задачи:

1) Предложена модель САПР типичных задач проектирования, являющаяся модификацией теории сложности САУ [25]; в частности, в рамках этой модели предполагаются такие формы построения И САПР в среде оболочки:

- интеллектуальная надстройка над существующим проблемно-ориентированным САПР [39];

- интеллектуальный полнофункциональный проблемно-ориентированный САПР [29, 32].

2) Определены методы адаптации оболочки к уровню квалификации как конечного пользователя, так и экспертов по знаниям и экспертов в предметной области [26];

3) Для построения системы взаимосвязанных модельных уровней в модели объекта проектирования предложен общий алгоритм декомпозиции моделей структур, заданный в форме семиотической модели, использующий НЕ-факторы, физическую семантику предметной области, понятие "обратного элемента" и определяющий модель структуры как совокупность именованных связей [26];

4) Развито понятие "обратного элемента" до понятия "интегрального свойства", составляющего содержание идентификатора блока, включающего состояние его внешней и внутренней среды [27];

5) Разработан обобщенный метод функционального представления как средство создания иерархии взаимосвязанных макромоделей в интеллектуальных САПР в рамках предложенной модели декомпозиции структур [38];

6) Развито понятия макро-продукций путем применения теоретико-множественной логики над множеством признаков, определенных для прототипов и технических требований к ним [28];

7) Определены общие пути и конкретные алгоритмы организации логического вывода над совокупностью макро-продукций различного типа [29];

8) Построена процедура П4, входящая в состав семиотической модели и определяющая пространственно-временную логику модели, частным случаем которой является метод асинхронного событийного многозначного моделирования [31];

9) Определен порядок применения метода программирования в ограничениях для решения задач функционального моделирования для случая функционально-логической модели и для макро-подуровня количественной модели, модифицированный с учетом специфики модели структур [33-34];

10) Определен алгоритм выполнения теоретико-множественных операций над контекстно-свободными грамматиками, эквивалентными И-ИЛИ-дереву, с определенными над ними семантическими зависимостями различных типов, используемый как механизм обучения оболочки и для организации вывода [28];

11) Определен метод поиска новых решений (изобретения), эквивалентный эволюционному моделированию и основанный на формировании пространства поиска решений как возможных комбинаций различных подмножеств связей из существующих прототипов-решений [30];

12) Показано, что предлагаемый комплекс средств и методов, может быть применен на количественном уровне абстракции, включая моделирование моделей макро-уровня (уравнения Кирхгофа) [40] и решение дифференциальных уравнений на микро-уровне [33];

13) Выполнена оценка эффективности процесса вывода в модульной базе знаний [41];

14) Показано, что данная КМ ПрОб действительно обладает широкими возможностями к предметной адаптации и может быть применена для построения интеллектуальных САПР в различных разнородных предметных областях, а именно:

- при проектировании тепловых электростанций (трубопроводы) в энергетике [35-37];

- при проектировании вычислительной техники на современной элементной базе, отличной от микропроцессорных комплектов, например - ПЛИС [24];

- при создании инвестиционных проектов (бизнес-планов) в экономике [43];

- при решении задач кадрового менеджмента в системах управления предприятием [42].

Однако, следует отметить, что при построении предлагаемой У КМ ПрОб пока не решены следующие задачи:

- нет четкого определения границ области приложения данной У КМ ПрОб;

- не достаточно четко определен уровень адекватности данной У КМ ПрОб.

## Вывод

В работе решены следующие вопросы:

1) Проанализированы на предмет возможности модификации и дальнейшего использования основные положения КМ ПрОб "старой" инструментальной оболочки, ориентированной на создание И САПР в области проектирования ВС на базе микропроцессорных комплектов на уровнях структурного и функционально-логического проектирования с точки зрения современных средств и методов ИИ. Результат анализа основных положений "старой" КМ ПрОб следующий:

- данная "старая" КМ ПрОб по прежнему обладает рядом уникальных возможностей, не имеющих аналога до настоящего времени, что делает актуальной задачу ее модификации;

- современные более эффективные средства и методы построения КМ ПрОб в области ИИ, САПР позволяют поддерживать модели других

ПрОб, а так же обеспечивают выполнение других этапов проектирования сложных объектов;

2) Предложен ряд комплексных решений для создания У КМ ПрОб на основе модифицированных положений "старой" инструментальной оболочки, выполненных с позиции применения современных средств и методов построения КМ ПрОб, так же модифицированных под специфику задачи;

3) Показано, что положения "старой" КМ ПрОб, модифицированные применением современных более эффективных средств и методов построения КМ ПрОб в области ИИ, САПР, которые в свою очередь, модифицированы под особенности решаемой задачи, позволяют расширить возможности данной КМ ПрОб на другие ПрОб. В частности, показано, что данная У КМ ПрОб:

- Может быть применена как к современной "родной" ПрОб, т.е. для создания И САПР в области проектирования ВС, так и к другим ПрОб;

- Обеспечивает как более эффективное использование в области "старых" уровней проектирования - структурном и функционально-логическом, так и - на новых уровнях проектирования, в частности, на уровне количественной модели проектирования;

- Позволяет обеспечивать построение не только полнофункционального И САПР в соответствии со "старой" КМ ПрОб, но и построение И САПР-надстроек над существующими проблемно-ориентированными САПР;

- Дополнительно позволяет адаптироваться на уровень квалификации разработчиков, уровень квалификации конечных пользователей, а так же оптимизировать процесс поиска решений;

4) Определены недостатки "новой" У КМ ПрОб.

В соответствии с выявленными недостатками можно определить цель дальнейшей работы:

- дать четкое определение границ области приложения данной У КМ ПрОб;

- четко определить уровень адекватности данной У КМ ПрОб.

## Литература

1) Григорьев А.В. Унифицированная концептуальная модель предметной области. В кн. Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-97). Сборник трудов ДонГТУ, Выпуск 1. Донецк: ДонГТУ, 1997. С.218-224.

2) Толковый словарь по искусственному интеллекту / Авторы-составители А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Раппопорт, Д.А. Поспелов. - М.: Радио и связь, 1992.

3) Норенков И.П. Разработка систем автоматизации проектирования. М.: МГТУ им. Э.Н.Баумана, 1994.

- 4) Мик Дж., Брик Дж. Проектирование микропроцессорных устройств с разрядно-модульной организацией: В 2-х книгах. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984.
- 5) Григорьев А.В. Настраиваемый двухуровневый интерпретатор микропрограммных ЭВМ на базе микропроцессорных секций серии 2900 как средство автоматизации проектирования ЭВМ. В кн. "Автоматизация проектирования ЭВМ и систем". - Тез. Всесоюзной научно - технической конференции, М.: МВТУ, 1983. С. 118-119.
- 6) Григорьев А.В. Методы реализации многоуровневого настраиваемого интерпретатора. Персональные компьютеры и локальные сети: Материалы Восьмой школы-семинара, Новый Афон, 2-7 окт. 1986 г. - Тбилиси, 1986. -С. 64-65.
- 7) 13. Реуцкий В.А., Гельман А.Ю., Григорьев А.В., Марков А.И., Карабчевский В.В. Пакет программ функционально-логического проектирования микропроцессорных систем. Техника средств связи. 1989. - Вып. 6. - С. 63-66.
- 8) Л.И. Евельсон. Программное обеспечение создания интегрированных экспертных систем для автоматизированного проектирования деталей машин. / Девятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2004 (25-28 сентября 2004 г., Тверь): Труды конференции. В 3-х томах. Т.2. - М.: Физлитмат, 2004. - С. 673-677.
- 9) Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. - М.: Машиностроение, 1988.
- 10) Вороновский Г.К., Махатило К.В. др. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. Х.: Основа, 1997. 112 с.
- 11) В.В. Солодовников, В.И. Тумаркин. Теория сложности и проектирование систем управления. - М. Наука. 1990. - 186 с.
- 12) Мигунов В.В. Особенности комплексной САПР реконструкции промышленных предприятий. В кн. Труды Международной научно-технической конференции "Интеллектуальные системы (IEEE AIS'2004)" и "Интеллектуальные САПР" (CAD-2004). Научное издание в трех томах. М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2004, Т.2, С.70-74.
- 13) Профессиональная система автоматизированного проектирования, черчения и твердотельного моделирования с мощными параметрическими возможностями // www.tfex.ru.
- 14) Л.А. Зинченко. Интеллектуальные системы схематехнического проектирования. / Десятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2006 (25-28 сентября 2006 г., Обнинск): Труды конференции. В 3-х томах. Т.3. - М.: Физлитмат, 2006. - С. 984-992.
- 15) Р.В. Аметов, А.И. Гедике, А.Е. Янковская. Интеллектуальное инструментальное средство ИМСЛОГ. / Девятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2004 (25-28 сентября 2004 г., Тверь): Труды конференции. В 3-х томах. Т.2. - М.: Физлитмат, 2004. - С. 583-590.
- 16) Интеллектуальные системы принятия проектных решений / А.В.Алексеев, А Н Борисов, Э.Р.Вильюмс, Н.Н.Слядзь, С.А.Фомин. - Рига: Зинатне, 1997. - 320 с.
- 17) Латомб Ж.К. Искусственный интеллект в автоматизированном проектировании: Система "Тропик" // Системы автоматизированного проектирования: Мат. конф. IFIP по системам автоматизированного проектирования / Под ред. Дж.Аллана. - М.: Наука, 1986. - С. 62-110.
- 18) А.П. Еремеев. Логика ветвящегося времени и ее применение в интеллектуальных системах поддержки принятия решений. / Десятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2006 (25-28 сентября 2006 г., Обнинск): Труды конференции. В 3-х томах. Т.3. - М.: Физлитмат, 2006. - С. 746-754.
- 19) В.Л. Стефанюк, А.В. Жожикашвили. Теоретико-категориальный подход к описанию динамических производственных систем. / Десятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2006 (25-28 сентября 2006 г., Обнинск): Труды конференции. В 3-х томах. Т.1. - М.: Физлитмат, 2006. - С. 77-82.
- 20) Пospelов Г.С. Искусственный интеллект - основа новой информационной технологии. - М.: Наука, 1988. - 280 с.
- 21) А.С.Нариньяни, В.В. Телерман, Д.М. Ушаков, И.Е. Швецов Программирование в ограничениях и недоопределенные модели. // Информационные технологии. 1998. - № 7. - С. 12-20.
- 22) И.Л. Артемьева. Многоуровневые модели предметных областей и методы их разработки. / Десятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2006 (25-28 сентября 2006 г., Обнинск): Труды конференции. В 3-х томах. Т.1. - М.: Физлитмат, 2006. - С. 44-51.
- 23) В.Ф. Хорошевский. Оценка систем извлечения информации из текстов на естественном языке: кто виноват, что делать. / Десятая национальная конференция с международным участием. КИИ-2006 (25-28 сентября 2006 г., Обнинск): Труды конференции. В 3-х томах. Т.2. - М.: Физлитмат, 2006. - С. 464-478.
- 24) Григорьев А.В., Кошелева Д.А. Интеллектуализация процесса проектирования аппаратуры средствами языка VHDL / Наукові праці Донецького національного технічного університета. Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка та автоматизація». Випуск 93. - Донецк: ДонНТУ, 2006. - С. 99-105.
- 25) Григорьев А.В. Упорядочивание обликов в семиотической модели САПР /Научно-теоретический журнал «Искусственный интеллект», №4, 2005. - Донецк: ИПИИ МОН и НАН Украины «Наука и образование», 2005. - С. 465-477.

- 26) Григорьев А.В. Комплекс моделей САПР как система взаимосвязанных уровней о действительности. Научные труды Донецкого государственного университета. Серия "Информатика, кибернетика и вычислительная техника", (ИКВТ-2000) выпуск 10. - Донецк, ДонГТУ, 2000. - С. 155-167.
- 27) Григорьев А.В. Содержание некоторых категорий абстракций в теории построения интеллектуальных САПР. В кн. Наукові праці Донецького національного технічного університету / Редкол.: Башков Є.О. та інші. Серія: "Обчислювальна техніка та автоматизація": Випуск 64.: Донецьк: Видавництво ДонНТУ, 2003 - С. 166-178.
- 28) Григорьев А.В. Теоретико-множественные операции над грамматиками как механизм работы со знаниями в интеллектуальных САПР. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, N 2(48). Луганск, ВУТУ, 2002. С. 186-194.
- 29) Григорьев А.В. Семиотическая модель базы знаний САПР. Научные труды Донецкого государственного технического университета Серия: Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем, выпуск 10: - Донецк, ДонГТУ, 1999. - С. 30-37.
- 30) Григорьев А.В. Адаптивная система ограниченный на сложность при синтезе новых решений в интеллектуальных САПР. Искусственный интеллект. N 2, 2001, С. 152-167.
- 31) Григорьев А.В. Управление движением объектов в семиотической модели предметной области. Наукові праці національного технічного університету. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». Випуск 48: Донецк: ДонНТУ, 2002. - С. 280-287.
- 32) Григорьев А.В. Пути создания интеллектуальных САПР при различных уровнях квалификации экспертов /Научно-теоретический журнал «Искусственный интеллект», №3, 2005. – Донецк: ИПИИ МОН и НАН Украины «Наука и образование», 2005. – С. 758–763.
- 33) Григорьев А.В. Решение дифференциальных уравнений в интеллектуальных САПР методом программирования в ограничениях. В кн. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 70. Серія: "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка": - Донецьк: ДонНТУ, 2003 - С. 108-116.
- 34) Григорьев А.В. Методы построения функций в специализированной оболочке для создания интеллектуальных САПР // Искусственный интеллект. – 2001. – № 3. – С. 40-53.
- 35) Григорьев А.В. Организация проблемно-ориентированной базы знаний в САПР трубопроводов. Международная научно-методическая конференция "Автоматизация проектирования и производства в машиностроении". - Киев.: ИСИ ОУ, 1995. - С. 49-50.
- 36) Григорьев А.В. Метод распознавания образов для задач реконструкции сложных технических систем. В кн. "Современные проблемы машиностроения и технический прогресс. Тезисы докладов международной научно-технической конференции. 10-13 сентября 1996 г., г. Севастополь. - Донецк: ДонГТУ. С.59.
- 37) Григорьев А.В. САПР парогазовых установок СПРУТ как прототип построения интеллектуальных САПР в технологии МЭО. / Наукові праці Донецького національного університету. Серія «Інформатика». Випуск 23. –: Донецк: ДонНУ, 2006. – с. 100-113.
- 38) Григорьев А.В. Метод функционального представления как средство создания иерархии взаимосвязанных макромоделей в интеллектуальных САПР / Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ – 2007). Випуск 8 (120). – Донецк: ДонНТУ, 2007. – С. 61-75.
- 39) Малявка О.В., Григорьев А.В. Создание интеллектуальной настройки над проблемно-ориентированной САПР. В кн. Інформатика та комп'ютерні технології – 2008 / матеріали IV науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих учених – 25-27 листопада 2008, ДонНТУ, Донецьк -2008 - С.334-336.
- 40) Григорьев А.В. Построение макромоделей на количественном уровне моделирования в концептуальной модели инструментальной оболочки для построения интеллектуальных САПР // Научно-практический журнал "Искусственный интеллект" №.1, 2007. - С. 20-31.
- 41) Григорьев А.В. Оценка эффективности инструментальной системы для создания интеллектуальных САПР как системы с базой знаний / Моделирование и компьютерная графика: Материалы 2-й международной научно-технической конференции, г Донецк, 10-12 октября 2007 г. – Донецк: ДонНТУ, Министерство образования и науки Украины, 2007. – С. 300-310.
- 42) Григор'єв О.В, Селевко А.А. Визначення „простих” властивостей та внутрішніх функцій у семіотичної моделі малого підприємства при розв'язанні задач кадрового менеджменту // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи. – Херсон: ХНТУ, 2004. – С. 22–27.
- 43) Григорьев А.В. Перспективные методы и средства разработки бизнес-планов. В кн. Стратегия управления социально-экономическим развитием региона на период до 2010 года: Материалы региональной научно-технической конференции. 28-30 сентября 1999 г. Секция "Приоритеты научно-технического инновационного развития". - Том 2. - Донецк: ДонГТУ Минобразования Украины, ИЭПМ НАН Украины, Юго-Восток, 1999. - С. 103-109.

Поступила в редколлегию 10.03.2009