

1546391

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. Э. БАУМАНА

На правах рукописи

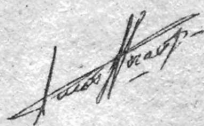
ХАЧАТРЯН Ашот Эдуардович

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ИМИТАЦИОННОГО МЕТОДА ВЫБОРА
СТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОТРАСЛЕВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

05.13.06 - Автоматизированные системы управления
(в промышленности)

А В Т - О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



МОСКВА

1994

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени Государственном техническом университете имени Н. Э. Баумана.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
Курганов В. Д.

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор
Бараник В. В.

- кандидат технических наук, доцент
Чернышкин В. М.

Ведущая организация - НИИ "Восход"

Защита диссертации состоится "20" октября 1994 года в 14 часов на заседании специализированного совета Д. 053.15.03 "Вычислительная и информационная техника" в Московском Государственном университете имени Н. Э. Баумана по адресу: дом Б.

С диссертацией и
Н. Э. Баумана.

Ваши отзывы в 2-
высылать по указанному
Автореферат раз

Ученый секретарь
совета, к.

Подписано к печати
Тираж 100 экз. Типо

1546391

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Важнейшим направлением научно технического прогресса является дальнейшее внедрение в народное хозяйство автоматизированных систем управления различного назначения. На всех уровнях управления для принятия решений требуется полная, точная и своевременная информация. Поэтому, неотъемлемой составляющей АСУ являются распределенные вычислительные системы, которые автоматизируют процесс сбора, хранения, поиска, обработки и выдачи информации. При создании распределенных вычислительных систем особую значимость имеют проблемы выбора требуемого под конкретное применение структурного варианта. Масштабы этих задач обусловили типизацию и унификацию распределенных систем. Настоящее время характеризуется огромным разнообразием всевозможных стандартов, выбор которых осуществляется при помощи высококвалифицированных специалистов в области проектирования распределенных систем. Для каждого из них требуется формализация и интерпретация представлений в термины соответствующей предметной области. Поэтому разработка и исследование автоматизированных методов выбора структур распределенных систем является актуальной задачей.

1546391
В работе сделана попытка интеграции общепринятых методов исследования - метода имитационного моделирования с методами экспертных систем (ЭС). Это позволило взаимодополнить анализ динамики протекающих вычислительных процессов с эвристическими возможностями ЭС и открыло перспективы оперативной оценки эффективности (по совокупности индексов) функционирования отраслевых вычислительных систем и выбора на этой основе оптимального варианта. В работе рассматривается класс распределенных вычислительных систем функционирующих в составе автоматизированных систем организационного управления. Это сужает количество вариантов структур, которые необходимо рассмотреть, т.к. сводит их к структурам локальных вычислительных сетей (ЛВС).

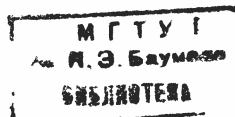
Целью работы является разработка автоматизированного метода, алгоритмов выбора и моделей структур РОВС. Для достижения указанной цели в работе поставлены и решены следующие задачи исследования:

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1546391

Хачатрян А.Э. Разработка и



- анализ предметной области и подходящих для нее структурных решений РОВС;
- анализ вычислительной сложности поставленной задачи выбора структуры РОВС;
- разработка интеллектуально-имитационной схемы для метода выбора структуры РОВС;
- разработка и исследование методики выбора структуры РОВС;
- разработка программных и вспомогательных средств для методики выбора структуры РОВС.

Методы исследования. Математическую основу на которую опирались исследования, составляют теория множеств, теория алгоритмов, исследование операций, теория массового обслуживания, теория имитационного моделирования, теория логических вычислений.

Научная новизна. В работе получен ряд оригинальных результатов:

- На основе разработанной концептуальной модели структуры РОВС, формализована и поставлена задача выбора структуры, учитывающая качественные аспекты требований прикладной области. Доказана теорема о полиномиальной неразрешимости поставленной задачи;

- Разработана новая интеллектуально-имитационная схема (ИИС) решающая проблему интеграции имитационных методов (ИМ) с ЭС. Для ИИС разработана и реализована концептуальная схема (КС) базы моделей;

- На основе ИИС разработан интеллектуально-имитационный метод выбора структуры;

- В рамках метода разработана методика выбора структуры РОВС раскрывающая многоэтапный характер процесса выбора.

Практическая ценность. Интеллектуально-имитационный метод автоматизирован комплексом программных средств (КПС). Использование метода дает возможность повысить эффективность функционирования РОВС, повышает качество и сокращает сроки проектирования.

Апробация работы. Содержание отдельных разделов и диссертации в целом доложены и обсуждены:

- на всесоюзной научно-технической школе "Имитационные эксперименты с моделями сложных систем", Калининград 1989 г. -

на 3-ей и 4-ой Республиканских научных конференциях аспирантов Армянской ССР Ереван 1990-91г.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 5 печатных работ .

Объем работ. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения изложенных на 120 страницах машинописного текста, содержит 12 страниц рисунков, таблиц, графиков, списка литературы из 115 наименований и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, дана общая характеристика работы.

В первой главе проведен анализ структурных решений при проектировании РОВС. Выделена качественная составляющая требований прикладной области. Под структурой РОВС, как сложной системы, понимаем множество элементов отраслевого и функционального базиса со своими взаимосвязями во времени и пространстве, а также состав и последовательность реализуемых ими функций для автоматизации управления отраслью промышленности. Исходя из определения модель структуры S представляем в виде множества

$$S_i = \left\{ T_i, M_i, F_i, X_j \right\}. \quad (I)$$

где i -индекс варианта структуры, j -индекс варианта требований, T_i - топология передающей линии i -го варианта структуры, M_i - метод доступа к передающей среде, реализованный в МАС полуровне канального уровня i -го варианта структуры, F_i - тип передающей среды и качественная составляющая X_j , выражающая j -й набор требований прикладной области, задающей условия применения РОВС. Схематично концептуальная модель

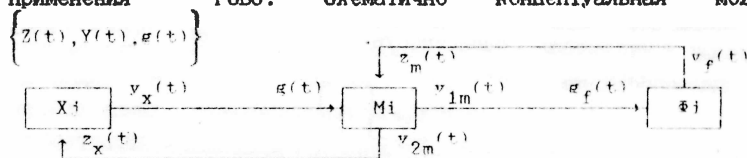


Рис.1. Концептуальная модель структуры РОВС.

соответствующая 1-му варианту структуры представлена на рис.-1. Взаимодействие элементов осуществляется посредством входных, выходных и управляющих сигналов. Специфической особенностью такой формализации является включение в структуру ВС качественного аспекта прикладного применения X_j в виде очередного элемента структуры. В рамках разработанной концептуальной модели исходные данные характеризуются в зависимости от типа представляемой информации:

1. Данные задаваемые аналитическим образом $D_1 = \{K, R, \lambda_i\}$,

где K - количество присоединяемых устройств, R - среднее расстояние между ними, λ_i - множество законов распределения со своими интенсивностями;

2. Данные задаваемые алгоритмически

$$D_2 = \{\mu_i\},$$

где μ_i - множество законов обслуживания со своими интенсивностями;

3. Данные задаваемые эвристически

$$D_3 = \{\text{Type_I, Type_C, } P_j\},$$

где Type_I - типы передаваемой информации, Type_C - типы оконечных ЭВМ, P_j - множество требований по надежности, стоимости, времени ответа, защите данных и т.д. Каждая группа данных задается соответствующим своей специфике образом. Например множество D_2 задается в виде набора имитационных моделей описывающих процесс функционирования РОВС, множество D_3 задается семантическим описанием конкретной прикладной области.

Показатель эффективности представлен в виде зависимости $V = F(L, M, Q, T)$ где L - среднее время реакции сети, T - помехозащищенность, Q - наращиваемость, M - пропускная способность. Основную количественную нагрузку показателя V несет аргумент M поэтому указанную зависимость представляем через некую опосредованную функцию γ ,

$$V = \gamma \left[M \right]$$

отражающую взаимовлияние вероятностно-временных характеристик (ВВХ) аргументов показателя V . Следовательно можем считать, что существует многомерная случайная величина ω отображающая ВВХ

различных аргументов на параметр M , которую можно оценить математическим ожиданием

$$m \left[\omega \right] = \int_{-\infty}^{+\infty} \omega \cdot \theta \cdot \gamma \left[\omega \right] \quad (2)$$

и записать выражение для обобщенного критерия V

$$V = \left[1/N \cdot m \left[\omega \right] \right] \quad (3)$$

Пусть S - множество всевозможных структур определяемых по выражению (1), т.е.

$$S = \left\{ S_i \right\} \quad (4)$$

где i - индекс варианта структуры. Необходимо определить такую структуру $S_{\text{опт}} \in S$, для которой:

$$V_{\text{опт}} = \max_i \left\{ V_i \right\} \quad (5)$$

и выполнялись следующие ограничения:

$$C_i \leq C_{\text{огр}} \quad (6)$$

$$t_i \leq D \quad (7)$$

где C_i - стоимость i -го варианта структуры РОВС, $C_{\text{огр}}$ - ограничение на стоимость всей системы; t_i - время реакции на i -е задание, D - директивное время ответа.

Соотношения (1 - 7) определяют постановку задачи выбора структуры РОВС, особенность которой выражает качественная составляющая X_j , привлекающая для ее решения методы искусственного интеллекта (ИИ).

Сформулированная задача является задачей дискретной оптимизации, которая предполагает поиск элементов составляющих структуру РОВС и задающих экстремум функционала V . Для решения на практике подобных задач необходимо оценивать их вычислительную сложность, возможность решения ее полиномиальными алгоритмами. Для данной задачи в работе доказана теорема о том, что задача структуры РОВС в постановке (1 - 7) является NP-полной в сильном смысле, что обосновывает разработку приближенных, эвристических алгоритмов.

Во второй главе формализована задача выбора структуры в виде вариационной задачи дискретной оптимизации с требованиями неотрицательности, качественными коэффициентами и ограничениями

в виде неравенств. Это определило стратегию поэтапного поиска решения, которая основана на совместном использовании методов ИИ и имитационного моделирования (ИМ). Совокупность указанных методов определило сущность поэтапного выбора структуры: Первый этап состоит из последовательности решения двух задач: анализа прикладной специфики с целью выработки требований, оказывающих основное влияние на критерий оптимальности; согласования перечня требований с техническими характеристиками РОВС. Этот этап основан на использовании методов ИИ.

Второй этап осуществляет апробацию выбранных моделей в условиях приближенных к прикладным. Результатом выполнения данного этапа является выбор конкретной структуры РОВС. Он основан на совместном взаимодействии методов ИИ и ИМ с помощью разработанной интеллектуально-имитационной схемы.

В основе интеллектуально-имитационной схемы лежат разработанные на основе единого комплексного подхода логические формализмы и концептуальная схема (КС) базы моделей (БМ) ориентированная для использования в среде экспертной системы. В работе приняты следующие логические формализмы:

Структура продукционной системы определяется

$$PS = \langle D, B, J \rangle,$$

где D - рабочая база данных,

B - база знаний,

J - интерпретатор.

В качестве данных ЭС использует структурные модели РОВС.

База знаний представлена в виде:

$$B = \langle \mathcal{X}, P, Y \rangle,$$

где Y - совокупность фреймов $Y = \{ f_i \}$

$$f = [\langle \tau_1 V_1 \rangle, \langle \tau_2 V_2 \rangle, \dots, \langle \tau_n V_n \rangle],$$

где f - имя фрейма,

τ_i - имя слота,

V_i - значение слота;

P - совокупность логических правил поведения объектов ПО или ПдО;

$\mathcal{X}$ - база фактов или утверждений, касающихся текущего состояния ПО или ПдО $\mathcal{X} = \{ x \}$

$$x = \{ O, Z, C \},$$

где O - суть объекта, Z - значения, а C - коэффициент

определенности. Зафиксировав отображение N отображающее суть

$$N: O \rightarrow Z = \{ Z_1, \dots, Z_n \}$$

объекта в область его значений, дадим определение

Объектом с именем O и множеством значений Z_i назовем множество

$$\{ (O, z) \mid z \in Z_i, N(O) = Z_i \}$$

Отношения между объектами выражаются схемой связи которую формирует интерпретатор J в процессе генерации логических цепочек вывода.

Над структурированной таким образом базой фактов определены операции удаления и добавления

$$[del] \left[\begin{array}{c} x \\ \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} x \\ \end{array} \right] = x \setminus x$$

$$[add] \left[\begin{array}{c} x \\ \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} x \\ \end{array} \right] = x \cup x$$

Обобщая вышесказанное можно сказать, что принятые формализмы позволяют достаточно широко охватить требования и условия прикладной области на основе разработанных структур, объектов и их отношений.

Для рационального сочетания структурированной таким образом ЭС с имитационными методами разработана концептуальная схема рабочей базы данных ЭС - базы имитационных моделей основных стандартов РОБС. Под КС понимаем отображение предметной области в термины некоторой модели данных. Иначе говоря отражающее n подмножеств множества S в n подмножеств множества моделей M .

$$M = \{ MM_1, MM_2, MM_3, \dots, MM_n \}$$

фактически

$$MM_i = f \left[\begin{array}{c} SS_i \\ \end{array} \right], \quad 1 < i < n,$$

где

SS_i - конкретный стандарт ЛВС.

$$MM_i = \left\{ m_{i1}, m_{i2}, \dots, m_{ij}, \dots, m_{ik} \right\}$$

подмножество моделей 88 i-го класса сетей ЭВМ.

Каждая модель, по существу, является совокупностью двух частей: вариантной и инвариантной.

$$m_{ij} = \left\{ m_{ci}, m_{pj} \right\}$$

Инвариантной частью моделей в подмножества MM являются:

- метод доступа;
- топология.

Вариантной частью являются:

- характеристики канала (скорость передачи, помехозащищенность, стоимость и т.д.);
- максимальное число узлов;
- структура кадра
- и т.п.

Нетрудно заметить, что множество M есть множество упорядоченных пар (m_{ci}, m_{pj}) , в которых вариации моделей, входящих в разные подмножества, повторяют друг друга (для одинаковых j).

$$MM_1 = \left\{ m_{c1} m_{p1}, m_{c1} m_{p2}, m_{c1} m_{p3}, \dots, m_{c1} m_{pk} \right\}$$

$$MM_2 = \left\{ m_{c2} m_{p1}, m_{c2} m_{p2}, m_{c2} m_{p3}, \dots, m_{c2} m_{pk} \right\}$$

$$MM_3 = \left\{ m_{c3} m_{p1}, m_{c3} m_{p2}, m_{c3} m_{p3}, \dots, m_{c3} m_{pk} \right\}$$

$$\dots$$

$$MM_n = \left\{ m_{cn} m_{p1}, m_{cn} m_{p2}, m_{cn} m_{p3}, \dots, m_{cn} m_{pk} \right\}$$

Выделим во множестве M подмножества C и P

$$\text{где } C = \left\{ m_{c1}, m_{c2}, m_{c3}, \dots, m_{ci}, \dots, m_{cn} \right\}$$

$$P = \left\{ m_{p1}, m_{p2}, m_{p3}, \dots, m_{pi}, \dots, m_{pk} \right\}$$

учитывая $A \leq B, C \leq P \longrightarrow A * C \leq B * P$

можно сделать вывод о целесообразности и достаточности ограничения БМ подмножествами С и Р, так как из этих двух множеств можно сгенерировать любую модель БМ (элемент множества М). Функция выбора элементов этих множеств и генерации на их основе имитационных моделей возлагается на ЭС. Эта функция реализуется с помощью операций удаления и добавления на основе того, что каждая модель характеризуется стандартным набором параметров (метод доступа, число узлов, структура кадра) т.е. алфавит выбора неизменен несмотря на различную физическую природу параметров. Пространство множеств С и Р определено следующими границами:

- разработаны имитационные модели MAC-подуровня канального уровня протокола ЛВС, позволяющего определить зависимости среднего времени передачи кадра в РОВС, среднего времени обработки пакета в абонентской станции сети и значения ее вычислительной мощности:

- рассмотрены следующие методы доступа к физической среде:

- а) метод множественного доступа со вставкой регистра,
- б) маркерный метод доступа,
- в) сегментированная передача,
- г) метод доступа с контролем несущей и обнаружением конфликта;

- рассмотрены следующие конфигурации ЛВС:

- а) кольцевая,
- б) магистральная,
- в) звездная,
- г) древовидная.

Варьируемыми параметрами моделей являются число узлов РОВС, расстояние между узлами, длина кадра, тип приемопередатчика.

Все вышесказанное определяет таким образом КС БМ Согласованную по своим входным и выходным данным с принятыми логическими формализмами. Это дает возможность согласовать задачи ИМ и ИИ и разработать на этой основе автоматизированный метод выбора структуры РОВС. В основе такого метода лежит внедрение экспертной системы непосредственно в среду моделирования и по существу управления процессом моделирования. Управление это осуществляется на основе разработки интеллектуально-имитацион-

ной схем взаимодействия (рис - 2) Система моделирования связана с базой знаний через программный интерфейс, посредством которого в базу знаний поступает информация о каждом состоянии процесса имитации. Механизм вывода, реализующий алгоритм Бактрекинга, сканирует граф состояний, сопоставляя их с образцом, с точки зрения достижения цели, при наличии ограничений на стоимость, время ответа, надежность и т.д. Если фиксируется удаление от цели, то механизм вывода выдает сигнал о необходимости отката модельного времени (возврата к предыдущему состоянию) формирует новые уровни экспериментальных факторов, изменяя тем самым траекторию процесса. По существу, в основе метода лежит процесс управления ходом моделирования с помощью обратной связи (3) и выдачи рекомендаций пользователю через 1. Этот процесс носит итеративный характер и в силу его неалгоритмичности, сходимость его будет зависеть от полноты и/или непротиворечивости базы знаний. Отметим, что при неполноте исходных знаний, сходимость процесса обеспечивается путем формирования вопросов к пользователю и обращения механизма вывода к КП (через I) за необходимыми сведениями.

Совокупность описанных операций однозначно определяет разработанный метод выбора структуры РОВС в рамках исследования операций. Метод отличает: учет неформализуемых требований прикладной области; многостадийный процесс выбора структуры; ИИС



Рис.2. Интеллектуально-имитационная схема

поиска решения на каждом шаге; интеллектуальный и итерационный режим взаимодействия проектировщика, ЭС, и СМ. Интеллектуально-имитационный метод ориентирован не на оптимальное решение упрощенной задачи, а на рациональное решение точно сформулированной задачи с учетом неформализуемых данных и критериев. Как вычислительный метод он реализован на современных ЭВМ, что позволяет использовать его для автоматизации проектирования и исследования структуры РОВС.

В третьей главе в рамках представленного метода разработана методика выбора структуры РОВС. Для которой сформированы имитационные модели МАС-подуровня канального уровня основных стандартов РОВС. Иначе говоря сформированы множества С и Р в вышеперечисленных границах. Приведены сравнительные характеристики количественных и качественных показателей эффективности на основе которых основывается выбор структуры. Для древовидных сетей построена специальная универсальная модель системы массового обслуживания со смешанными приоритетами [2] принимающая произвольную конфигурацию дерева ветвлений. Качественные аспекты сравнения различных структур легли в основу разработанной базы знаний о классификационных признаках РОВС. Указанные примитивы в купе с ИИМ легли в основу разработанной методики выбора структуры РОВС ниже приводится последовательность шагов этой методики.

Шаг 1. На этом этапе осуществляется взаимодействие Конечного пользователя (КП) с ЭС в течении которого задаются:

- ограничения на качество функционирования требуемой РОВС (ограничение на стоимость, надежность, время ответа и т.д.).

- Семантическое описание аппаратуры требуемой увязки (количество их, расстояние между ними, тип (большие ЭВМ, рабочие станции, терминалы и т.п.).

- величина трафика порождаемого каждым узлом сети.

В результате выполнения этого шага в базе знаний ЭС оказываются заложены все требования пользователя о нужной ему РОВС. Подготавливаются все необходимые образцы.

Шаг 2. Реализует алгоритм Бектрекинга, стратегия которого заключается в сканировании по графу на основе "поиска в глубину" и сопоставления с образцом. На каждом шаге осуществляется

попытка согласно правилу "сверху вниз, слева направо", подключить к выводу максимальное число вершин графа при условии ограничений по стоимости. Затем выборка оценивается на выполнение ограничения по времени ответа, затем - по надежности и т.д. Строго говоря, очередность проверок ограничений не соответствует перечисленной, так как машина вывода основывается на неалгоритмических концепциях. Если по причине каких-либо ограничений или нехватке необходимых образцов, цель не может быть достигнута, экспертная система через меню 1(рис.2.) обращается за новыми знаниями к КП, после приобретения которых процесс продолжается с точки остановки. Этот процесс носит итеративный характер. Результатом выполнения второго шага является выработка рекомендаций по использованию нескольких конкретных ЛВС, удовлетворяющих требованиям пользователя и составления КАТС для их реализации.

Шаг 3. На основе выработанных на предыдущем шаге рекомендаций, осуществляется выбор одной модели из базы моделей и загрузка ее в среду моделирования. В процессе которой осуществляется инициализация модельной среды на основе сведений о КАТС моделируемой системы. Когда модель полностью готова к эксплуатации начинается процесс целенаправленного моделирования.

Шаг 4. На этом этапе происходит взаимодействие четырех модулей:

- базы знаний (БЗ);
- базы моделей (БМ);
- СИМПАС;
- программный интерфейс (ПИ).

Вообще говоря, взаимодействие логического и имитационного блоков может осуществляться различными способами, что во многом определяется спецификой рассматриваемых задач, степенью их формализованности, размерности и другими факторами. При этом возникает проблема рационального сочетания логического и имитационного блоков. Это приводит к специфическим итеративным процедурам поиска рациональных вариантов структур сети. Суть которых заключается в следующем: СИМПАС через программный интерфейс связан с базой знаний. По этой связи проводятся изменения в БЗ после выполнения каждого конкретного события и

среде моделирования. Машина вывода на основе знаний о логике моделирования и логических условий, представленных в виде правил продукций, анализирует введенные изменения с точки зрения достижения цели. Если фиксируется удаление, то машина вывода передает управление подпрограмме отката модельного времени (возврата к предыдущему узловому состоянию), формирует новые уровни экспериментальных факторов и осуществляет необходимое модифицирование модели, вплоть до полной замены ее на альтернативную. Процесс также носит итеративный характер и продолжается до тех пор, пока качественные аспекты сравнения ключевых характеристик РОВС не будут обоснованы количественными результатами имитации.

Шаг 6. Это заключительный этап разработанного метода. На котором осуществляется интерпретация результатов моделирования в терминах предметной области и пользователю выдаются рабочие характеристики и состав КАТС выбранной структуры РОВС.

Четвертая глава посвящена разработке программных средств для методики выбора структуры РОВС и экспериментальным исследованием разработанного метода выбора на предмет повышения эффективности функционирования РОВС.

При разработке комплекса программных средств были решены следующие вопросы: разработка структуры пакета программ, определение механизма взаимодействия ПМ комплекса между собой и с данными, разработка языковых средств взаимодействия проектировщика с пакетом программ, выбор структуры и создание БЗ о классификационных особенностях ЛВС и логике моделирования. При этом учитывались следующие требования к организации комплекса программ: модульность структуры, стандартизация механизма взаимодействия ПМ между собой и с данными, машинная независимость и независимость от операционной системы, допустимость расширения функциональных возможностей, простота процесса взаимодействия с проектировщиком, рациональное использование оперативной памяти.

В результате была выбрана единая информационная среда языка программирования высокого уровня "Паскаль", дающего возможность сочетания объектной ориентированности с системой СИМПАС реализующей идеологию статистического моделирования GPSS.

Состыковка эта обеспечивается специальным модулем КПС преобразующим процедуры моделирования в объекты и схемы связи базы фактов. Тем самым реализуется механизм взаимодействия КПС между собой и с данными. Языковые средства взаимодействия проектировщика с пакетом программ представлены с помощью пользовательского интерфейса основными особенностями которого являются:

- инструментальность, т.е. интерфейс построен как оболочка, пригодная для наполнения библиотек понятиями, моделями, знаниями, процедурами в данной предметной области;
- объектная направленность, т.е. построение объектов, отображающих реалии предметной области пользователя, с последующим отображением объектов на экране и решении задачи с помощью специальных объектных операций;
- полиоконность, т.е. разбиение экрана на ряд окон, в каждом из которых может функционировать один из процессов технологии проектирования;
- иерархичность, т.е. разбиение окон несет подчиненный, древовидный характер.

Обобщая отметим, что КПС представляет собой семь программных модулей общим объемом свыше 6000 строк. Для его реализации необходимо наличие IBM-совместимого персонального компьютера с объемом памяти не менее 1 Кб.

Экспериментальные исследования разработанного метода выбора рассматриваются на примере применения ИИМ для анализа проекта автоматизированной системы информационного обмена ЕРНИИСС и выбора оптимальной структуры. Показано, что ИИМ в сжатые сроки обеспечивает автоматизированный выбор РОВС наилучшим образом удовлетворяющей требованиям заказчика.

В Заключении сформулированы основные полученные результаты, которые сводятся к следующему:

1. Проведен анализ структурных решений при проектировании РОВС в рамках АСУ. Сформулирована задача выбора структуры РОВС на основе разработанной концептуальной модели структуры. Доказана теорема о полиномиальной неразрешимости этой задачи. Сделан вывод о необходимости разработки специального метода для ее решения.
2. Выполнен анализ предметной области и исходных данных.

Сформирована структура входной информации в виде разработанных логических формализмов "Объект-Значение". Разработана и реализована концептуальная схема базы моделей, ориентированная на использование методов ИИ.

3. Разработан ИИМ выбора структуры РОВС, основанный на непосредственном использовании ЭС в среде имитационного моделирования. Метод использует разработанную ИИС поиска решения на каждом этапе, интерактивный и итерационный режим взаимодействия ЛПР и КПС. Для данного метода разработан способ соединения двух систем различной ориентации.

4. В рамках метода разработана методика выбора структуры РОВС, определяемая последовательностью формализованных задач поэтапного выбора структуры, для каждой из которых разработаны алгоритмы решения в соответствии с ИИС. Указанные алгоритмы имеют полиномиальную сложность и реализованы в КПС. Для указанной методики разработаны имитационные модели основных стандартов ЛВС с помощью которых можно определить пропускные способности каналов и другие основные характеристики функционирования РОВС.

5. Разработан КПС, поддерживающий методику выбора структуры РОВС, объемом более 6000 строк на языке Паскаль с учетом имитационных моделей, реализованных в среде СИМПАС. Разработана ЭС выбора структуры РОВС с базой знаний, включающей более 100 правил. КПС обладает машинной независимостью, эксплуатировался на больших моделях ЕС ЭВМ и персональных компьютерах, совместимых с IBM PC.

6. Совокупность полученных результатов позволяет автоматизировать процесс выбора структуры РОВС на начальных этапах проектирования. Работа была апробирована в организациях НИИАА, ЕрНИИС, что подтверждено соответствующими актами.

ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Курганов В.Д., Хачатрян А.Э. Концептуальная схема базы моделей для выбора структуры локальных вычислительных сетей // Вестник МГТУ. - 1993. - N 1. - С. 39 - 44.

2. Маркосян М.В., Хачатрян А.Э. Исследование сложных систем

по частям на базе системы массового обслуживания со смешанными приоритетами // Системы управления и методы их моделирования: Тезисы докл. Всесоюзной научно-техн. конф. - Калининград, 1989. - С. 144 - 147.

3. Маркосян М.В., Хачатрян А.Э. О перспективах использования экспертных систем при решении задач проектирования // Материалы докладов 4 Республ. конф. аспирантов Арм. ССР. - Ереван, 1991. - 117 с.

4. Хачатрян А.Э. Об одной постановке задачи выбора структуры РОВС // Материалы докладов 3 Республ. конф. аспирантов АрмССР. - Ереван, 1990. - 123 с.

5. Хачатрян А.Э. Обобщенная модель для выбора структуры локальных вычислительных сетей // Проектирование вычислительных машин и систем: Межвуз. сб. - Рязань: РРТИ, 1992. - С. 114-119.