

**ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

На правах рукописи

РАКОГОН Алина Владимировна

УДК 681.325:621.3

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
С ЦИКЛИЧЕСКИМ АЛГОРИТМОМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

05.25.05 - Информационные системы и процессы

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Харьков - 1994



00756411 (O)

ЛНБ України ім. В. Стефаніка в Харківському державному
 університеті радіоелектроніки на кафедрі
 Автоматизованих систем управління.

Научный руководитель:

- заслуженный работник высшей школы Украины, академик
 Инженерной Академии Украины, академик Академии наук
 прикладной радиоэлектроники Украины, доктор технических наук,
 профессор В.В.Свиридов.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор О.Н.Фоменко;
 - кандидат технических наук, доцент В.В.Евсеев.

Ведущая организация -

Харьковский автодорожный институт.

Защита диссертации состоится "23" июля 1994 г.
 в 13 часов на заседании специализированного совета
 К 068.37.01 в Харьковском государственном техническом
 университете радиоэлектроники (810726, г. Харьков, пр. Ленина, 14).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
 Харьковского государственного технического университета
 радиоэлектроники.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные
 печатью, просим выслать по адресу: 310726, г. Харьков, пр.
 Ленина, 14, ХТУРЭ, кафедра технической кибернетики, ученому
 секретарю специализированного совета.

Автореферат разослан "13" мая 1994 г.

Ученый секретарь
 специализированного совета
 кандидат технических наук,
 профессор

В.А.Дедилюк

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы исследования. Внедрение микропроцессоров и микроЭВМ в различные отрасли народного хозяйства оценивается как одно из важнейших направлений научно-технического прогресса. Применение микропроцессорной техники, обладающей широкими функциональными возможностями, гибкостью, точностью цифровых методов обработки, способствует повышению уровня автоматизации процессов, позволяет осуществлять переход от централизованной обработки информации к локальной и распределенной.

Накопленный к настоящему времени опыт эксплуатации микропроцессорной техники в значительной степени упорядочен и систематизирован. Однако ее использование в новых областях вносит некоторые коррективы. Очевидны два основных направления в применении микропроцессорных средств и систем. Одно из них является традиционной областью вычислительной техники. Это создание универсальных мини- и микроЭВМ. Другое связано с разработкой специализированных микропроцессорных устройств и систем. Их функциональные возможности ориентированы на решение некоторого (узкого) класса задач конкретного приложения в тех случаях, когда построение систем на основе универсальных средств не целесообразно вследствие аппаратной и программной избыточности. Среди микропроцессорных систем (МПС), относящихся ко второму направлению, в работе рассмотрен класс МПС, функционирование которых осуществляется не циклическим алгоритмам в реальном масштабе времени. Такие системы являются системами целевого назначения, как правило, встроенными в объект контроля и управления. Характерной особенностью циклически функционирующих систем является организация структуры многоуровневых приоритетных прерываний. При этом наряду с квазипараллельным выполнением программных алгоритмов осуществляется параллельное выполнение операций, реализованных в аппаратном способом.

Повышение эффективности функционирования МПС с циклическим алгоритмом функционирования (ЦАФ) связано с разработкой рациональных структур и алгоритмического обеспечения, позволяющих согласовать во времени все процессы

переработки информации. Поиск рациональных решений осуществляется с учетом как общих закономерностей построения систем, так и специфических требований и ограничений, обусловленных формой представления входной информации, специализацией области использования, динамикой объекта или процесса.

Проведенные исследования позволяют разрешить одну из актуальных в настоящее время задач - повышение качества систем и эффективности их функционирования при минимизации затрат.

Цель диссертационной работы заключается в разработке и совершенствовании способов повышения эффективности процессов переработки информации и формировании рациональных структур и алгоритмического обеспечения МПС с ЦАФ в реальном масштабе времени.

Объектом исследований в диссертационной работе является класс специализированных МПС переработки информации с ЦАФ в реальном масштабе времени входящих в состав иерархических автоматизированных информационных и управляющих систем.

Задачи исследования:

1) анализ требований к микропроцессорным средствам обеспечения процессов переработки информации в информационных и управляющих системах с ЦАФ;

2) обоснование выбора основных (частных и обобщенного) критериев оценки эффективности средств переработки информации в реальном масштабе времени для МПС с ЦАФ;

3) разработка обобщенного алгоритма поиска рационального варианта МПС с ЦАФ путем поэтапного анализа загрузки процессора;

4) обоснование требований к выбору рационального соотношения программных и аппаратных средств, обеспечивающих повышение пропускной способности МПС переработки информации в реальном масштабе времени по циклическому алгоритму;

5) разработка элементов структур и алгоритмического обеспечения информационных МПС с ЦАФ, позволяющих исследовать контролируемые процессы в реальном масштабе времени;

6) разработка алгоритмического и программного обеспечения средств представления (отображения и документирования) информации;

7) экспериментальные исследования эффективности предложенных алгоритмов на примере МПС контроля и управления дизель-электрическими агрегатами (ЦЭА), функционирующих в реальном масштабе времени.

Методы исследования основаны на функционально-структурном подходе к проектированию специализированных систем переработки информации. Для решения поставленных задач используются основные положения теории множеств, теории массового обслуживания, теории надежности, теории информации, теории алгоритмов, объектно-ориентированные дисциплины программирования. Исследования строятся на сочетании формального и эвристического подходов.

Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в следующем:

1) выделен класс МПС, функционирующих в реальном масштабе времени по циклическим алгоритмам, отличительной особенностью которых является использование многоуровневой структуры приоритетных прерываний. Разработаны обобщенные математические модели систем данного класса и процессы переработки в них информации. В обобщенном виде формализована процедура взаимодействия подсистем ввода, обработки и вывода информации в процессе ее переработки по циклическим алгоритмам;

2) предложено формальное описание вероятностно-временных соотношений при функционировании систем с многоуровневыми абсолютными приоритетами, позволяющее оценивать устойчивость МПС при выполнении циклических алгоритмов в экстремальной ситуации;

3) разработана методика рациональной организации процессов переработки информации в МПС, основанная на проведении анализа загрузки процессора задачами различных уровней приоритетов при рассмотрении возможных вариантов распределения функций между аппаратными и программными средствами с учетом временных ограничений при организации циклов;

4) предложена процедура выбора рационального соотношения программных и аппаратных средств на основе модифицированного с учетом специфики рассматриваемого класса систем функционально-статистического критерия;

б) разработаны алгоритмические и структурные решения для организации функциональных циклов высокой трудоемкости. Предложены модификации алгоритмов и структур как с использованием микропроцессорных средств, так и с использованием цифровых логических элементов с учетом различных вариантов представления информации обслуживающему персоналу.

Новизна технических решений, положенных в основу структурных реализаций, была подтверждена 2 авторскими свидетельствами.

На защиту выносятся:

1) математические модели МПС с ЦАФ и протекающие в ней в реальном масштабе времени процессы переработки информации;

2) процедура выбора критериев оценки качества и эффективности функционирования МПС с ЦАФ;

3) алгоритм поиска рационального варианта системы путем поэтапного анализа загрузки процессора;

4) модифицированный для МПС с ЦАФ в реальном масштабе времени функционально-статистический критерий оценки эффективности;

5) процедура распределения функций, выполняемых системой, между основным и дополнительными циклами при организации системы прерываний для приоритетного решения задач;

6) алгоритмические и структурные решения, используемые в дополнительных циклах, в частности, при анализе формы огибающей частотного сигнала при статическом и динамическом отображении;

7) процедура выбора рационального соотношения аппаратных и программных средств и распределения функций основного и дополнительного циклов между ними;

8) оценка эффективности функционирования на этапе разработки МПС с ЦАФ в реальном масштабе времени;

9) результаты экспериментальных исследований.

П р а к т и ч е с к а я д е й с т в и т е л ь н о с т ь р а б о т ы .

Полученные в работе результаты и предлагаемые алгоритмические и структурные решения применимы для илжедерного синтеза опегализированных МПС, в которых переработка информации происходит по циклическим алгоритмам в реальном масштабе времени, и позволяют оптимизировать временные, программные и аппаратные затраты на выполнение алгоритмов сбора, обработки и

представления информации, увеличивая пропускную способность процессора при рациональной его загрузке. Разработанные структурные реализации и программное обеспечение обладают универсальностью и могут быть использованы в информационных и управляющих МПС с ЦАФ в реальном масштабе времени.

Реализация результатов работы.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с тематикой научно-исследовательских работ университета: ГР № 0186.0054092 (шифр 26-24) "Разработка структуры унифицированного блока преобразования информации от датчиков судовых систем и исследование функциональной машинной модели структуры"; ГР № 0187.0031493 (шифр 37-6) "Разработка микропроцессорной системы управления топливodosированием для дизель-электрических агрегатов"; ГР № 0194U004853 (шифр 329-1) "Дослідження принципів створення та уніфікація мікропроцесорних систем регулювання паливоостачанням дизельних двигунів потужністю до 160 кВт".

Основные результаты диссертационной работы были использованы при разработке и внедрении:

1) подсистемы первичной обработки информации унифицированного блока преобразования информации в ОКБ "Меридиан" г. Ленинграда с ожидаемым экономическим и техническим эффектами (использовано алгоритмическое обеспечение и структура подсистемы ввода контролируемых параметров, представленных аналоговыми сигналами; применена процедура выбора рационального соотношения аппаратных и программных средств; оценка эффективности функционирования подсистемы выполнена с применением модифицированного функционально-статистического критерия);

2) МПС управления топливodosированием (МПСУТ) и контроля и защиты (МПСКЗ) для ДЭА в ГСКБД ПО "Харьковский моторостроительный завод "Серп и молот" с техническим эффектом (применено специализированное программное и алгоритмическое обеспечение МПСУТ и МПСКЗ; применена методика рациональной организации процесса переработки информации в МПС; предложены структурные и алгоритмические решения для контроля в динамическом и статическом режимах отбавляющей частотного сигнала; использован модифицированный для МПС с ЦАФ в реальном масштабе времени функционально-статистический

критерий при оценке эффективности функционирования на этапе разработки);

3) систем автоматизации ДЭА в НИИ "Дизель" (применены элементы структурных и алгоритмических решений).

А п р о б а п и я р а б о т ы . Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 3 и 4-й Всесоюзных школах "Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами" (Харьков-Туапсе, 1988 г., 1990 г.), Всесоюзной научно-технической школе "Имитационные эксперименты с моделями сложных систем" (Калининград, 1989 г.), Харьковской областной конференции молодых ученых "Применение ЭЭВМ в научных исследованиях и в учебном процессе" (Харьков, 1989 г.), IV Международной конференции "Актуальные проблемы разработки автоматизированных систем управления" (Паланга, 1990 г.), научно-технической конференции "Автоматизированные системы проектирования и разработки аппаратно-программных сетей" (Киев, 1990 г.), Международной школе "Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами" (Харьков-Туапсе, 1992 г.)

П у б л и к а ц и и . Основное содержание диссертационной работы отражено в отчетах о научно-исследовательских работах и 11 печатных работах.

С т р у к т у р а и о б ъ е м р а б о т ы . Диссертация состоит из введения, четырех разделов и заключения, изложенных на 136 страницах машинописного текста, 30 рисунков, 3 таблиц, списка использованных источников из 109 наименований и 5 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В о в е д е н и и обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, приведены основные положения, выносимые на защиту, дана краткая характеристика содержания разделов работы.

В первом разделе выполнен обзор и определены тенденции развития и применения микропроцессорной техники в информационных и управляющих системах. Показано, что для локального управления и контроля в реальном масштабе времени

целесообразна разработка специализированных МПС, функционирующих в составе оборудования контролируемого и управляемого объекта или процесса.

Исследованы характеристики информационных процессов в рассматриваемых МПС. Выделен подкласс МПС, функционирующие которых осуществляется по циклическим алгоритмам с обновлением исходных данных в начале каждого цикла. Проведен анализ способов организации процессов переработки информации в МПС с ЦАФ и сделан вывод, что для МПС, функционирующих в реальном масштабе времени для соблюдения требований, связанных с временными ограничениями, целесообразно выполнять переработку информации по системе приоритетных прерываний.

Проведены исследования структурных реализаций подсистем МПС с ЦАФ, обеспечивающих информационные процессы сбора, обработки и использования информации с учетом формы представления входных и выходных данных.

В результате исследования специфики информационных процессов и требований, обусловленных режимом реального времени и условиями эксплуатации систем конкретного приложения, в обобщенном виде для удобства описания вариантов проектируемой системы предложены математические модели МПС с ЦАФ и протекающих в ней процессов переработки информации. Формально представленная модель МПС с ЦАФ

$$G = F_G(B, C, Z) \quad (1)$$

позволяет в общем виде отобразить (F_G) взаимодействие элементов множества технических средств и программного обеспечения B , обладающих структурными и алгоритмическими связями C , с характерными параметрами системы Z . С учетом (1) процесс переработки информации формально выражен как последовательное воздействие подсистем ввода, обработки и вывода на множество входных данных V с целью получения множества выходных данных W :

$$W = F_W \left(F_V \left(V \right), \left(F_{обр} \left(F_{вв} \left(V \right) \right) \right) \right) \quad (2)$$

$V_{вв}, C_{вв}$ $V_{обр}, C_{обр}$ $V_{выв}, C_{выв}$

где $T_{вв}$, $T_{обр}$, $T_{выв}$ - соответственно интервалы времени выполнения операций ввода, обработки, вывода;

$V_{вв}, V_{обр}, V_{вып}$ - технические средства и программное обеспечение подсистем ввода, обработки, вывода соответственно;

$C_{вв}, C_{обр}, C_{вып}$ - структурные и алгоритмические связи, характерные подсистемам ввода, обработки, вывода соответственно.

Конкретизация (1) и (2) с выбранным уровнем детализации позволяет описывать варианты разрабатываемой системы, а также определять значения параметров и характеристик для оценки и сравнения вариантов. Процесс оптимизации в работе рассматривается как выбор среди ограниченного множества вариантов конкретных реализаций системы (сформированных с учетом специфики объекта приложения и конкретного предназначения) рационального варианта, который позволяет обеспечивать эффективную и качественную переработку информации. Решение данной проблемы определяет основные задачи исследования, сформулированные в первом разделе.

Второй раздел посвящен исследованию характерных особенностей алгоритмического, программного и технического обеспечения, которые определяют специфику при разработке МПС с ЦАФ. Обоснован выбор функционально-структурного подхода к проектированию систем рассматриваемого класса. В общем виде для МПС с ЦАФ проведено параметрическое описание и показана взаимосвязь функциональных параметров, характеризующих систему на различных уровнях детализации, с техническими параметрами, соответствующими аппаратно-программным реализациям функций, а также влияние названных параметров наряду с экономическими и эксплуатационными параметрами на формирование показателей эффективности и качества системы и процессов переработки информации в ней.

Выбраны частные критерии оценки эффективности и качества процессов переработки информации. Исследованы вероятностно-временные характеристики процессов переработки информации с применением элементов теории массового обслуживания. Для проведения предварительных вероятностных оценок загрузки процессора решаемыми задачами МПС реального времени с ЦАФ рассматривается как модель теории массового обслуживания с пуассоновским входным потоком заявок M_N , произвольным законом распределения длительности обслуживания C_N , одним обслуживающим прибором, с ограничением числом мест ожидания

начала обслуживания $\tau = \text{const}$, дисциплина обслуживания - с абсолютными приоритетами и дообслуживанием прерванных заявок [12]. Важной особенностью рассматриваемых систем является необходимость ликвидации потерь (f_{12}^*). С применением обозначений Кендела-Вашарина модель имеет вид

$$M_N / Q_N / 1 / \tau = \text{const} / f_{12}^* . \quad (3)$$

При этом возникает ряд задач, связанных с распределением функций между программными и аппаратными средствами системы, распределением задач по уровням приоритетов, назначением приоритетов при организации системы прерываний. Названные задачи предлагается решать, учитывая возможное функционирование системы в экстремальной ситуации. Рассматривается соответствующее экстремальной ситуации максимальное время пребывания $\max \Delta t_{\text{проб } n^*}$ в системе для любой из заявок n^* , принадлежащей к определенному приоритетному классу при возможных прерываниях заявки n^* заявками с более высокими приоритетами для их обработки. При этом учитываем, что время пребывания заявки n^* в системе обслуживания $\Delta t_{\text{проб } n^*}$ зависит от интервалов времени ожидания начала обслуживания $\Delta t_{\text{ож } n^*}$, обслуживания $\Delta t_{\text{обсл } n^*}$, прерываний $\Delta t_{\text{прер } n^*}$ заявками с более высокими приоритетами:

$$\Delta t_{\text{проб } n^*} = \Delta t_{\text{ож } n^*} + \Delta t_{\text{обсл } n^*} + \Delta t_{\text{прер } n^*}, \quad \forall n^* = \overline{1, N} . \quad (4)$$

Присвоение приоритетов производится таким образом, что заявкам с минимальным числом присваивается высший приоритет, а по мере роста времени цикла приоритет снижается.

Показано, что обеспечить работоспособность системы в целом и согласовать все процессы переработки информации в реальном времени возможно при выполнении для всех заявок системы условия

$$\max \Delta t_{\text{проб } n^*} = \Delta t_{\text{ц } n^*} \cdot \max S_{n^*.1} + \max \tau_{n^*} \leq \Delta t_{\text{ц } n^*}, \quad (5)$$

где $\Delta t_{\text{ц } n^*}$ - минимальный интервал времени цикла n^* заявки,
 $\Delta t_{\text{ц } n^*} = \min \tau_{n^*}$;

$\max S_{n^*.1}$ - максимальная суммарная нагрузка процессора заявками с более высокими, чем n^* , приоритетами и может быть вычислена по формуле

$$\max \mathcal{S}_{n^*+1} = \sum_{n=1}^{n^*-1} \max \rho_n = \sum_{n=1}^{n^*-1} \max \lambda_n \cdot \max \tau_n$$

($\max \lambda_n$ - максимальная интенсивность поступления

заявок, $\max \lambda_n = 1 / \min \tau_n, \forall n = 1, N$;

$\max \rho_n$ - максимальная загрузка процессора заявкой n -й категории);

$\max \tau_n$ - максимальная длительность обработки заявки n^* .

При необходимости перераспределения функций между аппаратными и программными средствами для обеспечения выполнения условия (б) выбран путь от максимальной загрузки процессора и минимальных аппаратных затрат к освобождению процессорного времени за счет частичного или полного перекладывания операций на аппаратные средства. Предложена реализованная алгоритмическим способом методика оценки рациональности построения системы и организации переработки информации в ней по показателю загрузки процессора задачами, требующими решения в ходе функционирования системы в реальном масштабе времени по циклическим алгоритмам.

При анализе частных критериев рассмотрены также вопросы, связанные с оценкой точностных характеристик средств переработки информации и способами повышения разрешающей способности каналов прямого и обратного преобразования данных. Проанализированы некоторые аспекты оценки надежности с учетом специфики МПС с ЦАФ для режима реального времени.

В основу синтеза обобщенного критерия эффективности функционирования системы положен функционально-статистический критерий, позволяющий оценить как эффективность функционирования системы, так и ее технико-экономическую целесообразность. В диссертационной работе данный критерий модифицирован с целью ориентации на рассматриваемый класс систем, с характерными временными ограничениями для функциональных циклов (обусловленными динамикой объекта или процесса, эргономическими требованиями и т.д.). Обобщенный критерий эффективности функционирования системы $\mathcal{E}(\tau_n)$ на интервале времени цикла τ_n , с учетом ограничений на частные показатели качества, имеет вид

$$\Theta(\tau_{ц}) = \max \frac{I(\tau_{ц})}{C(\tau_{ц})}, \quad (6)$$

opt S_N

$P_{ф}(t, \tau_{ц}) \rightarrow 1$

$R = R_{задан}$

$\delta_{выч} <= \delta_{выч\ задан}$

- где $I(\tau_{ц})$ - объем информации, перерабатываемый системой за интервал времени цикла $\tau_{ц}$;
- $C(\tau_{ц})$ - затраты на подготовку и проведение процесса переработки информации в течение интервала времени цикла $\tau_{ц}$;
- opt S_N - рациональная загрузка процессора задачами, решаемыми за время цикла;
- $P_{ф}(t, \tau_{ц})$ - оперативная готовность системы выполнить задачи рассматриваемого цикла;
- $R, R_{задан}$ - реальная и заданная разрешающая способность соответственно;
- $\delta_{выч}, \delta_{выч\ задан}$ - реальная и заданная вычислительная погрешность соответственно.

Полученные во втором разделе результаты положены в основу решения задач третьего раздела, посвященного разработке рациональных структур и алгоритмического обеспечения средств переработки информации в МПС реального времени с ЦАФ.

Показано, что при рассмотрении вопросов проектирования систем целесообразна конкретизация области приложения, позволяющая учитывать специфические аспекты формирования структуры и алгоритмов. В качестве типичной МПС с ЦАФ реального времени выбрана МПС контроля и управления ДЭА, предназначенная для автоматизации автономных источников электропитания на базе дизельного двигателя с синхронным генератором переменного тока.

В результате исследования круга решаемых данной системой задач определены функциональные (основные и дополнительные) циклы переработки информации. Проведен анализ временных характеристик циклов и соотношений периодов повторения (с

обобщенными исходными данными) решаемых задач. На основании этого определен способ назначения уровней приоритетов при организации системы прерываний.

Предложены различные варианты структур и алгоритмического обеспечения процессов переработки информации основного и дополнительных циклов. На основании анализа функционального назначения системы сформулированы требования, которые необходимо удовлетворить при аппаратно-программной реализации алгоритмов.

При организации основного цикла использованы результаты имитационного моделирования процессов переработки информации, связанной с управлением ДЭА. В разработанном алгоритме основного цикла предусмотрена возможность отслеживания различных режимов работы ДЭА, в его циклическое выполнение позволяет оперативно адаптировать МПС для функционирования в текущем режиме.

При рассмотрении дополнительных циклов учитывались отношения их периодов к периоду основного цикла. Кроме того, вопросы организации этих циклов решались с учетом разделения дополнительных циклов по функциональному назначению. Выделены два типа дополнительных циклов. В дополнительных циклах первого типа осуществляется полная переработка информации (ввод, обработка, вывод), в циклах второго типа частичная переработка информации и информационное взаимодействие с другими дополнительными циклами.

Детально рассмотрен вопрос организации алгоритма и структуры для одного из дополнительных циклов, по которому анализируются вибрационные характеристики элементов ДЭА. Предложены динамический и статический способы отображения огибающей сигнала виродатчика при проведении этого анализа. Отмечается, что в зависимости от предназначения системы и от этапа проектирования возможны различные варианты аппаратно-программной реализации рассматриваемого дополнительного цикла как на базе микропроцессорных средств, так и при применении автономно работающего логического устройства. Приведены предлагаемые структуры устройства для анализа формы огибающей частотного сигнала при статическом отображении и устройства для анализа формы огибающей частотного сигнала при динамическом отображении, для работы в реальном масштабе времени.

Ряд задач исследования связан со сбором и обработкой информации в реальном масштабе времени при циклическом функционировании системы, тогда как ее использование или представление (например, документирование в виде таблиц и графиков для дальнейшего применения и анализа) не требуется в жестких временных условиях. Исходя из этого, предложены структурные и алгоритмические решения, обеспечивающие накопление информации о контролируемых процессах или объектах таким образом, чтобы ее представление могло отразить реальные временные зависимости характерных параметров.

Четвертый раздел посвящен описанию результатов экспериментальных исследований и областей внедрения. Исследования проводились с целью выбора рациональных структурных и алгоритмических решений при проектировании МПС автоматизации ДЭА и определения соответствия полученных показателей эффективности и качества системы сформулированным при постановке задач исследования системным требованиям.

Выполненная обобщающая оценка эффективности функционирования МПС контроля и управления ДЭА, в целом, определила целесообразность разработки двух систем, предназначенных для автоматизации ДЭА - микропроцессорной системы управления топливодозированием (МПСУТ) и микропроцессорной системы контроля и защиты (МПСКЗ) ДЭА. Оптимизация процессов переработки информации в названных системах производилась с использованием модифицированного для МПС с ЦАФ функционально-статистического критерия с учетом системы ограничений на ряд показателей.

В заключении кратко сформулированы основные научные и прикладные результаты диссертационной работы.

В приложениях приведены:

- 1) характерные параметры МПС с ЦАФ;
- 2) алгоритм и программа формирования и представления в графической форме функциональных зависимостей экспериментальных данных реального времени с использованием мозаичного аналогоцифрового приемника;
- 3) исходные данные для разработки МПСУТ ДЭА;
- 4) программы функционирования специализированных МПС автоматизации ДЭА;
- 5) документы о внедрении результатов работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В диссертационной работе получены следующие основные результаты:

1) выделен класс МПС, имеющих ЦАФ в реальном масштабе времени. Показано, что в рассматриваемых МПС для организации процессов переработки информации в них, как правило, используется система приоритетных прерываний. Причем, рационально организуемая система прерываний позволяет повысить эффективность системы при переработке информации;

2) проведено исследование различных вариантов структурной реализации подсистем в МПС, используемых при организации циклических алгоритмов;

3) разработаны обобщенные математические модели МПС и процесса переработки информации в ней при ЦАФ в реальном масштабе времени. Формализована процедура взаимодействия подсистем ввода, обработки и вывода информации в процессе ее переработки по циклическим алгоритмам;

4) проведен параметрический анализ МПС рассматриваемого класса. Обоснован выбор частных критериев для оценки вероятностно-временных характеристик процессов и точностных, надежностных характеристик средств переработки информации;

5) предложена реализованная алгоритмическим способом методика поиска рационального варианта МПС. Методика предполагает поэтапный анализ загрузки процессора задачами, имеющими различные уровни приоритетов, и позволяет оценивать систему с точки зрения удовлетворения временных ограничений при различных аппаратно-программных решениях при организации циклов;

6) на основе функционально-статистического критерия предложена обобщенный критерий эффективности функционирования МПС с ЦАФ в реальном масштабе времени. Показана применимость данного критерия как для системы в целом, так и для оценки эффективности составляющих ее функциональных подсистем;

7) предложены структурные и алгоритмические решения для организации функциональных циклов МПС автоматизации ДЭА. Сформулированы требования к системе, позволяющие оценивать рациональность вариантов распределения функций между аппаратными и программными средствами;

8) разработаны структуры и алгоритмическое обеспечение подсистемы, выполняющей функции информационного обеспечения, в которой предусмотрено представление (а при необходимости и накопление данных) огибающей частотно-модулированного сигнала на средстве отображения осциллографического типа. Показана возможность использования предлагаемых решений при организации функциональных циклов МПС автоматизации ДЭА для контроля параметров вибрации. Рассмотрены варианты организации подсистемы с применением микропроцессорных средств и на базе цифровой логики;

9) разработаны алгоритмические и программные средства информационной системы (применяемой с целью исследования параметрических зависимостей при функционировании ДЭА), которые обеспечивают накопление, хранение, обработку и документирование данных о контролируемых параметрах в графической форме и позволяют отражать процессы реального времени, протекающие по циклическим алгоритмам;

10) на основании общих теоретических положений и конкретных результатов диссертационной работы разработаны, изготовлены и внедрены при непосредственном участии автора системы автоматизации ДЭА, в частности, МПСУТ и МПСКЗ, подсистема первичной обработки информации от аналоговых датчиков.

Основные положения и результаты диссертационной работы нашли отражение в следующих публикациях:

1. Михнов Д.К., Сергеев А.Ю., Ракогон А.В. Выбор рационального соотношения алгоритмо-программных средств интерфейсных блоков микропроцессорных подсистем перемычной обработки информации // Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами: тезисы докладов 3-й Вс. союзной школы. - Харьков, 1988. - С. 19.

2. Михнов Д.К., Лымарь С.И., Ракогон А.В. Документирование измерительной информации на знакосинтезирующих принтерах ПЭВМ // Применение ПЭВМ в научных исследованиях и в учебном процессе: тезисы докладов Харьковской областной конференции молодых ученых. - Харьков, 1989. - С. 4.

3. А.с. 1524013 (СССР) Устройство для анализа формы огибающей частотного сигнала / В.В.Ивановская, Д.К.Михнов, А.В.Ракогон. - Оpubл. в В.И., 1989. № 43.

4. Лымарь С.И., Михнов Д.К., Ракогон А.В. Разработка математической модели микропроцессорной системы топливобортования для дизельных электроагрегатов // Имитационные эксперименты с моделями сложных систем : Тезисы докладов Вессоюзной научно-технической школы. - Калининград, 1989. - С. 178.

5. Михнов Д.К., Лымарь С.И., Ракогон А.В. Исследование системы стабилизации частоты вращения вала дизельного электроагрегата методом имитационного моделирования. - Харьков, 1989. - 14 с. // Рук. деп. в УкрНИИТИ 26.10.89, № 2298 - Ук. 89.

6. Михнов Д.К., Лымарь С.И., Ракогон А.В. Применение микроЭВМ для реализации функциональных моделей специализированных контроллеров информационно-вычислительных систем // Автоматизированные системы проектирования и разработки аппаратно-программных сетей: тезисы докладов научно-технической конференции. - Киев, 1990. - С. 8.

7. Михнов Д.К., Ракогон А.В., Лымарь С.И. Опыт разработки специализированной информационно-управляющей системы // Проектирование автоматизированных систем контроля и управления сложными объектами : тезисы докладов 4-й Вессоюзной школы. - Харьков, 1990. - С. 47.

8. А.с. 1649471 (СССР) Устройство для анализа формы непериодических импульсных и частотных сигналов / Д.К.Михнов, А.В.Ракогон. - Опубл. в Б.И., 1991. - № 17.

9. Структурная реализация микропроцессорных систем с циклическим алгоритмом функционирования при обработке частотных сигналов / Михнов Д.К., Ракогон А.В.; Харьк. ин-т радиоэлектр. - Харьков, 1992. - 10 с.: ил. - Деп. в УкрИНТЭИ 07.09.92, № 1897 - Ук. 92.

10. Ракогон А.В. Обработка информации в микропроцессорных системах с циклическим алгоритмом функционирования // Автоматизированные системы контроля и управления сложными объектами: тезисы докладов Международной школы. - Харьков - Тувинск, 1992. - С.15.

11. Некоторые аспекты проектирования микропроцессорных систем контроля и управления / Свиридов В.В., Ракогон А.В.; Харьк. ин-т радиоэлектр. - Харьков, 1993. - 12 с.: ил. - Библиогр. 14 назв. - Рус. - Деп. в ГИТБ Украины.

Доля участия автора в работах, написанных в соавторстве: в /1/ предложена процедура выбора аппаратных и программных средств подсистемы ввода аналоговых сигналов; в /2/ разработано программное обеспечение; в /3, 8/ разработаны структурные реализации алгоритмов работы устройств; в /4/ разработан алгоритм функционирования МПС управления объектом; в /5/ обоснован принцип управления объектом; в /6/ разработано алгоритмическое и программное обеспечение функциональной модели; в /7/ предложена методика рациональной организации процессов переработки информации по циклическим алгоритмам; в /9/ разработано алгоритмическое обеспечение системы; в /11/ исследованы особенности проектирования МПС, обусловленные ЦАФ.

Э.А.

Ответственный за выпуск
кандидат технических наук, профессор Дедиков Э.А.

Подписано к печати 19.04.94.

Объем 1,25 печ. лист
Тираж 100 экз.

Уч.-изд. л. 0,75

Формат листа 80×84
Заказ № 2/469

Типография ХВУ, Сумская, 77/79

AB 30.054