№ 491679

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

На правах рукописи

ХРУСТАЛЕВА Татьяна Николаевна

УДК 681.03.049

МЕТОДИКА СИНТЕЗА СПЕЦИФИЦИРОВАННЫХ УВК НА БАЗЕ СМ ЭВМ

05.13.13 - Вычислительные машины,
комплексы, системы и сети

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
доцент К.В.Песелев

Москва - 1990

Работа выполнена в Институте электронных управляющих машин.

Научный руководитель: доктор технических наук,
доцент Песелев К.В.

Официальные оппоненты: член-корреспондент АН УССР,
доктор технических наук, профессор
МОРОЗОВ А.А.

кандидат технических наук, доцент
МИХАЙЛОВ С.Ф.

Ведущая организация: Институт проблем информатики АН СССР

Защита диссертации состоится "11" 10. 1990 г. в час.
на заседании спец[illegible] Д 053.15.03 Московского
[illegible]ии и ордена Трудового
[illegible]кого университета
[illegible] Бауманская ул.,д.5.
[illegible]еке МГТУ им.Н.Э,Баумана.

ИВАНОВ С.Р.

М491679

НТБ МГТУ им.Н.Э.Баумана
1491679
Хрусталева Т.Н.Методика си

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Необходимость повышения технико-экономических характеристик специфицированных управляющих вычислительных комплексов (УВКС), поставляемых по индивидуальным заказам, ставит проблему разработки обоснованной методики автоматизированного синтеза УВКС с учетом архитектурных, компоновочных, электрических и эргономических характеристик технико-программных средств, позволяющей при значительном сокращении сроков проектирования повысить достижимый уровень эффективности использования УВКС.

ЦЕЛЬЮ диссертации является разработка и апробация методов, алгоритмов и базового программного обеспечения автоматизированной системы проектирования УВКС на технических и программных средствах СМ ЭВМ семейства СМ 1420, СМ 1425, СМ 1300 (АСПД-М УВКС). АСПД-М УВКС должна обеспечивать выполнения всех ограничений на логическую, конструктивную и электрическую компоновки, учитывать эргономические характеристики устройств СМ ЭВМ, повышать достижимые уровни производительности и надежности проектируемых комплексов за счет выполнения локальных критериев использования вычислительных ресурсов.

Для решения этих задач в диссертации в рамках создания АСПД-М должны быть разработаны методы, алгоритмы и базовое программное обеспечение для автоматизации основных этапов итеративного проектирования УВКС:

- формирование предварительной спецификации технических и программных средств УВКС, учитывающей класс решаемых задач и режимы эксплуатации ВК. На этом этапе должны быть разработаны структуры справочной подсистемы и единой базы данных АСПД-М, методы оценки необходимого числа и типа технических средств базового ядра, формирования набора периферийных устройств и программного обеспечения СМ ЭВМ. Разрабатываемые методы опираются на уточненные способы оценки производительности УВКС с применением методик математического (в классе замкнутых сетей систем массового обслуживания (СМО)) и физического (программный комплекс "Производительность") моделирования;

- синтез структуры УВКС с повышенными технико-экономическими показателями за счет выполнения выбранных локальных критериев

1491679

МВТУ
им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

эффективности при системотехнических, архитектурных и эргономических ограничениях в рамках автоматизированного решения задач логической, конструктивной и электрической компоновок;

- формирование комплекта проектной документации на УВКС.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для проведения исследования и решения поставленных теоретических задач используется аппарат аналитического и физического моделирования, теории графов, математической статистики, массового обслуживания, системотехники, структурного программирования.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА обусловлена оригинальностью постановки задачи синтеза УВКС для основных областей применения как сложной вычислительной системы, создания методов автоматизированного комплексирования технических и программных средств при проектировании УВКС СМ ЭВМ и заключается в следующем:

- впервые предложен обобщенный итеративный алгоритм автоматизированного проектирования УВК расширенного состава под требования пользователя, обеспечивающий повышение технико-экономических характеристик УВКС за счет более точного выполнения всего набора системотехнических ограничений;

- разработаны методы и полный набор алгоритмов рационального комплексирования СМ ЭВМ при автоматизированном проектировании УВКС с реализацией предложенного набора локальных критериев по этапам синтеза при выполнении архитектурных, конструктивных, эргонрмических и электрических ограничений;

- предложены методы оценки адекватности спроектированных комплексов требованиям определенного класса задач, решаемых на конкретных объектах автоматизации, основанные на уточненных методиках оценки производительности и надежности УВКС.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ. Разработанные в диссертации методика, алгоритмы и базовое программное обеспечение АСПД-М обеспечивают повышение технико-экономических характеристик спроектированных УВКС и сокращают сроки и затраты на разработку проектной документации на специфицированные комплексы.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ. Исследования, проводимые в диссертации, осуществлялись в соответствии с планами следующих НИР и ОКР Института электронных управляющих машин: "Анализ требований и структур технических и программных средств СМ ЭВМ" (тема 0889 210210), "Проведение исследований и принципы постро-

ения автоматизированных систем проектирования структур технических и программных средств СМ ЭВМ СМ 4 (СМ I420)" (тема 0889 301420), "Базовое программное обеспечение системы автоматизиции проектирования заказной документации на УВКС на технических и программных средствах СМ 4, СМ I420, СМ I300"(тема 0889 569660), в которых автор был ответственным исполнителем, осуществил разработку основных алгоритмов и выполнил основной объем программирования, а также ОКР "Комплекс программ оценки производительности УВК СМ ЭВМ" (тема 7I93745860).

Разработанные методы, алгоритмы и базовое программное обеспечение, выполняющие этапы автоматизированного проектирования заказной документации на УВКС при непосредственном участии диссертанта, внедрены на серийном заводе Киевского производственного объединения "Электронмаш" им.В.И.Ленина, Московском заводе "Энергоприбор" и ряде головных отраслевых институтов и НПО:НИАТ (г.Москва), МНПО "Центрсистем" (г.Минск), ВНИПИ САУ (г.Москва).

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения диссертации докладывались на: Всесоюзном научно-техническом семинаре "Технические средства СМ ЭВМ семейства СМ 4 (СМ I420, СМ I300) и вопросы их применения", г.Москва, I983; Всесоюзном научно-техническом семинаре "Опыт применения в народном хозяйстве мини- и микроЭВМ семейства СМ ЭВМ", г.Москва, I984; Конференции молодых ученых и специалистов ИНЭУМ, г.Москва, I984; Всесоюзной конференции "МиниЭВМ СМ I700. Технические и программные средства", г.Суздаль, I988; Всесоюзном семинаре "Проблемы создания и производства высоконадежных систем и комплексов для промышленных АСУ (АСУ ТП, АСУП, ГАП, САПР и др.) на базе малых и микроЭВМ", г.Ереван, I988; IУ Всесоюзной школе-семинаре молодых ученых и специалистов "Разработка и использование технических и программных средств системы малых ЭВМ (СМ ЭВМ)", г.Звенигород, I989; Межотраслевой практической конференции "Повышение эффективности управления качеством производства на основе применения системы информационно-математического моделирования", г.Винница, I989.

Основные результаты диссертации изложены в 8 научных работах.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 203страницах, включает приложения, рисунки, список литературы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ВВЕДЕНИИ обоснована актуальность темы диссертации и определен круг исследуемых вопросов.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ проводится анализ опыта разработки систем автоматизации проектирования управляющих вычислительных комплексов класса СМ ЭВМ, сформированный на основе обзора работ.

В данной диссертации из требований практики внедрения СМ ЭВМ и в развитие большинства публикаций решаются проблемы разработки методики проектирования УВКС и создания системы, автоматизирующей весь процесс рационального проектирования специфицированных комплексов с учетом проблемы программной поддержки, логической, конструктивной и электрической компоновок при удовлетворении требований пользователя.

При этом рациональность проектирования рассматривается в смысле достижения максимальных технико-экономических характеристик ВК, позволяющих выполнять возложенные на комплекс функции с уровнем параметров качества не хуже заданных. Оценка производится по уровням ряда локальных критериев - минимум длины "Общей шины" (ОШ), максимум минимального относительного запаса задержки на отработку прерывания, минимум затрат на переходные конструктивные элементы, минимум потребляемой мощности - при варьировании в каждой локальной задаче большого числа архитектурных, эргономических, электрических и других параметров. В качестве параметров используются такие характеристики устройств и модулей СМ ЭВМ, как адреса регистров и векторов прерывания, уровни установки устройств в стойках, потребляемая мощность и т.п.

Общая постановка задачи автоматизированного проектирования УВКС включает обеспечение автоматизации синтеза конфигурации ВК и режима обработки данных, удовлетворяющих векторному критерию эффективности и заданным ограничениям. Сложность задачи синтеза ВС обусловлена большим числом варьируемых параметров, описывающих конфигурацию и режим функционирования системы, а также широтой области допустимого изменения параметров. В общей постановке сложность задачи синтеза превосходит возможности методов моделирования и оптимизации на допустимых вычислительных средствах (класса СМ 1420).

С учетом того, что исходные требования и сами критерии эф-

фективности определяются с относительно большими допусками, точного решения задачи не требуется. Достаточно обеспечения попадания в определенную область оптимальности с размерами, соответствующими допускам задания требований и погрешностям оценок критерия.

Поэтому в данной диссертации находится квазиоптимальное решение в упрощенной постановке задачи синтеза с помощью методов декомпозиции и разделения на последовательность итеративных этапов рационального проектирования, на каждом из которых результаты решений предыдущих этапов служат базой для учета ряда новых аспектов организации системы. В случае невыполнения требований более высокого уровня, проектирование возвращается на соответствующий начальный этап со скорректированными начальными условиями.

В соответствии с этим подходом постановка задачи, решаемой в работе, следующим образом детализируется по основным этапам:

Этап 0. Выбрать семейство ВС, исходя из назначения вычислительной системы (класс решаемых задач, требования к производительности и условиям работы) с использованием обобщенных системотехнических характеристик СМ ЭВМ.

Этап 1. В соответствии с классом решаемых задач и типом объекта управления автоматизированным способом сформировать предварительную спецификацию на комплекс путем последовательного решения следующих основных задач.

1.1. Рассчитать и выбрать предварительное число процессоров, объемы и типы оперативной и внешней памяти под требования задач пользователя по уровню производительности.

1.2. Исследовать эффективность функционирования базовой структуры ВК методом физического моделирования с использованием программного комплекса (ПК) "Производительность".

1.3. Сформировать в интерактивном режиме работы с АСПД-М набор периферийных устройств, расширяющих функции базовой части УВКС под требования класса решаемых пользователем задач.

Этап 2. Для выбранного набора устройств, образующих предварительную спецификацию УВКС, автоматизированным способом решить задачи логической, конструктивной и электрической компоновок.

2.1. Определить (выбрать) типы интерфейсов и структуры связей между устройствами, сформировать систему приоритетов, скорректировать (при необходимости) структуру с целью обеспечения заданного уровня надежности с учетом устойчивости информацион-

ных процессов.

2.2. Расположить устройства в конструктивах СМ ЭВМ.

2.3. Реализовать информационные и электрические связи между устройствами УВКС (подбором кабелей и системы питания).

Этап 3. Сформировать комплект проектной документации, достаточный для оформления заказа на выпуск УВКС.

В последнем разделе первой главы сформулированы основные требования к структуре единой базы данных, организованной на программной системе "Фобрин-2", и рассмотрены вопросы обеспечения ее заполнения.

Разработанная под синтезированные требования единая база данных СМ ЭВМ имеет и широкое самостоятельное применение в силу включения достаточно полного набора специфических данных о номенклатуре средств СМ ЭВМ.

Во ВТОРОЙ ГЛАВЕ разработан обобщенный алгоритм автоматизированного проектирования УВКС, обеспечивающий итеративное взаимодействие подсистем "Справка", "Компоновка", "Сопровождение" и единой базы данных в АСПД-М.

Ядро АСПД-М составляют разработанные алгоритмы подсистемы "Компоновка", которые автоматизированным способом с учетом системотехнических, архитектурных, эргономических и электрических ограничений по выбранному набору локальных критериев синтезируют структуру комплекса (этап 2.1), формируют конструктивную реализацию (этап 2.2) и систему питания (этап 2.3).

Предложенный в диссертации модифицированный вариант системы автоматизации (АСПД-М), рассматриваемый в последующих разделах, является развитием АСП-Д УВКС ! 2 ! в плане включения этапа уточненного расчета необходимого типа устройств базовой составляющей специфицированного комплекса для выполнения задач пользователя с применением ПК "Производительность" (этап I.I), уточненного исследования характеристик функционирования УВКС на моделях, представленных сетями массового обслуживания (этап 2.2), а также оценки надежности с учетом устойчивости информационных процессов и видов отказов (этап 2.I).

Формирование набора периферийных устройств, используемых в составе специфицированного комплекса (этап I.3) выполняется пользователем или оператором по заданию пользователя в интерактивном диалоге в подсистеме "Справка". Разработанный режим "меню" при интерактивной работе с подсистемой "Справка" обеспечивает ряд

интерфейсов "пользователь-подсистема", которые осуществляют подстройки под уровень подготовки (квалификации) пользователя в предметной области, опыт работы с подсистемой и степень знакомства со структурой базы данных.

Для решения задачи предварительного выбора семейства ВС предложен векторный критерий эффективности комплексирования ВС, формализующий оценки соответствия системотехнических характеристик основных моделей СМ ЭВМ набору требований конкретного применения. Осредненные показатели качества СВТ для выделенных областей применения, синтезированные с помощью экспертных оценок пользователей средств ВТ и систем управления, позволяют значительно сузить область предварительного выбора в рамках АСПД-М рационального состава и варианта структуры ЭВМ под требования заказчиков.

При решении задач следующего этапа обобщенного алгоритма проектирования (этап I.I) на основе данных о рабочей нагрузке с помощью уточненной отраслевой методики приближенно оцениваются минимально необходимые объемы оперативной и внешней памяти, тип внешних запоминающих устройств, минимально допустимый уровень производительности процессоров. В диссертационной работе для обеспечения более высокого уровня адекватности и повышения точности в ряде режимов в I,3 - 2 раза, в развитие отраслевой методики, параметры производительности в задаче выбора числа процессоров определяются с помощью ПК "Производительность", дополненного рядом моделей СМО. ПК "Производительность", в разработке которого принимал участие автор, позволяет путем составления автоматизированным способом в диалоговом режиме модели рабочей нагрузки и последующего выполнения ее на аналоге исследуемого ВК получить значения статистических характеристик, описывающих основные параметры процесса функционирования.

Результатом этих расчетов является обоснование выбора базового комплекса (из имеющихся в базе данных АСПД-М), что обеспечивает переход к выполнению задач этапа I.2. Задача анализа ВС в рамках АСПД-М заключается в автоматизированной оценке производительности проектируемого комплекса, структура которого может быть упрощена на данном этапе до уровня базовой структуры (например, процессор, внешние запоминающие устройства, терминалы). Для этого в диссертации разработана модель базовой структуры комплексов СМ ЭВМ в виде трехфазной двухконтурной замкнутой системы массового обслуживания. В методическом плане важно, что ма-

тематическая модель обеспечивает распространение полученных результатов физического моделирования составляющих рабочей нагрузки (элементарных заявок от основных узлов), полученных на реальном комплексе на более сложные мультипрограммные системы с увеличенным числом типовых узлов (например, терминалов).

Каждый узел сети является одноканальным центром обслуживания с одним обслуживающим устройством. Предполагается, что времена обслуживания заявок в узлах сети распределены по экспоненциальному закону с интенсивностью μ_j (j=I,3). С вероятностью p задание после обработки в процессоре требует обращения к внешнему запоминающему устройству, а с вероятностью q - к терминальному узлу.

Стационарная вероятность состояния трехфазной замкнутой модели ВК ($P(\vec{n})$), согласно теории массового обслуживания, определяется по формуле:

$$P(\vec{n}) = \frac{\left(\frac{q}{\mu_1}\right)^{n_1}\left(\frac{1}{\mu_2}\right)^{n_2}\left(\frac{p}{\mu_3}\right)^{n_3}}{\sum_{\vec{n}_1+\vec{n}_2+\vec{n}_3=N}\left(\frac{q}{\mu_1}\right)^{\vec{n}_1}\left(\frac{1}{\mu_2}\right)^{\vec{n}_2}\left(\frac{p}{\mu_3}\right)^{\vec{n}_3}} \qquad (1)$$

Аналитическая модель базовой структуры УВКС используется для анализа критических режимов функционирования вычислительного комплекса и его составляющих с целью прогнозирования уровней производительности УВКС. Повышение производительности УВКС требует эффективного использования мультипрограммного режима функционирования комплекса. Для оценки реакции ВК на выполнение рабочей нагрузки в мультипрограммном режиме введен показатель относительной производительности $Потн$. Он характеризует, во сколько раз увеличивается пропускная способность при обслуживании требований в мультипрограммном режиме по сравнению с последовательным выполнением заявок.

В работе показано, что значение относительной производительности $Потн$ численно совпадает со средним числом активных устройств в системе в мультипрограммном режиме функционирования ВК и определяется соотношением:

$$Потн(N) = \sum_{\vec{n}\in A12 \cup A13 \cup A23} p(n_1,n_2,n_3) + \sum_{\vec{n}\in A1 \cup A2 \cup A3} p(n_1,n_2,n_3), \qquad (2)$$

где A12, A13, A23, A1, A2, A3, A - множества состояний системы.

В двухпрограммном режиме функционирования исследуемой модели ВК для $Потн$ получено следующее выражение:

$$Потн(2) = 1 + \frac{1}{G}\left(\frac{p}{\mu_2\mu_3} + \frac{pq}{\mu_1\mu_3} + \frac{q}{\mu_1\mu_2}\right), \qquad (3)$$

где G - нормализующая константа:

$$G = \sum_{\tilde{n}_1+\tilde{n}_2+\tilde{n}_3=N} \left(\frac{q}{\mu_1}\right)^{\tilde{n}_1}\left(\frac{1}{\mu_2}\right)^{\tilde{n}_2}\left(\frac{\rho}{\mu_3}\right)^{\tilde{n}_3}.$$

Эти значения дают возможность определить по известным параметрам однопрограммного режима время реакции ВК в мультипрограммном режиме (T_N) в следующем виде:

$$T_N = \frac{N \cdot T1}{П_{отн}(N)}, \qquad (4)$$

($T1$ - время реакции ВК в однопрограммном режиме функционирования).

Адекватность выбранной модели исследуемой ВС позволяет применять модель для прогнозирования свойств системы, соответствующих более широкому диапазону изменения параметров системы, вариации режимов обработки информации и структур ВК.

В диссертации для расширения методов исследования областей допустимых изменений параметров и структур, развивается принцип оценок предельной производительности ВК, нашедший свое отражение в ряде отечественных работ.

Предельная производительность в этом случае определяется как максимальное значение относительной производительности, которое может быть достигнуто при увеличении числа требований:

$$П_{пр} = \lim_{N\to\infty} П_{отн}(N) \qquad (5)$$

Проведенные на этих этапах исследования базовой структуры позволяют дать оценки соответствия производительности ВК требованиям задач пользователя в основных режимах эксплуатации.

Разработанные методы и модели, позволяя скорректировать предварительный выбор состава УВКС под требования заказчика, обеспечивают ускорение сходимости процесса автоматизированного проектирования.

После достижения на скорректированной базовой структуре заданного уровня производительности, согласно общему алгоритму автоматизированного проектирования УВКС, осуществляется переход к этапу I.3 - формирование набора периферийных устройств, используемых в составе специфицированного комплекса. Этот этап выполняется пользователем или оператором по заданию пользователя в интерактивном диалоге в подсистеме "Справка". При этом выполняются функциональные, топологические, эргономические и другие требования пользователя.

В результате выполнения этапов I.I - I.3 формируется предварительная спецификация и выбирается (определяется) операцион-

ная система, достаточно полно соответствующие комплексу требований заказчика. Эта информация является исходной для ядра АСПД-М - этапов компоновки.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ разрабатываются алгоритмы и базовое программное обеспечение этапов логической, конструктивной и электрической компоновок, выполняемых подсистемой "Компоновка".

Разработанные итеративные алгоритмы логической компоновки (этап 2.I) в АСПД-М решают задачи объединения отдельных устройств (модулей) и элементов системного программного обеспечения в единый комплекс, обеспечивающий требуемый пользователю режим функционирования с учетом архитектурных ограничений, требований на информационную и программную совместимость при выполнении сформулированных локальных критериев.

Выполнение процедур логической компоновки обеспечивает распределение устройств на выделенных отрезках интерфейса "Общая шина" (ОШ) при выполнении следующих ограничений:

- операционная система должна включать драйверы внешних устройств входной спецификации и обеспечивать весь спектр требуемых режимов функционирования УВКС;

- исключение наложения адресов регистров и векторов прерывания по всему множеству устройств УВКС;

- количество устройств прямого доступа не должно превышать n_{max} (обычно n_{max}=4).

Для повышения реактивности и устойчивости работы УВКС, логическая компоновка выполняется по двум локальным критериям: максимум минимального относительного запаса задержки на отработку прерывания (Е2.I) и минимум длины ОШ (Е2.I').

Исходя из критерия Е2.I осуществляется назначение приоритетов устройств, распределение устройств по длине ОШ, выбор дополнительных системных устройств.

$$E2.1 = max\left[min\left[\tau_i^{\kappa}(\Delta T_{gon_i}^{\kappa}, \Delta T_i^{\kappa}, \Delta t_{zag_i}^{\kappa}, \ldots)\right]\right], \quad (6)$$

где τ_i^{κ} - относительный запас по задержке на отработку прерывания для κ-го устройства i-го шифра, $i \in I$, $\kappa = \overline{1, K_i}$;

$\Delta T_{gon_i}^{\kappa}$ - допустимое время на отработку прерывания для κ-го устройства i-го шифра;

ΔT_i^{κ} - время отработки прерывания для κ-го устройства i-го шифра;

$\Delta t_{zag_i}^{\kappa}$ - время задержки до начала отработки прерывания для κ-го

устройства i-го шифра.

Затем осуществляется распределение устройств по отрезкам ОШ согласно критерию Е2.1' и с учетом архитектурных ограничений.

$$E2.1' = \min\{L_\Sigma(l_q, n_{КСУ}, l_{ВН_i}^{К}, \ldots)\}, \qquad (7)$$

где L_Σ - суммарная длина интерфейса ОШ в комплексе;

l_q - длина q-го отрезка ОШ, $q = I,P$;

$n_{КСУ}$ - количество конструктивных системных устройств типа расширитель интерфейса (РИФ), переключатель шины (ПШ);

$l_{ВН_i}^{К}$ - длина внутреннего отрезка ОШ для $К$-го устройства i-го шифра, $i \in I$, $К = I, K_i$.

Выполнение этого критерия, являющегося общим для всех этапов компоновки (логической, конструктивной, электрической), обеспечивает повышение реактивности, быстродействия и надежности комплекса. Для выполнения критерия АСПД-М обеспечивает выбор минимального числа системных устройств, минимизирует длину кабелей, соединяющих устройства комплекса, выбирает рациональный набор переходных конструктивных элементов СМ ЭВМ и выполняет в них расстановку устройств и модулей.

На заключительном этапе выполнения логической компоновки выполняется расчет надежности ВК как системы информатики.

АСПД-М УВКС обеспечивает расчет надежности резервируемых ВС с учетом вероятности потери информации, приводящей к отказу системы и при работоспособном оборудовании. Для этого, в частности, моделируются разные виды отказов ("обрыв", "короткое замыкание"), снижение устойчивости работы при перегрузках системного интерфейса в условиях помех, учитывается вероятность потери системной информации и т.д. Расчеты проводятся согласно методике, разработанной в ИНЭУМ, с учетом дополнений и модификаций некоторых этапов расчета надежности, выполненных в данной диссертации. Уточнения заключаются в учете архитектурных ограничений, касающихся наличия предвыборки в дешифраторе арбитра ОШ, реальных затрат времени на передачу информации из буфера контроллера устройства прямого доступа, а также в расчете элементов надежностной схемы ВС при определении условной вероятности отказа $К$ элементов из n.

Разработанные методики расчета надежности УВКС решают задачи (с использованием итеративного возврата на предыдущие этапы АСПД-М) принципиальной корректировки структуры комплекса,

числа устройств для реализации, в ряде случаев, новых принципов повышения надежности (например, резервирование с восстановлением).

Модифицированные в диссертации методики для ряда сложных структур при большой загрузке ОШ обеспечивают уточнение параметров вероятности отказов на один-два порядка.

Проектирование структуры УВКС, обеспечивающей требуемые уровни надежности формирует необходимый набор данных для этапа конструктивной компоновки.

Сложность этапа конструктивной компоновки (этап 2.2), задачей которого является размещение автоматизированным способом устройств и функциональных модулей в типовых конструктивных элементах, определяется большим количеством типов конструктивных элементов (стойки, тумбы, блоки базовые, автономные комплектные блоки (АКБ), блоки расширения системы (БРС), блоки кассетные (БК) и т.д.), выполненных на различных серийных заводах и при разных очередях разработки СМ ЭВМ; многоуровневостью конструктивов; необходимостью учета архитектурных, конструктивных и эргономических ограничений как для отдельных устройств, так и на их взаимное расположение.

Основными локальными критериями эффективности на данном этапе проектирования являются критерий минимума длины ОШ (7) и критерий минимума затрат на переходные конструктивные элементы.

$$E2.2 = \min\left\{\bar{K}\left(n_{БЭ}, n_{БК}, n_{АКБ}, H_s^{\kappa}, n_{БРС}, \ldots\right)\right\}, \qquad (8)$$

где K - затраты на конструктивные элементы;

$n_{БЭ}, n_{БК}, n_{АКБ}$-количество устройств, выполненных в конструктивах блок элементов (БЭ), БК, АКБ соответственно;

H_s^{κ} - высота κ-й стойки s-го типа, $s \in \overline{STK}$, $\kappa = \overline{1, K_s}$;

$n_{БРС}$- количество переходных конструктивных элементов типа БРС.

Выполнение критерия Е2.2 обеспечивается рациональным заполнением БРС устройствами, выполненными в конструктивах БЭ, БК, а также стоек блоками расширения и устройствами в конструктивах АКБ при учете эргономических и конструктивных ограничений СМ ЭВМ.

Выполнение этапа конструктивной компоновки заканчивается разработкой промежуточной схемы расположения устройств в стойках. Создание уточненной схемы, отражающей требования электрических связей, является заключительным шагом электрической компоновки.

Этап электрической компоновки (этап 2.3) решает задачи

энергетического объединения устройств и модулей комплекса, размещенных в конструктивах СМ ЭВМ, путем выбора источников питания, комплекта кабелей и жгутов. Реализация критерия минимума длины ОШ (7) на этапе электрической компоновки диктует необходимость выбора рациональной длины кабелей для соединения устройств на ОШ с учетом взаимного расположения устройств в стойках, условий эксплуатации и требований ремонтных работ. Обеспечение требуемой мощности по всем необходимым уровням напряжений выполняется по критерию минимума потребляемой мощности:

$$E2.3 = \min\{M_{\Sigma_j}(M_i^{K}{}_j, MU_j, \ldots)\}, \qquad (9)$$

где M_{Σ_j} - суммарная мощность источников питания j -го номинала, потребляемая устройствами УВКС;

$M_i^{K}{}_j$ - мощность источника питания j -го номинала, потребляемая K -м устройством i -го шифра, $i \in I$, $K = \overline{1, K_i}$;

MU_j - мощность установочных источников j -го номинала.

Итеративный процесс выполнения этапов проектирования УВКС заканчивается разработкой компоновочных файлов, являющихся основой для формирования документации на специфицированный комплекс. По окончании работы подсистемы "Компоновка" процесс проектирования УВКС вновь возвращается к подсистеме "Справка" на этап верификации разработанной структуры УВКС требованиям пользователя по времени реакции. На этом этапе расчет аналитической замкнутой модели ВК выполняется на основе параметров уточненной базовой структуры с учетом используемых в комплексе системных устройств типа ПШ, РИФ. Если этап верификации базовой структуры УВКС заканчивается успешно, происходит передача управления на этап генерации отчета по компоновке. В противном случае, осуществляется возврат на этапы обобщенного алгоритма проектирования УВКС по уточнению базовой структуры комплекса, предварительной спецификации, этапов компоновки.

ЧЕТВЕРТАЯ ГЛАВА посвящена рассмотрению результатов проектирования с использованием АСПД-М УВКС ряда представительных вычислительных комплексов расширенного состава. Комплекты заказной документации синтезированы для следующих комплексов:

- УВКС I - комплекс с расширенным составом УСО для контрольно-проверочной аппаратуры;

- УВКС 2 - многотерминальный территориально-распределенный комплекс с резервированием подсистем и функций для Министерства

связи СССР;

- УВКС 3 - двухуровневый комплекс с резервированием подсистемы управления объектом для блочного уровня АСУ ТП электростанции.

Всего за последние 5 лет серийными заводами МЗ "Энергоприбор" и КПО "Электронмаш" пользователям поставлено более 1000 УВКС, разработанных с применением отдельных методик или по синтезированной с помощью АСПД-М проектной документации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении кратко сформулированы основные результаты работы.

1. Предложена методика синтеза и практически реализован обобщенный алгоритм автоматизированного проектирования УВК расширенного состава, обеспечивающий повышение технико-экономических характеристик УВКС за счет более точного выполнения системотехнических ограничений.

2. Решена задача формирования спецификации технических и программных средств УВКС, опирающаяся на интерактивный режим работы с подсистемой "Справка" АСПД-М, использование уточненной методики выбора необходимого типа устройств базовой структуры УВКС для выполнения задач пользователя, а также исследования характеристик функционирования мультизадачного ВК с интерфейсом ОШ на модели, представленной замкнутой сетью СМО, каждый узел которой является одноканальным центром обслуживания с одним обслуживающим устройством. Требуемый уровень точности аналитической модели СМО подтвержден моделированием ряда режимов многотерминального комплекса СМ 1420. Расчет надежности выполнен с учетом устойчивости информационных процессов и видов отказов.

3. Сформулированы частные критерии эффективности логической, конструктивной и электрической компоновок комплексов расширенного состава СМ ЭВМ. Разработаны алгоритмы рационального проектирования и базовое программное обеспечение АСПД-М, выполняющие объединение отдельных устройств (модулей) и элементов системного программного обеспечения в единый комплекс, обеспечивающий требуемый пользователю режим функционирования; размещение автоматизированным способом устройств и функциональных модулей в типовых конструктивных элементах; объединение устройств и модулей

комплекса путем выбора источников ритания, комплекта кабелей и жгутов, ведение архива спроектированных УВКС. Выдача заказной документации на УВКС выполняется после верификации синтезированного УВКС требованиям пользователя.

4. Разработанное программное обеспечение системы автоматизации проектирования УВКС внедрено на серийных заводах КПО "Электронмаш" им.В.И.Ленина, МЗ "Энергоприбор" и ряде головных отраслевых институтов и НПО (НИАТ, г.Москва, ВНИПИ САУ, г.Москва, МНПО "Центрсистем", г.Минск). Общий экономический эффект составляет 498,0 тыс.руб. В том числе, годовой экономический эффект, приходящийся на долю автора - 45,I тыс.руб.

Основные результаты диссертации отражены в следующих работах:

I. Вопросы автоматизации проектирования специфицированных управляющих вычислительных комплексов / В.В.Овчинников, К.В.Песелев, Т.Н.Хрусталева и др. // Опыт применения в народном хозяйстве управляющих вычислительных комплексов мини- и микроЭВМ семейства СМ ЭВМ: Тез. докл. Всесоюзн. научно-техн. конф. -М., I984. -С.63-64.

2. Структура системы автоматизации проектирования специализированного УВК (УВКС) / В.А.Моисеев, В.В.Овчинников, К.В.Песелев, Т.Н.Хрусталева // Труды ИНЭУМ (М.). -I984. -Вып.I03. -С.I7-23.

3. Иванова О.Л., Хрусталева Т.Н. Об одном подходе к оценке производительности ВК СМ ЭВМ // Труды ИНЭУМ (М.). -I984. -Вып. I03. -С.22-30.

4. Автоматизация логической компоновки УВКС на базе средств СМ ЭВМ / А.Д.Белоногов, К.В.Песелев, С.Н.Хрущев, Т.Н.Хрусталева // Вопросы создания единых технико-программных комплексов для АСУ ТП. -М., I987. -С.29-33. -(Труды ИНЭУМ).

5. Белоногов А.Д., Филатова О.В., Хрусталева Т.Н. Анализ временных характеристик комплексов на базе СМ I700 // МиниЭВМ СМ I700. Технические и программные средства: Тез. докл. Всесоюз. конф. -Суздаль, I988. -С.II2-II3.

6. Хрусталева Т.Н. Автоматизация конструктивной компоновки УВКС на базе СМ ЭВМ (семейства СМ I420, СМ I300) в рамках АСП-Д // Проблемы создания и производства высоконадежных систем и комплексов для промышленных АСУ (АСУ ТП, АСУП, ГАП, САПР и др.) на

базе малых и микроЭВМ: Тез. докл. Всесоюзн. семинара. -Ереван, 1988. -С.45-46.

7. Хрусталева Т.Н. Автоматизация этапа электрической компоновки УВКС СМ ЭВМ (семейства СМ 1420, СМ 1300) в рамках АСП-Д // Аппаратные и программные средства высокопроизводительных комплексов СМ ЭВМ. -М., 1989. -С.105-111. -(Труды ИНЭУМ).

8. Филатова О.В., Хрусталева Т.Н. Анализ замкнутых сетевых моделей для оценки производительности ВК СМ ЭВМ с использованием программного обеспечения "Производительность" // Повышение эффективности управления качеством производства на основе применения системы информационно-математического моделирования: Тез. докл. Межотрасл. конф. -Винница, 1989. -С.33-34.

№ Л44344. 19/УП.90г.
Объем 1 п.л. Тираж 100 экз. Зак. 3240
Ротапринт ИНЭУМ.