

на правах рукописи

МЕДВЕДЕВ СЕРГЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ

УДК 681.323

СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям:

05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

05.13.13 - Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

КИЕВ - 1992

Работа выполнена на кафедре автоматики и управления в технических системах Киевского политехнического института.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ - доктор технических наук, профессор
Иураковский Ю.П.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ - доктор технических наук, профессор
Тарасенко В.П.
- кандидат технических наук
Захарченко В.И.

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ - Институт проблем регистрации информации АН Украины

Защита состоится " 18 " 01 1992г. в 14³⁰ часов
на заседании специализированного Совета Д 068.14.09 в Киевском политехническом институте.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направить по адресу:

252056, г.Киев - 56, проспект Победы, 37, Киевский политехнический институт, Ученому секретарю.

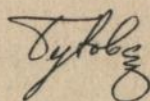
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Киевского политехнического института.

Автореферат разослан " 14 " 12 1992г.

Ученый секретарь
специализированного совета

Д 068.14.09

доктор технических наук,
доцент

 О.В.Бузовский

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00816970 (V)

АННОТАЦИЯ

Целью настоящей диссертационной работы является исследование и разработка методов структурно-алгоритмической организации элементов специализированных локальных вычислительных сетей (СЛВС), позволяющих повысить эффективность функционирования сети в системах управления специального назначения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализировались особенности функционирования и организации элементов СЛВС, а также обосновывался выбор путей повышения эффективности их функционирования;
- разрабатывались методики по выбору рациональной топологии СЛВС, позволяющие оптимизировать структуру сети с учетом заданных технико-экономических требований;
- разрабатывались способы оценки показателей структурно-алгоритмической организации станции СЛВС, позволяющие определить необходимую структуру станций СЛВС;
- исследовались и разрабатывались способы построения топологии и на их базе создавалась структура СЛВС, обладающая высокими показателями живучести при минимальном количестве связей;
- разрабатывались структуры станций СЛВС и ее составных элементов, обеспечивающие высокие технические показатели сети.

Автор защищает следующие основные положения:

- методику выбора рациональной топологии СЛВС, позволяющую оптимизировать структуру сети с учетом заданных технико-экономических требований;
- способ оценки показателей структурно-алгоритмической организации станции СЛВС, позволяющий выбрать необходимую структуру станции;
- способ построения топологии и на его основе структуру СЛВС, обладающая высокими показателями живучести при минимальном количестве связей;
- структуру станции СЛВС на базе матричного коммутатора, обеспечивающую большую производительность и высокую надежность, живучесть;
- устройство тактовой синхронизации, обеспечивающее малое время вхождения в синхронизм;
- структуру станции радиосети и программное обеспечение к

ней, позволяющее передавать различную информацию между абонентами сети.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема обеспечения надежного функционирования систем управления специального назначения является традиционно важной научно-технической задачей. Возрастающая сложность и динамичность объектов управления и подсистемы обработки информации увеличивают объем и состав задач, решаемых подсистемой передачи информации в более "жестких" временных ограничениях, повышают требовательность к надежности управления, достоверности обработки информации и готовности всего комплекса объект-система.

Анализ систем управления специального назначения используемых в надводных и подводных кораблях, самолетах, военных объектах, атомной энергетике, металлургии, химической промышленности показывает, что подсистемы передачи информации могут быть реализованы на базе СЛВС. Применение СЛВС позволяет значительно снизить экономические потери, которые неизбежны при возникновении сбоев и отказов в процессе эксплуатации системы управления, сохранить человеческие жизни и повысить эффективность управления объектами.

Состав решаемых задач и жесткие условия эксплуатации налагают на СЛВС ряд особенностей, основными из которых являются: работа в реальном масштабе времени, обеспечение высоких показателей надежности и живучести в процессе функционирования.

Эффективность использования ресурсов сети, а также обеспечение заданных показателей надежности и живучести в большой степени зависит от структурно-алгоритмической организации СЛВС.

Теория и практика создания надежных, живучих вычислительных систем находится на стадии становления и быстрого развития. Большой вклад в развитие теории надежности, живучести вычислительных систем внесли И.А.Ушаков, А.Г.Додонов, В.Г.Хорошевский, В.А.Гуляев. Однако и сегодня еще рано говорить о достаточно полной теории надежных и живучих вычислительных систем. Задачи наиболее рационального построения этих систем, проблемы их структурной и алгоритмической организации призвана решить теория надежности и живучести.

Архитектура вычислительных сетей основана на созданной в результате международного сотрудничества многоуровневой эталонной модели, на каждом уровне которой выделены определяющие функции взаимодействия объектов сети. Такой подход позволяет создавать вычисли-

тельные сети как многомодульную структуру, где изменение или оптимизация схемотехнических решений модуля с целью улучшения его технико-эксплуатационных показателей не влечет за собой переделки других модулей, входящих в сеть.

Жесткие условия эксплуатации СЛВС, работающие в реальном масштабе времени в течение длительного времени без вмешательства специалистов по обслуживанию систем, а также широкое использование новой элементной базы в виде БИС и особенно микропроцессоров требуют совершенствования методов проектирования.

Таким образом задача исследования структурно-алгоритмической организации и наиболее рационального построения элементов СЛВС, которые позволяют повисить эффективность функционирования сети в системах управления специального назначения, является весьма актуальной для науки и техники.

Методы исследования. Для решения поставленных задач используются методы теории надежности, живучести, теории массового обслуживания, теории графов. Достоверность полученных результатов подтверждается моделированием на универсальных ПЭВМ и экспериментами на устройствах.

Научная новизна диссертации определяется тем, что в ней предложен аппарат для построения элементов СЛВС, повышающий эффективность функционирования сети за счет рационального выбора структурной организации.

Конкретные научные результаты состоят в следующем:

- 1) предложена методика выбора рациональной топологии СЛВС, позволяющая оптимизировать структуру сети по множеству критериев с учетом заданных технико-экономических требований;
- 2) предложен способ оценки показателей структурно-алгоритмической организации станции СЛВС, обеспечивающий возможность на ранних этапах проектирования определить необходимую структуру станции исходя из условий технического задания;
- 3) предложен способ построения топологии СЛВС, обладающей основными свойствами полносвязности, который позволяет определить число узлов в сети и минимальное количество каналов связи, определяющих требуемый коэффициент связности в заданной области значений числа вышедших из строя узлов;
- 4) предложена модель, позволяющая выбрать пассивную топологию локальной волоконно-оптической сети;
- 5) разработана структура станции СЛВС на базе матричных ком-

мутатора, которая является мультимикропроцессорной системой, причем мультипроцессорность рассматривается как средство достижения высокой производительности станции при решении сетевых задач, а также как средство обеспечения повышенной надежности и живучести за счет автоматической реконфигурации.

Практическая ценность работы. Предложенные в работе способы организации элементов СЛВС позволяют создавать системы передачи информации, обладающие повышенной надежностью, живучестью, быстродействием. Разработанные на основе предложенных методов аппаратные и программные средства могут быть использованы при проектировании топологии, станции локальной вычислительной сети, работающей в жестких условиях эксплуатации и реальном масштабе времени.

Новизна технических решений подтверждается авторским свидетельством СССР.

Внедрение результатов работы. Теоретические и практические результаты диссертационной работы использовались в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах проводимых в Донецком НИИ комплексной автоматизации, а также в разработках Калужского электромеханического завода. Внедрение подтверждено приложениями к диссертации актами. Экономический эффект от внедрения результатов работы в систему управления специального назначения составил 53,7 тыс. рублей в ценах 1990г.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на: научно-технической конференции "Аппаратные и программные средства локальных сетей ЭВМ", Киев, 1991г.; научно-технической конференции "Локальные сети ЭВМ для автоматизации научных исследований и управления производством", Севастополь, 1990г.; всесоюзной научно-технической конференции "Применение вычислительной техники и математических методов в научных и экономических исследованиях", Шацкий, 1991г.

По результатам диссертационной работы опубликовано 6 печатные работы, в том числе 1 авторское свидетельство СССР. Кроме того, значительная часть теоретических и практических результатов изложена в рукописных отчетах о выполнении НИР и ОКР.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (125 названия) и приложений. Основное содержание работы изложено на 112 страницах машинописного текста. Работа содержит 32 рисунка и 1 таблицу.

Во введении обоснована актуальность темы, определены задачи исследования, показаны новизна и практическая ценность полученных результатов, перечислены положения, которые выносятся на защиту.

В первой главе рассмотрены особенности функционирования подсистемы передачи информации системы управления специального назначения и обоснована ее реализация на базе СЛВС. Приведен анализ основных элементов СЛВС (топологий, каналов связи, станций), определены пути повышения эффективности функционирования СЛВС.

Во второй главе предложена методика выбора рациональной топологии СЛВС, позволяющая оптимизировать структуру сети. Представлен способ оценки временных параметров станции и рассмотрен алгоритм ее функционирования, позволяющие определить структуру станции СЛВС.

В третьей главе представлен способ построения топологии СЛВС, обладающей свойствами полносвязности, который позволяет определить число узлов в сети и минимальное количество каналов связи, определяющих требуемый коэффициент связности в заданной области значений числа вышедших из строя узлов. Предложена модель, позволяющая выбрать пассивную топологию локальной волоконно-оптической сети (ЛВОС) исходя из оценки зависимости максимального расстояния между абонентами от количества абонентов в сети. Исследованы временные характеристики модулей станции, выполняющих функции МАС и LLC - уровней.

В четвертой главе содержится описание разработанных элементов архитектуры СЛВС (топологии, организации доступа к моноканалу, взаимодействия абонентов на канальном уровне). Представлены структуры станций радиосети и станции СЛВС на базе матричных коммутаторов, обеспечивающую большую производительность и высокие показатели надежности, живучести. Приведено описание устройства тактовой синхронизации с малым временем вхождения в синхронизм.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

Приложение содержит комплект программ для исследования характеристик СЛВС и передачи информации между абонентами радиосети, акты о внедрении результатов работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Система управления представляет собой совокупность взаимосвязанных подсистем, реализующих множество функций. Она включает в себя подсистему обработки информации, подсистему передачи информации, терминальную подсистему, подсистему объекта управления. Ядром системы управления является подсистема передачи информации, которая не только обеспечивает информационное взаимодействие различных объектов между собой, но и по существу объединяет их в единое целое - систему, как в структурном, так и функциональном отношении.

Подсистема передачи информации системы управления специального назначения малого масштаба может быть реализована на базе СЛВС. Специфика эксплуатации систем управления специального назначения накладывает в свою очередь особенности на СЛВС по сравнению с универсальными: необходимость работы в реальном масштабе времени, обеспечение высоких показателей надежности и живучести сети, широкий диапазон интенсивностей информационного потока. Эти особенности СЛВС могут быть реализованы только при наличии специальной структурно-алгоритмической организации элементов сети и соответствующего программного обеспечения.

Одним из элементов СЛВС является топология. При выборе топологии СЛВС преследуются три основные цели: обеспечение максимальной возможной надежности, живучести сети, гарантирующий надлежащий прием всего трафика при различных воздействиях; выбор маршрута трафика по тракту наименьшей стоимости в сети между передающим и принимающим устройствами станции; предоставление конечному пользователю наиболее выгодного значения задержки передачи сообщения и пропускной способности. Анализ наиболее известных типов топологий показывает, что наибольшей надежностью, живучестью обладают сети с полностью связанной топологией. Однако использование в СЛВС полностью связанной топологии сопряжено с двумя проблемами: во-первых полностью связанные сети требуют для своего построения большое число каналов связи; во-вторых значительно усложняется логика управления таких сетей. Поэтому для СЛВС наиболее приемлемая является гибридная топология, которая по своим показателям надежности и живучести приближается к полностью связанной сети.

В работе предложена методика выбора рациональной топологии СЛВС, которая заключается в следующем. На первом этапе проектиро-

вания, исходя из пространственных характеристик, строится простой граф $D(U, U)$, где U - множество узлов, включающее и абонентские узлы, U - множество ребер. Этот граф должен обеспечивать взаимосвязь между абонентами исходя из множества пар абонентов при минимуме каналов связи. На втором этапе выполняется анализ выбранной топологии сети с точки зрения показателей надежности и живучести. В случае невыполнения этих требований производится изменение (до-страивание) структуры сети. Этот процесс продолжается до тех пор пока топология СЛВС не будет отвечать заданным требованиям надежности и живучести сети. На третьем этапе осуществляется анализ временных параметров полученной структуры сети с учетом типов каналов связи, методов коммутации, алгоритмов обработки сообщений, способов маршрутизации и т.д. При получении неудовлетворительных значений времени доставки сообщения необходимо изменить маршрут при перегрузки трафика, использовать более широкополосные каналы связи, высокопроизводительные процессоры. Если эти меры не приводят к положительному результату необходимо изменить топологию сети на отдельном участке, где образуется задержка. На четвертом этапе производится оценка стоимости сети. Если полученная стоимость превышает заданную, то необходимо изменить типы каналов связи, аппаратные и программные средства на более дешевые.

Выполняя поэтапный анализ топологий СЛВС может быть найдено множество M топологий, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к сети, из которого необходимо выбрать наиболее оптимальные структуры. В стандартной постановке задачи оптимизации указывается один критерий, по которому из множества всех допустимых альтернатив структур сети необходимо выбрать одну наилучшую. Безусловно, оптимизация по разным критериям (с учетом выполнения ограничений по другим критериям) приводит к разным структурам сети. В связи с этим каждую из таких структур можно считать лишь условно оптимальной в зависимости от критерия, по которому проводилась оптимизация.

Наряду с рассмотрением условно оптимальных структур представляется интересным и перспективным выбор структуры СЛВС по совокупности критериев. Такой выбор носит название рациональный. В качестве основных критериев при анализе топологий используются следующие характеристики: надежность, живучесть, время доставки сообщения, стоимость сети. Многокритериальная оптимизационная задача выбора топологии сети в общем виде может быть представлена в виде

$$\text{opt}_x \{ W(x) / g(x) > 0, x \in X \},$$

где $W(x) = (W_1(x), W_2(x), \dots, W_n(x))$, $n \geq 1$; $W_i(x)$ - частный одномерный критерий; $g(x) = (g_1(x), g_2(x), \dots, g_m(x))$, $m \geq 0$; $g_j(x)$ - математическая запись ограничения на j -ую характеристику; X - допустимое множество значений переменной x , описывающей структуру сети; opt_x - оператор оптимизации критерия (при $n \geq 2$ - векторного, т.е. выделения множества эффективных структур).

В многокритериальной оптимизации широко известным является метод решения, основанный на "свертывании" векторного критерия W в одну функцию - обобщенный (агрегированный) критерий $f(W_1, W_2, \dots, W_n)$. Наиболее распространенный обобщенный критерий - линейная "свертка"

$$y = \sum_{i=1}^n \lambda_i W_i,$$

где λ_i - некоторые положительные числа, характеризующие относительную важность критериев (коэффициенты важности).

Исходя из того, что для решения оптимизационной задачи выбора структуры СЛВС используются четыре критерия - стоимость $C(x)$, надежность $H(x)$, живучесть сети $B(x)$, время доставки сообщения $T(x)$, а остальные характеристики вносятся в систему ограничений, то тогда алгоритм отыскания всего множества эффективных решений дискретной задачи может быть предложен на основании линейной свертки

$$F(x) = \lambda H(x) + \lambda B(x) - (1-\lambda) T(x) - (1-\lambda) C(x)$$

Для нахождения эффективного решения из множества M прономеруем значения H, B, T, C относительно их максимальных значений. Тогда решая задачу

$$\max (\lambda // H // + \lambda // B // - (1-\lambda) // T // - (1-\lambda) // C //)$$

получаем эффективные структуры $D_1 \dots D_k$, где $k \in (1 \dots m)$,

m - количество структур множества M .

Станция СЛВС, выполняющая функции связанные с передачей информации, реализует протоколы нижних уровней области взаимодействия открытых систем, а именно с физического по сетевой (транспортный). Предложен способ оценки показателей структурно-алгоритмической организации станции СЛВС, позволяющий определить необходимую структуру станции. При этом сделаны предположения, что на вход станции поступает пуассоновский поток сообщений интенсивностью λ , а функция распределения случайной величины времени обслуживания в каждом блоке независима и имеет экспоненциальный закон

распределения.

Рассмотрена организация обмена между МАС и LLC - подуровнями. Получено выражение для определения среднего времени пребывания сообщения в блоке управления логическим каналом (БУЛК) к которому подключен непосредственно блок доступа (БД) и обмен между ними осуществляется по прерыванию

$$T'_{LLC} = n(r * p + t_{зап}) + k * p + D_1 + \frac{\rho (n(r * p + t_{зап}) + k * p + D_1)}{1 - \rho}$$

где n - количество байт в сообщении; r - количество команд, необходимых для передачи одного байта из БД в ОЗУ; p - производительность процессора; $t_{зап}$ - время цикла записи / считывания в ОЗУ; k - количество команд подпрограммы обработки сообщения на LLC - подуровне; ρ - коэффициент использования; $D_1 = T_{впп} + T_{прд} llc$, $T_{впп}$ - время, необходимое для вызова подпрограммы прерывания; $T_{прд} llc$ - время, необходимое для передачи сообщения из LLC - подуровня в сетевой уровень.

Выражение для определения среднего времени пребывания сообщения в БУЛК для организации, когда обмен данными между БД и памятью БУЛК осуществляется в прямом доступе имеет вид

$$T''_{LLC} = k * p + n * t_{зап} + D_2 + \frac{\rho (k * p + n * t_{зап} + D_2)}{1 - \rho}$$

где $D_2 = T_{вдп} + T_{впп} + T_{прд} llc$, $T_{вдп}$ - время, необходимое для перехода процессора в режим прямого доступа.

Среднее время пребывания сообщения в БУЛК для организации, когда обмен между БД и БУЛК осуществляется с использованием двухвходового ОЗУ равно

$$T'''_{LLC} = k * p + n * t_{зап} + D_1 + \frac{\rho (k * p + n * t_{зап} + D_1)}{1 - \rho}$$

Показана зависимость среднего времени пребывания сообщения от загрузки канала связи при различных длинах сообщений, позволяющая оценить быстродействие рассматриваемых структур.

Разработан алгоритм работы БУЛК, показывающий, что за счет распараллеливания его структуры увеличивается производительность станции и повышается ее надежность, живучесть.

Проведено исследование мультимикропроцессорных систем станции СЛВС с шинной организацией и на базе матричных коммутаторов.

Получено выражение для определения среднего времени пребывания сообщения в системе с шинной организацией

$$T_{\text{ср}} = \frac{p (r + h + lf) + kt}{1 - \lambda (p (r + h + lf) + kt)} + \frac{p (q + v) + t_{\text{прд}}}{1 - \lambda (p (q + v) + t_{\text{прд}})}$$

где k - количество байт в информационном сообщении; t - время цикла записи / считывания в двухходовом ОЗУ; p - производительность процессора; r - количество обменов данными совершаемыми между ЦП₁ и двухходовым ОЗУ, при обработке сообщения на LLC - подуровне; h - количество команд для обработки сообщения на LLC - подуровне; l - количество байт в сообщении после обработки на LLC - подуровне; f - количество команд необходимых процессору для передачи байта из ОЗУ₁ в ОЗУ₂; q - количество обменов данными совершаемыми между ЦП₂ и двухходовым ОЗУ₂ при обработке сообщения на сетевом (транспортном) уровне; v - количество команд для обработки сообщения на сетевом (транспортном) уровне; $t_{\text{прд}}$ - время необходимое для передачи сообщения из сетевого (транспортного) уровня на более высокий уровень посредством устройства ввода/вывода; λ - интенсивность входного потока.

Станция СЛВС на базе матричных коммутаторов обеспечивает более высокие показатели надежности, живучести за счет автоматической реконфигурации при выходе из строя любого из процессорных элементов. Такая станция может работать одновременно в нескольких сетях, т.е. имеется n блоков доступа, а m процессоров - функции сетевого (транспортного) уровней. Выражение для определения среднего времени пребывания сообщения в мультимикропроцессорной системе на базе матричных коммутаторов имеет вид:

$$T_{\text{ср}} = p (r + h + lf + q + v) + k t + t_{\text{прд}} + \frac{p_1 (p (r + h + lf) + kt)}{n - \lambda (p (r + h + lf) + kt)} + \frac{p_2 (p (q + v) + t_{\text{прд}})}{n - \lambda (p (q + v) + t_{\text{прд}})}$$

- 11 -

где $P'_q = \frac{P'_0 (\lambda (p(r+h+lf) + kt))^m}{m! (1 - \lambda / m (p(r+h+lf) + kt))}$,

$$P'_0 = \left[\sum_{x=0}^{m-1} \frac{(\lambda (p(r+h+lf) + kt))^x}{x!} + \right.$$

$$\left. + \frac{(\lambda (p(r+h+lf) + kt))^m}{m! (1 - \lambda / m (p(r+h+lf) + kt))} \right]^{-1}$$

$$P''_q = \frac{P''_0 (\lambda (p(q+v) + t_{\text{прд}}))^n}{n! (1 - \lambda / n (p(q+v) + t_{\text{прд}}))}$$

$$P''_0 = \left[\sum_{z=0}^{n-1} \frac{(\lambda (p(q+v) + t_{\text{прд}}))^z}{z!} + \right.$$

$$\left. + \frac{(\lambda (p(q+v) + t_{\text{прд}}))^n}{n! (1 - \lambda / n (p(q+v) + t_{\text{прд}}))} \right]^{-1}$$

где n - число процессоров на LLC - подуровне; m - число процессоров на сетевом (транспортном уровне).

Получены зависимости среднего времени пребывания сообщения в мультимикропроцессорных системах с шинной организацией и на базе матричных коммутаторов от интенсивности входного потока. Анализ зависимостей показывает, что если увеличить производительность процессора в три раза на каждой из фаз в системе с шинной организацией, то при слабой нагрузке канала связи время пребывания сообщения в этой системе будет в три раза меньше по сравнению с системой на базе матричных коммутаторов. При большой интенсивности входного потока время пребывания сообщения в этих системах будет примерно одинаковым.

Для определения метода множественного доступа к моноканалу проведено исследование задержки передачи пакета от интенсивности входного потока для наиболее известных методов (метода доступа с контролем несущей и обнаружением ошибок, маркерного доступа на

мине, пропорционального доступа с произвольной очередностью, маркерного доступа на кольце, кольцо с переменной задержкой). Исследование показало, что не один из рассмотренных методов доступа не обеспечивает минимальной задержки при произвольной загрузке канала связи. Поэтому в СЛВС предлагается использовать комбинированный метод доступа.

Таким образом предлагаемый способ оценки показателей структурно-алгоритмической организации позволяет выбрать необходимую структуру станции СЛВС.

Используя предлагаемый способ, разработана структура станции СЛВС на базе матричного коммутатора. Матричный коммутатор обеспечивает возможность установления связи любого процессора с любым блоком доступа или устройством ввода/вывода, а также связи любого процессора с любым другим процессором. Коммутатор образует межпроцессорные связи путем установления межсоединений в соответствующих точках пересечения прямоугольной сетки мин. Соединение между устройствами сохраняется на все время передачи сообщения. Возможны одновременная связь и передача данных через коммутатор между различными парами устройств станции СЛВС. В случае выхода из строя любого из процессорных элементов его функции может выполнять другой оставшийся процессор путем переключения матричного коммутатора и загрузки из ПЗУ соответствующей подпрограммы. Хотя при этом производительность станции снижается, однако она продолжает выполнять свои функции по передаче/приему и обработке информации. Разработаны структуры: устройства арбитража, управляющего работой коммутаторами и блоков доступа, реализующих случайный метод доступа и кольцо с переменной задержкой. Разработанная станция СЛВС обеспечивает большую производительность за счет мультипроцессорной организации и высокие показатели надежности, живучести.

В работе предложен способ построения топологии, обладающая основными свойствами полносвязности, который заключается в разделении сети на полnodоступные подсети, обладающие основными свойствами полносвязности и соединением их таким образом, чтобы обеспечивалось сохранение свойств полносвязности для всей сети. Выражение выигрыша в числе каналов связи для предлагаемой сети по сравнению с полносвязной сетью имеет вид: $n = N(N - 6) / 2$, где N - число узлов в сети. Данный способ позволяет определить число узлов в сети и минимальное количество каналов связи, определяющих требуемый коэффициент связности в заданной области значений числа

вышедших из строя узлов.

Разработана топология СЛВС, содержащая подсети, имеющие структуру пассивной звезды, объединенной кольцом, которые связаны между собой таким образом, что образуют решетчатую структуру. Для обеспечения минимальной задержки передачи пакета при произвольной загрузке канала связи в подсетях предлагается использовать комбинированный метод доступа. Суть его заключается в следующем. В станции СЛВС устанавливается два блока доступа. Один из которых ведет обмен данными через кольцевую топологию, а другой через - звездообразную. При малой загрузке подсети наименьшую задержку обеспечивает метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов, протокол которого реализован в блоке доступа, работающий на звездообразную структуру. При большой интенсивности входного потока наименьшую задержку обеспечивает кольцо с переменной задержкой. Этот протокол реализован в блоке доступа, работающем на кольцевую топологию. Для соединения подсетей разработан механизм их взаимодействия, структура кадра передаваемого кадра. Показано, что функции маршрутизации в усеченном виде могут быть реализованы на канальном уровне. Предлагаемая архитектура СЛВС обладает высокими показателями структурной надежности и живучести за счет своей топологии и малой задержкой передачи сообщения, достигаемой введением комбинированного метода доступа в подсети и упрощения функции маршрутизации, осуществляемой на канальном уровне.

Для выбора топологии ЛВОС с пассивной организацией разработана модель, позволяющая получить количественную оценку зависимости максимального расстояния между абонентами от количества абонентов в сети при различной элементной базе. Получена система выражений, отражающая данную зависимость для пассивной магистральной топологии

$$\begin{cases} L < \frac{1}{\alpha} (R_{\text{прд}} - R_{\text{при}} - k_1 N - k_2) \\ L < \Delta F \sqrt{\left(\frac{0.7}{(1,1 - 1,2) B} \right)^2 - t_{\text{прд}}^2 - t_{\text{при}}^2} \end{cases}$$

где $k_1 = R_{\text{ор}} + 2R_{\text{свр}}$; $k_2 = R_{\text{пт}} + 2R_{\text{ос}} + 2R_{\text{свр}} + R_{\text{прк}} + R_{\text{т}} + R_{\text{сз}}$; $R_{\text{ос}}$ - потери в кабельном разьеме, подключаемом к квантоэлектронному модулю; $R_{\text{ор}}$ - потери в двунаправленном разветвителе; $R_{\text{прк}}$ - потери в оптическом переключателе; $R_{\text{свр}}$ - потери при соединении путем сварки кабелей между собой, подключении к разветвителям, пере-

клемм; α - коэффициент затухания кабеля; P_t - допуск на температурные изменения характеристик элементов; $P_{сз}$ - допуск на ухудшение параметров элементов ЛВОС; L - максимальная длина оптического кабеля между абонентами; $P_{пт}$ - потери мощности сигнала при цифровой передаче; $P_{прд}$ - средняя мощность излучения; $P_{пр}$ - чувствительность приемника; N - количество абонентов в сети; ΔF - коэффициент широкополосности волоконного световода; V - скорость передачи данных; $t_{прд}$ - быстродействие передающего модуля; $t_{пр}$ - быстродействие приемного модуля.

Для пассивной звездообразной топологии система выражений, отражающая зависимость максимального расстояния между абонентами от количества абонентов имеет вид

$$\begin{cases} L < \frac{L}{\alpha} (P_{прд} - P_{пр} - 10 \lg N - k) \\ L < \Delta F \sqrt{\left(\frac{0,7}{(1,1 - 1,2) V} \right)^2 - t_{прд}^2 - t_{пр}^2} \end{cases}$$

где k - коэффициент, отражающий потери в оптическом тракте.

Проведено исследование зависимостей максимального расстояния между абонентами от количества абонентов при различной элементной базе пассивных топологий, которое показало, что для сетей с малым количеством абонентов магистральная топология дает выигрыш в максимальной длине оптического кабеля между абонентами по сравнению со звездообразной. Однако сеть со звездообразной топологией может быть построена с таким количеством абонентов, при которых магистральная топология не обеспечивает уверенного приема сигнала.

В работе приведена структура разработанного устройства тактовой синхронизации, используемого в модемах для передачи цифровой информации по каналам тональной частоты, у которого время вхождения в синхронизм значительно меньше, чем у серийно выпускаемой аппаратуры передачи данных.

Разработана станция локальной вычислительной радиосети, состоящая из радиостанции, радиомодема, сетевого контроллера и персональной ЭВМ. Сетевой контроллер реализован на базе микропроцессора 1810VM86, реализующего функции канального уровня. Разработано программное обеспечение станции радиосети, которое позволяет вести обмен различного рода информацией с другими абонентами радиосети.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основе анализа особенностей функционирования и организации основных элементов СЛВС систем управления специального назначения обоснован выбор путей повышения эффективности их функционирования, требующих разработки надежных, живучих, быстродействующих топологий, станций СЛВС.

2. Предложена методика выбора рациональной топологии СЛВС, позволяющая оптимизировать структуру сети по множеству критериев с учетом заданных технико-экономических требований.

3. Предложен способ оценки показателей структурно-алгоритмической организации станции СЛВС, позволяющий определить необходимую структуру станции.

4. Предложен способ построения топологии и синтезирована структура СЛВС, обладающая основными свойствами полновязности, который дает выигрыш в числе каналов связи по сравнению с полновязной в сотни процентов.

5. Предложена модель, позволяющая выбрать пассивную топологию СЛВС исходя из оценки зависимости максимального расстояния между абонентами от количества абонентов в сети.

6. Предложена структура станции СЛВС на базе матричного коммутатора, которая является мультимикропроцессорной системой, причем мультипроцессорность рассматривается как средство достижения высокой производительности станции при решении сетевых задач, а также как средство обеспечения повышенной надежности и живучести за счет автоматической реконфигурации.

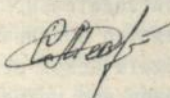
7. Разработано устройство тактовой синхронизации, используемое в модемах для передачи цифровой информации по стандартным каналам тональной частоты, у которого время вхождения в синхронизм в 20 раз меньше по сравнению с серийно выпускаемыми модемами.

8. Разработана станция локальной вычислительной радиосети и программное обеспечение к ней, позволяющее передавать / принимать различного рода информацию другим абонентам радиосети.

9. Теоретические и практические результаты работы внедрены в Донецком НИИ комплексной автоматизации и Калужском электрохимическом заводе с экономическим эффектом 53700 руб. в ценах 1990г.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Швец Е.М., Медведев С.Л., Нейра В.М.А. Схемотехническое проектирование высокопроизводительных станций локальных вычислительных сетей // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Автоматика и электроприборостроение. - К., 1992. - Вып. 29, с. 49 - 53.
2. А.с. 1124439. Устройство тактовой синхронизации / С.Л.Медведев, А.П.Голенцов / СССР /.- Оpubл. 15.11.84. Бюл.№42 // Открытия. Изобретения.// - 1984.
3. Тихонова О.А., Медведев С.Л., Нейра В.М.А. Зависимость характеристик волоконно-оптических сетей связи от параметров элементной базы // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Автоматика и электроприборостроение. - К., 1992. - Вып. 29, с. 45 - 49.
4. Медведев С.Л. Организация топологии специализированных локальных вычислительных сетей. - Донецк. НИИ компл. автоматизации, 1992. - 9с. - Деп. в УкрИНТЭИ, 24.11.92. - № 1841УК92.
5. Жураковский Ю.П., Медведев С.Л. Структурная организация станции специализированной локальной вычислительной сети // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Автоматика и электроприборостроение. - К., 1993. Вып. 30.
6. Медведев С.Л. Об одном подходе по выбору топологии специализированных локальных вычислительных сетей. - В кн.: Научно-техническая конференция "Аппаратные и программные средства локальных сетей ЭВМ", Киев, 1991.



Подп. к печ. 9.12.92. Формат 20x24/16 Бумага Тен 2

Печ. офс. Усл. печ. л. 0,93 Уч.-изд. л. 0,66 Тираж 100

Зак. 2-3725

Киевская книжная типография научной книги. Киев, Репина, 4.

АНБ Им. В. Стефанія
АН УРСР

AB 26.595

AB 26.595