

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

На правах рукописи

ЦЫЖМАНОВ Геннадий Васильевич

УДК 658.512.011.56:681.3.06

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЦЕДУР ВЫБОРА ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ
В МАШИНОСТРОЕНИИ

Специальности 05.13.11 - Математическое и программное
обеспечение вычислительных машин,
комплексов, систем и сетей
05.13.12 - Системы автоматизации проектирования

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Харьков - 1992



00819768 (\$)

Работа выполнена на к
гайлорезушие станки"

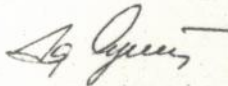
- Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Тимофеев Ю. В.
- Научный консультант: доктор технических наук, профессор
Гладун В. П.
- Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Сироджа И. В.
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Шаронова Н. В.
- Ведущая организация: Институт проблем машиностроения
Академии наук Украины

Защита состоится "___" _____ 1992 г. в ___ часов
на заседании специализированного совета №068.37.03
в Харьковском институте радиозлектроники по адресу:
310059, г. Харьков, проспект Ленина 14, ХИРЭ.

Отзыв на автореферат в 2-х экземплярах, заверенный печатью,
просим направлять по вышеуказанному адресу на имя Ученого
секретаря специализированного Совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.
Автореферат разослан "19" мая 1992г.

Ученый секретарь
специализированного Совета,
кандидат технических наук,
доцент

 Э. А. Сукесов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

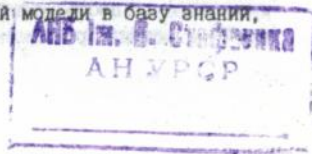
Актуальность проблемы исследования. Широкое распространение в настоящее время получили изделия машиностроения, процесс проектирования которых сводится во многом к выбору типовых проектных решений. Это - изделия, построенные по модульному принципу, агрегатное оборудование, состоящее из унифицированных и стандартизованных узлов и деталей и др. При автоматизации проектных процедур в данной проблемной области применяют, как правило, строго определенные детерминированные алгоритмы. Однако такая жесткая форма представления знаний вступает в противоречие с наличием "нежестких" экспертных знаний, аккумулирующих накопленный практический опыт, навыки и приемы конструирования. На современном этапе развития САПР это противоречие обостряется в силу того, что осуществляется переход от автоматизации локальных задач проектирования к созданию сквозных, интегрированных по глубине и ширине САПР, где на первый план выдвигаются слабоформализуемые задачи синтеза проектных решений.

Перспективным в настоящее время является использование моделей и методов новой информационной технологии, базирующейся на результатах, полученных при исследовании проблем человеческого интеллекта. Применение такого подхода в достаточно хорошо формализуемых областях, каковыми являются проектные процедуры выбора типовых решений в машиностроении, сдерживается низкой производительностью, громоздкостью получаемых систем. Поэтому представляет интерес разработка методов и инструментальных средств, сочетающих достоинства обоих подходов.

Цель работы. Повышение эффективности автоматизации процедур выбора типовых проектных решений в машиностроении путем разработки методов представления и обработки знаний и реализующих эти методы специализированных инструментальных средств. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- выбор и обоснование методов представления и обработки знаний на основе анализа особенностей поля знаний проблемной области;
- построение языковых средств системы представления знаний;
- разработка и реализация инструментальных средств, обеспечивающих процессы создания и сопровождения базы знаний, поддерживающих интерактивный, многовариантный и итерационный процесс автоматизированного проектирования.

Методика исследований основывается на представлении процесса автоматизации проектных процедур как процесса преобразования знаний проблемной области. Система представления знаний при этом является средством отображения концептуальной модели в базу знаний,



а интерпретатор знаний - средством разработки проекта.

Теоретические положения работы базируются на использовании моделей и методов теории искусственного интеллекта, общей теории систем, теории множеств, теории принятия решений, теории автоматизированного проектирования. Эффективность предложенных методов и средств оценивалась экспериментальным путем при разработке и эксплуатации подсистемы РЕЖИМ-НАЛАДКА САПР агрегатных станков.

Научная новизна состоит в следующем:

- построена полимодельная функционально полная система представления знаний для выбранной проблемной области, отличающаяся от известных высокой степенью декларативности и простотой языков представления знаний, открытостью и наличием средств интеграции знаний;

- впервые предложена модификация стандартных таблиц решений, позволяющая учесть неопределенность проблемной среды путем явного выделения внутри таблиц точек принятия альтернативных проектных решений и расширяющая функциональные возможности формализма за счет использования при их построении произвольных логико-арифметических выражений;

- разработана архитектура специализированной инструментальной системы ВЫБОР, имеющая в отличие от существующих встроенный механизм поиска на дереве проектных решений и позволяющая работать с базами знаний большого объема.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Общий подход к организации знаний при автоматизации проектных процедур выбора типовых проектных решений в машиностроении, заключающийся в применении системы взаимосвязанных декларативных и процедурных моделей представления знаний, позволяющий формализовать разнородные знания проблемной области и построить базу знаний большого объема.

2. Формальный аппарат модифицированных таблиц решений, удобный при формализации табличных моделей, формул, эвристик.

3. Метод интерпретации знаний, дающий возможность организовать процесс проектирования по точкам принятия альтернативных проектных решений.

4. Инструментальные средства, предназначенные для наполнения и отладки базы знаний и позволяющие реализовать интерактивный, многовариантный и итерационный процесс автоматизированного проектирования.

Практическая ценность работы заключается в том, что в результате проведенных исследований разработана и реализована инструментальная система ВЫБОР, позволяющая на 30-40% повысить производительность труда при автоматизации процедур выбора типовых проектных решений в машиностроении. Предложенные методы

представления знаний и языковые средства позволяют достичь высокой мобильности разрабатываемого программного, информационного и лингвистического обеспечения САПР, что значительно упрощает сопровождение, модификацию и развитие подсистем САПР.

Реализация результатов работы. Инструментальная система ВЫБОР использована при разработке подсистемы РЕЖИМ-НАЛАДКА САПР агрегатных станков, которая внедрена в СКБ Харьковского производственного объединения по выпуску агрегатных станков малого и среднего типоразмера. Инструментальная система ВЫБОР применена также для решения локальной задачи организации диалога и выбора параметров проходных и расточных токарных резов в САПР режущих инструментов, которая эксплуатируется на Балакиревском механическом заводе (Владимирская обл.) и на Тульском заводе "Штамп".

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава XII в 1987-1991гг.; всесоюзной научно-практической конференции "Автоматизация проектирования машин, оборудования, приборов и технологических процессов в машиностроении", г. Ижевск, 1986г.; республиканской научно-технической конференции "Информационное и математическое обеспечение САПР", г. Днепропетровск, 1987г.; республиканской научно-практической конференции "Разработка и внедрение РТК и ГПС", г. Йошкар-Ола, 1987 г.; всесоюзном научно-техническом совещании "Программное обеспечение новой информационной технологии", г. Тверь, 1989 г.; всесоюзной научно-технической конференции "Интегрированные системы автоматизированного проектирования", г. Вологда, 1989 г.; межреспубликанской научно-технической конференции "Проблемы автоматизации технологических процессов в машиностроении", г. Волгоград, 1989г.; междузаводской научно-технической конференции "Автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении и приборостроении", г. Луганск, 1989 г.; краткосрочном научно-техническом семинаре "Автоматизация технологической подготовки механообработки деталей на станках с ЧПУ", г. Ленинград, 1990 г.; Республиканской научно-практической производства в машиностроении", г. Харьков, 1990 г.; республиканской научно-технической конференции "Автоматизированное проектирование ГПС многономенклатурного производства", г. Киев, 1991 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, общих выводов и рекомендаций, списка литературы и трех приложений. Объём диссертации составляет 120 страниц основного машинописного текста, 41 рисунок, 5 таблиц, 141 наименование использованных источников и приложения на 49 страницах. Общий объём работы - 210 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель исследований, дано краткое изложение основных результатов, выносимых на защиту.

В первой главе рассмотрена задача выбора типовых проектных решений при проектировании изделий машиностроения. На примере САПР агрегатных станков проведен анализ проблемной области, существующих методов и средств их автоматизации, в результате чего сделан вывод о необходимости разработки системы представления знаний (СПЗ) и инструментальных средств автоматизации проектных процедур для данной проблемной области.

С точки зрения новой информационной технологии процесс автоматизации проектных процедур и эксплуатации САПР можно представить как поэтапное преобразование знаний проблемной области. Выделены следующие этапы: концептуализации (построение поля знаний на основе выделения объектов, их свойств и отношений, разработки математических моделей и методов); формализации (описание знаний проблемной области с использованием формализованных моделей представления знаний); реализации (разработка базы знаний на физическом уровне); использования (формирование проекта путем взаимодействия проектировщика и ЭВМ). На каждом из этапов используются знания о методах и средствах преобразования знаний, содержащие часть семантики проблемной области, которые трактуют как инструментарий разработчика САПР.

В настоящее время наметился разрыв между этими группами знаний, затрудняющий разработку современных САПР. Этому способствует то обстоятельство, что происходит переход к созданию сквозных, интегрированных по глубине и ширине САПР, где на первый план выдвигаются слабоформализуемые задачи синтеза проектных решений. Время создания подсистем интегрированных САПР становится сравнимым со временем их эксплуатации, сами подсистемы САПР в процессе эксплуатации постоянно корректируются, модифицируются, что остро ставит вопросы мобильности программного, информационного, лингвистического обеспечения САПР.

Все эти факторы обусловили приток ученых и исследователей, занимающихся вопросами создания моделей представления знаний, методов их обработки, инструментальных средств разработчика САПР. Большой вклад в решение этих проблем внесли труды Нуренкова И. П., Петренко А. И., Половинкина А. И., Семенкова О. И., Скурихина В. И. и др. К сожалению, универсальных и эффективных систем представления знаний и инструментальных средств в настоящее время не существует. Они в значительной степени зависят от типа объекта и особенностей процесса проектирования.

В работе рассмотрены вопросы организации и обработки знаний применительно к классу объектов машиностроения, проектирование которых сводится, во многом, к выбору типовых проектных решений. В качестве типичного представителя такого класса объектов выбран агрегатный станок.

Анализ поля знаний проблемной области показал, что в нем можно выделить знания об объекте проектирования, наиболее приемлемая модель представления которых - иерархическая модель данных, и операционные знания, представленные в виде табличных моделей (около 62%), расчетных формул (до 8%), эвристических правил "если ... то ..." (до 5%), алгоритмических моделей (до 12%), моделей диалога (10%) и других моделей (около 3%).

Особенностью рассматриваемого поля знаний является то, что в проектных процедурах велика доля "жестких" знаний, причем основная их масса представлена табличными моделями. Различные аспекты решения такого рода задач рассматривались в работах Егорова Ю. В., Еремеева А. П., Гильмана А. М., Корчака С. Н., Митрофанова С. П., Прохорова А. Ф., Танаева В. С., Тытугу Э. Х., Хамби Э., Цветкова В. Д., Эванс И. О. и др. Однако наличие "нежестких" знаний, отражающих неопределенность проблемной области, требует иных формализмов представления знаний, допускающих манипулирование нечеткими знаниями, эвристиками.

Этим требованиям отвечают логико-лингвистические модели представления знаний или модели искусственного интеллекта. Они позволяют представить знания проблемной области в виде отдельных фрагментов знаний, среди которых доминирующее положение занимают слабоструктурированные знания. Значительное влияние на развитие теории и практики искусственного интеллекта оказали труды Борисова А. Н., Гладуна В. П., Дубровского В. В., Ильина В. Н., Поспелова Г. С., Поспелова Д. А., Половинкина А. И., Попова Э. В., Тамм В. Г., Тытугу Э. Х., Шабанова-Кушнаренко Ю. П. и др. Несмотря на то, что с использованием такого подхода можно формализовать отдельные фрагменты поля знаний, например, формализм продукционных систем удобен для представления эвристических правил, а фреймовые модели часто применяют при организации диалога, для рассматриваемой проблемной области сдерживающим фактором является низкая эффективность, громоздкость разрабатываемых систем. Поэтому представляет интерес разработка неких "гибридных" методов, сочетающих достоинства обоих подходов.

Анализ современных систем и инструментальных средств, которые могли бы служить средством реализации этих методов показал, что при автоматизации проектных процедур требуется либо использование нескольких инструментариев, поддерживающих организацию базы данных, диалоговый интерфейс и пр., либо интегрированных сред,

так называемых "машин", позволяющих полностью формализовать знания проблемной области. Однако интегрированные системы недостаточно гибки вследствие того, что в них, как правило, жестко заложены допустимые формализмы представления знаний и архитектура разрабатываемых подсистем САПР. Возникают сложности и при попытке объединения нескольких инструментариев ввиду "несовместимости" отдельных компонент.

Исходя из вышеизложенного поставлена задача разработки методов представления и обработки знаний при автоматизации процедур выбора типовых проектных решений и реализующего эти методы инструментария разработчика САПР с целью уменьшения трудоемкости автоматизации и повышения мобильности информационного, лингвистического и программного обеспечений САПР.

Во второй главе рассмотрены общие принципы построения СПЗ проблемной области, предложена модификация стандартных таблиц принятия решений, позволяющая формализовать основную массу знаний проблемной области.

Учитывая, что поле знаний проблемной области достаточно разнообразно по своему составу, формализовать его с использованием одной из моделей представления знаний, т.е. в рамках одной парадигмы, не представляется возможным. Поэтому предложена полимодельная СПЗ в виде:

$$\text{СПЗ} = \langle \text{БДП}, \{ \Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N \} \rangle,$$

где - БДП (база данных проекта) есть формализм для представления знаний об объекте проектирования, $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N$ - формализмы представления операционных знаний; N - число формализмов.

Очевидно, что СПЗ должна быть функционально полной и несократимой. При этом высокие требования к мобильности разрабатываемых подсистем САПР диктуют целесообразность применения декларативных моделей и необходимость обеспечения при этом максимальной независимости друг от друга формализуемых фрагментов поля знаний.

Теория систем автоматизированного проектирования подразумевает разбиение операционных знаний проблемной области на проектные процедуры (ПП) и проектные операции (ПО). Этих понятий оказывается недостаточно для разработчика САПР, поскольку эти определения касаются только фрагментов знаний, заключенных внутри ПП и ПО и не затрагивают управляющую структуру, с использованием которой задается последовательность и вариантность выполнения ПП и ПО. Поэтому введено понятие системной процедуры (СП), под которой понимается поименованная совокупность операционных знаний проблемной области, представленная с использованием одного из формализмов СПЗ.

С одной стороны, понятие СП шире понятий ПП и ПО, поскольку под СП можно понимать совокупность ПП и ПО с управляющей структурой.

рой. С другой стороны, оно может быть и уже как понятия СП, так и понятия Ю вследствие того, что разработанная СПЗ может включать в себя формализмы для представления минимальных порций знаний. В определении заложен также принцип вложенности процедур проектирования или "принцип матрешки", поскольку можно выбрать формализм представления знаний, который в качестве составляющих его элементов рекурсивно включает самого себя.

Основываясь на этих соображениях, предложена модель представления знаний проблемной области в виде макропроцедуры проектирования (МАК). Под МАК понимается модель представления СП, содержащая знания о последовательности и вариантности выполнения СП и задается в виде

$$\text{МАК} = \langle \{ \text{СП} \}, \text{УС} \rangle,$$

где $\{ \text{СП} \}$ - множество СП, а УС - структура управления, заданная на этом множестве.

Поскольку основная часть поля знаний проблемной области представлена табличными моделями, эффективность разрабатываемой СПЗ определяется, в первую очередь, способами формализации табличных моделей. Широко применяемый для этих целей формализм таблиц решений (ТР) имеет ряд недостатков, затрудняющих его использование при автоматизации процедур выбора типовых проектных решений. Поэтому поставлена задача разработки формализма модифицированных таблиц решений (МТР), устраняющего эти недостатки.

Учитывая необходимость организации диалога в процессе проектирования, выделен следующий формализм представления знаний - диалоговые процедуры проектирования (ДПП), выполняющие функции ввода исходных данных, просмотра промежуточных результатов и проектных решений, корректировки проектных параметров.

Однако с использованием формализмов МАК, МТР, ДПП полностью формализовать операционные знания не представляется возможным, поскольку они имеют достаточно узкую сферу применения. Поэтому в разрабатываемой СПЗ допущено представление знаний в виде процедурных модулей или процедур-функций (ФНК), написанных на одном из языков программирования.

Для обеспечения независимости СП друг от друга положено, что, во-первых, выполнение СП заключается в изменении содержимого БДП и, во-вторых, из СП запрещается полностью или частично вызов на выполнение другой СП (за исключением СП, представленных в форме МАК). Независимость же СП и БДП следует из принятого способа организации БДП по принципу банка данных. Для еще большего усиления этой независимости использованы так называемые менеджеры процедур (МЕНЖ), производящие настройку параметров выполняемых процедур, преобразование данных из одного формата в другой и пр.

Окончательно ОПЗ имеет вид:

ОПЗ = < БДП, МНЖ, { МАК, ДПП, МТР, ФНК } >.

Операционные знания проблемной области, представленные в форме ОП и МНЖ, называются базой знаний, а процесс формализации операционных знаний - заполнением базы знаний.

Далее в работе рассмотрены вопросы, связанные с разработкой МТР. В отличие от существующих ТР в МТР допускается использование логико-арифметических выражений, под которым понимается синтаксическая конструкция, объединяющая переменные, константы и функции знаками операций. Порядок вычислений может быть изменен с использованием скобок. Форма записи и синтаксис ЛАВ, в основном, соответствуют синтаксису выражений языка программирования СИ:

$$(RZZ + RASST) * tg(ALFA)$$

$$T_REZ = 60 * L_REZ/S_MIN$$

$$LRH = LBP + L_REZ + (KOD_POV -- 20) * L_YYH$$

Для стандартных ТР определяющими являются принципы полноты и непротиворечивости. Пусть ТР задана в виде $T = \{ R_i \}$, $i \in I$, где R_i представляет собой продукционные правила. Принцип полноты ТР состоит в том, что для любого вектора входных параметров X^t найдется релевантное правило $X^t \rightarrow R_i$, а принцип непротиворечивости - что это правило единственно. Для задач САПР, однако, соблюдение этих принципов не всегда возможно, либо нецелесообразно. Поэтому в МТР допускается нарушение принципов полноты и непротиворечивости, т. е.

$$(\exists X^t \nrightarrow R_i) (X^t \nrightarrow R_i).$$

$$(\exists X^t, R_i, R_j) ((X^t \rightarrow R_i) \wedge (X^t \rightarrow R_j) \rightarrow (R_i \neq R_j)).$$

С точки зрения теории искусственного интеллекта нарушение принципа непротиворечивости ТР означает, что для некоторого состояния базы данных имеется конфликтный набор релевантных правил, а нарушение принципа полноты ТР - что достигнута ситуация, когда нельзя выбрать ни одного релевантного правила. Первую из ситуаций называют "точкой принятия решений", вторую - "точкой неудачи". Процесс проектирования при этом формализовано можно представить в виде дерева технических решений, в узлах которого сосредоточена некоторая совокупность операционных знаний. Интерпретация операционных знаний в узле приводит либо к возникновению "точки принятия решений", либо - "точки неудачи". Тем самым появляется возможность средствами МТР задавать неопределенность проблемной области.

Предложенный формализм представления табличных моделей имеет большие функциональные возможности, т.к. с его помощью можно формализовать табличные модели, расчетные формулы, знания, представленные в форме эвристических правил, а также частично алгоритмические модели (рис. 1).

```

/T      chr      flt      int      flt
/L      8         4         4         4
/*
/11
/11     N_REZ*(1+N) **K PR      алгоритм 1
/10     NAME_EL   N_EL      W TR
/1R     >=        W EL      M_EL
/1K     min
/*

```

Выбор электродвигателя зубчатого привода главного движения УЕ4652

Обозначение	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Масса, кг
4A71A6Y3	0.37	908	11.5
4A71B6Y3	0.55	900	12.7
4A71A4Y3	0.55	1390	11.5
4A80A6Y3	0.75	916	15.3
4A71B4Y3	0.75	1388	12.7
4A80B6Y3	1.1	920	17.8
4A80A4Y3	1.1	1419	15.5
4A80B4Y3	1.5	1413	17.8

Рис. 1. МТР по выбору электродвигателя привода главного движения УЕ4652

В третьей главе рассмотрены языковые средства СЯВ.

Анализ поля знаний проблемной области показал, что при разработке БДП целесообразно выбрать иерархическую модель данных. Однако применить стандартную СУБД не представляется возможным. Это связано с тем, что принятые принципы организации СЯВ предполагают, что БДП, по-существу, должна работать в режиме передачи параметров между программами, что предъявляет высокие требования к ее реактивности. Стандартные СУБД такого режима работы не обеспечивают. Поэтому разработана оригинальная СУБД, в которой максимально учитываются особенности рассматриваемой проблемной области.

Средства представления структур данных БДП поддерживают иерархически связанные записи или структуры, причем элементами структуры могут быть как элементарные данные, так и одномерные массивы фиксированной размерности. Фиксация границ массивов необходима для упрощения работы с данными, поскольку фиксирована также длина записи и местоположение каждого из ее элементов. В этом случае отпадает необходимость при манипулировании записями динамически отводить память под данные переменной длины и поддерживать навигацию по этим данным.

Формально БДП представлена в виде семантической сети типа

дерева, в узлах которого находятся фреймы описания записей БДП, задающие структуру БДП, и фреймы данных, содержащие проектные параметры и заполняемые в процессе интерпретации базы знаний. Для примера ниже приведен протофрейм описания элемента записи БДП.

ЭЛЕМЕНТ

- слот 1: имя элемента
- слот 2: тип элемента
- слот 3: длина элемента
- слот 4: размерность для массива
- слот 5: формат для вывода
- слот 6: ссылка на фрейм ЭЛЕМЕНТ (для установления косвенных связей)
- слот 7: границы или перечисление
- слот 8: умолчание
- слот 9: инициализация

Связи между СП и БДП задаются с использованием формализма МНЖ, фреймы которого содержат ссылки на фреймы данных БДП.

В качестве языка представления знаний формализма ДПП выбран язык фреймового типа, реализующий сценарную организацию диалога:

ДПП

- слот 1: образ экрана
- слот 2: число полей
- слот 3: ПОЛЕ
- слот 4: ПОЛЕ

- слот L: ПОЛЕ

ПОЛЕ

- слот 1: ссылка на фрейм ЭЛЕМЕНТ
- слот 2: фрейм МНЖ (ссылка на фрейм данных БДП)
- слот 3: номер строки поля в образе экрана
- слот 4: номер столбца начала поля в образе экрана
- слот 5: длина поля
- слот 6: тип поля (вводное или выводное)
- слот 7: приоритет вводного поля
- слот 8: имя СП (демона) для верификации
- слот 9: имя СП (демона) для выполнения
- слот 10: имя СП (демона) для умолчания
- слот 11: имя СП (демона) при отмене верификации

Протофрейм ДПП задает образ экрана или кадр сценария (рис. 2) и описание вводных и выводных полей. Протофрейм ПОЛЕ содержит описание полей ДПП. Для каждого из полей можно задать ряд процедур-демонов, активизирующихся при возникновении той или иной ситуации. Так, например, процедура-демон для верификации активизируется при вводе данного в поле и выполняет верификацию данного.

*** ЗХА8971 *** линия деления 1 * номер узла 1	
Шпиндельная бабка	У1Е4122-01
Частота вращения шпинделя	
заданная	<502> (об/мин)
настроенная	496 (об/мин)
Привод :	<зубчатый>
тип -	
наименование	УЕ4652-23
схема сборки	1
Электродвигатель:	
тип	4А80В4У3
число оборотов	1413 (об/мин)
мощность	1.5 (кВт)
Зубчатое колесо 1:	УЕ4652.463
Зубчатое колесо 2:	УЕ4652.478
Система смазывания	УЕ7610-24

Рис. 2. Заполненный образ экрана ДПП по настройке привода главного движения силовых узлов агрегатных станков

МАК представляется в виде однородной семантической сети, в узлах которой расположены СП, а связи задают очередность и вариантность выполнения СП. Каждый узел сети, в свою очередь, может являться также МАК и т. д. Очередность выполнения СП реализуется отношениями типа "следование", а вариантность - типа "ветвление".

В четвертой главе рассмотрена архитектура инструментальной системы ВБОР, реализующей разработанные принципы организации знаний проблемной области и предназначенной для автоматизации процедур выбора типовых проектных решений в машиностроении.

По аналогии с понятием ЛИСИ-машины или d-BASE машины введено понятие ВБОР-машины. ВБОР-машина является машиной леймановского типа и выполняет интерпретацию знаний проблемной области (рис. 3).

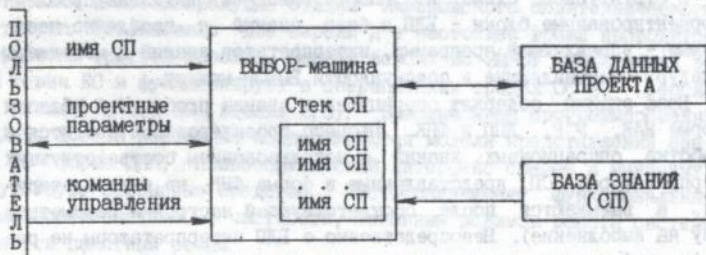


Рис. 3. Функциональная схема ИС ВБОР

Перед началом работы ВЫБОР-машины необходимо с использованием языковых средств системы произвести описание объекта проектирования (разработать структуру БДП) и занести операционные знания в виде СП в базу знаний.

Для запуска ВЫБОР-машины на ее вход подается имя одной из СП, содержащейся в базе знаний, после чего происходит собственно интерпретация знаний. Если СП разработана с использованием формализмов ФНК или МТР, то после интерпретации СП работа ВЫБОР-машины завершается. Если же СП сформирована с использованием формализма МАК или ДПП, внутри которых могут быть заданы имена вызываемых СП, то в ВЫБОР-машине применяется стек СП.

Стек СП организован по принципу LIFO (последний вошел - первый вышел) и содержит информацию о цепочке вложенных СП. В данном случае признаком окончания работы ВЫБОР-машины является пустой стек СП. Ввод проектных параметров, их просмотр и корректировка осуществляются пользователем при интерпретации ДПП. Во время интерпретации СП меняется содержимое БДП. Итогом работы ВЫБОР-машины является заполненная БДП, содержащая проектные параметры. Управление работой ВЫБОР-машины производится с помощью специальных команд.

Интерпретация СП может закончиться либо успешно, либо неудачно. В последнем случае считается, что достигнута "точка неудачи". Если при этом не предусмотрена реакция на неудачное завершение, ВЫБОР-машина приостанавливает работу и ждет реакции пользователя. Пользователь может вернуться на одну из "точек принятия решений", выбрать альтернативное проектное решение и продолжить интерпретацию знаний, либо прекратить работу. Тем самым ВЫБОР-машина реализует парадигму поиска в пространстве состояний, причем возможен принудительный возврат на одну из "точек принятия решений". В качестве базовой стратегии применена стратегия поиска "сначала в глубину".

В структурной схеме ИС ВЫБОР (рис. 4) выделены проблемно-ориентированные блоки - БДП и база знаний и проблемно-независимые - управляющая программа, интерпретатор знаний и менеджеры процедур, составляющие в совокупности ВЫБОР-машину.

База знаний содержит операционные знания проблемной области в форме МАК, МТР, ДПП и ФНК. Процесс проектирования сводится к обработке операционных знаний с использованием соответствующих интерпретаторов (СП, представленные в форме ФНК, не интерпретируются, а вызываются после соответствующей настройки параметров сразу на выполнение). Непосредственно с БДП интерпретаторы не работают, информация для них подготавливается и заносится в рабочую область оперативной памяти менеджерами процедур. После интерпретации измененные данные загружаются в БДП.

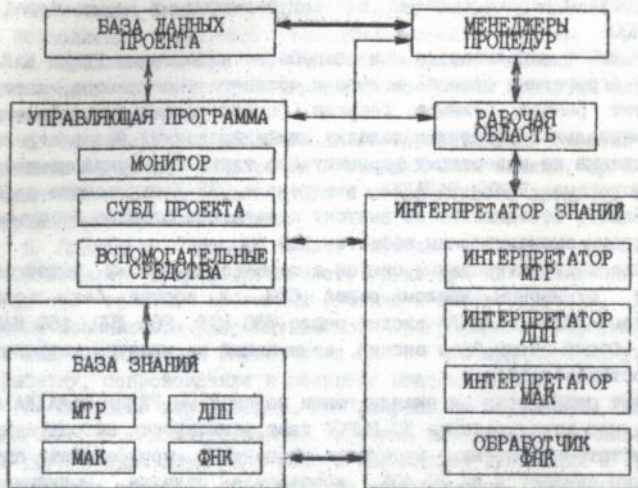


Рис. 4. Структурная схема ИС ВЬБОР

Монитор является ядром ВЬБОР-машины и предназначен для управления и организации работы системы. В структуру управляющей программы входят также однопользовательская иерархическая СУБД проекта и ряд вспомогательных средств, реализующих сервисные функции.

Пятая глава посвящена апробации разработанных методов и средств.

Разработка ИС ВЬБОР выполнена на кафедре "Технология машиностроения и металлорежущие станки" Харьковского политехнического института. Реализовано две версии и в настоящее время проводится разработка третьей версии. Первая версия ИС ВЬБОР реализована на ЭВМ серии ЕС и функционирует в операционных средах ОС ЕС (версия 4.1 и выше) и СВМ ЕС (версия 2.0). Базовый язык программирования - ПЛ-1. В этой версии не поддерживаются модели представления знаний в форме ДПШ, пользовательский интерфейс сведен к минимуму, отсутствуют сервисные средства. Это ограничивает функциональные возможности системы, в частности, основным режимом работы системы является пакетный режим.

Вторая версия ИС ВЬБОР разработана для мини-ЭВМ СМ1420 в операционной среде ОС РВ (версия 3.1), базовый язык программирования - язык СИ. В ней реализованы все языковые и программные средства, рассмотренные выше. В настоящее время проводится разра-

ботка третьей версии системы для IBM-совместимых компьютерах в среде ДОС.

ИС ВЬБОР использована при разработке подсистемы РЕЖИМ-НАЛАДКА САПР агрегатных станков малого и среднего типоразмера, которая выполняет расчет режимов резания, выбор отдельных параметров инструментальной наладки и наладку унифицированных узлов агрегатного станка по известному варианту его технологической компоновки. Подсистема РЕЖИМ-НАЛАДКА внедрена в СКБ Харьковского производственного объединения по выпуску агрегатных станков с суммарным годовым экономическим эффектом 150 тыс. руб.

Объект проектирования описан с использованием 32 типов записей с суммарным числом полей 620. В состав базы знаний подсистемы РЕЖИМ-НАЛАДКА входит около 700 МТР, 200 ДПП, 150 МАК и 50 ФНК. Общий объем базы знаний, занимаемый на внешнем устройстве ЭВМ, составляет 12 МБ.

Опыт разработки и эксплуатации подсистемы РЕЖИМ-НАЛАДКА показал, что использование ИС ВЬБОР дает возможность автоматизировать достаточно объемные проектные процедуры, трудоемкость автоматизации снижается на 30-40%, упрощается отладка, модификация разрабатываемого информационного, лингвистического и программного обеспечений САПР,

Применение ИС ВЬБОР эффективно и при автоматизации задач САПР, где на первый план выдвигаются другие проектные процедуры, например, синтеза графического изображения. Это объясняется тем, что языковые и программные средства ИС ВЬБОР предоставляют для разработчика удобный диалоговый интерфейс, необходимый при вводе и корректировке данных, позволяют произвести простейшие вычисления и подготовить информацию для работы программ машинной графики. Так, ИС ВЬБОР применена для решения локальной задачи организации диалога и выбора параметров проходных и расточных токарных резцов в САПР режущих инструментов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1. Предложен общий подход к организации знаний при автоматизации проектных процедур выбора типовых проектных решений в машиностроении, заключающийся в применении системы взаимосвязанных декларативных и процедурных моделей представления знаний, позволяющий формализовать разнородные знания проблемной области и построить базу знаний большого объема.

2. Разработана полимодельная функционально полная система представления знаний для выбранной проблемной области, отличающаяся от известных высокой степенью декларативности и простотой языка представления знаний, открытостью и наличием средств ин-

теграции знаний.

3. Построен формальный аппарат модифицированных таблиц решений, включающий средства задания неопределенности проблемной среды, позволяющий представить табличные модели, формулы, эвристики.

4. Предложен метод интерпретации знаний, дающий возможность организовать процесс проектирования по точкам принятия альтернативных проектных решений.

5. Разработана и реализована инструментальная система ВЫБОР, предназначенная для наполнения и отладки базы знаний, организации интерактивного, многовариантного и итерационного процесса автоматизированного проектирования.

6. Применение разработанных методов и средств позволяет на 30-40% повысить производительность труда при автоматизации процедур выбора типовых проектных решений в машиностроении, достичь высокой мобильности разрабатываемого программного, информационного и лингвистического обеспечения САПР, что значительно упрощает разработку, сопровождение и развитие подсистем САПР.

7. ИС ВЫБОР использована при разработке подсистемы РЕЖИМ-НАЛАДКА САПР агрегатных станков, а также для решения локальной задачи организации диалога и выбора параметров проходных и расточных токарных резцов в САПР режущих инструментов. Внедрение разработок позволило получить значительный экономический эффект.

Основное содержание диссертации отражено в работах:

1. Цыкманов Г. В., Шелковой А. Н., Яковенко И. Э. Оптимизация характеристик систем механообработки резанием // Проблемы повышения производительности и качества продукции в условиях автоматизации машиностроительного производства: Тезисы докладов. Андропов, АНАТИ - 1986, С. 40-41.

2. Карлусь В. Е., Кропалев О. А., Цыкманов Г. В. Автоматизация проектирования структурно-технологических вариантов автоматических линий // Автоматизированное проектирование машин, оборудования, приборов и технологических процессов в машиностроении: Материалы всесоюзной научно-технической конференции. Устинов, 1986. - С. 137-138.

3. Цыкманов Г. В., Яковенко И. Э. Метод представления информации и программные средства её обработки для задач САПР. // Информационное и математическое обеспечение САПР: Сб. н. тр. - Днепропетровск: ДГУ. - 1987. - С. 16-21.

4. Тимофеев Ю. В., Цыкманов Г. В., Яковенко И. Э. Оптимизация компоновки агрегатного станка // Разработка и внедрения РТК и ГПС. - Йошкар-Ола: МПИ. - 1987. - С. 104-105.

5. Цыкманов Г. В., Заплавский О. С. Организация базы знаний в САПР агрегатных станков на основе использования таблиц принятия



823

решений// Программное обеспечение новой информационной технологии: Материалы всесоюзного научно-технического совещания. - Калинин, 1989. - С. 162-163.

6. Заплавский О. С., Кобец Г. А., Цыхманов Г. В. Решение проектных задач при разработке технического предложения на агрегатный станок// Проблемы автоматизации технологических процессов в машиностроении: Тезисы докладов. - Волгоград, 1989. - С. 178.

7. Цыхманов Г. В. Представление знаний при решении задачи выбора типоразмеров и наладки унифицированных узлов агрегатных станков// Интегрированные системы автоматизированного проектирования: Материалы всесоюзной научно-технической конференции. - Волгогда, 1989, С.122-123.

8. Цыхманов Г. В. Выбор типовых проектных решений в САПР агрегатных станков на основе использования базы знаний// Автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении и приборостроении: Тезисы докладов. - Ворошиловоград, 1989, С.62-63.

9. Цыхманов Г. В., Заплавский О. С. Применение реляционной модели данных при разработке подсистемы "Наладка" САПР агрегатных станков// Вестн. Харьковского политехн. ин-та "Автоматизация проектирования в технологии машиностроения", Вып. 1. - Харьков, 1989. - С. 18-20.


10. Цыхманов Г. В. Построение базы знаний САПР агрегатных станков// Вестн. Харьковского политехн. ин-та "Автоматизация проектирования в технологии машиностроения", Вып. 1. - Харьков, 1989. - С. 12-17.

11. Знаниеориентированная САПР технологических компоновок агрегатных станков/ Громов В. В., Цыхманов Г. В., Яковенко И. В. и др.// Автоматизация технологической подготовки механообработки деталей на станках с ЧПУ: Тезисы докладов. - Л., 1990. - С. 55-58.

12. Цыхманов Г. В. ВЫБОР - инструментальная система для разработки САПР// САПР конструкторской и технологической подготовки автоматизированного производства в машиностроении: Тезисы докладов. Харьков, 1990. - С. 3-4.

13. Цыхманов Г. В., Заплавский О. С. Разработка инструментальных средств автоматизации выбора технических решений в САПР машиностроения// Автоматизированное проектирование ГПС многономенклатурного производства: Тезисы докладов. - Киев, 1991. - С. 17-18.

14. Цыхманов Г. В. Разработка методов и средств автоматизации проектных процедур выбора технических решений// Комплексная автоматизация проектных и конструкторских работ в машиностроении: Тезисы докладов. - Л., 1991. - С. 20-22.



По л. к печ. *11.11.92* Формат 60×84^{1/16}. Бумага тип. Печать офсетная. Усл. печ. л. *1.0*
Уч.-изд. л. *1.0* Тираж *100* экз. Зак. № *3929* Бесплатно.

Харьковское межвузовское арендное полиграфическое предприятие.
310093, Харьков, ул. Свердлова, 115.

468839

Ab 26.137

Ab 26.137