

М 421583

Московское

ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового
Красного Знамени высшее техническое училище им. Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Корягин Сергей Викторович



ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА МОДЕЛИРОВАНИЯ
НЕПРЕРЫВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

05.13.01 — техническая кибернетика и
теория информации,

05.13.11 — системное программирование

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва — 1982

Работа выполнена в Московском высшем техническом училище
им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель - кандидат технических наук,
доцент Е.С.Лобузов

Официальные оппоненты: - доктор технических наук,
профессор Л.И.Шатровский;
- доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Б.И.Павлов

Ведущая организация - Центральный НИИ
Комплексной Автоматизации
(ЦНИИКА) г. Москва

Защита состоится " 17 " декабря 1984 г.
в "14³⁰" часов на заседании специализированного совета
Ю053.15.12 при МВТУ им. Н.Э.Баумана по адресу:
107005, Москва, 2-ая Бауманская ул., д.5

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МВТУ.
Отзывы в 2-х экз. с подписью
просьба присылать по указанному адресу.

Автореферат разослан "

Ученый секретарь
специализированного совета
к.т.н., доцент

Л-83458 от 30.10.84г.

Объем I п.л. Тираж 100 экз.
Бесплатно

Ротапринт типографии МВТУ
107005, Москва, Б-5, 2-4

17421583

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы. В принятых XXVI съездом Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981 - 1985 годы и на период до 1990 года поставлена задача расширения автоматизации проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ с применением электронно-вычислительной техники.

В ходе изучения исследуемых объектов, процессов и систем требуется получение различного рода специальной информации, которая не может быть получена аналитическим путем. Это объясняется отсутствием методов расчета и сложностью систем управления (СУ). Получение требуемых характеристик возможно путем проведения эксперимента. В связи с постоянным увеличением сложности и стоимости изучаемых объектов, процессов и систем в последнее десятилетие возросла роль имитационного моделирования (ИМ), как одного из основных инструментов исследования. Из простого метода исследования, основанного на обработке данных, он стал использоваться для: проверки различных предположений относительно модели, широкого экспериментирования с моделью, принятия решения на основе сравнения различных вариантов и др.

Все это показывает перспективность и актуальность построения программных систем, в которых центральное место занимает модель.

Использование метода ИМ требует существования определенных средств, в первую очередь программных, для его практической реализации. Поэтому построение модели, ее отладка и обработка (выбор средств описания исходных данных и формы описания, применение способов изменения исходной информации, упрощения и усложнения модели) являются самостоятельной областью исследования.

Состояние вопроса. Из общего класса непрерывных, дискретных и дискретно-непрерывных СУ в работе рассматриваются средства моделирования непрерывных СУ, являющиеся объектом реализации в целом ряде советских и зарубежных разработок. Данные проблемно-ориентированные (П-О) системы не рассчитаны на широкий круг решаемых задач, применяются для моделирования объектов определенного типа в жестко заданном классе исходных описаний, обычно в виде набора обыкновенных дифференциальных и алгебраических уравнений (ОДУ и АУ), и не предусматривают расширения с точки зрения включения новых форм исходного описания модели (например, в виде матричных передаточных функций) и подключения П-О программных средств (ПС) обработки модели (статистическая обработка, идентификация, сим-

М421583

вольная обработка и др.).

Цель и задачи работы. Целью диссертационной работы является разработка подхода к построению программного комплекса, предназначенного для решения задач, использующих различные формы исходного описания непрерывных моделей реальных систем. Рассматривается вопрос реализации ПС, обеспечивающих моделирование СУ в классе непрерывных систем и удовлетворяющих:

- потребности пользователя, что находит свое отражение в сохранении структуры исходных уравнений, в терминах и обозначениях конкретной области применения;
- потребности разработчика, что выражается в выборе совокупности языковых и программных средств, а также приемов программирования, с помощью которых достигается быстрая и качественная реализация требуемого программного обеспечения (ПО);
- требованиям широкого применения ПС, под которыми подразумевается возможность реализации автоматизированного интерфейса между моделью СУ и уже готовыми обрабатывающими программами.

Таким образом основное внимание уделено созданию и использованию системы моделирования (СИМ), в которой главный упор сделан на построение и испытание модели сложной СУ, а также средств автоматизации подключения к ней независимо созданных пакетов прикладных программ (ППП).

Научная новизна. Проведено дальнейшее методическое развитие принципов разработки исследовательских программных комплексов, выразившееся в выборе структуры и основных частей комплекса и формализации способов автоматизированного построения трансляторов и интерфейса, выразившееся в следующем:

- предложена организация структуры системы моделирования, включающая в себя внутреннее формализованное описание модели, обрабатываемое различными П-О ПС;
- обосновано использование табличной формы хранения информации, как универсального средства сохранения описания модели и доступа к ней;
- предложен метод автоматизации процесса расширения системы в виде использования системы построения трансляторов (СПТ);
- разработан алгоритм, позволивший использовать основные принципы V-языка [2] для создания средств формального описания задания на построение транслятора с помощью СПТ.

Практическая ценность. Осуществлена реализация программного комплекса "Проблемно-ориентированная система создания, манипули-

рования и управления имитационной моделью" (МАУС), рассчитанного на применение в областях моделирования и расчета сложных СУ.

Практическая ценность использования системы МАУС состоит в возможности проведения различных имитационных экспериментов на ЭВМ без привлечения специалистов в области программирования, что, в свою очередь, позволяет:

- создавать модели сложных объектов, процессов и систем;
- реализовывать более крупные программные комплексы путем подключения к системе средств обработки модели - ППП.

Основные положения, которые выносятся на защиту.

В работе защищаются:

- принципы разработки и реализации СИМ непрерывных СУ, выразившиеся в создании данной системы и позволившие рассматривать СИМ как составную часть крупных программных комплексов;
- структура системы моделирования, учитывающая возможности решения широкого круга задач на основе сохранения и использования описания объекта во внутренней форме;
- автоматизированные способы разработки и реализации системного и прикладного ПО.

Связь с планами целевых комплексных программ. Предлагаемая в данной работе СИМ разработана в соответствии с Минвузовской программой (приказ Минвуза СССР № 895 от 5 августа 1982 г.) в рамках целевой программы ОЦ 026 "Автоматизация управления технологическими процессами, производствами, машинами, станками, оборудованием с применением мини-ЭВМ и микро-ЭВМ" (постановление Государственного Комитета Совета Министров СССР и Госплана СССР от 12 декабря 1980 г. № 473/249), по заданию 03.01.03 раздела 03.

Система МАУС сдана в Специализированный отраслевой фонд алгоритмов и программ и прошла межведомственную комиссию, что подтверждено соответствующими документами.

Внедрение работы. Система внедрена в НПО "Энергия". Получен экономический эффект, подтвержденный актом о внедрении.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на

- III Всесоюзном совещании по автоматизации проектирования систем автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами, Иваново, 1981;
- II Московской школе-семинаре молодых ученых и специалистов "Алгоритмизация и программирование задач управления", Москва,

1981;

- научном семинаре "Типизация и автоматизация в проектировании АСУ ТП", Москва, 1982;
- I Всесоюзной научно-технической конференции "Синтез и проектирование многоуровневых систем управления", Барнаул, 1982;
- II Всесоюзном совещании "Автоматизация проектирования и конструирования", Ленинград, 1983;
- Всесоюзном научно-техническом совещании "Создание и внедрение автоматизированных и автоматических СУ непрерывными и дискретно-непрерывными ТП", Алма-Ата, 1983.

Публикации. По теме диссертации выполнено II научных трудов. При этом лично диссертантом внесен следующий научный вклад:

- в работах [1 - 3] разработана структура СПТ, предлагается алгоритм описания формального задания на транслятор и способ его реализации;

- в [4] показана актуальность разработки методов машинного документирования описаний П-О диалоговых комплексов;
- в [5] разработана структура СИМ непрерывных реальных объектов, процессов и систем, описываемых в виде ОДУ и АУ;
- в [6] определены основные принципы реализации внутреннего представления описания модели в виде табличной формы хранения данных;
- в [7] изложены основные принципы разработки и реализации системы моделирования;
- в [8] исследованы особенности и дан анализ комплекса задач, решаемых при разработке и реализации СИМ;
- в [9] установлена связь между системой автоматизированного проектирования (САПР) и входящей в нее СИМ, показана актуальность задачи расширения системы моделирования;
- в [10] исследованы особенности процесса изменения модели в ходе получения ее временных реализаций;
- в [11] предложена СПТ, как средство автоматизации процесса расширения системы моделирования: подключение новых форм описания модели и новых ПС обработки модели.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 217 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Основное содержание отражено на 144 страницах, 20 страниц заняты рисунками и таблицами.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе дан обзор существующих средств реализации процесса моделирования, проанализированы их преимущества и недостатки; представлен диапазон решаемых задач, базирующихся на основе проведения процесса моделирования; сформулирована постановка задачи, решаемая в данной работе.

В настоящее время существует три основных подхода к проведению процесса моделирования:

- Универсальные языки программирования;
- Специализированные языки моделирования;
- Системы моделирования и расчета в непрерывной области.

В последние годы прослеживается тенденция к разработке П-О СИМ, которые и представляют наиболее перспективный подход к проведению процессов моделирования и расчета сложных СУ. Эти СИМ обладают различными свойствами и характеристиками, и для их оценки требуется рассмотреть некоторые ключевые позиции, позволяющие сравнить различные разработки, а именно: принятые формы описания модели, средства изменения модели, проблемно-ориентированные блоки систем, средства сохранения результатов счета и возможности расширения систем.

В качестве способов описания модели в большинстве СИМ используются описания во временной области в двух формах. Первая — описания в виде блок-диаграмм, в которой осуществляется детализация на уровне отдельных математических операций. Наиболее часто используется другая форма описания модели — в виде наборов ОДУ и АУ, приведенных к определенному виду. Следует отметить, что большое число физических законов записывается в форме уравнений.

Изменения в структуре уравнений модели либо планируются заранее и отражаются в исходном описании, либо вводятся в процессе работы, что влечет за собой повторный цикл получения модели в машинных кодах.

Для отражения всего многообразия СУ во всех разработках используются специальные блоки, отражающие специфику данной предметной области: первичные источники входных воздействий, нелинейные статические характеристики, линейные динамические элементы, логические функции и др. В описаниях в виде наборов ОДУ и АУ они отражены в виде специальных функций, используемых в правых частях уравнений.

Все современные СИМ включают в себя средства приведения математической формы записи к алгоритмической с последующим получением временных реализаций; обеспечивается возможность сохранения исходных текстов и результатов вычислений в долгосрочной памяти ЭВМ. В некоторых СИМ модель используется для решения задач параметрической оптимизации.

Однако все известные СИМ реализованы как замкнутые системы и направлены на решение ограниченного круга задач: получение временных реализаций, параметрическая оптимизация и др. При этом не рассматривается возможность использования результатов моделирования в других программных комплексах и не рассматривается вариант подключения к СИМ новых независимо разработанных ПС (увеличение числа решаемых задач).

Для решения в современных условиях задач исследования и расчета СУ выбранное средство моделирования должно удовлетворять трем основным требованиям:

- предметности, которая находит свое отражение в сохранении структуры исходного описания модели, в широком использовании понятий, терминов и обозначений конкретной области применения, включаемых в описание модели и в средства связи пользователя с системой, и призвана удовлетворять потребности пользователя;
- расширяемости, обеспечивающей возможность реализации автоматизированного проблемного интерфейса между моделью СУ и обрабатывающими программами, и использование уже готовых программных продуктов;
- технологичности, которая находит свое отражение в выборе совокупности инструментальных средств (языковых и программных), а также приемов программирования, отражающих потребности разработчика, обеспечивающего быструю и качественную реализацию требуемых средств.

Оказывается, что при всем многообразии СИМ ни одна из них не удовлетворяет данным трем требованиям.

Во-первых, существующие системы моделирования используют исходное описание модели в какой-либо одной форме тогда, как отдельные части объекта могут быть описаны по-разному, к тому же используется либо слишком детальная форма описания объекта, либо форма, требующая предварительного преобразования.

Во-вторых, в системах моделирования не уделяется должного внимания расширяемости. Проблема расширения любого ПС является одной из самых сложных в области системного программирования.

Следует разделять "внутреннее" расширение системы — добавление заранее предусмотренных ПС, что реализуется достаточно просто и обеспечивается в большинстве систем моделирования (например, включение новых методов интегрирования, ввод в библиотеку новых П-О функций и др.), и "внешнее" — подключение новых заранее неизвестных ПС, требующих реализации транслирующих средств, индивидуальных для каждого отдельного случая. С точки зрения последнего все СИМ реализованы как "замкнутые". То есть подключение каких-либо ПС требует серьезной переделки системы, которая приводит к существенным материальным и временным затратам. Тем не менее это требуется при решении таких задач, как включение в систему новых форм описания модели (например, описание в виде матричных передаточных функций либо векторно-матричной форме) и, в особенности, для реализации программируемого интерфейса между СИМ и специализированными ППП, то есть в случаях подключения новых ПС обработки модели (например, включение средств символьной обработки для проведения процесса линеаризации, включение средств статистической обработки).

В-третьих, хотя СИМ относятся к большим программным комплексам, не уделяется особого внимания технологии их создания. Обычно используются ручная технология и стандартные ПС; и анализ опыта создания подобных систем показывает, что сроки реализации составляют 9 — 25 человеко-лет.

В связи с этим в диссертационной работе рассматривается вопрос реализации программного комплекса, обеспечивающего моделирование СУ в классе непрерывных систем, удовлетворяющих вышеуказанным трем основным принципам.

Вторая глава посвящена вопросам выбора и обоснования общей структуры и основных частей СИМ.

Выбор структуры системы связан с необходимостью удовлетворения следующих основных требований: использование различных исходных форм описания пользователем; выделение некоторой формы описания в качестве основной (для перевода в нее других форм); обеспечение минимального числа переходов от одной формы описания к другой в рамках СИМ.

Реализация данных требований приводит к определенной организации описаний и, как следствие, структуры системы. Данная структура базируется на внутренней (в оперативной памяти ЭВМ) форме сохранения модели, которая должна содержать всю требуемую информацию с точностью до выделенных примитивов. Действительно, с точ-

ки зрения предметности, обеспечивается включение различных форм описания модели и сохранение детальной структуры модели; с точки зрения расширяемости, единая форма описания модели позволяет автоматизировать подключение новых ПС обработки модели и исходных форм описания модели и, наконец, с точки зрения технологичности, все ПС обрабатывают одну принятую форму описания модели. Это позволяет предложить конкретную структуру системы, включающую в себя: управляющую часть, средства преобразования различных форм описания модели во внутреннее представление (ВП), П-О ПС обработки модели в ВП и, собственно ВП описания модели. С ВП работают все существующие и новые ПС, и оно, таким образом, является основной, обеспечивающей реализацию всего круга решаемых задач.

Возможности данной СИМ рассматриваются на примере использования исходного описания модели во временной области в виде наборов ОДУ и АУ

$$\begin{aligned} () \dot{x} &= X (t, \dot{x}, x, z, u) \\ () z &= Z (t, \dot{x}, x, z, u) \end{aligned} \quad (I)$$

где x — вектор переменных состояния (выходы интеграторов); u — вектор входных переменных; z — вектор промежуточных переменных; $()$ — символ, определяющий коэффициент; X, Z — нелинейные функции. Причем данный вид описания соответствует математической форме записи исходной информации. В качестве отличий данной формы описания модели от форм, реализованных в других СИМ, следует отметить возможность нахождения переменной в левой и правой частях уравнения, существование параметра в левой части уравнения и возможность описания параметров в виде функций от других параметров тогда, как в существующих СИМ требуется запись параметров с введением конкретных числовых констант.

Уравнения содержат в себе переменные и параметры (в виде произвольных идентификаторов), арифметические знаки операций, круглые скобки с любой глубиной вложенности. В правой части могут использоваться стандартные тригонометрические, логарифмические и другие функции, обычно реализованные в универсальных языках программирования, а также П-О функции: источники входных воздействий, нелинейные статические характеристики, логические функции и др., — реализованные в виде подпрограмм. Обычно пользователь предъявляет существенные требования к количеству и разнообразию используемых в СИМ П-О функций и возможности ввода новых. Создание библиотеки проблемных функций в данной системе предопределяет свободное ее расширение.

Исходное описание модели имеет произвольную последовательность ввода и используется исследователем-проектировщиком. Основные формы представления данных скрыты от пользователя. К ним в первую очередь относится базовое описание модели, которое, в целом, соответствует описанию типа (I) и обеспечивает доступ ко всем отдельным элементам: переменным (входным, промежуточным, а также переменным состояниям), функциям и параметрам исследуемой модели. Такое детальное представление учитывает потребности различных видов обработки, в том числе и символической.

Базовое описание с помощью реализованных в работе алгоритмов погружается во внутреннюю структуру данных. На данной структуре строятся процедуры перевода математической формы записи в алгоритмическую и процедура выбора информации для генерации модели в машинных кодах.

Выбор структуры хранения данных сильно влияет на реализацию всех ПС, обрабатывающих ВП описания модели, и поэтому представляет собой одну из основных задач, решаемых в данной работе. Вопрос выбора формы хранения достаточно сложен и зависит от целого ряда предъявляемых к ней требований: простота, гибкость (получение различных файлов в требуемой форме), точность, связность (взаимосвязь атрибутов из различных файлов), ясность, простота ведения (физическое размещение данных), независимость данных (возможность роста массива хранящихся данных), язык манипулирования данными и др.

В работе показано, что табличная форма хранения данных: обеспечивает сохранение всей необходимой информации, и доступ к требуемым элементам данных на любом уровне конкретизации, а также позволяет использовать стандартный математический аппарат для изменения хранящейся информации и добавления новой.

Процесс генерации модели имеет ряд особенностей. Здесь оказывается возможным использовать три различных варианта получения программного продукта.

Первый вариант, который обычно используется в существующих СИМ, представляет собой генерацию одного программного модуля. При этом обеспечивается большое быстродействие счета модели и экономится занимаемая оперативная память ЭВМ. Во втором варианте модель генерируется в виде набора программ и обеспечивает возможность вводить изменения на уровне данных примитивов (уравнений), которая отсутствует в "жестком" (первом) варианте. Третий вариант является комбинацией первого и второго и позволяет вклю-

чать созданные независимо от СИМ программные модули в общую структуру исследуемого объекта.

В ходе проведения любых исследований с использованием вычислительной техники всегда существует необходимость сохранения полученных результатов в оперативных архивах с целью: передачи информации между отдельными пользователями, отладки и символического редактирования полученных данных. Поскольку процесс создания и отладки модели достаточно продолжителен существует необходимость сохранения на носителях долгосрочной памяти не только исходных текстов описания модели и численных результатов вычислений, что предлагается в большинстве систем моделирования, но и основных промежуточных этапов получения модели. Поэтому в состав системы в качестве необходимой части введена архивная подсистема, взаимодействие с которой также осуществляется на П-0 языке. Данная подсистема обеспечивает сохранение: а) исходных текстов описания модели, б) ВП описания модели, в) сгенерированной модели в машинных кодах, г) численных результатов счета.

На любом этапе работы системы необходимо проведение изменений различных элементов модели. Это вызвано необходимостью уточнения отдельных характеристик исследуемого объекта, ввода недостающей и исправления ошибочной информации. Универсальность и полнота средств изменения модели позволяют избегать повторного ввода исходного описания с последующим проведением этапов трансляции. Тем самым достигается увеличение времени исследования модели в общем процессе работы с рассматриваемой моделью.

Для обеспечения процесса изменения модели вводятся средства манипулирования. Использование средств подобных тем, которые применяются в универсальных базах данных (БД) позволяет рассматривать ВП как оперативную БД и, как следствие, получать любую требуемую информацию, хранящуюся в ВП. Реализация языка манипулирования отражает преимущества табличной формы хранения данных.

Средства манипулирования позволяют избегать повторной трансляции исходных форм описания модели в ВП и обеспечивают возможность изменения начальных условий переменных состояния и численных значений параметров без необходимости повторной генерации модели в машинных кодах.

Однако исследование динамических свойств СУ связано с введением в исходную модель большого числа изменений и не только по параметрам и начальным условиям, но и по структуре. Изменение же структуры и связей модели в современных СИМ влечет за собой пов-

торную генерацию нового и потерю старого варианта модели, что связано с существенными временными затратами.

Поэтому работа СИМ рассматривается как состоящая из двух этапов: генерации и модификации. На первом этапе осуществляется проведение последовательности работ, обычно применяемых в других СИМ для получения модели в машинных кодах. А этап модификации отражает целенаправленное изменение имеющейся модели на основе предполагаемых или получаемых при экспериментировании результатов. Способ отслеживания изменений существенно оказывается на общих свойствах процесса построения и экспериментирования с моделью.

Необходимость изменения модели с сохранением предыдущего состояния возникает, например, при моделировании современных многорежимных СУ, когда решение общей задачи соответствует последовательности решений отдельных подзадач. Поэтому одной из основных особенностей данной СИМ являются средства модификации, обеспечивающие возможность изменения модели с сохранением предыдущего состояния и без необходимости генерации всей модели заново. При этом появляется возможность работать как с основным, так и со всеми модифицированными вариантами модели сразу. Благодаря этому удается осуществить как-бы перенос на ЦВМ средств аналоговой отладки, то есть появляется возможность разомкнуть любую цепь, уложить либо упростить любой элемент исследуемой модели и т.д. Другими словами этап модификации отражает целенаправленное уточнение (усложнения либо упрощения) модели на основе получаемых при экспериментировании результатов. То есть модификацию можно трактовать как средство исследования модели путем ввода последовательных изменений.

Таким образом средства изменения модели являются одной из основных частей системы моделирования, обеспечивающей требование предметности.

В третьей главе дается описание средств расширения СИМ и технологических средств разработки системы.

Реализации требования расширяемости в работе уделено значительное внимание. Под расширяемостью в первую очередь понимается: а) ввод в систему новых форм описания модели (например, матричные передаточные функции, векторно-матричная форма и др.) и б) реализация проблемного интерфейса между ВП и специализированными ЛПП обработки модели (например, пакет параметрической оптимизации, пакет статистической обработки и др.). В работе показана

но, как данная задача может быть сведена к созданию соответствующих транслирующих средств. В то же время создание трансляторов остается одной из самых серьезных проблем системного программирования. Реализация новых форм описания модели в рамках системы моделирования может трактоваться как построение транслирующих средств, обеспечивающих перевод данных исходных форм в ВП описания модели, а создание интерфейса системы моделирования можно рассматривать как частный случай решения проблемы построения трансляторов между ВП описания модели и независимо разработанными ППП.

В связи с этим в качестве инструмента подключения новых форм описания модели и новых ПС обработки модели в СИМ предлагается использовать СПТ, обеспечивающую автоматизацию построения соответствующих средств. Тем самым на деле осуществляется возможность автоматизации процесса нетривиального расширения системы.

Ключевой задачей при разработке СПТ является создание формального П-О языка описания транслятора. Особенностью современного этапа разработок СПТ является использование входных языков, в основе которых лежат известные методы описания алгоритмических языков, например — атрибутивные грамматики. Описание алгоритмического языка (каким бы подробным оно ни было) не включает в себя всей информации, необходимой для создания транслятора с данного языка и, кроме того, является совершенно необычным способом описания транслятора с точки зрения пользователя.

В СПТ построенных на основе использования атрибутивных грамматик, генерирующая часть проектируемого транслятора описывается неестественным способом (данный метод не приспособлен для этого). В связи с этим задание на транслятор может составить только разработчик СПТ, использование же ее пользователем невозможно.

Поэтому основой широкого использования СПТ может служить входной алгоритмический язык, с помощью которого возможно описание транслятора естественным, с точки зрения пользователя, способом.

В связи с этим разработан формализованный способ описания задания на транслятор, включающий в себя: подробное описание входного (исходного) языка, а также порядок и принципы перевода всех элементов и конструкций исходного языка в объектный. Другими словами задание на транслятор всегда содержит две основные части: описание исходного языка, по которому строится анализирующая часть транслятора, и описание соотношения пары языков, по которому строится генерирующая часть транслятора.

В данной работе предлагается использовать СПТ, предназначенную для реализации проблемно-ориентированных языков. Описание проблемных языков задается в форме, близкой БНФ [3], что позволяет применять СПТ с целью обработки широкого круга П-О языков. Отметим, что при построении интерфейса между СИМ и специализированными ППП предполагается широкое использование таких проблемных понятий, как: вход, выход, переменные, параметры, и др. Особенностью данной СПТ является используемое формальное задание на транслятор, в котором выделена специальная часть, указывающая соответствие элементов, конструкций и блоков исходного языка аналогичным компонентам объектного языка. По данной части формального задания осуществляется создание генерирующей части транслятора.

Обоснованы принципы построения и реализован алгоритмический язык формального описания задания на транслятор, ориентированный на пользователя-непрограммиста, что не отражается в других вариантах построения СПТ. Данная система использовалась при реализации транслирующих средств СИМ.

В связи с необходимостью реализации требования технологичности при создании СИМ сформулированы основные положения по применению инструментальных и программных средств, которые выразились в

- использовании специальных инструментальных средств, ориентированных на решение вопросов системного программирования;
 - выборе общей структуры системы моделирования;
 - использовании в ходе реализации средств автоматизированного построения трансляторов;
 - применении принципов структурного программирования; -
- что позволило выполнить разработку за 2,5 человеко-года тогда, как аналогичные системы реализуются за 3 - 5 лет коллективом специалистов в 3 - 5 человек.

В четвертой главе дается описание реализованной СИМ и приводятся примеры ее использования.

"Проблемно-ориентированная система создания, манипулирования и управления имитационной моделью" (МАУС) создана с использованием вышеперечисленных принципов.

С помощью системы МАУС проводятся исследования а) системы регулирования угловой скорости и б) электрогидравлической силовой следящей системы. Примеры иллюстрируют последовательность ввода, обработки и генерации модели исследуемых объектов, а также получение результатов счета и их последующую обработку.

Показана целесообразность использования средств изменения исследуемой модели и архивной подсистемы. Осуществлено подключение специализированного П-О ПС обработки модели.

Реализация данных примеров с использованием системы МАУС показала ряд преимуществ предлагаемого подхода к построению СИМ: проведение всех этапов моделирования с использованием П-О средств общения пользователя с системой; применение описания модели в форме (I); существование интерактивных способов взаимодействия на любом этапе работы системы и др.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

1. Предложены принципы построения, состав и взаимодействие основных частей, и доведена до реализации программная проблемно-ориентированная диалоговая система имитационного моделирования для исследования динамических свойств систем управления (на примере исходного описания в виде наборов обыкновенных дифференциальных и алгебраических уравнений) совместно со средствами автоматизированного построения трансляторов, и рассматриваемая как подсистема, входящая в состав более крупных программных комплексов.

2. Обосновано выделение определенной формы представления описания модели (внутреннего представления) в виде табличной структуры, которая выступает в качестве оперативной базы данных, предназначенной для проведения числовых расчетов, информационного обслуживания, отслеживания произвольных проблемных изменений, а также обеспечивает практическую возможность подключения разнообразных программ обработки модели и расширения вариантов описания модели.

3. Предложены алгоритмы перевода исходного описания модели во временной области в табличную форму представления данных.

4. Показана целесообразность введения, разработаны алгоритмы и программные средства процесса последовательной модификации модели, при которой возможно сохранять предыдущие состояние и структуру и тем самым выполнять "аналоговую" отладку или экспериментирование с моделью в интерактивном режиме взаимодействия.

5. Дана формализация постановки и дальнейшая разработка автоматизированного метода построения трансляторов, применение которого позволило существенно снизить время разработки систем-

ного программного обеспечения и использование которого предусмотрено при расширении системы.

6. Предложен и реализован оригинальный алгоритм формального описания задания на транслятор, служащего входной информацией для СПТ.

7. Показаны возможности программной проблемно-ориентированной системы при решении ряда практических задач. Система внедрена на промышленном предприятии НПО "Энергия", одана в Специализированный отраслевой фонд алгоритмов и программы, и прошла межведомственную комиссию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корягин С.В. Интерактивный режим оптимизации грамматики языка в процессе построения транслятора. — Интерактивные системы: Тез. докл. III Респ. семинара — Тбилиси, 1981, ч.8, с. 48-51
2. Корягин С.В. Система ТОМИЛИНО. — Интерактивные системы: Тез. докл. IV Респ. семинара — Тбилиси, 1982, ч.2, с. 19-21
3. Корягин С.В. Система построения трансляторов для проблемно-ориентированных языков. — Автоматизация и программирование задач управления: Тез. докл. II Моск. школы-семинара молодых ученых и специалистов — М., 1981, с. 82-85
4. Корягин С.В., Савин А.В. Об одном подходе к документированию проблемно-ориентированных диалоговых комплексов. — Интерактивные системы: Тез. докл. V Респ. семинара — Тбилиси, 1983, ч.1, с. 52-54
5. Добусов Е.С., Корягин С.В. Структурный подход к построению совместно используемой имитационной модели при динамическом проектировании систем управления. — Тез. докл. III Всесоюз. совещания по автоматизации проектирования систем автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами. — М., 1981, с. 14-16
6. Добусов Е.С., Корягин С.В. Внутреннее представление проблемно-ориентированной диалоговой системы МАУС. — Интерактивные системы: Тез. докл. IV Респ. семинара — Тбилиси, 1982, ч.2, с. 47-49
7. Добусов Е.С., Корягин С.В. Принципы построения проблемно-ориентированной диалоговой системы МАУС. — Интерактивные системы: Тез. докл. IV Респ. семинара — Тбилиси, 1982, ч.2,

8. Лобусов Е.С., Корягин С.В. Подход к построению программной системы автоматизированного синтеза АСУ ТП на основе имитационной модели. - Типизация и автоматизация в проектировании АСУ ТП: Тез. докл. научного семинара - М., 1982, с. 75-79
9. Лобусов Е.С., Корягин С.В. Особенности алгоритмической и программной реализации непрерывных моделей сложных систем. - Синтез и проектирование многоуровневых систем управления: Тез. докл. I Всесоюз. научно-технической конф. - Барнаул, 1982, ч.2, с. 72
10. Лобусов Е.С., Корягин С.В. Организация процессов построения имитационных моделей непрерывных систем управления. - Автоматизация проектирования и конструирования: - Тез. докл. II Всесоюз. совещания - Л., 1983, ч.2, с. 15
11. Лобусов Е.С., Корягин С.В. Подсистема моделирования в составе САПР. - Создание и внедрение автоматизированных и автоматических СУ непрерывными и дискретно-непрерывными ТП: Тез. докл. Всесоюз. научно-технического совещания - М., 1983, ч.1, с. 85-86

д. Копеев

