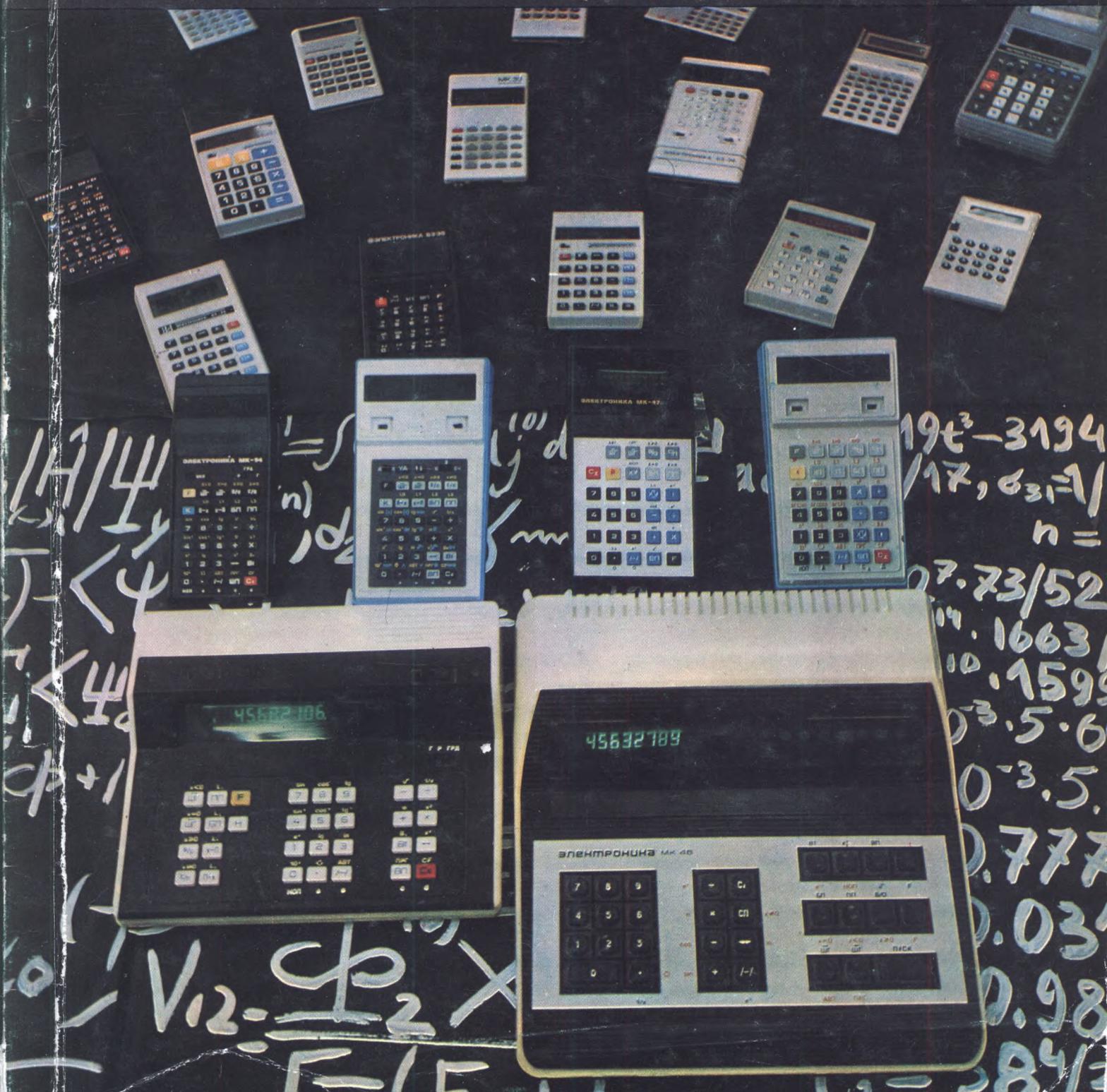


ISSN 0207—6357

3

1983

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



ЭЛЕКТРОНИКА МК-51

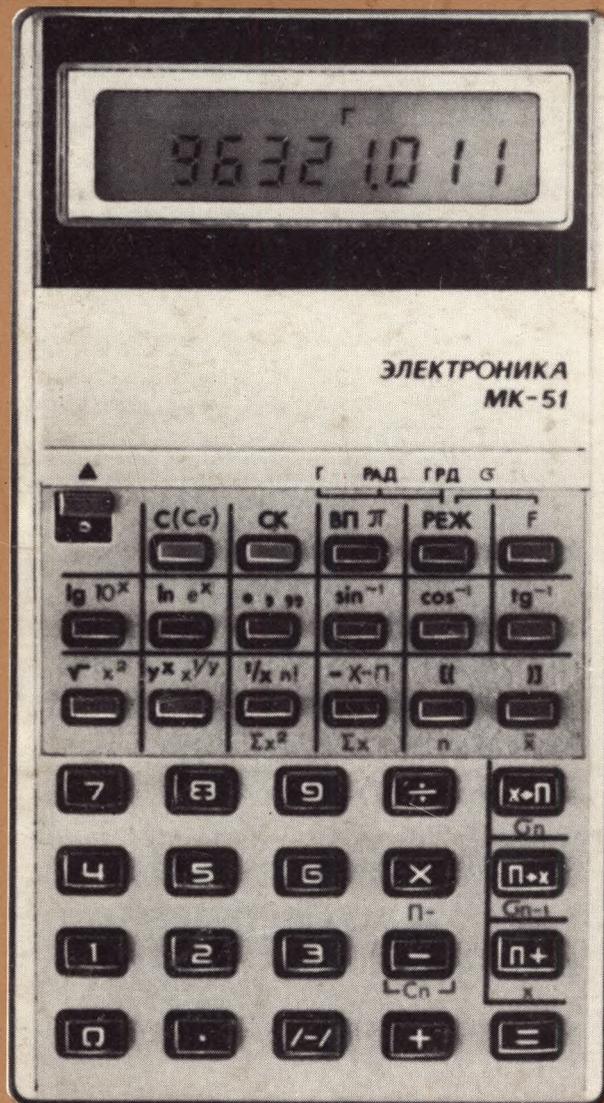
микрокалькулятор
для научных расчетов
с литиевым элементом питания,
обеспечивающим
продолжительность непрерывной работы
в течение более 1000 часов

Возведение
в квадрат
и извлечение
квадратного
корня

Операции
с памятью

Статистические
расчеты

Коррекция
ошибочно
введенных
чисел
и величин



Арифметические
действия

Натуральные и
десятичные
логарифмы и
антилогарифмы

Вычисления
с двухуровневыми
скобками

Прямые и
обратные
тригонометри-
ческие
функции

Тип индикатора	ЖКИ
Число выполняемых операций	35
Время выполнения арифметических операций, с	не более 0,6
Диапазон представления чисел в форме с естественной запятой	$10^7 \leq [X] \leq 10^8 - 1$
в экспоненциальной форме	$10^{-99} [X] \leq 9,99999-10$
Потребляемая мощность, Вт	0,0006
Источник питания	один литиевый элемент ДМЛ-012
Рабочая температура, °С	от +10 до +35
Масса, кг	не более 0,1
Габаритные размеры, мм	130x71x8

1983

МИНИСТЕРСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР-НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.А.Чернышев
(главный редактор)

В.А.Афанасьев
Ф.И.Бусол
А.А.Васенков
И.Н.Воженин
Г.Г.Горбунова
(ответственный секретарь)

А.П.Грибачев
Г.Я.Гуськов
Н.Д.Девятков
Г.М.Зверев
В.И.Иванов
А.Ф.Казаков
А.А.Константинов
Ю.Г.Кувшинников
Э.А.Лукин
А.А.Маклаков
В.И.Машкин
Ю.Б.Митюшин
Ю.П.Поцелуев
В.М.Пролейко
(зам. главного редактора)

Ю.А.Райнов
А.И.Савин
А.А.Сорокин
В.Д.Степанов
В.Н.Сретенский
П.М.Стуколов
(зам. главного редактора)

И.Ф.Фадеев
В.А.Федоров
Я.А.Федотов
О.В.Филатов
С.К.Цаллагов

● Программируемые микрокалькуляторы (ПМК) с широкими вычислительными и функциональными возможностями, программным управлением и программным обеспечением, ориентированным на решение типовых функциональных задач, находят широкое применение в медицине, геодезии, строительстве, при цифровом моделировании физических объектов, решении задач теории вероятностей и математической статистики и т.д. Особенно перспективно использование ПМК для решения экономических и управленческих задач, так как с их помощью можно проводить экспресс-анализ деятельности объединений (предприятий) и оценивать последствия принимаемых оперативных управляющих воздействий на производственный процесс.

● Применение однокристалльных программируемых микроконтроллеров серии K145 наделяет изделия качественно новыми показателями, улучшает их эксплуатационные и надежность характеристики. Благодаря специальной организации системы ввода-вывода данных и наличию встроенных систем управления микроконтроллеры хорошо адаптируются к внешним устройствам как по формату управляющих команд, так и по временным характеристикам.

● Оперативное запоминающее устройство емкостью 32 кбайт, обладающее способностью автономной регенерации памяти по строке с частотой 64 кГц, позволяет увеличить быстродействие процессора микроЭВМ «Электроника 60» на 7—10%, упростить проектирование многомашинных систем и устройств прямого доступа к памяти.

● Применение микропроцессорной техники на уровне подстанции распределительной электрической сети дает возможность улучшить характеристики системы защиты от замыканий на землю и обеспечить прогнозирование повреждаемости кабелей, что значительно повышает надежность электроснабжения потребителей.

● Унифицированные модули считывания информации на магнитодиодах используются для создания цифровых преобразователей угла с различными выходными кодами, отличающихся простотой конструкции, точностью воспроизведения считываемой информации, температурной стабильностью.

● Введение в состав периферийных устройств микроЭВМ «Электроника НЦ-03Д» накопителя на гибких магнитных дисках «Электроника ГМД-70» и организация виртуальной памяти с помощью специальных программных средств позволяет значительно расширить функциональные возможности и сферу применения микроЭВМ.

● Работы, проводимые в области создания новых конструкций дефибрилляторов, дают основание ожидать, что в ближайшее время автоматический дефибриллятор таких же габаритов, как и применяемые электронные стимуляторы сердечной деятельности, может быть имплантирован человеку.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1983

3

ИЗДАЕТСЯ С 1970 г. - ВЫПУСК (120)

СОДЕРЖАНИЕ

3 *Геворкян Л.А.* Ударный труд—пятилетке

I ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ

- 5 *Плетнев А.И., Скворцов Н.Н.* Применение программируемых микрокалькуляторов в экономических расчетах
- 7 *Лановой В.Т., Плетнев А.И., Скворцов Н.Н.* Решение задач факторного анализа на программируемых микрокалькуляторах
- 13 *Завражин В.Я., Крамный В.В., Прокопенко А.В.* Экспресс-расчет производственной мощности с применением программируемых микрокалькуляторов
- 16 *Захаров В.П., Кузьмин В.В., Солдатенко Л.М., Унин А.Ф.* Программируемые микрокалькуляторы в информационно-измерительных системах
- 17 *Захаров В.П., Олейник А.В., Солдатенко Л.М.* Программируемый микрокалькулятор "Электроника МК-64":
- 18 *Дорофеев А.Н.* Использование программируемого микрокалькулятора в качестве измерителя времени

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

- 19 *Крылов С.М.* Многопротокольный программируемый процессор связи
- 22 *Горин В.Г., Морозов В.А., Найденов А.В., Пароходов В.В.* ОЗУ для микроЭВМ "Электроника 60"

24 *Зварич В.К., Кобылинский А.В., Сабадаш Н.Г.* Универсальный программируемый контроллер "Электроника К1-20"

27 *Захаров В.П.* Программируемые однокристалльные микроконтроллеры серии К145

31 *Стельмашенко М.Б.* Функциональные модули для построения вычислительных комплексов на базе микроЭВМ "Электроника С5"

32 *Дроздов В.Н., Козярук А.Е.* Применение микроЭВМ "Электроника С5" в системах управления электрооборудованием

34 *Медведев А.В., Рудометов Е.Н.* Организация работы арифметического устройства К588ИК2 в автономном режиме

36 *Алексинский С.О., Булатов Ю.И.* Система защиты от замыканий на землю в электрических сетях

38 *Егорова Ю.И., Кузнецов Е.Ю., Минкин Л.К., Петровский В.С., Сидорин В.С.* Портативный электронный переводчик

42 *Гладков В.В., Лемко Д.М.* Микрокалькулятор для научных расчетов

45 *Булаков А.Д., Космодемьянский В.В., Шалагин А.М.* Универсальный асинхронный приемопередатчик КР581ВА1

47 *Бороненков И.Ю., Колмаков В.О., Милёхин В.В., Петрунин А.Н., Полятыкин П.П.* Универсальная высокочастотная ИС ФАПЧ К174ХА12

II АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА, УПРАВЛЕНИЯ

- 49 *Глазер С.Ф., Маликов А.Г.* Средства сокращения времени разработки микропроцессорных систем
- 53 *Теплицкий Ф.Н., Чуглазов Г.Н., Фельд Е.А.* Отладочный комплекс на основе ВУМС "Электрони - ка ДЗ-28"
- 55 *Глущенко А.Ф., Севериновский М.Л., Чуглазов Г.Н.* Эффективный способ связи ВУМС "Электрони - ка ДЗ-28" с телетайпом
- 56 *Козевич О.П., Куприяненко В.Н., Натопта Е.Е.* Устройство сопряжения микроЭВМ с кассетным аппаратом магнитной записи
- 56 *Степанян С.О.* ДОС для микроЭВМ "Электроника НЦ-03Д"
- 59 *Голец Н.Т., Захаров В.П., Польский Ю.М., Солда - тенко Л.М.* Автономные управляющие системы на основе микроконтроллеров
- 60 *Баронец В.Д., Ключин Б.А., Прякин Л.П.* Иерар - хический микроУВК для АСУ производственными процессами
- 62 *Гаврюшов С.С., Конушанов А.А., Славинский З.М., Смирнов Г.И.* Сервисный пульт для микроЭВМ "Электроника 60"

III ИССЛЕДОВАНИЯ. РАЗРАБОТКИ. МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ

- 63 *Григорьянц В.В., Жаботинский М.Е., Казарян Р.К.* Определение микропараметров активной среды ОКГ на неодиме с селективным резонатором

- 66 *Егизарян Г.А., Лещенко Г.И.* Магнитодиодные считывающие модули для цифровых преобразова - телей угла

IV ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИ - ТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

- 69 *Ивонин М.Ю., Поздеев В.С.* Автоматический конт - роль микропроцессорного комплекта
- 70 *Старкин В.И., Урубков В.Н.* Тестер 12МП5/20-1 на основе микропроцессора
- 71 *Бунзя В.Н., Постников Д.Я.* Автоматизированная система контроля параметров микросхем

V СООБЩЕНИЯ

- 73 *Бокерия Л.А., Ревшвили А.Ш., Резницкий В.Г., Свашенко Н.Б., Цыганов Д.И.* Криохирургический аппарат АК-1 в сердечно-сосудистой хирургии
- 73 *Жуковский В.Д., Черныш А.М.* Автоматические им - плантируемые дефибрилляторы

VI РЕКЛАМА

- 11 Микрокалькулятор "Электроника БЗ-34"
- 11 Микрокалькулятор "Электроника БЗ-21"
- 12 Микрокалькулятор "Электроника МК-54"
- 12 Микрокалькулятор "Электроника МК-56"
- 72 *Васильев В.Н.* Телевизионный радиоконструктор
- 72 *Богомолов В.А.* Светильник для дома

УДАРНЫЙ ТРУД — ПЯТИЛЕТКЕ

Л. А. ГЕВОРКЯН

1982 год вошел в историю нашей страны как год шестидесятилетия образования СССР, год успешной работы в борьбе за претворение в жизнь решений XXVI съезда КПСС и последующих Пленумов, за досрочное выполнение плана 1982 года и принятых в честь 60-летия образования СССР социалистических обязательств.

Итоги года показали, что электронная промышленность, как и в прежние годы, развивалась опережающими темпами. Существенно возросли объем производства и производительность труда, повысился технический уровень и улучшилось качество выпускаемых изделий. Было создано и внедрено в производство большое количество нового оборудования, начат серийный выпуск нескольких тысяч видов приборов и средств автоматизации и вычислительной техники, многие из которых освоены в СССР впервые. Значительно расширен ассортимент товаров культурно-бытового назначения. Обеспечена экономия и рациональное использование сырьевых, топливно-энергетических и других материальных ресурсов.

Достигнутые успехи — это прежде всего результат широкого использования достижений научно-технического прогресса, передовой технологии и прогрессивных форм организации и управления труда, активной работы по техническому перевооружению предприятий отрасли, механизации и автоматизации производства.

Большую роль в достижении высоких показателей сыграло широко развернутое в отрасли социалистическое соревнование, которое в прошлом году было посвящено славному юбилею нашей страны и проходило под девизом «60-летию образования СССР — 60 ударных трудовых недель». Каждая из 60 ударных вахт была посвящена событиям и знаменательным датам, связанным с историей СССР и пятнадцати союзных республик.

Юбилей нашей Родины трудящиеся электронной промышленности вместе со всем советским народом встретили высокими достижениями в труде. Соревнование в отрасли за достойную встречу 60-летия СССР проходило в обстановке высокой политической и трудовой активности масс. Это позволило многим тысячам передовиков производства к концу 1982 года выполнить план двух с половиной, трех и трех с половиной лет пятилетки. В их числе Герой Социалистического Труда Силаев Игорь Дмитриевич, завершивший план трех с половиной лет пятилетки. Задание трех лет пятилетки успешно выполнили сборщица микросхем Кузнецова Иманта Владиславовна, бригадир операторов диффузионных процессов Зайцев Владимир Александрович и многие другие.

В ходе юбилейного соревнования на предприятиях отрасли появились новые формы трудового соперничества, новые инициативы и почину. Так, с инициативой об увеличении выпуска продукции и повышении выпуска продукции и росту производительности труда на основе расширения зоны обслуживания оборудования и перехода на многостаночную работу выступила намотчица спиралей и сеток Нина Александровна Терпугова. Свыше 80 тыс. передовиков производства взяли обязательство выполнить задание одиннадцатой пятилетки за 4,5 года, более 40 тысяч человек обязались выполнить задание пятилетнего плана к 115-й годовщине со дня рождения В.И.Ленина.

Результаты юбилейного соревнования показали, что с принятыми обязательствами трудящиеся отрасли в целом справляются успешно, многие из них значительно опережают намеченные в планах и обязательствах рубежи.

Творческий энтузиазм, с которым трудились и соревновались передовики производства, позволил коллективам многих предприятий достичь наивысших в отрасли показателей. За достижение наиболее высоких и устойчивых показателей в выполнении планов и повышенных обязательств коллективы шести предприятий признаны победителями во Всесоюзном социалистическом соревновании за достойную встречу 60-й годовщины образования СССР и награждены переходящими Красными знаменами ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ.

За высокие достижения в труде многие передовики производства отрасли отмечены высокими знаками отличия Министерства и ЦК проф-

союза и правительственными наградами. 150 передовиков производства признаны лучшими рабочими отрасли по своей профессии, 50 человек лучшими технологами, 53 человека — лучшими конструкторами. За успехи в социалистическом соревновании 400 человек награждены знаком «Отличник социалистического соревнования электронной промышленности», 200 рабочих, ИТР и служащих за большие заслуги перед отраслью награждены знаком «Почетный работник электронной промышленности», 800 человек — Почетными грамотами Министерства и ЦК профсоюза.

Более 20 тысяч передовиков производства за достижение высоких показателей в повышении эффективности и качества работы и успешное выполнение социалистических обязательств награждены единым общесоюзным знаком «Ударник одиннадцатой пятилетки».

Среди передовиков производства следует отметить лауреатов Государственной премии СССР в области производства за 1982 год стеклодува Раису Григорьевну Воронину и оператора прецизионной фотолитографии Анну Васильевну Томилину.

Решения ноябрьского (1982 г.) Пленума Центрального Комитета партии, рекомендации и указания Генерального секретаря ЦК КПСС тов. Ю.В.Андропова, которые ориентировали весь советский народ на повышение ответственности и организованности, укрепление дисциплины на всех участках производственной деятельности, восприняты трудящимися электронной промышленности как руководство к действию.

Обсуждая свои задачи, вытекающие из решений ноябрьского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, сознавая всю ответственность за наведение твердого порядка на производстве, преодоление формализма и равнодушия к общему делу, коллектив одного из предприятий отрасли выступил с инициативой по развертыванию патриотического движения за обеспечение сознательной дисциплины и четкой организации труда под девизом: «Честь и слава — по труду», главная цель которой — добиться такого положения, чтобы к концу пятилетки сознательная дисциплина и четкая организация труда стали для всех работников объединения нормой каждого дня. Инициатива эта одобрена совместным решением коллегии Министерства и Президиума ЦК профсоюза.

Неотложная и первостепенная обязанность всех руководителей и профсоюзных комитетов предприятий и организаций отрасли — обеспечить повсеместно поддержку и широкое распространение этой инициативы и на ее основе добиться существенного укрепления трудовой дисциплины.

Огромную роль в укреплении трудовой дисциплины играет широкое развитие в отрасли движения за коммунистическое отношение к труду. В тех коллективах, где ответственно, принципиально и требовательно подходят к присвоению почетного звания Ударник коммунистического труда, повышают его воспитательное значение, там дисциплина труда значительно выше, чем в других коллективах.

В отрасли в движении за коммунистическое отношение к труду участвуют свыше 93,3% работающих, из них 52% являются Ударниками коммунистического труда. Почетное звание Коллектив коммунистического труда носят 13 предприятий отрасли и свыше 26 тысяч цехов, бригад, участков и отделов.

На 1983 год перед электронной промышленностью стоят не менее важные и сложные задачи, которые в концентрированном выражении нашли отражение в социалистических обязательствах электронной промышленности на 1983 год, принятых на расширенном заседании коллегии Министерства и Президиума ЦК профсоюза с участием актива отрасли.

Особенность обязательств электронной промышленности этого года и обязательств всех предприятий и организаций отрасли на 1983 год состоит в том, что в них предусмотрены положения об усилении борьбы с бесхозяйственностью, нарушениями производственной и государственной дисциплины. Для успешного выполнения принятых социалистических обязательств необходимо с первых дней года мобилизовать все усилия, организовать четкую и слаженную работу всех звеньев, повысить, как это было подчеркнуто на ноябрьском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС, дисциплину и ответственность каждого за порученное дело, добиться того, чтобы призыв «Честь и слава — по труду» стал нормой поведения всех тружеников отрасли, помог им стать принципиальными и требовательными к себе и к другим, проникнуться высокой ответственностью за порученное дело, обеспечить высокую дисциплину и четкую организацию труда.

Можно выразить уверенность, что трудящиеся электронной промышленности под руководством своих партийных организаций и при активной помощи профсоюзных организаций, опираясь на опыт и инициативу передовиков производства, своим самоотверженным трудом добьются выполнения и перевыполнения планов и принятых обязательств.

ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ

УДК 681.321—181.48.004

А. И. Плетнев, Н. Н. Скворцов

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

Внедрение программируемых микрокалькуляторов (ПМК) в практику работы специалистов сферы управления для использования при решении экономико-математических задач служит целям совершенствования планирования и анализа хозяйственной деятельности, повышения оперативности управленческих решений. Экономический анализ и расчет потерь и резервов производства относится к наиболее сложным и трудоемким процессам, и это сдерживает использование прогрессивных аналитических методов, позволяющих выявить причины невыполнения планов, потерь, факторы динамики показателей хозяйственной деятельности. Специальное программное обеспечение и библиотеки стандартных программ для решения широкого спектра экономических задач, разработанные для ПМК "Электроника МК-54" и функционально с ним совместимого ПМК "Электроника БЗ-34", позволяют проводить экспресс-анализ деятельности объединений (предприятий), оценивать последствия принимаемых оперативных управляющих воздействий на производственный процесс.

Библиотека факторного анализа динамики экономических показателей деятельности объединений. В основу разработки программ легли отраслевые методические материалы [1]. Задачи факторного анализа решены по всем показателям, отражающим использование ресурсов (фондоотдача, производительность труда, материалоемкость) и затрат на производство. При этом на ПМК реализованы такие аналитические приемы, как сравнение, расчленение показателей, постановка и последовательное элиминирование. В основе расчетов лежит функциональная связь частных экономических показателей деятельности предприятий с общим оценочным показателем. Такой подход позволяет выделить из общей совокупности внешние, не зависящие от трудовых усилий коллектива, а также интенсивные и экстенсивные факторы. В библиотеке содержатся программы, позволяющие учесть влияние совокупности факторов на изменение основных экономических показателей:

часовой выработки оборудования, коэффициента сменности оборудования и коэффициента использования времени отработанных станко-смен,

числа единиц оборудования, удельного веса оборудования в стоимости активной части фондов, уровня средней цены продукции, средней стоимости единицы оборудования, числа рабочих дней — *на фондоотдачу*;

удельной технологической трудоемкости продукции, среднего процента выполнения норм, интенсивности труда одного рабочего, числа рабочих дней, неявок на работу, отпусков с разрешения администрации, целодневных простоев и прогулов, сверхурочных работ, числа основных рабочих, внутрисменных простоев одного рабочего — *на производительность труда*;

затрат сырья и основных материалов, изменения цен на материальные ресурсы, доли комплектующих и полуфабрикатов, расхода вспомогательных материалов топлива и энергии — *на материалоемкость*;

себестоимости товарной продукции, материальных затрат, изменения цен на материалы, средней заработной платы рабочих, численности рабочих, отчислений на социальное страхование, стоимости основных производственных фондов, средней нормы амортизации, расходов по управлению и обслуживанию производства, потерь от брака, непроизводительных расходов, технологических потерь — *на себестоимость продукции*.

Решение на ПМК задач факторного анализа [2,3] создает условия для оперативного проведения сравнительного анализа деятельности предприятий, например, с помощью сравнения влияния только интенсивных факторов, и для улучшения оценки их деятельности. Опыт проведения факторного анализа на реальных данных различных предприятий дал положительные результаты (все расчеты с набором программ и проверкой на контрольных примерах занимают 2–3 ч).

На основе анализа основных пропорций и соотношений хозяйственного механизма предприятия (объединения) и отрасли представляется возможным оптимизировать их в фиксированном временном периоде, регулировать хозяйственный механизм, достигая оптимальных результатов его производственно-хозяйственной деятельности.

Пакет программ для определения потерь и резервов производства. Решение задач экономического анализа планирования и прогнозирования, определения потерь требует переработки большого набора первичных данных по различным формулам и выдачи соответствующих рекомендаций в относительно короткие сроки. Применение математических методов с использованием ПМК позволяет решить задачи экономического анализа планирования, определения потерь и поиска резервов оперативно и с большой степенью точности. Пакет прикладных программ для определения потерь и поиска резервов включает программы, позволяющие оценивать резервы производст-

ва продукции, повышения фондоотдачи, роста производительности труда, экономии заработной платы, снижения себестоимости продукции, увеличения прибыли, повышения рентабельности. Пример программы оценки резервов объема производства приведен в работе [2].

Библиотека планово-экономических задач включает в себя программы, которые можно использовать при разработке годовых и пятилетних планов производственного объединения (промышленного предприятия). С их помощью можно осуществлять планирование повышения производительности труда, планирование себестоимости продукции, обосновывать план производства показателями использования производственных мощностей и основных фондов; разрабатывать план производства по подгруппам и группам изделий в натуральном и стоимостном выражении, средние цены по подгруппам и группам изделий; рассчитывать результаты внедрения мероприятий по плану технического развития и организации производства, экономическую эффективность от внедрения новой техники и оргтехмероприятий, сводную потребность в основных материальных ресурсах; производить расчет отчислений средств экономического стимулирования в пятилетнем, годовом плане и по итогам их выполнения.

Применение микрокалькуляторов в таких звеньях предприятия, как бригада, участок, цех дает возможность подготовить для вычислительного центра предприятия усредненные данные на основе большого потока информации по учету незавершенного производства, расхода материалов на единицу изделия, расчету заработной платы основных производственных рабочих и др.

Объектами расчета и обоснования на ПМК могут быть планируемые и оценочные показатели по участкам и бригадам с выходом на конечный результат, распределение фонда премирования мастера, расхода энергоносителей по рабочим местам, бригадам, участкам и цехам и т.д.

Очень важной и актуальной является задача оперативного расчета мощности цеха и его возможностей по выпуску различных видов изделий. Она заключается в определении перечня изделий, расчете числа изделий (с учетом процента выхода годных), которые необходимо изготовить на каждом переделе в цехе, чтобы выполнить план производства, а также в определении действительного фонда времени работы оборудования в цехе и требуемого фонда работы оборудования (исходя из условия выполнения плана производства). Отношение требуемого фонда к действительному фонду времени работы оборудования определяет коэффициент загрузки данного вида оборудования.

Производственная мощность цеха на j -м переделе по i -му виду продукции находится как минимум (по видам оборудования) отношения объема производства к коэффициенту загрузки данного вида оборудования. Все эти расчеты нетрудно формализовать и проводить с помощью нескольких подпрограмм, вмещающихся в программную память ПМК "Электроника БЗ-34".

Если не удастся получить простую математическую модель экономического процесса, обычно прибегают к имитационному моделированию [4] экономического процесса, включающему планирование эксперимента (определяются внешние воздействия, критерии окончания расчетов и т.п.) и обработку результатов опытов. К настоящему времени теория планирования экспериментов и построения методов анализа их результатов стала важнейшим разделом математической статистики. Для ПМК "Электроника БЗ-21" разработан комплекс программ для решения задач математической статистики, успешно применяемых в медицине [5], биологии [6,7] и различных инженерных расчетах [8]. В настоящее время эти программы переведены на входной язык ПМК "Электроника БЗ-34" и "Электроника МК-54".

Библиотека программ математической статистики включает программы вычисления статистических характеристик случайных величин (выборочных, средних, дисперсий, ошибки среднего [2], коэффициентов вариации, асимметрии, эксцесса), расчета коэффициентов корреляции, коэффициентов линии регрессии, сравнения выборок по критерию Стьюдента. Для обработки результатов экономических экспериментов в случае стохастических моделей с качественными факторами используются методы дисперсионного анализа. Поэтому библиотека программ математической статистики содержит программы проверки воспроизводимости опытов по критерию Кохрена, а также проверки адекватности модели исходному процессу с помощью критерия Фишера.

В случае описательного исследования бывает необходимо аппроксимировать некоторую зависимость реакции экономического процесса от ряда факторов при помощи полиномов различной степени. На микрокалькуляторе реализованы программы аппроксимации неизвестной функции с помощью полинома n -й степени $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$ и гиперболы n -го порядка $f(x) = a + bx^{-n}$.

Формула модели может быть получена и с помощью многочленов Чебышева. Этот метод реализован для ПМК в виде двух программ.

Появление ПМК дает возможность специалисту сферы управления отказаться во многих случаях от приближенной трактовки прикладных вопросов и перейти к решению задач в точной математической постановке.

Библиотека программ, реализующих математические методы численного анализа, включает программы для решения задач линейного программирования, линейной алгебры (действия с матрицами небольшой размерности, решение систем уравнений по различным схемам), нелинейных уравнений (методом половинного деления, методом простой итерации, методом хорд и касательных), численного решения дифференциальных уравнений (задачи Коши) методами Эйлера, Адамса, Рунге-Кутта, задач интерполяции с помощью полиномов Ньютона, Лагранжа, Эрмита. На ПМК реализованы методы минимизации функций двух

переменных (методы градиентного и покоординатного спуска), численного интегрирования функций одной переменной (формулы трапеции и прямоугольников, формула Симпсона [2], интегрирование с помощью сплайнов) и оценки точности квадратных формул, численного решения двухточечных краевых задач (методы конечных разностей и метод Галеркина). Естественно, что эти программы могут применяться при решении различных экономических вопросов [4].

При использовании ПМК не нужны специальный алгоритмический язык и операционная система. Научиться работать на ПМК можно без специальной подготовки в течение нескольких часов. Широкое применение ПМК может существенно изменить саму концепцию использования вычислительной техники в случае малых и средних по объему задач: система ПМК для одного специалиста, а не одна дорогостоящая мощная ЭВМ с большим числом пользователей. Действительно, каждая из упомянутых выше программ состоит не более чем из 98 команд и, следовательно, помещается в программную память ПМК "Электроника МК-54", "Электроника МК-56" (настольный вариант), "Электроника БЗ-34". Набор готовой программы занимает не более 2-3 мин. Исходные данные размещаются в 14 адресуемых регистрах памяти и в 4-регистровом стеке, там же хранятся промежуточные и окончательные результаты. Таким образом, ПМК дают возможность пользователю осуществлять оперативные (решается проблема очередей) расчеты по достаточно сложным алгоритмам с большой степенью точности и при минимальных затратах. Как показывают расчеты, соотношение затрат на разработку и эксплуатацию "калькуляторных" задач на ПМК и ЕС ЭВМ составляет 8 коп./руб., т.е. сравнительная эффективность равна 12,5.

Появление ПМК с памятью на КМОП БИС, позволяющих сохранить программу при отключении питания или с подключением сменных ППЗУ, в 5-6 раз увеличивающих программную память, сделает ПМК еще более удобным и надежным помощником работников всех отраслей народного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика факторного анализа напряженности плана и эффективности деятельности объединений (предприятий)/А.А.Белоконь, С.Г.Галуза, А.Д.Гламазда и др.— Электронная техника. Сер. 9. Экономика и системы управления, 1980, вып. 1, с. 1—76. 1980, вып. 1, с. 1—76.
2. Скворцов Н.Н., Плетнев А.И., Польский Ю.М., Майстренко Л.И. Применение микрокалькуляторов в науке, технике и экономике: Обзор.— Киев: Укр. НИИНТИ, 1982.— 58 с.
3. Лановой В.Т., Плетнев А.И., Скворцов Н.Н. Решение задач факторного анализа на программируемых микрокалькуляторах.— См. след. статью.
4. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике.— М.: Наука, 1979.— 304 с.
5. Математическое обеспечение микро-ЭВМ для

решения задач по кардиологии.— Рига: Рижский медицинский институт, 1979.— 56 с.

6. Францевич Л.И. Обработка результатов биологических экспериментов на микро-ЭВМ «Электроника БЗ-21».— Киев: Наукова думка, 1980.— 92 с.

7. Евдокимов В.Г. Статистические программы для микрокалькулятора «Электроника БЗ-21».— Сыктывкар: 1980.— 80 с.— Материалы по математическому обеспечению ЭВМ. АН СССР, Комифилиал.

8. Трохименко Я.К., Любич Ф.Д. Инженерные расчеты на микрокалькуляторах.— Киев, Техника, 1980.— 383 с.

Статья поступила 8 августа 1982 г.

УДК 681.321—181.48—06

В.Т.Лановой, А.И.Плетнев, Н.Н.Скворцов

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА НА ПРОГРАММИРУЕМЫХ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРАХ

Применение программируемых микрокалькуляторов (ПМК) "Электроника БЗ-21" и "Электроника БЗ-34" в технико-экономических расчетах, биологических экспериментах и в медицине [1-4] значительно снижает порог "доступности" вычислительной техники, упрощает расчеты и делает их более надежными.

В сфере управления производством ПМК позволяют оперативно решать задачи факторного анализа по всем показателям, отражающим использование ресурсов (фондоотдача, производительность труда, материалоемкость), затраты на производство, эффективность деятельности (прибыль, рентабельность), выполнение заданий по реализации и поставкам продукции.

Решение задач факторного анализа создает условия для проведения сравнительного анализа деятельности предприятий и улучшения оценки их деятельности. В результате открываются возможности определения внутренних резервов производства и устанавливаются направления и формы их использования, что является существенной предпосылкой разработки более обоснованных планов, ориентированных на полное использование возможностей интенсификации производства.

Ниже представлена последовательность расчетов при определении одного из основных экономических показателей — фондоотдачи (ФО), представляющего собой отношение объема нормативно-чистой продукции (НЧП) к среднегодовой стоимости основных промышленно-производственных фондов (ОПФ). Для определения факторов, влияющих на уровень фондоотдачи, формулу ее расчета представим в следующем виде [5]:

$$\Phi_0 = \frac{\text{НЧП}}{\text{ОПФ}} = (\text{ЧВ} \cdot \text{ЕО} \cdot \text{КД} \cdot 8 \cdot \text{КС} \cdot \text{КВ}) : \left(\frac{\text{СЕ} \cdot \text{ЕО} \cdot 10\,000}{\text{УО} \cdot \text{УА}} \right), \quad (1)$$

где ЧВ – часовая производительность оборудования; ЕО – число единиц рабочего оборудования; КД – число рабочих дней за период; КС – коэффициент сменности работы оборудования; 8 – продолжительность рабочей смены в часах; КВ – коэффициент внутрисменного использования оборудования; СЕ – средняя стоимость единицы оборудования; УО – удельный вес стоимости рабочего оборудования в среднегодовой стоимости активной части основных промышленно-производственных фондов; УА – удельный вес стоимости активной части основных промышленно-производственных фондов в общей их стоимости.

Отдельные составляющие приведенной формулы являются расчетными величинами, определяемыми следующими соотношениями:

$$\text{СЕ} = \frac{\text{СО}}{\text{ЕО}}, \quad \text{УО} = \frac{\text{СО}}{\text{АФ}} \cdot 100, \quad \text{УА} = \frac{\text{АФ}}{\text{ОПФ}} \cdot 100,$$

где СО – среднегодовая стоимость рабочих машин и оборудования; АФ – среднегодовая стоимость активной части основных промышленно-производственных фондов.

Информация, необходимая для анализа изменения фондоотдачи под влиянием ряда факторов, содержится в статистической и оперативной отчетности объединений и предприятий. Исключение составляет показатель часовой производительности оборудования, отражающий средний объем выпуска продукции в расчете на единицу оборудования и фактический эффективный фонд его работы. Последний может быть рассчитан умножением числа рабочих дней на длительность смены, коэффициенты сменности и внутрисменного использования оборудования.

Для удобства изложения алгоритма расчета влияния отдельных факторов, значения которых приведены в табл. 1, на изменение фондоотдачи при составлении программы для микрокалькулятора, все факторные и исходные показатели анализа обозначены символом $C_k(i)$, где индекс $k \in \{б, п\}$ указывает на состояние показателя в базисном или плановом (отчетном) периоде, i – порядковый номер показателя в табл. 1. Так, например, количество рабочих дней в базисном и плановом периодах обозначается соответственно $C_б(7)$ и $C_п(7)$. Влияние i -го по счету фактора на изменение фондоотдачи $\Delta \Phi_0 = \Phi_{0п} - \Phi_{0б}$ обозначим как $\Delta \Phi_0(i)$.

$$\Delta \Phi_0(i) = N(i) - M(i-1) - \Phi_{0б},$$

где $N(i)$ – уровень фондоотдачи в плановом периоде, достигаемый при учете влияния на нее факторов с 1-го по i -й; $M(i-1)$ – прирост фондоотдачи в стоимостном измерении вследствие влияния факторов с 1-го по $i-1$.

$$M(i-1) = \sum_{j=1}^{i-1} \Delta \Phi_0(j), \quad M(0) = 0,$$

$$N(i) = N(i-1) \frac{C_п(i)}{C_б(i)}, \quad N(0) = \Phi_{0б}, \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, 8,$$

$$\text{где } \Phi_{0б} = \frac{8C_б(1) \cdot C_б(2) \cdot C_б(3) \cdot C_б(4) \cdot C_б(5) \cdot C_б(7)}{100 C_б(8)}.$$

Схема проведения расчетов влияния факторов приведена на рисунке.

При $i = 8$ формула (2) имеет вид:

$$N(8) = \left(N(7) \frac{C_б(6)}{C_п(6)} \right) \frac{C_б(8)}{C_п(8)}.$$

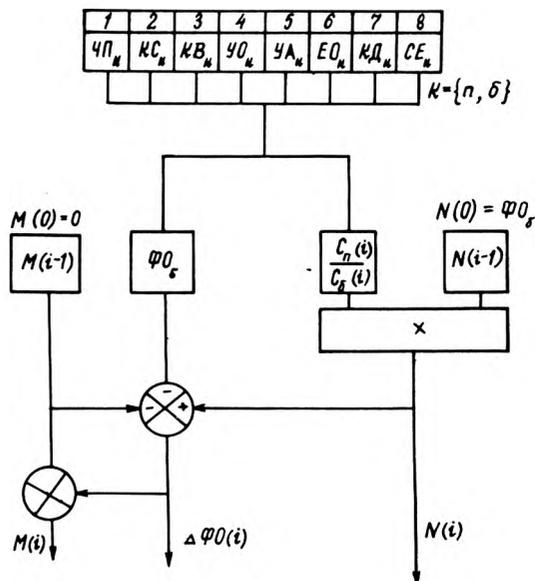
Таблица 1

Исходные данные для факторного анализа фондоотдачи (условный пример)

№ пп.	Наименование показателя	Значение показателя		Усл. обозн.
		базисный период	плановый период	
1.	Часовая производительность оборудования, руб.	54,962	64,884	ЧП
2.	Коэффициент сменности работы оборудования	1,52	1,32	КС
3.	Коэффициент внутрисменного использования оборудования	1,0	1,0	КВ
4.	Удельный вес стоимости рабочего оборудования в стоимости активной части ОПФ, %	78,337	70,275	УО
5.	Удельный вес активной части ОПФ в общей их стоимости, %	38,98	39,07	УА
6.	Число единиц рабочего оборудования, шт.	554	678	ЕО
7.	Число рабочих дней за период	167,5	171,2	КД
8.	Средняя стоимость единицы оборудования, руб.	5561,37	5314,16	СЕ
9.	Нормативно-чистая продукция, тыс.руб.	62019	79531	НЧП
10.	Средняя стоимость основных промышленно-производственных фондов, тыс.руб.	10089	13122	ОПФ
11.	Среднегодовая стоимость рабочих машин и оборудования, тыс.руб.	3081	3603	СО
12.	Среднегодовая стоимость активной части ОПФ, тыс.руб.	3933	5127	АФ

Это объясняется тем, что в формуле (1) CE и EO находятся в знаменателе и для перехода к плановому значению знаменатель необходимо умножить на $CE_6 \cdot EO_6$ и разделить на $CE_{\Pi} \cdot EO_{\Pi}$. Таким образом, после вычисления влияния седьмого фактора необходимо скорректировать величину $N(7)$, умножив ее на $C_6(6)/C_{\Pi}(6)$, и при вычислении влияния восьмого фактора изменить порядок записи величин $C_6(8)$ и $C_{\Pi}(8)$ на обратный (это будет отмечено ниже при описании содержимого регистров памяти микрокалькулятора).

Программа расчета, написанная на входном языке ПМК "Электроника БЗ-34" (табл.2), состоит из двух блоков. С помощью блока из 39 команд производится расчет величин $N(i)$, $\Phi O_6, \Delta \Phi O(1), \Delta C(1) = C_{\Pi}(1) - C_6(1)$ (абсолютное отклонение фактора "часовая производительность") и $\delta C(1) = 100 \Delta C(1)/C_6(1)$ (относительное отклонение первого фактора). Второй блок, семикратно повторяемый в процессе вычислений, размещен в



Модель расчета влияния факторов на изменение фондоотдачи

программной памяти вслед за первым и занимает 30 команд.

Для записи исходных данных, хранения промежуточных и итоговых результатов используют

Таблица 2

Программа расчета влияния факторов на изменение фондоотдачи

Адрес	"Операция-слово"	Комментарий
00	ИП1 ИП2 × ИП3 : ИП4 × 8 × ИП5 × ИП6 × ИПО : ИП7 ×	Вычисление величины $N(1)$ (ИП j -чтение информации из j -го регистра памяти)
17	П9	Запись $N(1)$ в регистр 9
18	ИП1 : ИП8 ×	Вычисление величины ΦO_6
22	ПА	Запись ΦO_6 в регистр А
23	ИП9 × \rightleftharpoons Y -	Вычисление $\Delta \Phi O(1)$
26	ПВ С/П	Запись $\Delta \Phi O(1)$ в регистр В и индикация
28	ИП1 ИП8 -	Вычисление $\Delta C(1)$
31	ПС С/П	Запись $\Delta C(1)$ в регистр С и индикация
33	ИП8 : ИПО ×	Вычисление $\delta C(1)$
37	ПД	Запись $\delta C(1)$ в регистр D
38	С/П	Останов (завершение блока 1) и индикация $\delta C(1)$
39	ИП2 ИП5 × ИП6 :	Вычисление $N(i)$
44	П2	Запись $N(i)$ в регистр 2
45	ИП3 - ИП4 -	Вычисление $\Delta \Phi O(i)$
49	П7 С/П	Запись $\Delta \Phi O(i)$ в регистр 7 и индикация
51	ИП4 +	Вычисление $M(i)$
53	П4	Запись $M(i)$ в регистр 4
54	ИП5 ИП6 -	Вычисление $\Delta C(i)$
57	П8 С/П	Запись $\Delta C(i)$ в регистр 8 и индикация
59	ИП6 : 100 ×	Вычисление $\delta C(i)$
65	П9 С/П	Запись $\delta C(i)$ в регистр 9 и индикация
67	БП 39	Безусловный переход на адрес 39

Примечание: Форма записи программы приведена в соответствии с рекомендациями работы [1].

Заполнение адресуемых регистров памяти микрокалькуляторов

Таблица 3

Содержимое регистра	Номер регистра													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
Перед выполнением блока 1	100	$C_{\Pi}(1)$	$C_6(7)$	$C_6(8)$	$C_6(2)$	$C_6(3)$	$C_6(4)$	$C_6(5)$	$C_6(1)$					
После выполнения блока 1										$N(1)$	ΦO_6	$\Delta \Phi O(1)$	$\Delta C(1)$	$\delta C(1)$
Перед (i-1)-м выполнением блока 2			$N(i-1)$	ΦO_6	$M(i-1)$	$C_{\Pi}(i)$	$C_6(i)$							
После выполнения блока 2			$N(i)$	ΦO_6	$M(i)$	$C_{\Pi}(i)$	$C_6(i)$	$\Delta \Phi O(i)$	$\Delta C(i)$	$\delta C(i)$				
Перед 7-м выполнением блока 2, i = 8			$N(7)$	ΦO_6	$M(7)$	$C_6(8)$	$C_{\Pi}(8)$							
После 7-го выполнения блока 2			$N(8)$	ΦO_6	$M(8)$	$C_6(8)$	$C_{\Pi}(8)$	$+\Delta \Phi O(8)$	$-\Delta C(8)$	$-\delta C(8)$				

Таблица 4

Факторы изменения фондоотдачи

№ пп.	Фактор	Период		Отклонение		Изменение фондоотдачи, коп.
		базисный	плановый	абсолютное	относительное	
1.	Часовая производительность станков, руб.	54,962	64,884	9,922	18,05	109,964
2.	Коэффициент сменности работы оборудования	1,52	1,32	-0,2	-13,158	-98,477
3.	Коэффициент внутрисменного использования оборудования	1,0	1,0	0	0	0
4.	Удельный вес стоимости рабочего оборудования в стоимости активной части основных промышленно-производственных фондов, %	78,337	70,275	-8,062	-10,29	-84,852
5.	Удельный вес активной части основных промышленно-производственных фондов в общей их стоимости, %	38,98	39,07	0,09	0,23	1,305
	Итого прирост фондоотдачи под влиянием интенсивных факторов					-72,06
6.	Число единиц рабочего оборудования, шт.	554	678	124	22,383	46,82
7.	Число рабочих дней за период	167,5	171,2	+3,7	+1,21	5,317
	Прирост фондоотдачи под влиянием экстенсивных факторов					152,137
8.	Средняя стоимость единицы оборудования, руб.	5561,37	5314,16	-247,21	-4,65	11,29
	Фондоотдача, коп./руб.	614,72	606,09	-8,63	1,4	-8,603

ся 14 адресуемых регистров памяти ПМК "Электроника БЗ-34" с номерами 0, 1... 9, А, В, С, D. Запись исходной информации в регистры памяти производится в порядке, указанном в табл.3 по графам 1, 3, 5. Размещение получаемых результатов в памяти ПМК происходит в соответствии с распределением, приведенным в табл.3 по графам 2, 4, 6. Индикация результатов вычислений происходит по мере их получения при выполнении команды С/П (стоп/пуск) — см.табл.2.

Рассмотрим пример вычислений с использованием исходных данных, приведенных в табл.1. Для ввода программы необходимо набрать клавиши В/О, F, ПРГ, операторы 00-68, F, АВТ. Затем, введя в память в соответствии с табл.3 исходные данные, нажимают клавиши В/О (очистка счетчика адресов команд), С/П (109,964), С/П (9,922), С/П (18,05). Все результаты вычислений последовательно высвечиваются на индикаторе ПМК. Результаты расчетов даны в табл.4.

Приведенный пример отражает процесс использования основных фондов в динамике, продуктивность их функционирования в причинно-следственной связи с явлениями хозяйственной деятельности и условиями производства. Аналогичные расчеты могут проводиться при анализе и других хозяйственных показателей. Высокая оперативность и точность вычислений при использовании ПМК позволяет проводить их систематически при поступлении необходимой учетной информации и на этой основе контролировать эффективность применения средств труда.

Абсолютная величина погрешности, отражающая отклонение прироста фондоотдачи, составляет

$$[\Delta \Phi O - \sum_{i=1}^8 \Delta \Phi O(i)] = 8,63 - 8,603 = \\ \approx 0,027 \text{ коп./руб.},$$

т.е. относительная погрешность вычислений составила всего 0,31%.

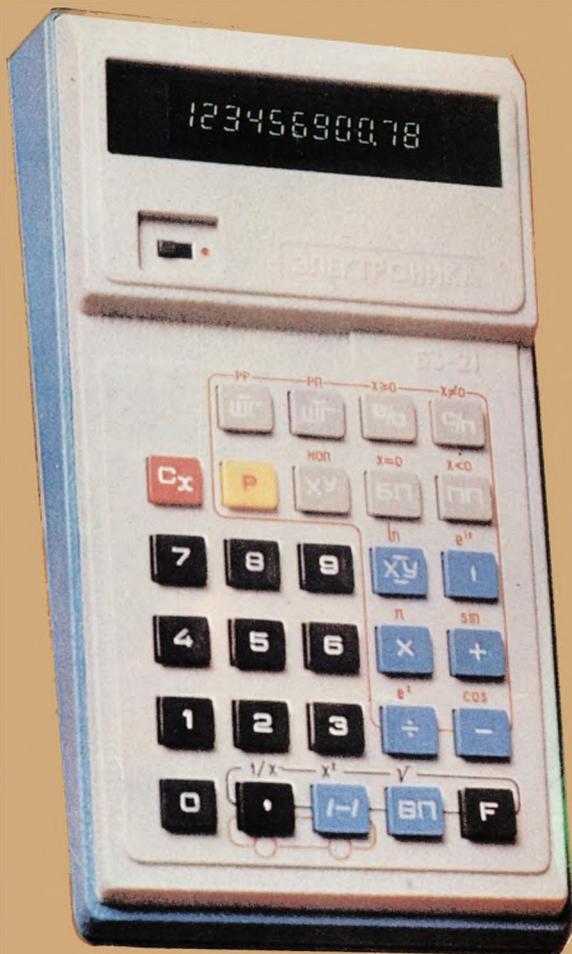
Применение программируемых микрокалькуляторов для решения задач, основанных на использовании экономико-математических методов, позволяет в 5-7 раз уменьшить время, затрачиваемое на рутинные расчетные операции с использованием традиционной настольной вычислительной техники.

ЛИТЕРАТУРА

- Скворцов Н.Н., Плетнев А.И., Польский Ю.М., Майстренко Л.С. Применение микрокалькуляторов в науке, технике и экономике. — Киев: 1982. — 65 с. — Обзор УкрНИИТИ.
- Мар Л., Ганн М.У. Решение на калькуляторе широкого круга задач при конструировании на микрополосковых линиях. — Электроника, 1981, № 3, т. 3, с. 54, с. 74-76.
- Трохименко Я.К., Любич Ф.Д. Инженерные расчеты на микрокалькуляторах. — Киев: Техника, 1978. — 384 с.
- Францевич Л.И. Обработка результатов биологических экспериментов на микро-ЭВМ «Электроника БЗ-21». — Киев: Наукова думка, 1980. — 92 с.
- Методические материалы: Методика факторного анализа напряженности плана эффективности деятельности объединений (предприятий) — М.: ЦНИИ «Электроника», 1980. — Вып. 1(77). Сер. 9, Экономика и системы управления. — 76 с.

После доработки статья поступила 3 июня 1982 г.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР



«ЭЛЕКТРОНИКА БЗ-21»

- Арифметические действия
- Вычисление обратной величины числа
- Вызов константы π
- Логарифмические, степенные, показательные функции
- Прямые и обратные тригонометрические функции
- Обращение к адресуемым и стековым регистрам
- Условные переходы

●●●	Тип индикатора	.....	вакуумный
			катодолюминесцентный
	Число шагов программы	.....	60
	Число регистров памяти		
	адресуемых	.....	7
	стековых	.....	6
	Диапазон представления чисел	$10^{-99} \leq [x] \leq 9,999999 \cdot 10^{99}$	
	Питание		
	от сети переменного тока		
	через выносной блок, В (Гц)	..... 220 (50)	
	автономное	..... аккумуляторы	
		Д-0,55С (4 шт.)	
	Потребляемая мощность, Вт	.....	не более 1
	Масса, кг	.....	не более 0,39
	Габаритные размеры, мм	.....	185x100x43

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР



«ЭЛЕКТРОНИКА БЗ-34»

- Арифметические действия
- Вычисление обратной величины числа
- Вызов константы π
- Логарифмические, степенные, показательные функции
- Прямые и обратные тригонометрические функции
- Обращение к адресуемым и стековым регистрам
- Условные переходы

●●●	Тип индикатора	.....	вакуумный
			катодолюминесцентный
	Число шагов программы	.....	98
	Число регистров памяти		
	адресуемых	.....	14
	стековых	.....	4
	Диапазон представления чисел	$10^{-99} \leq [x] \leq 9,999999 \cdot 10^{99}$	
	Питание		
	от сети переменного тока		
	через выносной блок, В (Гц)	..... 220 (50)	
	автономное	..... аккумуляторы	
		Д-0,55С (4 шт.)	
	Потребляемая мощность, Вт	.....	не более 0,4
	Масса, кг	.....	0,39
	Габаритные размеры, мм	.....	185x100x47



ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР

«ЭЛЕКТРОНИКА МК-54»

●●●

Арифметические действия

●●●●

Действия с константой

●●●●

Прямые и обратные тригонометрические функции

●●●●

Логарифмические, степенные, показательные функции

●●●●

Операции условных и безусловных переходов

●●●

Тип индикатора вакуумный

..... катодолюминесцентный

Число выполняемых операций 51

Число шагов программы 98

Диапазон представления чисел $10^{-99} \leq [x] \leq 9,999999 \cdot 10^{99}$

Питание

от сети переменного тока

через выносной блок, В (Гц) 220 (50)

автономное 3 элемента А-316 «Квант»

Масса, кг 0,25

Габаритные размеры, мм 167x78x36



ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР

«ЭЛЕКТРОНИКА МК-56»

●●●

Предназначен для выполнения сложных инженерных и научно-технических расчетов.

●●●

Тип индикатора вакуумный

..... катодолюминесцентный

Число шагов программы 98

Число выполняемых операций 51

Число уровней подпрограмм 5

Число регистров памяти

адресуемых 14

стековых 4

Диапазон представления чисел $10^{-99} \leq [x] \leq 9,999999 \cdot 10^{99}$

Потребляемая мощность, Вт не более 3

Масса, кг не более 3

Габаритные размеры, мм 240x205x60

УДК 681.321—181.48.004

В.Я.Завражин, В.В.Крамный, А.В.Прокопенко

ЭКСПРЕСС-РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ

Расчет производственной мощности характеризует потенциальные возможности предприятия по выпуску определенной продукции при наиболее эффективном использовании существующего парка оборудования.

Такой расчет является основой выработки регулирующих воздействий (принятия решений) в контуре управления использованием основных фондов. Кроме того, расчетные данные принимаются за основу при разработке производственной программы, рекомендаций по повышению эффективности производства, решении вопросов специализации и концентрации, установлении внутри- и межотраслевых кооперированных связей.

Существующие методы расчета производственной мощности трудоемки. В качестве первичной информации они включают около 60 показателей, причем для каждого изделия учитываются отдельные операции по всем основным видам технологического оборудования. Такое количество информации требует больших затрат труда на своевременный сбор, систематизацию и контроль достоверности. Еще более трудоемким является процесс преобразования этой информации в выходные показатели.

Предлагаемый метод экспресс-расчета производственной мощности, основанный на принципе минимизации исходной информации, позволяет в качестве средства автоматизации расчетов использовать программируемые микрокалькуляторы "Электроника БЗ-34" и "Электроника МК-54". Принцип минимизации исходных данных состоит в замене пооперационных расчетов по всем основным видам оборудования расчетами на уровне четырех основных стадий (переделов) изготовления изделий (*пластина, кристалл, сборка, измерение*) по ведущему оборудованию. Попередельные расчеты, конечно, менее точны, чем пооперационные, однако погрешность не превышает допустимых пределов.

Расчет начинается с определения объемов выпуска продукции на основных этапах ее изготовления по структурным подразделениям. Для этого по всей установленной номенклатуре производится коррекция конечных объемов выпуска продукции объединения (предприятия) на величину процента выхода годных (ПВГ) в зависимости от стадии технологического процесса. Так, для

стадии *кристалл* объем выпуска вычисляется по формуле

$$KI_{irk} = \frac{ОП_i \cdot УВ_{irk} \cdot 100^3}{ПВК_i \cdot ПВС_i \cdot ПВИ_i}, \quad (1)$$

где KI_{irk} — количество изделий типа i , изготавливаемых в цехе r на стадии технологического процесса k , для обеспечения необходимого объема производства $ОП_i$; $УВ_{irk}$ — удельный вес производства изделия i в цехе r (показатель используется только в случае, если изделие i проходит параллельную обработку в двух и более цехах); $ПВК_i$, $ПВС_i$, $ПВИ_i$ — процент выхода годных на стадиях *кристалл, сборка, измерение* соответственно.

Объем производства на стадии *сборка* рассчитывается так:

$$KI_{irk} = \frac{ОП_i \cdot УВ_{irk} \cdot 100^2}{ПВС_i \cdot ПВИ_i}. \quad (2)$$

Аналогично рассчитывается объем выпуска на стадии *измерение*. Для стадии *пластина* используется следующая формула:

$$KI_{irk} = \frac{ОП_i \cdot УВ_{irk} \cdot 100}{ПВ_i \cdot КК_i}, \quad (3)$$

где $ПВ_i$ — конечный процент выхода годных по изделию i ; $КК_i$ — количество кристаллов на пластине. Результат расчета исчисляется в пластинах.

В условиях производства большого количества типоминималов целесообразно проводить расчет по укрупненной номенклатуре. При этом в формулах (1) — (3) $ОП_i$ определяется путем суммирования объемов типоминималов, входящих в тип (серию), а величина ПВГ на переделах рассчитывается следующим образом:

$$\overline{ПВ}_i = \frac{\sum_{p=1}^t ПВ_{pi} \cdot ОП_{pi}}{\sum_{p=1}^t ОП_{pi}}, \quad (4)$$

где $\overline{ПВ}_i$ — средневзвешенная величина ПВГ по типу (серии) i ; $ПВ_{pi}$ — процент выхода по типоминималу p ; t — количество типоминималов, входящих в серию i .

На следующем этапе расчета определяется величина действительного и требуемого фондов времени работы ведущего или лимитирующего производственный процесс оборудования:

$$ДВ_m = \sum_{j=1}^n РЧ_{jm} \left(1 - \frac{ВП_{jm}}{100} \right) К_{jm}, \quad (5)$$

где $ДВ_m$ — действительное время работы обо-

дования, выполняющего функцию m ; $РЧ_{jm}$ — число рабочих часов оборудования типа j ; $ВП_{jm}$ — процент плановых простоев оборудования; K_{jm} — число единиц оборудования типа j ; n — количество типов оборудования, выполняющего функцию m . Эта формула позволяет получить величину действительного фонда в случае применения оборудования с различными техническими характеристиками, выполняющего одинаковые функции (параллельное оборудование).

Далее рассчитывается фонд времени, необходимый для выполнения производственной программы, исходя из величины объемов выпуска изделий каждого передела:

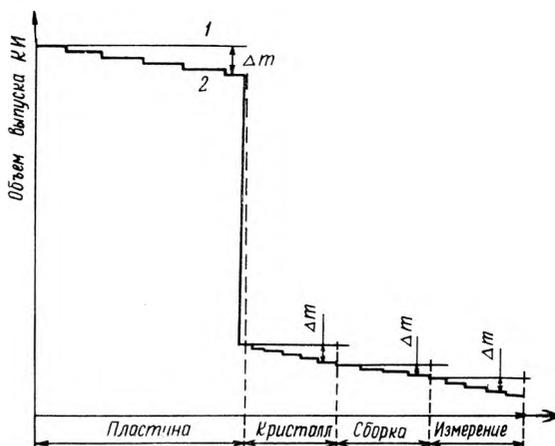
$$ТВ_j = \sum_{i=1}^s \frac{8 KI_{irk}}{ПР_{ji}}, \quad (6)$$

где $ТВ_j$ — требуемый фонд времени оборудования j ; $ПР_{ji}$ — производительность (паспортная или опытно-статистическая) оборудования j в смену при производстве изделия i ; s — число изделий, обрабатываемых на оборудовании типа j .

Если обработка изделия i ведется на оборудовании нескольких типов с различной производительностью и работающего параллельно, то величина производительности ($ПР_{ji}$) в формуле (6) предварительно вычисляется следующим образом:

$$\bar{ПР}_i = \frac{\sum_{j=1}^n ПР_{ji} \cdot ДВ_j}{\sum_{j=1}^n ДВ_j}, \quad (7)$$

где $\bar{ПР}_i$ — средневзвешенная величина производительности оборудования, работающего параллельно; $ДВ_j$ — действительный фонд времени оборудования j в расчетный период; n — количество видов оборудования, работающего параллельно.



Зависимость изменения величины обрабатываемой партии изделий от попеределного ПВГ на различных стадиях технологического процесса: 1 — попеределная, 2 — пооперационная

Предлагаемый метод предусматривает расчет требуемого времени работы оборудования на основе неизменного для данного передела объема выпуска. В действительности объем непрерывно снижается (см. рисунок). Возникающая из-за этого погрешность зависит от распределения ведущего оборудования на определенной стадии технологического процесса и характера снижения объема выпуска: погрешность будет максимальной, если ведущее оборудование работает в конце передела, и равной величине отклонения Δm расчетного объема партии изделий от реального значения. Анализ зависимости объемов партии выпуска от ПВГ показал, что значительное их уменьшение приходится на конечные операции каждой стадии изготовления, а в основном реальная величина объема выпуска близка к расчетной, поэтому фактическая погрешность расчета величины производственной мощности не превышает 5 %.

При перспективных расчетах необходимо учитывать планы организационно-технических мероприятий и технического перевооружения, предусматривающие увеличение парка оборудования и его производительности, ликвидацию узких мест и т. д.

Коэффициенты запуска оборудования рассчитываются путем соотношения требуемого и действительного фонда времени, а также производственной мощности на переделах в рамках структурных подразделений. Они необходимы для оценки степени соответствия структур производственной программы и производственной мощности и выработки обоснованных решений, направленных на устранение возникших диспропорций как внутри производственных звеньев, так и между ними.

Производственная мощность цеха $ПМ_{irk}$ (участка) определяется пропускной способностью оборудования с максимальным коэффициентом загрузки $KЗ_{irk}^{max}$

$$ПМ_{irk} = KI_{irk} / KЗ_{irk}^{max} \quad (8)$$

Производственная мощность предприятия (объединения) в целом не всегда представляет собой механическую сумму производственных мощностей цехов и может быть увеличена благодаря использованию внутрипроизводственных резервов, например, устранению узких мест цеха (участка) за счет использования оборудования других цехов. Эта возможность появляется в процессе функционирования предприятия (объединения) как единой производственной системы, дающей возможность перераспределять материальные ресурсы. В этом случае по каждому изделию на определенной стадии технологического процесса, осуществляемого в конкретном цехе, выбирается лимитирующее оборудование (по максимальной величине коэффициента загрузки) с по-

следующим анализом степени использования аналогичного оборудования в других цехах. Если коэффициент загрузки оборудования меньше единицы, то действительный фонд времени увеличивается на величину неиспользованного ресурса времени в других цехах.

Производственную мощность предприятия (объединения) по изделию можно рассчитать следующим образом:

$$PM_i = \min \{ PMП_{икр}, PMK_{икр}, PMS_{икр}, PMI_{икр} \}, \quad (9)$$

где $PMП_{икр}$, $PMK_{икр}$, $PMS_{икр}$, $PMI_{икр}$ — производственная мощность по изделию i на стадиях *пластина*, *кристалл*, *сборка*, *измерение* соответственно.

Аналогичные расчеты производятся по всей номенклатуре производства изделий. Для обеспечения возможности сопоставления величин производственных мощностей в формуле (9) на отдельных этапах технологического процесса производится их пересчет в годные изделия.

Программа расчета производственной мощности для ПМК "Электроника БЗ-34", "Электроника МК-54"

Адрес	Операция	Реализуемые функции
00	ПП	Переход на подпрограмму с адресом 28 Индикация результата Возврат к команде с адресом 00 для повторения вычислений
01	28	
02	С/П	
03	БП	
04	00	
05	ПП	Переход на подпрограмму с адресом 20 Индикация результата Возврат к команде с адресом 05 для повторения вычислений
06	20	
07	С/П	
08	БП	
09	05	
10	ПП	Расчет объемов производства на стадии <i>кристалл</i> Индикация результата Возврат к команде с адресом 10 для повторения вычислений
11	20	
12	ИП8	
13	Х	
14	ИП4	
15	+	
16	ПА	
17	С/П	
18	БП	
19	10	
20	ПП	Расчет объемов производства на стадии <i>сборка</i> Возврат из подпрограммы
21	28	
22	ИП8	
23	Х	
24	ИП3	
25	÷	
26	ПА	
27	В/О	
28	ИПО	Расчет объемов производства на стадии <i>измерение</i> Возврат из подпрограммы
29	ИП1	
30	Х	
31	ИП2	
32	÷	
33	ИП8	
34	Х	
35	ПА	
36	В/О	

Продолжение

Адрес	Операция	Реализуемые функции
37	ПП	Расчет объемов производства на стадии <i>пластина</i> Индикация результата
38	28	
39	ИП5	
40	÷	
41	ПА	
42	С/П	
43	ИП2	Вычисление средневзвешенной величины ПВГ Индикация результата Возврат к команде с адресом 43
44	ИПВ	
45	÷	
46	ПВ	
47	ИП1	
48	ИП2	
49	Х	
50	ИПА	
51	+	
52	ПА	
53	ИПВ	
54	÷	
55	П6	
56	С/П	
57	БП	
58	43	
59	ИП1	Расчет действительного фонда времени работы оборудования
60	ИП8	
61	÷	
62	1	
63	—	
64	/—/	
65	ИПО	
66	Х	
67	ИП2	Индикация результата Возврат к началу подпрограммы (к команде с адресом 59)
68	Х	
69	ИПД	
70	+	
71	ПД	
72	С/П	
73	БП	
74	59	
75	ИПА	Расчет требуемого фонда времени работы оборудования Индикация результата Возврат к команде с адресом 75 для повторения вычислений
76	8	
77	Х	
78	ИПВ	
79	÷	
80	ИПС	
81	+	
82	ПС	
83	С/П	
84	БП	
85	75	
86	ИПО	Расчет производственной мощности цеха Индикация результата Возврат к команде с адресом 86 для повторения вычислений
87	ИП1	
88	÷	
89	С/П	
90	БП	
91	86	

Для стадии *пластина* пересчет производится по формуле

$$PMП_{икр} = PM_{икр} \cdot ПВ_i \cdot KK_i / 100,$$

где $PM_{икр}$ — мощность по изделию i в цехе r ;

$PВ_i$ — процент выхода по изделию i ; $КК_i$ — количество кристаллов на пластине. Результат расчета исчисляется в кристаллах.

Для стадии *кристалл* используется следующая формула:

$$ПМК_{ikr} = \frac{ПМ_{irk} \cdot ПВК_i \cdot ПВС_i \cdot ПВИ_i}{100^3}$$

Используя определенную закономерность, легко получить корректирующие формулы для стадий *сборка и измерение*.

В таблице приведена программа расчета производственной мощности цеха (самостоятельного участка). Для проведения вычислений необходимо занести в память ПМК сначала программу расчета путем последовательного нажатия клавиш, перечисленных в графе "операция", затем исходные данные и вызвать подпрограмму, реализующую определенную формулу.

Рассмотренный метод позволяет рассчитать производственную мощность на любой стадии технологического процесса и оценить степень сбалансированности мощностей цехов (самостоятельных участков). Минимизация объемов исходной информации, а также использование для проведения расчетов программируемых калькуляторов значительно сокращают трудоемкость и экономят время вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

1. В а с и н Ю., Л и с и ц ы н Л. Метод расчета производственной мощности многономенклатурного машиностроительного предприятия.— Плановое хозяйство, 1980, № 8, с. 103—106.
2. И в а н о в Е. Производственная мощность: проблемы и суждения.— Плановое хозяйство, 1982, № 2, с. 28—38.
3. Основные положения по расчету производственных мощностей действующих промышленных предприятий, производственных объединений, комбинатов.— М.: Госплан СССР, 1977, с. 3—15.

Статья поступила 14 августа 1982 г.

УДК 681.321.06:621.317

В.П.Захаров, В.В.Кузьмин,
Л.М.Солдатенко, А.Ф.Упин

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ В ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

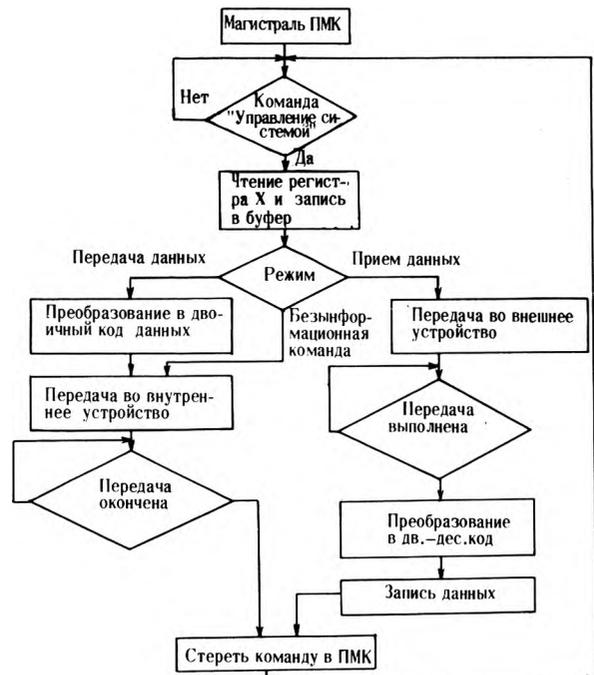
Применение программируемых микрокалькуляторов (ПМК), обладающих возможностью автономной работы, простотой в обращении, малыми габаритами и энергоемкостью, в системах измерения, сбора и обработки информации

сдерживается из-за отсутствия в них стандартных средств ввода-вывода информации. Поэтому для реального использования ПМК в информационно-измерительной системе (ИИС) необходимо было прежде всего разработать универсальную параллельную магистраль для подключения внешних устройств, обмена информацией, выдачи управляющих воздействий.

В разработанной малогабаритной модульной ИИС для ядерно-физических исследований в качестве управляющего вычислительного устройства (УВУ) использованы ПМК «Электроника БЗ-34», с последовательным регистром памяти, общей магистралью, интерфейсный и управляемые блоки. Параллельная ИИС включает шины данных (16 бит), адреса (10 линий), команд (4 бит), оповещения (10 линий). Алгоритм работы УВУ представлен на рисунке.

В исходном состоянии интерфейсный блок находится в режиме ожидания команды «Управление системой» (любой резервный код команды ПМК). Очередная команда выбирается программатором ПМК из регистра памяти микрокалькулятора и записывается в операционную часть последовательной магистрали. Если это команда УС, то происходит чтение содержимого регистра X и запись в буферный регистр интерфейсного блока. Далее по полученной информации определяется режим работы ИИС и производится преобразование сигналов ПМК в сигналы ИИС. По выполнении действий в ИИС стирается команда «Управление системой» и ПМК переходит к выполнению следующего шага программы. Интерфейсный блок возвращается в исходное состояние.

Восемь десятичных разрядов регистра из всех разрядов памяти ПМК условно разбиты в соответствии с шинами магистрали ИИС на четыре части: информационную, занимающую пять младших десятичных разрядов, адресную,



Алгоритм работы управляющего вычислительного устройства

оповещения и командную, занимающие по одному десятичному разряду. Разряды ПМК, несущие информацию о порядке и знаке числа, в данном случае не используются. Таким образом, комбинация цифр, представляющая собой код команды ИИС, может набираться вручную или по программе. Для хранения команд ИИС используются 14 регистров памяти ПМК.

Организованное таким образом УВУ может работать на любое ВУ. Минимальное время обращения к ВУ составляет ~ 34 мс — это позволяет проводить операции с информацией, имеющей скорость ~ 600 кбайт/с.

Память ИИС можно наращивать с помощью дополнительных блоков памяти.

Статья поступила 26 июля 1982 г.

УДК 681.321—181.48—06

В.П.Захаров, А.В.Олейник, Л.М.Солдатенко

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР «ЭЛЕКТРОНИКА МК-64»



Программируемый микрокалькулятор "Электроника МК-64" создан на основе микрокалькулятора "Электроника БЗ-21" и БИС К145ИК1801, выполняющей роль интерфейса. Программа, составленная для этого микрокалькулятора, может содержать не более 66 шагов. Операнды заносятся в семь регистров памяти P2 ... P8 вручную или автоматически. Допусковые величины, адреса переходов или вспомогательные данные размещаются в шести стековых регистрах. Операторы ввода (присвоения) информации в регистры: арифметические (+, -, ÷, ×), тригонометрические (sin, cos, arc), алгебраические ($\sqrt{\quad}$, e^x , ln, lg, x^y и т.п.), переходов ($x = 0$, $x \geq 0$, $x < 0$, БП) — позволяют довольно быстро овладеть основными принципами программирования, составлять разветвляющиеся программы и предусматривать различные варианты выхода из программы, что очень важно при использовании микрокалькулятора в качестве управляющего или контролирующего устройства.

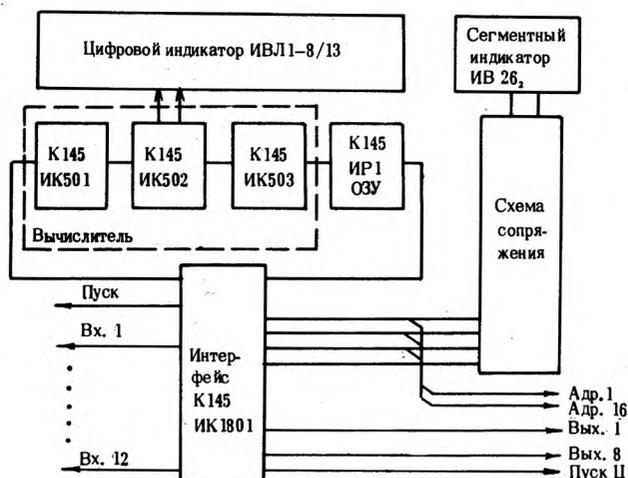
Вычислитель микрокалькулятора организован на базе микросхем серии К145 (см. рисунок). ОЗУ (БИС К145ИР1) объемом 1008 бит включено последовательно в общее кольцо. Интерфейс обеспечивает связь с ВУ, не нарушая последовательной структуры вычислителя и не требуя какого-либо дополнительного обрамления. Цифровой индикатор служит для отображения информации при вводе и вычислениях. Сегментный индикатор обеспечивает отображение результатов первичной обработки вводимой информации в двоично-десятичном коде, поступающей на Вх. 1 ... Вх. 12. В интерфейсе осуществляется предварительное сравнение с допусковыми величинами и выдача сигналов "Брак" на схему сопряжения в случае превышения допусков по какому-либо адресу Адр. 1 ... Адр. 3. Вывод информации на ВУ осуществляется через выходы Вых. 1 ... Вых. 4 интерфейса.

Микрокалькулятор обладает широкими функциональными возможностями и рядом потребительских свойств, необходимых для эффективного применения в различных сферах народного хозяйства.

Кроме четырех арифметических действий, микрокалькулятор выполняет действия с константой, вычисление обратной величины, возведение в степень, извлечение квадратного корня, вызов константы π , определение натурального логарифма, экспоненциальной и тригонометрических функций, работу с памятью, редактирование, работу в режимах "Программирование" и "Автомат".

Возможные области применения калькулятора:

- допусковый контроль физических и механических параметров, таких как давление, напряжение, ток, толщина, скорость, емкость, сопротивление, концентрация и т.п.;
- вычисление результатов какого-либо процесса по совокупности параметров в заданный момент времени;
- количественный контроль и выдача управляющих воздействий по заданным условиям.



Структурная схема микрокалькулятора «Электроника МК-64»

В медицинских исследованиях микрокалькулятор позволит выполнить:

- периодическое измерение температуры, давления и других параметров, изменение их во времени и т.п.;
- диагностирование;
- управление процессами, требующими высокой точности обработки и т.п.

Перспективным представляется использование микрокалькулятора для организации дешевых информационных многопостовых систем и для индивидуальных научно-исследовательских расчетов.

Статья поступила 8 сентября 1982 г.

УДК 681.321.004

А.Н.Дорофеев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА В КАЧЕСТВЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ ВРЕМЕНИ

Микрокалькулятор с программной памятью можно использовать в качестве часов с визуальной сигнализацией о достижении заданного момента времени и секундомера, запоминающего шесть отсчетов времени. Автоматическое резервирование источника сетевого питания внутренней аккумуляторной батареей сохраняет записанную программу и полученные результаты при смене места применения микрокалькулятора.

Особенностью программируемого микрокалькулятора «Электроника БЗ-21» является способность в процессе работы по программе запоминать в регистре индикации число, содержащееся ранее в операционном регистре. Запоминание происходит в результате выполнения команды выборки информации из любой адресуемой ячейки памяти. При периодическом выполнении условного перехода или команды «Р,НОП» на табло микрокалькулятора периодически высвечиваются цифры числа, записанного в регистре индикации. Цифры высвечиваются достаточно ярко, но положение запятой в числе не указывается. Эти особенности микрокалькулятора позволяют использовать его не только для вычислительных работ, но и как точные настольные электронные часы с визуальной сигнализацией о достижении заданного момента времени, если в программную память ввести при помощи клавиатуры программу «Электронные часы», содержащую 57 команд (табл. 1).

В процессе работы на табло высвечивается текущее время и информация о сутках. В первые после включения сутки две крайние слева цифры означают часы, а следующие две — минуты текущего времени. На вторые сутки код времени сдвигается на один разряд вправо крайняя слева цифра означает порядковый номер суток. По окончании десяти суток проис-

Таблица 1

Адреса	Код	Клавиши	Адреса	Код	Клавиши
00	72	F,7	50	24	2
01	22	F,2	51	96	+
02	84	8	52	71	P,7
03	34	3	53	51	P,5
04	16	X \rightarrow Y	54	24	2
05	53	P, \odot	55	44	4
10	86	—	60	66	ВП
11	14	1	61	24	2
12	86	—	62	86	—
13	59	P, X=0	63	14	1
14	12	F,1	64	84	8
15	72	F,7	65	43	P, \odot
20	06	\uparrow	70	42	F,4
21	62	F,6	71	86	—
22	86	—	72	59	P, X=0
23	79	P, X \neq 0	73	01	P,0
24	92	F,9	74	32	F,3
25	32	F,3	75	66	ВП
30	96	+	80	44	4
31	71	P,7	81	96	+
32	64	6	82	41	P,4
33	04	0	83	51	P,5
34	86	—	84	71	P,7
35	06	\uparrow	85	58	ВП
40	52	F,5	90	01	P,0
41	86	—	91	22	F,2
42	59	P, X=0	92	78	СЛ
43	01	P,0			
44	32	F,3			
45	66	ВП			

Таблица 2

Адреса	Код	Клавиши	Адреса	Код	Клавиши
00	12	F,1	50	68	ПП
01	53	P, \odot	51	55	F,-/
02	82	F,8	52	11	P,1
03	14	1	53	78	СЛ
04	86	—	54	04	0
05	81	P,8	55	71	P,7
10	49	P, X $>$ 0	60	43	P, \odot
11	24	2	61	81	P,8
12	86	—	62	82	F,8
13	14	1			
14	41	P,4	63	64	6
15	96	+	64	04	0
20	02	F,0	65	86	—
21	58	ВП	70	49	P, X $>$ 0
22	14	1	71	84	8
23	68	ПП	72	81	P,8
24	55	F,-/	73	72	F,7
25	61	P,6	74	14	1
30	68	ПП	75	96	+
31	55	F,-/	80	71	P,7
32	51	P,5	81	58	ВП
33	68	ПП	82	63	P,ВП
34	55	F,-/	83	64	6
35	41	P,4	84	04	0
40	68	ПП	85	96	+
41	55	F,-/	90	06	\uparrow
42	31	P,3	91	72	F,7
43	68	ПП	92	66	ВП
44	55	F,-/	93	24	2
45	21	P,2	94	96	+
			95	48	В/0

ходит сдвиг места высвечивания кода времени еще на один разряд и т.д. Калькулятор может работать круглосуточно с блоком сетевого питания.

Перед пуском микрокалькулятора по программе часов в ячейки памяти необходимо ввести строго определенные коды. Например, если пуск часов производится в 9ч 30мин, а оставший день произойдет в 16ч 15мин на следующий день, то в ячейку P5 вводится код числа часов 9×10^2 , в P6 — код суток и времени исполнения 11615, в P7 — код точного времени 9.30. В ячейку P7 код вводится незадолго до указанного в нем времени. Пуск производится клавишей С/П в момент совпадения текущего времени с временем, указанным в этом коде. В ячейки P2, P3, P4 во всех случаях вводятся одни и те же простые коды 000 000 00, 1 и 0 соответственно. В заданный момент времени происходит автоматический останов и на табло высвечивается неподвижный код 000 000 00 — визуальный сигнал достижения заданного времени.

Ход часов можно корректировать. Изменение числа, записанного по адресам 02, 03 на ± 1 изменяет ход соответственно на ± 42 с за 1 ч. Изменение числа, записанного по адресам 63, 64, на ± 1 изменяет ход на $\pm 0,7$ с за 1 ч. Блок питания прибора стабилизирован. Погрешность часов может составлять лишь несколько секунд в сутки при комнатной температуре. Перед пуском часов стековая память должна быть свободной. Начало программы устанавливается клавишей В/О.

Микрокалькулятор «Электроника БЗ-21» можно использовать в качестве секундомера, если в память ввести программу «Секундомер» (табл. 2). Преимущество микрокалькулятора, работающего по этой программе, перед обычным секундомером заключается в автоматическом запоминании серии из шести результатов. Эта программа может быть полезна при необходимости оперативной фиксации продолжительности этапов различных экспериментов или производственных процессов. Отрезки времени фиксируются с точностью до секунды, а продолжительность каждого из них может составлять от одной секунды до многих десятков минут. Наименьшая продолжительность паузы определяется временем, необходимым для нажатия двух клавиш, и составляет около двух секунд, наибольшая — не ограничена.

При использовании программы «Секундомер» необходимо кроме ввода самой программы, записать число 6, определяющее наибольшее число измеряемых совместно отрезков времени, в ячейку P8 и установить начало программы с помощью клавиши В/О.

В процессе отсчета, начинающегося после нажатия клавиш С/П, на табло высвечивается в мелькающем режиме число секунд с момента пуска. Отсчет заканчивается при нажатии одной из клавиш (например, С/П, Сх, В/О). К следующему пуску прибор подготавливается клавишей В/О.

Автоматический останов произойдет через некоторое время после последнего пуска (седьмого, если в ячейку P8 записано число 6). Чем продолжительнее были отрезки времени, тем большее время сверх 20 с проходит с момента последнего пуска до останова (около 2 с на

каждую минуту отрезка времени).

После останова результаты можно прочитать в соответствующих ячейках памяти: результат первого отсчета записывается в ячейку P1, второго — в P2 и т.д. (до P6). В индицируемом на табло коде времени два крайних справа разряда означают число секунд, а остальные разряды — число минут.

В ячейку P8 может быть записано число и меньшее 6 для получения автоматического останова после меньшего числа пусков. Результат последнего измерения в этом случае будет храниться в ячейке P6, предыдущего — в ячейке P5 и т.д. Перед следующей серией отсчетов необходимо в ячейку P8 снова записать необходимое число.

Коррекцию отсчета отрезков времени производят небольшим изменением числа, записанного в программе по адресам 63, 64 и 83, 84 (см. табл. 2).

В цепь питания микрокалькулятора «Электроника БЗ-21» целесообразно ввести дополнительный германиевый диод, осуществляющий автоматическое резервирование источника сетевого питания аккумуляторной батареей, которая имеется в приборе. Это простое усовершенствование повышает надежность использования микрокалькулятора в качестве часов и повышает эффективность программы «Секундомер», поскольку позволяет отключать микрокалькулятор от сети на срок до двух часов и сохранять результаты отсчетов при необходимости смены места применения. Становится более удобным использование микрокалькулятора по прямому назначению, так как записанная программа защищается от стирания.

Статья поступила 14 апреля 1982 г.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

УДК 681.325.658.004

С.М. Крылов

МНОГОПРОТОКОЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ПРОЦЕССОР СВЯЗИ

Использование программируемых процессоров связи на ИМС серии K564 позволяет значительно сократить сроки, стоимость разработки систем и суммарные затраты аппаратуры благодаря возможностям выбора оптимального протокола обмена, корректировки алгоритмов и протоколов передачи и приема данных.

Значительную долю в составе периферийного оборудования микропроцессоров и микроЭВМ составляют устройства последовательной передачи и приема данных — процессоры связи. В основу структуры рассматриваемого многопротокового программируемого процессора (рис. 1) положены некоторые концепции, использованные в много-

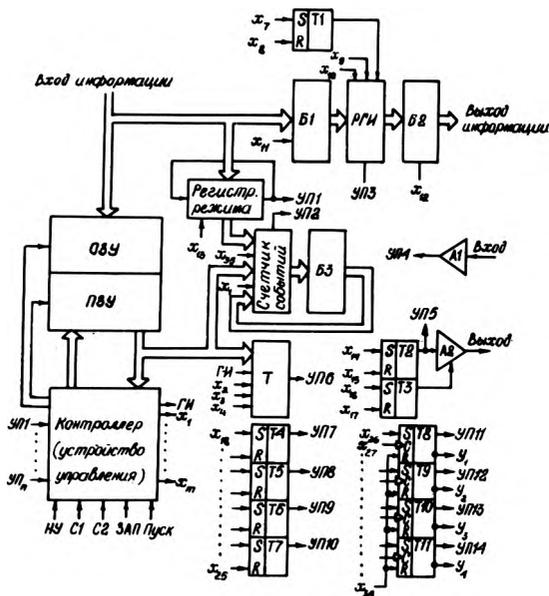


Рис. 1. Структурная схема многопротокового программируемого процессора связи

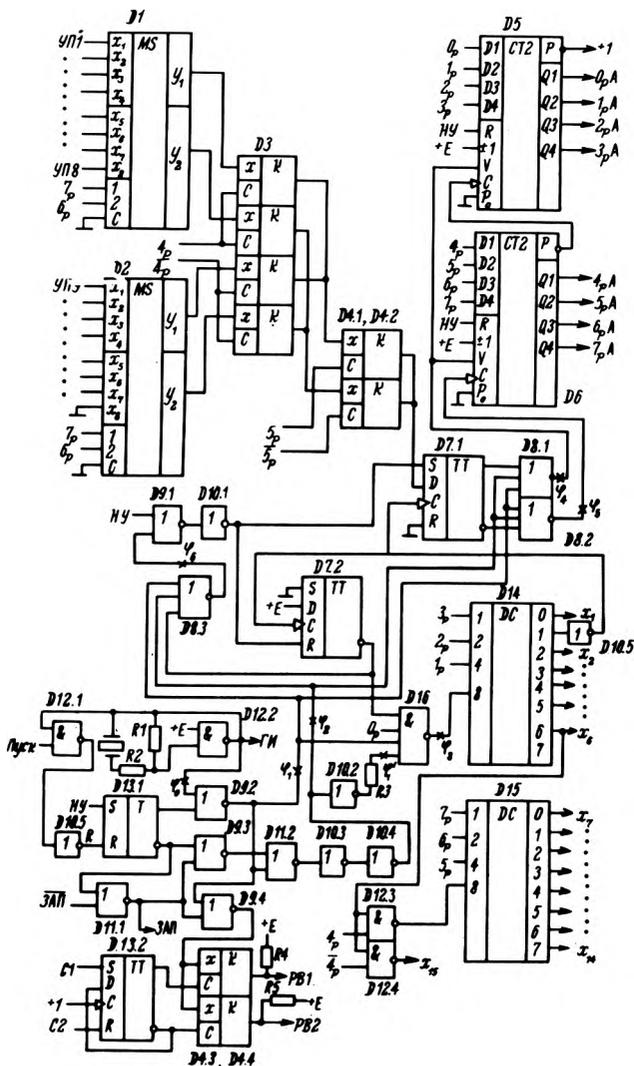


Рис. 2. Пример схемной реализации контроллера программируемого процессора связи

функциональных программируемых устройствах обработки и преобразования аналоговой информации [1].

Первая страница запоминающего устройства программ процессора представляет собой ПЗУ емкостью 256 восьмиразрядных слов (2 ИМС типа К164РЕ1 или К556РТ4) с фиксированной программой, а вторая – ОЗУ такой же емкости (8 ИМС типа К564РУ2), которое предназначено для отладки и хранения программ, разрабатываемых самим пользователем. Номер страницы может быть задан внешними сигналами С1, С2.

Контроллер процессора (рис. 2) вырабатывает сигналы $x_1 - x_m$ для управления отдельными узлами, осуществляет выборку команд из ЗУ и анализирует признаки операции условных переходов УП1 – УПn. Кварцевый генератор D12.2 (ИМС К564ЛА7) формирует прямоугольные импульсы частотой 0,5 МГц, устанавливающие при наличии сигнала "Пуск" триггер пуска D13.1 (ИМС К564ТМ2) в состояние "0", и разрешает тем самым работу схемы формирования фаз D9.2, D11.2 (К564ЛЕ5), D10.2–D10.4 (К564ЛН2), D8 (К564ЛЕ10). При выполнении однобайтовых команд загрузки регистров таймера и счетчика событий (сигналы $x_1 - x_n$) или команд управления (сигналы $x_7 - x_m$) триггеры D7.1 и D7.2 находятся соответственно в состоянии "1" и "0", обеспечивая выработку stroba φ_3 для стробирования основного дешифратора D14 (К564Д1) и – в конце каждого цикла считывания – короткого stroba φ_5 , увеличивающего содержимое счетчика команд D5, D6 (К564ИЕ11) на единицу. Резистор R3 вместе с входной емкостью микросхемы D16 создает задержку stroba φ_1 для обеспечения достоверного появления информации 0p–3p на входах D14. При выполнении двухбайтовых команд переходов, имеющих код "1" в старшем полубайте первого байта команды, на выходе "1" D14 появляется импульс, своим задним фронтом переключающий триггер D7.2 в состояние "1", а триггер D7.1 – в состояние, определяемое значением признака перехода на выходе мультиплексора признаков D1, D2 (К564КП1), D3, D4 (К164КТ1). Если признак равен "0", то триггер D7.1 переключается в "0", обеспечивая на следующем такте выработку stroba φ_4 , осуществляющего прием второго байта команды перехода в счетчик команд. Команда безусловного перехода задается подключением одного из входов мультиплексора признаков (в данном случае x_8 , D2) к шине нулевого потенциала. В контроллере предусмотрены свободные входы признаков переходов, которыми пользователь может распоряжаться по своему усмотрению. Триггер D7.2 запрещает работу дешифратора D14 при чтении второго байта команды перехода и одновременно разрешает собственный сброс и установку D7.1 в исходное состояние в конце чтения второго байта.

"Электроника С5-12" цикл программирования одной страницы занимает не более 0,3 с. Режим динамического программирования полезен также для проведения тестирования ППС путем записи в него тестовых программ.

При реализации ППС в виде КМОП БИС транзисторы VT1, VT2 могут быть выполнены на том же кристалле [2], а сама схема процессора легко реализуется на универсальной вентиляционной матрице с числом элементов порядка 600. Использование программируемых процессоров связи существенно сокращает суммарные затраты аппаратуры благодаря возможности выбора оптимального протокола обмена и решения процессором ряда дополнительных задач [3]. Например, на основе ППС был разработан низкоскоростной протокол обмена информацией по двухпроводной линии связи, позволяющий включать параллельно практически неограниченное число приемников (передатчиков) с адресацией по приоритету, благодаря чему исключается необходимость в коммутации каналов связи, соединяющих отдельные приемники (передатчики) с центральной станцией. Кроме того, программная реализация функций ППС позволяет вносить коррективы в алгоритмы и протоколы передачи данных, обеспечивая тем самым сокращение сроков и снижение стоимости разработки систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крылов С.М. Программируемый аналоговый интерфейс для микро-ЭВМ.— *Электронная промышленность*, 1981, вып. 7—8, с. 126—130.
2. Rehma M.A. Mosfet analog integrated circuits.— *Electronic Engineering*, 1980, № 12, p. 115—134.
3. Крылов С.М., Шипилов С.Г. Программируемые процессоры связи для мини и микро-ЭВМ.— *Информ. листок, Куйбышев, ЦНТИ*, 1981, № 609—81.

Статья поступила 27 февраля 1982 г.

УДК 681.327.2—185.4

В.Г.Горин, В.А.Морозов,
А.В.Найденов, В.В.Пароходов

ОЗУ ДЛЯ микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА 60»

Модуль ОЗУ емкостью 32 кбайт, построенный на базе БИС К565РУ3А и имеющий автономную регенерацию, позволяет увеличить быстродействие процессора микроЭВМ «Электроника 60» на 7—10% и упростить проектирование многомашиных систем и устройств прямого доступа. Время выборки ОЗУ составляет 0,8—1,5 мкс.

Оперативные запоминающие устройства для микроЭВМ «Электроника 60» построены на основе БИС памяти динамического типа (К565РУ1,

К565РУ3), регенерация которых осуществляется под управлением процессора. На это процессор затрачивает 7—10% времени, снижая тем самым свое быстродействие. Необходимость проводить регенерацию ОЗУ извне приводит к усложнению устройств, работающих в режиме прямого доступа к памяти (ПДП), так как в этом случае функции процессора по регенерации ложатся на устройство ПДП. Кроме того, в многомашиных системах отсутствие связи между процессами регенерации ОЗУ разных микроЭВМ приводит к замедлению работы системы в целом.

Особенностью разработанного устройства памяти, выполненного на стандартной плате размером 140x240 мм и имеющего информационную емкость 32 кбайт, является автономная регенерация микросхем К565РУ3А (рис.1, 2).

Регенерация памяти заключается в выполнении каждые 2 мс 128 циклов обращения к ОЗУ при адресации по строкам. В отличие от процессора, выполняющего регенерацию всех строк последовательно за время не более 150 мкс, разработанное устройство регенерирует по одной строке с частотой 64 кГц, осуществляя таким образом «прозрачную» для процессора регенерацию.

Регенерация любой из строк ОЗУ начинается с формирования сигнала требования регенерации (Tr РГН). Блок управления осуществляет взаимодействие процессов регенерации и обра-

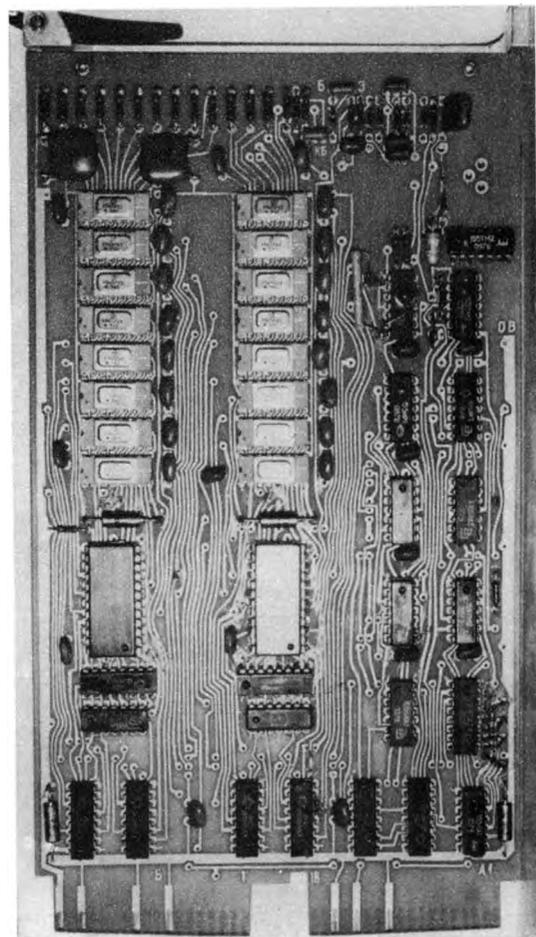


Рис. 1. Плата ОЗУ емкостью 32 кбайт

щения. Если схема управления выполняет регенерацию строки памяти, то формирование цикла обращения задерживается до окончания регенерации. Если в момент появления сигнала $Tr\ P\Gamma H$ идет обращение к ОЗУ, то блок управления ожидает окончания обращения. Если нет обращения, то за семь тактов, длительность которых определяется тактовым генератором, блок управления проводит регенерацию одной строки. При этом адрес строки подается на мультиплексируемую шину со счетчика через буфер адреса $P\Gamma H$ по сигналу разрешения адреса $P\Gamma H$. Схема управления формирует строб адреса строки. Строб адреса столбца и сигналы записи старшего и младшего байтов при регенерации пассивны. В конце цикла регенерации происходит увеличение семиразрядного счетчика, т.е. формируется код адреса следующей регенерируемой строки и сброс $Tr\ P\Gamma H$. При обращении на линиях адрес—данные активное устройство выставляет адрес ячейки памяти, который через блок приемопередатчиков поступает на схему выбора банка памяти и регистр адреса. Начальный адрес модуля ОЗУ выбирается дискретно, через каждые $4K$ адресов с помощью четырех перемычек в схеме выбора банка памяти. Такая структура выбора начального адреса позволяет данному модулю выполнять совместную работу с выпускаемыми модулями ОЗУ и ППЗУ. Сигнал синхронизации активного устройства (СИА) разрешает

запись адреса выбранной ячейки ОЗУ в регистр адреса. Нулевой разряд адреса (АО) используется для выбора байта в цикле записи байта. Разряды адреса с первого по седьмой являются адресом столбца микросхем памяти, разряды с восьмого по четырнадцатый — адресом строки.

В начале цикла обращения активного устройства блок управления разрешает передачу семиразрядного адреса строки, записанного в регистр адреса, на шину адреса, затем формирует строб адреса строки, по которому этот адрес запоминается в микросхемах памяти. По сигналу переключения адреса на адресную шину поступает адрес столбца, который стробируется соответствующим stroбом с приходом очередного импульса тактового генератора. Дальнейшая работа схемы управления определяется циклом обращения активного устройства к модулю ОЗУ. При считывании данных из ОЗУ сигналом «Ввод» блок приемопередатчиков переключается на передачу данных с выходов микросхем памяти в канал микроЭВМ. Сигнал синхронизации пассивного устройства (СИП), поступающий со схемы управления, подтверждает наличие данных в канале. По сигналу «Вывод» схема управления формирует стробы записи старшего и младшего байтов, разрешающие запись данных в микросхемы памяти. При активном сигнале «Байт» происходит запись одного из байтов. Если АО имеет низкий уровень, то по сигналу записи

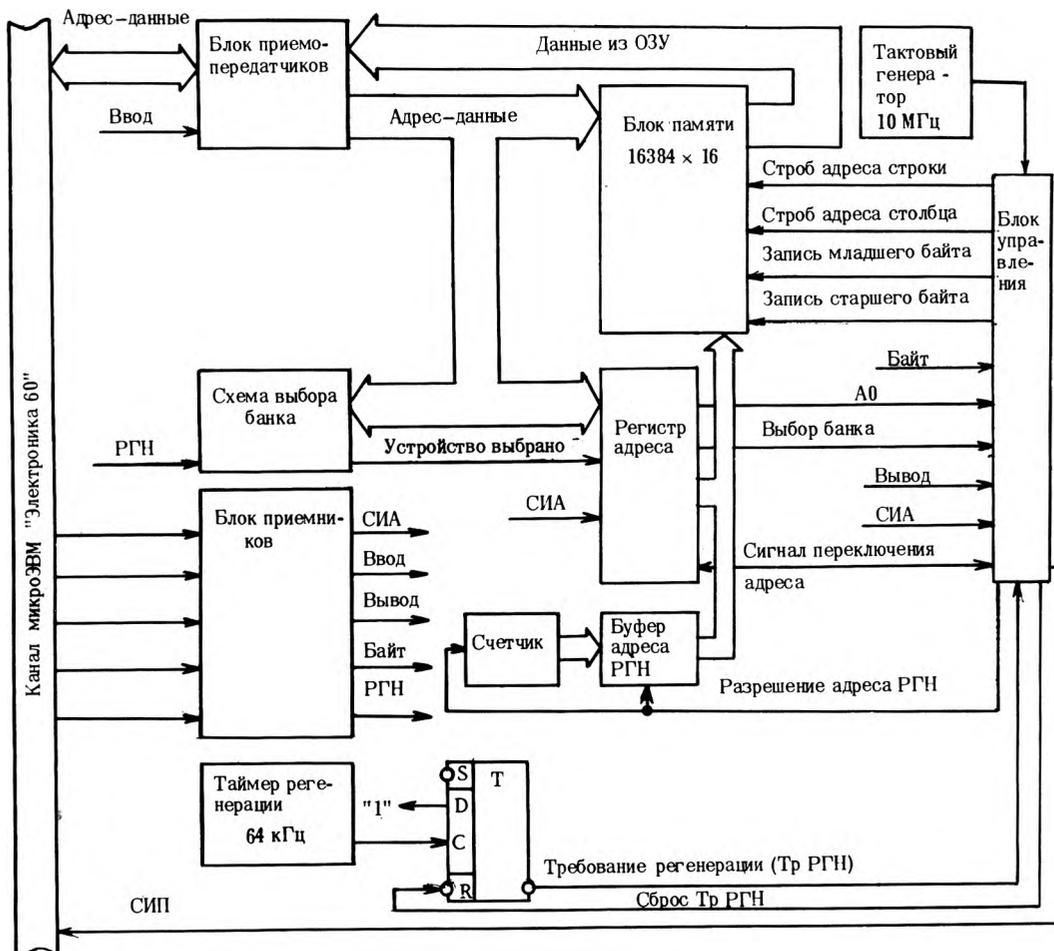


Рис. 2. Структурная схема ОЗУ

записывается только младший байт. Старший байт записывается в случае, если АО имеет высокий уровень. Устройство управления подтверждает окончание вывода информации сигналом СИП. После получения сигнала СИП активное устройство очищает линию сигналов «Ввод» или «Вывод» и, завершая цикл канала, снимает сигнал СИА.

Адресная часть и ввод данных в цикле «Ввод—пауза—Вывод» выполняется так же, как и в цикле «Ввод». Сигнал СИА остается активным после окончания ввода данных. Во время паузы активное устройство осуществляет обработку считанной информации, после чего эта информация записывается в микросхемы памяти без повторения адресной части цикла.

Время обращения к модулю ОЗУ при частоте тактового генератора, равной 10 МГц, изменяется от 0,8 до 1,5 мкс. Если блок управления не занят выполнением регенерации, то длительность обращения минимальна. Максимальная длительность обращения соответствует наложению процессов регенерации и обращения.

Результаты, полученные при разработке ОЗУ емкостью 32 кбайт, были использованы при разработке запоминающего устройства емкостью 64 кбайт, которое может работать в двух режимах. В режиме ОЗУ используется 56 кбайт, остальное адресное пространство микроЭВМ отведено внешним устройствам. Работа ЗУ в этом режиме не отличается от работы описанного выше модуля памяти. В режиме внешнего ЗУ обращение осуществляется в два этапа. На первом происходит запись адреса ячейки памяти в специальный регистр адреса ЗУ, а на следующем — обращение к регистру данных ЗУ. Адресный селектор позволяет подключать до восьми таких устройств общей емкостью 512 кбайт. После небольшой доработки возможно сопряжение ЗУ с 18-разрядной адресной шиной микроЭВМ в обоих режимах.

Статья поступила 12 августа 1982 г.

УДК 681.326.74.06

В.К.Зварич, А.В.Кобылинский, Н.Г.Сабадаш

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММИРУЕМЫЙ КОНТРОЛЛЕР «ЭЛЕКТРОНИКА К1-20»

Контроллер «Электроника К1-20», имеющий в своем составе пульт диалогового взаимодействия, позволяет создавать системы сбора и обработки информации с прямым цифровым программным управлением, работающие в режиме реального масштаба времени и обладающие возможностью наращивания с помощью плат связи с объектом и устройствами памяти.

Контроллер программируемый универсальный (КПУ) «Электроника К1-20» относится к семейству микроЭВМ и контроллеров серии «Электроника К» и предназначен для выполнения функций

контроля и управления в контрольно-измерительных системах, локальных системах автоматизации, системах управления технологическими процессами. Он может использоваться также для отладки программ небольших объемов (до 1 кбайт) на уровне машинных команд и в качестве лабораторной микроЭВМ.

По конструктивному исполнению и назначению контроллер «Электроника К1-20» является одноплатной микроЭВМ, но имеет ряд архитектурных и конструктивно-технологических особенностей. К архитектурным особенностям контроллера относятся следующие:

- реализация в виде двух устройств: автономной, функционально законченной одноплатной микроЭВМ (ОМЭ) и подключаемого пульта диалогового взаимодействия оператора с контроллером;
- наличие двух интерфейсов: системного, позволяющего расширить объемы ЗУ контроллера, подключить дополнительные устройства ввода-вывода и устройства связи с объектом, и интерфейса пользователя, предназначенного для обмена информацией с ВУ пользователя, числового программного управления исполнительными механизмами, организации многомашинных систем;
- возможность организации в составе ОМЭ запоминающих устройств, включающих такие виды памяти, как статическое ОЗУ, перепрограммируемое ЗУ с УФ стиранием, ПЗУ с плавкими переключателями, масочное ПЗУ, благодаря которой в зависимости от степени отработки и серийности программ можно использовать ОЗУ или ППЗУ на этапе обработки программ, ППЗУ и ПЗУ с плавкими переключателями для отработанных программ, масочное ПЗУ для программ, имеющих массовое применение;
- комплектация стандартными программами, записанными в ППЗУ или ПЗУ. Среди них программа монитор, обеспечивающая управление взаимодействием оператора с КПУ через пульт контроллера в режиме реального времени, тест-программы самоконтроля, библиотека подпрограмм вычислений с плавающей запятой.

Конструктивно-технологическими особенностями являются:

- исполнение ОМЭ и пульта в виде автономных конструктивно законченных устройств;
- реализация ОМЭ на однослойной печатной плате с двухсторонней разводкой, что обеспечивает ее высокую надежность;
- разработка корпуса для транспортировки ОМЭ, который может быть применен так же, как технологический корпус при использовании КПУ в качестве лабораторной микроЭВМ;
- организация двух отдельных интерфейсных разъемов: разъем интерфейса пользователя и разъем системного интерфейса.

Одноплатная микроЭВМ выполнена на плате размером 220×320 мм и может работать как с пультом, так и автономно. В ее состав входят (см. рисунок):

- центральный процессор (ЦП) на основе БИС однокристалльного 8-разрядного микропроцессора КР580ИК80А;
- тактовый генератор КР580ГФ24, формирую -

щий двухфазные тактовые сигналы с частотой 2 МГц, стабилизируемой кварцевым резонатором;

- системный контроллер, который в первом такте каждого машинного цикла ЦП фиксирует выдаваемую из ЦП на шины данных информацию о внутреннем состоянии и формирует сигналы синхронизации и управления обменом информацией ЦП с устройствами ОЗУ и УВВ. Выполнен на ИС серий К155 и К589;

- шинные формирователи адреса ША (16 линий) и шины данных ШД (8 линий) на ИС К589АП26 ;

- устройство памяти (УП), включающее оперативное ЗУ 1 кбайт на БИС статического ОЗУ К565РУ2, ПЗУ 4 кбайт на БИС масочного ПЗУ К568РЕ1, программируемого по картам заказа пользователя, и ППЗУ 4 кбайт с УФ стиранием на БИС К573РФ2;

- устройство памяти, которое в зависимости от исполнения УПК "Электроника К1-20" реализуется на устанавливаемых на переходных кодках шести БИС ППЗУ К573РФ1 (6 кбайт) или БИС ППЗУ К573РФ2 (12 кбайт), или БИС ПЗУ К556РТ5 (3 кбайта);

- устройство последовательного ввода-вывода КР580ИК51 для организации последовательного обмена информацией контроллера с внешними устройствами или аналогичными контроллерами;

- таймер КР580ВН53 для организации работы контроллера в режиме реального времени, ввода число-импульсной информации, генерации сигналов заданной частоты;

- устройство параллельного ввода-вывода на основе двух БИС программируемого параллельного интерфейса КР580ИК55 предназначено для организации программного обмена параллельной информацией с ВУ или числового программного управления в системе (четыре линии на вывод и четыре на ввод развязаны от выхода через оптрона, а остальные - через шинные формирователи К589АП26). Режим обмена задается программно от ЦП, а направление - с помощью перемычек;

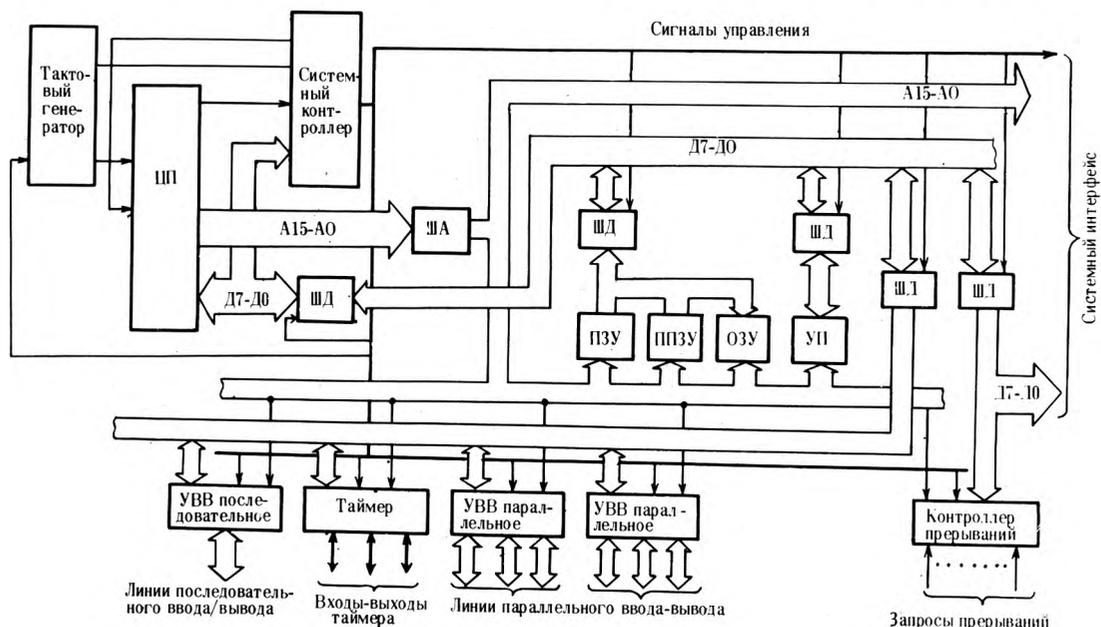
- контроллер прерываний КР580ВН59 обеспечивает обслуживание восьми векторных запросов прерываний с программной установкой приоритетов запросов и программным маскированием запросов, допускает расширение числа обслуживаемых запросов до 64 путем внешнего подключения дополнительно до восьми контроллеров КР580ВН59.

Шины адреса (А0-А15) и данных (Д0-Д7), линии управления обменом с памятью и ВУ, управления обслуживанием запросов на прерывания и другие линии управления выведены на системный разъем СМП34-69, образующий интерфейс КПУ и позволяющий подключать к ОМЭ дополнительные устройства памяти или дополнительные устройства сопряжения с ВУ, адресуемые через шины адреса и данных как ВУ.

Линии управления и передачи информации программируемого последовательного интерфейса, входы таймера, линии каналов ввода-вывода параллельного интерфейса, запросов прерываний выведены на два разъема СМП34-69 с противоположной стороны платы ОМЭ и образуют интерфейс пользователя, который может использоваться для обмена информацией с ВУ или для управления различными исполнительными механизмами.

Пульт диалогового взаимодействия контроллера "Электроника К1-20" включает блок клавиатуры на 20 клавиш, предназначенный для ввода алфавитно-цифровой информации, устройство отображения алфавитно-цифровой информации на девять позиций, выполненное на сегментных светодиодных индикаторах, схему сопряжения с системной магистралью, шифратор кода вводимого символа, ключи управления индикаторами, перепрограммируемое или масочное ЗУ.

Пульт подключается к системной шине с помощью гибких шлейфов. Благодаря использованию пульта диалогового взаимодействия значительно повышаются эксплуатационные характеристики КПУ, расширяется область его применения. Диа-



Структурная схема универсального программируемого контроллера «Электроника К1-20»

логовый режим работы осуществляется под управлением программы монитор, записанной в ЗУ пульта и позволяющей в режиме реального времени управлять выполнением программ КПУ, обменом информацией с ВУ и вести отладку программ.

Предусмотрено три режима работы монитора, устанавливаемые по командам: работа параллельно с программой пользователя, автономный режим, режим трассировки. Ввод информации с пульта и выполнение команд монитора происходит по прерываниям работающей программы. После ввода очередного символа или выполнения команд управление передается прерванной программе.

Команды монитора по типу выполняемых функций подразделяются на команды управления выполнением программ (*G*), обеспечения отладки программ (*E, S, J, A*) и сервисные (*F, C, D, I, O, P, B*) (см. таблицу).

Под управлением программы монитор выполняются тесты 1,2 контроля работоспособности КПУ. Тест 1 КПУ, предназначенный для контроля КПУ в составе системы, состоит из тест-программ ЦП, ОЗУ, ППЗУ.

Тест 2 КПУ осуществляет контроль КПУ в автономном режиме без ВУ. Линии интерфейса пользователя и устройства, работающие на интерфейс пользователя, проверяются через подключаемый пассивный адаптер. Тест 2 КПУ включает тест-программы теста 1 и дополнительно тест-программу каналов ввода-вывода.

Каждый тест устройства реализован в виде подпрограммы и может выполняться как автономно, так и в составе общих тестов. Выход на тесты возможен с помощью команды *P* или *G* АДР, где АДР — адрес входа в тест-программу.

Результаты выполнения тестов устройств выдаются на индикацию. Цифра "1" в одной из первых пяти позиций индикатора указывает, какая из тест-программ (ЦП, ОЗУ, ППЗУ или УВВ) выполняется в данный момент. В позициях 6—9 индикатора фиксируются сбои при выполнении тест-программ.

Библиотека подпрограмм вычислений с плавающей запятой включает подпрограммы для выполнения четырех арифметических действий, прямых и обратных тригонометрических функций и операций $\sqrt{\quad}$, $x!$, e^x , $\ln x$, a^x . Числа с плавающей запятой представляются в трехбайтовом формате, причем порядок со знаком занимает 1 байт, а мантисса со знаком — 2 байта. Использование библиотеки экономит память машины и время разработки программ пользователя.

Структура и состав контроллера "Электроника К1-20" позволяют создавать экономичные системы управления, обладающие возможностями, характерными для систем управления на базе мини- и микроЭВМ, такими как:

- управление в режиме реального масштаба времени;
- быстрая реакция на внешние изменения;

Мнемоника команды	Параметры команды	Функции, выполняемые командой	Примечание
<i>G</i>	{ АДР1_ АДР2_ АДР3 <i>CR</i>	Запуск программы по адресу с установкой точек разрыва Запуск программы с точки останова	АДР1 — адрес передачи управления АДР2 } АДР3 } адреса точек разрыва
<i>E</i>	[<i>A, B, C, D, E, H, L, F, P, S</i>]	Исследование и модификация содержимого памяти	Содержимое одного из регистров выдается на индикацию и при необходимости заменяется новым с пульта управления
<i>S</i>	[АДР]	Исследование и модификация содержимого памяти	АДР — адрес первой из индицируемых ячеек
<i>J</i>		Задание режима трассировки	В режиме трассировки программа выполняется покомандно с выдачей номера выполняемой команды
<i>A</i>		Отмена режима трассировки	
<i>F</i>	АДР1_ АДР2_ БАЙТ	Заполнение массива памяти константой	АДР1 — начало массива АДР2 — конец массива БАЙТ — константа
<i>C</i>	АДР1_ АДР2_ АДР3	Сравнение двух массивов памяти	АДР1 — начало первого массива АДР2 — конец первого массива АДР3 — начало второго массива
<i>D</i>	АДР	Динамическая индикация ячейки памяти (с интервалом 2 мс)	АДР — адрес индицируемой ячейки
<i>I</i>	АДР	Индикация содержимого ВУ	АДР — адрес регистра ВУ
<i>O</i>	АДР_ БАЙТ	Вывод байта данных на регистр ВУ	АДР — адрес регистра ВУ
<i>P</i>		Переход на подпрограмму контроля работоспособности КПУ	Результаты контроля устройств выдаются на индикацию
<i>B</i>		Вывод на индикацию символа, соответствующего нажатой клавише	Предназначена для контроля клавиатуры и индикации

– сбор и обработка цифровой и число-импульсной информации;
 – прямое цифровое программное управление;
 – возможность наращивания системы при помощи дополнительных плат сопряжения с устройствами связи с объектом и устройствами памяти;
 – возможность организации систем, включающих как совокупность контроллеров "Электроника К1-20", так и центральную мини- или микроЭВМ.

Кроме того, "Электроника К1-20" рассчитан на использование в качестве лабораторной микроЭВМ при изучении методов проектирования, отладки и эксплуатации МСВТ на базе микропроцессорных комплектов БИС серий К580 и КР580. Конструктивное исполнение КПУ обеспечивает удобный доступ к выводам всех микросхем, что позволяет контролировать их работу с помощью осциллографа, цифрового анализатора или других измерительных приборов. Команды программы монитор позволяют программировать режимы работы контроллерных и интерфейсных БИС, входящих в КПУ, записывать в ОЗУ и затем выполнять программы, демонстрирующие выполнение функций работы с ВУ с помощью контроллерных управляющих БИС. В качестве ВУ могут использоваться специально разработанные демонстрационные ВУ (динамики, микродвигатели, индикаторы) либо смоделированные с помощью БИС контроллера. В последнем случае связь между БИС обеспечивается через пассивный адаптер, подключаемый к интерфейсу пользователя.

Статья поступила 26 июля 1982 г.

УДК 621.3.049.77:681.3.06

В.П.Захаров

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ОДНОКРИСТАЛЬНЫЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ К145

Применение однокристальных микроконтроллеров серии К145 наделяет изделия качественно новыми показателями, улучшает их эксплуатационные и надежные характеристики.

Среди однокристальных микроЭВМ особое место занимают модели, программно-ориентированные на решение задач управления внешними объектами — так называемые микроконтроллеры (МК).

По степени универсальности использования МК можно подразделить на две группы:

— специализированные, работающие по жесткой программе, занесенной во внутреннюю память МК;

— широкого применения, программа действия которых заносится во внешнее ЗУ и может изменяться самим пользователем (в случае применения ОЗУ или ППЗУ) или по картам-заказам, составленным пользователем (в случае применения ПЗУ).

Назначение и области применения двух семейств перепрограммируемых БИС МК серии К145 приведены в табл.1.

Таблица 1

Тип БИС	Назначение	Область применения
К145ИК1801 (С)*	Сопряжение вычислительных устройств, создаваемых на базе комплекта БИС К145ИК5, с датчиками, установленными в периферийном оборудовании (в частности в системе контроля качества сварочных процессов)	Контрольно-измерительные комплексы
К145ИК1802 (С)	Управление электромеханическим печатающим устройством типа ДК-278 в микрокалькуляторах, созданных на базе БИС К145ИК508, для выполнения бухгалтерских и экономических расчетов	Вычислительная техника в народном хозяйстве
К145ИК1803 (С)	Управление устройством ввода-вывода, сопряжение с ЗУ и с микроЭВМ "Электроника 60"	"
К145ИК1805 (С)	Управление термопечатающим устройством "Электроника УТП-15" в составе программируемых калькуляторов	"
К145ИК1807 (ШП)**	Управление электробытовыми приборами (стиральными машинами, СВЧ печами, холодильниками и пр.), манипуляторами, технологическим и контрольно-измерительным оборудованием	"
К145ИК1901 (ШП)	Работа в реальном масштабе времени и в режиме таймера	Электронные часы типа "Электроника Г6-11" и системы оповещения и сигнализации в народном хозяйстве
К145ИК1903 (С)	Автоматическое вычисление и контроль мгновенных значений: скорости движения автомобиля, расхода горючего на 100 км пути (количества горючего, оставшегося в баке), пути, который можно преодолеть на оставшемся запасе горючего в баке	Сервисная автомобильная Электроника
К145ИК1905 (ШП)	Прием, хранение, выдача и контроль информации, представленной в десятичном коде	Телефония для автоматической связи с 32-мя абонентами и другие системы связи
К145ИК1906 (С)	Контроль и управление режимами работы лентопротяжного механизма в кассетном магнитофоне	Сфера быта и различные области народного хозяйства
К145ИК1907 (ШП)	Многофункциональный таймер-программатор для управления различными процессами в реальном масштабе времени	Управление технологическими процессами и оборудованием, сфера быта
К145ВГ1 (ШП)	Выполнение вычислительных работ, управление различными технологическими процессами и оборудованием с повышенным быстродействием	Выпускается только по картам-заказам или по заказному математическому обеспечению

*Специализированные МК.

**МК широкого применения.

БИС МК серии К145 представляют собой однокристалльные микроЭВМ последовательного действия с использованием принципа многоуровневого программирования. Благодаря специальной организации системы ввода—вывода данных, примененной в БИС, и наличию встроенных систем обрaмления, МК хорошо адаптируются к ВУ как по формату управляющих команд, так и по временным характеристикам.

Ниже подробно рассмотрен МК К145ИК1807 — наиболее универсальный в использовании среди других р-канальных схем серии К145. БИС К145ИК1807 имеет 48 выводов, назначение которых показано на рис.1.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ. Микроконтроллер выполняет следующие функции:

- ввод номера исполняемой программы;
- обращение к внешнему ЗУ, имеющему емкость до 4000x8 бит;
- автоматический поиск программы во внешнем ЗУ;
- выполнение заданной программы;
- вывод номера исполняемой программы на индикаторное устройство;
- занесение программы во внешнее ОЗУ или ППЗУ, имеющие емкость 256x8 бит;
- число управляемых объектов до 256;
- число опрашиваемых датчиков (в параллельном режиме — до 32, в последовательном — не ограничено).

БИС К145ИК1807 позволяет организовать программное управление работой внешних исполнительных устройств, установленных на раз-

личных объектах, с учетом заданных временных интервалов включения—выключения устройств, положения и состояния датчиков и возможности сравнения их с контрольными величинами (уставками), заданными по программе.

Команды управления записаны во внутренней памяти МК. Доступ к ним осуществляется с помощью программ, хранящихся во внешнем ЗУ.

СТРУКТУРА МИКРОКОМАНД. С целью экономии аппаратных затрат в БИС К145ИК1807 применен переменный формат управляющего слова (команды). Минимальная длина слова — 1 байт, максимальная — 2 байта. Запись и считывание команд осуществляется по тетрадам. Информация кодируется восьмеричным кодом. Старшая тетрада первого байта каждой команды содержит код команды, остальные тетрады соответственно информацию о различных признаках, адресах переходов по программе, кодах времени, состояния датчиков, управления.

СИСТЕМА КОМАНД. Для реализации множества задач управления разработана специальная система команд (табл.2). Их последовательность, необходимую для выполнения определенной операции (действия), назовем макрокомандой.

По своему назначению команды подразделяются на две группы:

- обеспечивающие управление внешними устройствами (НВ, ВВ, ПВ, М1↑, М2↑, М1+, ЗК, ОД, МКУ, КУ) и выполнение программы (БП, ПП, ВП, ЦИКЛ, СТОП).

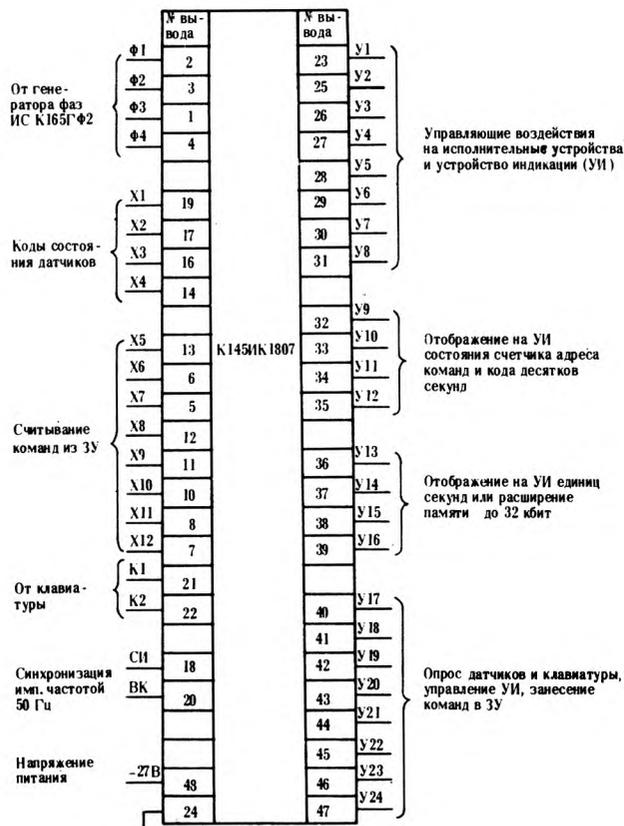


Рис. 1. Функциональная схема микроконтроллера

Таблица 2

Символ команды	Назначение
НВ	Полное (начальное) время выполнения всей программы
ВВ	Время выполнения операции в заданном интервале времени
ПВ	Переход по окончании времени в минутном интервале
БП	Безусловный переход из любого места программы по заданному адресу
ПП	Переход на подпрограмму по указанному адресу. Глубина обращения к подпрограммам равна 2
ВП	Выход из подпрограммы для выполнения основной программы
М1 ↑	Обращение к регистру памяти М1
М2 ↑	Обращение к регистру памяти М2
ЗК	Занесение кода времени или кода состояния датчиков в регистры памяти М1 или М2
М1+	Сложение с содержимым регистра памяти М1
ОД	Опрос датчиков внешних устройств
ЦИКЛ	Число циклов повторения выполняемой операции (блока операций)
МКУ	Занесение кода управления в отдельный регистр памяти
КУ	Управление исполнительными устройствами и переход по окончании времени в секундном интервале
СТОП	Останов выполнения программы

Команда занесения полного времени НВ содержит код команды и информационную часть, в которой указывается полное (начальное) время выполнения всей программы или ее части в пределах от 0 до 99 мин 50 с с дискретностью 10 с. Команда ставится в начало программы или соответствующей ее части. Время отображается на 4-разрядном индикаторном устройстве в порядке убывания от заданного значения до нуля и является справочным параметром.

Команда занесения времени выполнения операции ВВ содержит код команды, признак выбранного временного интервала и информационную часть, в которой указывается время, необходимое для выполнения операции. Признаком установки времени в секундном интервале является «0», в минутном интервале — «1» во второй тетраде первого байта. В третьей тетраде устанавливаются десятки минут или десятки секунд в пределах от 0 до 15 (этот диапазон определяется максимальными возможностями клавиатуры ввода), в четвертой тетраде — единицы минут или секунд в пределах от 0 до 9. Дискретность установки времени в интервале от 0 до 159 с равна одной секунде. Оба параметра могут устанавливаться независимо друг от друга. Отсчет времени в минутном интервале происходит одновременно с отсчетом времени, устанавливаемого командой НВ. По истечении установленного времени осуществляется переход на заданный адрес ЗУ для продолжения выполнения программы. Для этого в макрокомандах, на которые распространяется установленное время, должны быть записаны команды перехода по времени.

Команда перехода по времени ПВ является основной командой перехода по времени в минутном интервале. Содержит код команды и код приращения адреса ЗУ, который суммируется с последним адресом данной макрокоманды и является адресом перехода по времени. Если необходимо установить время в минутах и секундах, то для учета секунд (по истечении минут) используется вторая тетрада команды КУ, завершающей данную макрокоманду.

Команда опроса датчиков ОД содержит код команды, код заданного состояния датчика (уставку), код опроса датчика, расположенного по определенному адресу. Восемьбитовый код опроса датчика в процессе выполнения макрокоманды формируется через каждые 20 мс. Длительность импульсов опроса датчиков составляет 0,8 мс. По истечении времени опроса датчиков осуществляется сравнение кодов, поступающих от датчиков, с кодом, указанным во второй тетраде команды ОД. Однажды установленная команда ОД действует во время выполнения всех макрокоманд до момента поступления команды ОД с новой информацией. При наличии признаков совпадения (равенства) кода состояния датчика и уставки происходит чтение и выполнение следующей макрокоманды. Выполнение команды ОД осуществляется независимо от команд перехода во времени.

Команды занесения кода управления в память МКУ и управления исполнительными устройствами КУ. Команда МКУ содержит код команды и код управления. По этой команде происходит занесение кода управления в отдельный регистр памяти. Команда КУ содержит

код команды, код приращения адреса ЗУ для перехода по времени в секундном интервале (используется только в случае необходимости корректировки расчетного времени) и код управления. Командой КУ заканчивается каждая макрокоманда. По ней осуществляется суммирование кода управления этой команды с кодом управления, записанным ранее в память по команде МКУ. Результат суммирования выдается в качестве управляющих сигналов на исполнительные устройства внешних объектов.

Команды обращения к памяти М1+ и М2+ содержат только коды команд. С их помощью осуществляется однократное суммирование содержимого регистров памяти М1 и М2 соответственно с содержимым второго байта команды, следующей по программе. При этом содержимое регистров памяти М1 и М2 не изменяется.

Команда М1+ содержит только код команды. По этой команде содержимое регистра памяти М1 суммируется с содержимым второго байта команды, следующей по программе, с одновременным занесением результата в регистр памяти М1. В случае необходимости при суммировании кодов осуществляется перенос +1 из младшей тетрады в старшую. При записи результата суммирования в регистр памяти М1 он обнуляется.

Команда ЗК содержит код команды, код признаков 0 или 1, по которым осуществляется занесение кода времени или кода состояния датчиков в один из регистров памяти М2 или М1, и 8-битовый заносимый код.

Команда ЦИКЛ содержит код команды, число циклов повторения для отдельной операции или блока операций и адрес смещения ЗУ. Располагается за последней макрокомандой цикла.

Команда СТОП содержит только код команды. По этой команде осуществляется останов выполнения программы. При этом на выходах МК У17...У24 появится код номера шага программы, на котором выполнен останов, на выходах У9...У12 — код 1010 (в восьмеричной системе число 12), служащий признаком останова.

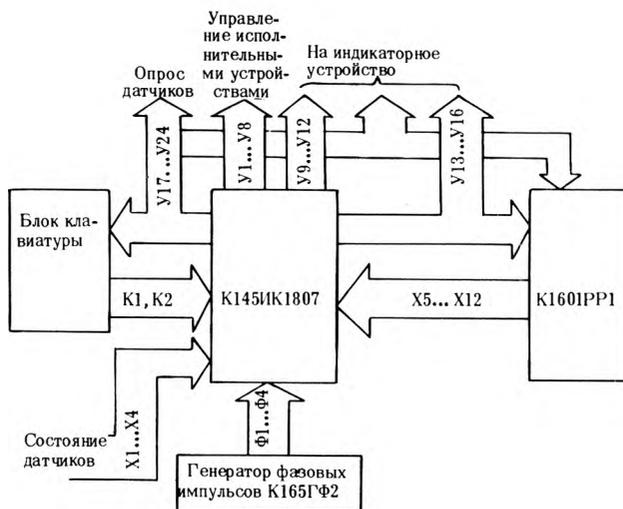


Рис. 2. Структурная схема подключения клавиатуры для отладочного устройства

Таблица 3

Команды переходов БП, ПП, ВП не имеют особенностей и пояснения не требуют.

При использовании БИС K145ИК1807 необходимо иметь некоторые аппаратные средства для отладки программ управления внешними объектами (производственными процессами), например, программатор или специально разработанное ради этих целей устройство. Схема подключения блока клавиатуры приведена на рис.2.

Программа управления состоит из последовательностей команд, организованных в виде макрокоманд. Система команд МК позволяет организовать как разомкнутую систему управления объектами по жесткой программе, так и замкнутую с большой сетью ветвлений по программе в соответствии с условиями по времени и состоянию датчиков. Программно можно организовать различные сочетания проверок, в том числе проверку состояния аналоговой информации.

Допустим, что необходимо осуществить управление внешним объектом в течение 41 мин.

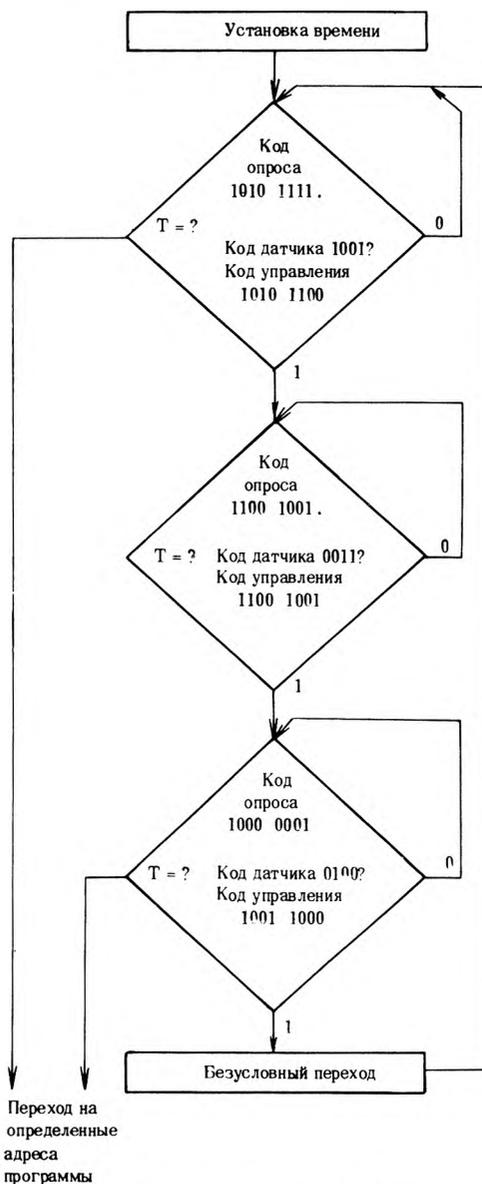


Рис. 3. Алгоритм фрагмента программы

Адрес ячейки ЗУ	Записываемая информация	Комментарий
П	0011 0000	
П+ 1	0100 0001	ВВ 41 мин
П+ 2	0001 1100	ПВ + 14
П+ 3	0010 1001	ОД код датчиков 1001
П+ 4	1010 1111	Код опроса 1010 1111
П+ 5	1100 0000	КУ код 1010 1100
П+ 6	1010 1100	
П+ 7	0010 0011	ОД код датчика 0011
П+ 8	1100 1001	Код опроса 1100 1001
П+ 9	1100 0000	КУ код 1100 1001
П+ 10	1100 1001	
П+ 11	0001 0110	ПВ + 6
П+ 12	0010 0100	ОД код датчика 0100
П+ 13	1000 0001	Код опроса 1000 0001
П+ 14	1100 0000	КУ код 1001 1000
П+ 15	1001 1000	
П+ 16	0100 + код адреса	
П+ 17	П+ 2	БП по адресу П+ 2

Контролируется последовательно наличие трех состояний датчиков и в случае правильного хода действий цикл повторяется. По истечении заданного времени цикл повторяется и процесс управления продолжается по программе. Такой фрагмент программы имеет ветвления макрокоманд по условиям времени и состоянию датчиков (рис.3). Пример записи команд в кодах показан в табл.3.

Выход из подпрограммы по условиям времени возможен либо в первой, либо в третьей макрокомандах, где имеют место команды ПВ. Вторая макрокоманда выполняется только по условию равенства кодов уставки и фактического состояния датчиков. Все три макрокоманды по условию равенства кодов уставки и состояния датчиков либо разветвляются на начало программы (если коды опроса не совпадают с контрольной информацией), либо переходят к выполнению следующей команды программы (если сравниваемые коды равны). Подпрограмма заканчивается командой безусловного перехода на ее начало. По истечении времени, равного 41 мин, произойдет выход из подпрограммы на следующий адрес программы.

Применение микроконтроллеров для автоматизации управления при решении широкого круга задач даст народному хозяйству значительный технико-экономический эффект: высвободит определенные трудовые ресурсы, улучшит качество выпускаемой продукции, будет способствовать автоматизации производственных процессов и улучшению экономических показателей в производстве многих изделий.

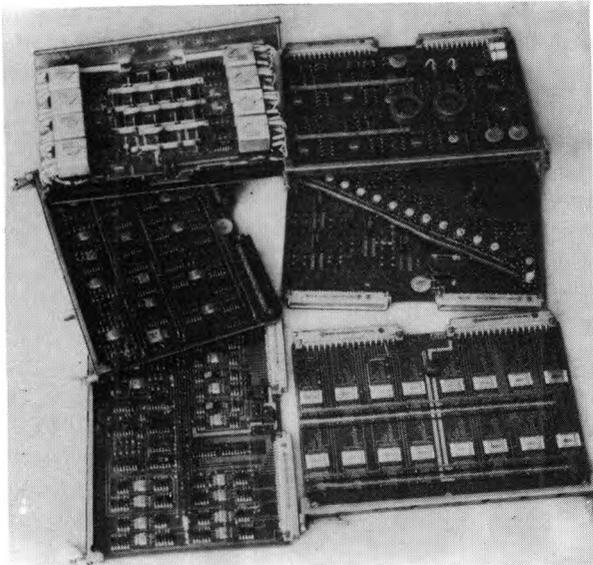
Статья поступила 8 сентября 1982 г.

УДК 681.324.002.5

М.Б.Стельмашенко

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА С5»

Предлагаются дополнительные функциональные модули и устройства для построения вычислительных комплексов различного назначения на основе микроЭВМ «Электроника С5».



Для управления электротермическим оборудованием и технологическими процессами успешно используются управляющие вычислительные комплексы на основе микроЭВМ «Электроника С5-02», «Электроника С5-12» и функциональных модулей [1—4]. В процессе создания этих комплексов возникла необходимость в разработке целого ряда дополнительных функциональных модулей, без которых, как показал опыт, невозможно построение вычислительных устройств с применением не только одноплатных, но и многоплатных микроЭВМ.

Каждый функциональный модуль выполняется на стандартной плате размером 234x160 мм в конструктиве БУК—МЭК с применением соединителей типа СНП-58 на микросхемах серии К155.

Ниже перечислены модули, наиболее часто используемые для построения УВК:

- модуль питания, формирующий уровни постоянного тока -24; +5, +12, +24, +25,5 В;
- ЦАП для преобразования параллельного 12-разрядного двоичного кода в напряжение от 0 до 10,2 В;
- формирователь входных дискретных сигналов с гальванической развязкой по 16 каналам для преобразования токовых сигналов от контактных датчиков объекта управления в уровни ТТЛ;
- формирователь выходных дискретных гальванически развязанных сигналов по 8 каналам;
- генератор и часы текущего времени, с

помощью которых вырабатывается стабильная частота и формируются метки времени для визуального отображения времени и синхронизации схем других устройств комплекса;

- генератор и часы с дополнительной возможностью программного управления и программной записи информации;

- таймер для формирования заданной временной задержки, определяемой значением установки и периодом счетных импульсов;

- счетчик-таймер для подсчета внешних импульсов и организации временных прерываний с программно-управляемыми периодами;

- модули сопряжения микроЭВМ «Электроника С5-02» и «Электроника С5-12» с внешними устройствами комплекса;

- модуль сопряжения, обеспечивающий возможность замены одноплатной микроЭВМ «Электроника С5-12» на многоплатную при первоначальной отладке программ;

- ППЗУ емкостью 1К 16-разрядных слов с перепрограммированием информации на основе микросхем КР558РР11;

- модуль сопряжения микроЭВМ «Электроника С5-12» с ячейками ППЗУ с перепрограммированием информации (до четырех ячеек ППЗУ);

- программатор ППЗУ предназначенный для организации записи информации в ячейки ППЗУ с перепрограммированием информации;

- ППЗУ емкостью 1К 16-разрядных слов с электрическим программированием на основе микросхем КР556РТ4 с выжигаемыми переключателями;

- модуль сопряжения микроЭВМ «Электроника С5-12» с ячейками ППЗУ по уровням и фазам с электрическим программированием (до четырех ячеек ППЗУ).

ППЗУ с перепрограммированием информации и ППЗУ с электрическим программированием, а также оба модуля сопряжения ППЗУ с микроЭВМ полностью совместимы по контактам выводов разъемов и электрическим сигналам, т.е. взаимозаменяемы.

Для предохранения массивов информации, хранящейся в оперативной памяти микроЭВМ, от разрушения под влиянием нестабильности напряжений в условиях промышленных помех разработан моторгенераторный агрегат бесперебойного питания (АБП) на основе синхронного генератора СГВ-2/1500 с блоком регуляторов. АБП питается от одного из двух независимых фидеров промышленной сети и обеспечивает с высокой стабильностью питание УВК напряжением 380/220 В 50 Гц при суммарной мощности нагрузок до 2 кВ·А.

Для энергопитания УВК невысокой сложности (на базе одноплатных микроЭВМ) стабильным напряжением постоянного тока 24В при нагрузке 4А используются два варианта блоков питания. Первый вариант — блок питания от промышленной сети с резервированием от встроенных герметичных аккумуляторов, что обеспечивает высоконадежную работу УВК при провалах и отключениях напряжения сети на время до 15 мин. Второй вариант — блок питания от двух независимых фидеров промышленной сети, обеспечивающий надежное питание УВК при наличии напряжения хотя бы в одном из фидеров.

Кроме перечисленных функциональных модулей, разработаны также устройства, необхо-

димые для эксплуатации, наладки и производства УВК:

— приставка для телеграфного аппарата с встроенным двухканальным источником питания электродвигателя телетайпа и цепи электромагнита, устройствами коммутации и контроля;

— пульт для записи информации в ячейки ППЗУ с перепрограммированием информации (на микросхемах КР558РР11), имеющий встроенное устройство питания и являющийся приставкой для многоплатных моделей микроЭВМ «Электроника С5». Может быть использован также для работы с серийно выпускаемыми ППЗУ типа «Электроника П5-ППЗУ»;

— пульт для электрического программирования микросхем ППЗУ КР556РТ4, выполненный как приставка к многоплатной модели микроЭВМ «Электроника С5»;

— стенды контроля всех функциональных ячеек, используемых в УВК.

Располагая перечисленным арсеналом технических средств и набором серийных функциональных модулей для микроЭВМ «Электроника С5-02» и «Электроника С5-12», можно создавать информационные и управляющие вычислительные комплексы практически любой конфигурации от простейшего программируемого контроллера до многоцелевого УВК с разветвленной сетью внешних устройств.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Виноградов А.С., Медведев В.С., Стельмашенко М.Б. Управляющий вычислительный комплекс УВК-1 на основе микроЭВМ «Электроника С5-01». — *Электронная промышленность*, 1978, вып. 10, с. 41—42.

2. Стельмашенко М.Б., Танаев М.Я. Управляющие вычислительные комплексы на основе микро-ЭВМ. — *Электронная промышленность*, 1979, вып. 11—12, с. 31—32.

3. Управляющие вычислительные комплексы на основе микро-ЭВМ «Электроника С5»/А.С.Виноградов, И.П.Джигурда, Д.П.Карпункин, М.Б.Стельмашенко — *Электронная промышленность*, 1982, вып. 2, с. 55—59.

4. Микро-ЭВМ «Электроника С5» и их применение/М.П.Гальперин, В.Я.Кузнецов, Ю.А.Маслеников и др. Под ред. В.М.Пролейко. — М.: Сов. радио, 1980. — 160 с.

Статья поступила 26 июня 1981 г.

УДК 681.3—181.48.004

В.Н.Дроздов, А.Е.Козярук

ПРИМЕНЕНИЕ микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА С5» В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ

Применение цифровой системы управления электроприводом вместо аналоговой позволяет в два раза уменьшить время разгона и пусковой ток электропривода, в три раза повысить точность стабилизации частоты и обеспечить точность стабилизации мощности до 1%.

Задача управления комплексным электрооборудованием состоит из нескольких частных задач:

формирование сигналов управления, логические блокировки функционирования режимов, обусловленные особенностями аппаратной реализации или технологического процесса, осуществление функций сигнализации, контроля, диагностики, защиты, формирование и реализация законов регулирования выходных координат.

Наиболее приемлемым аппаратным средством реализации системы управления комплексным электрооборудованием является управляющая микроЭВМ с набором функциональных модулей, средствами отладки и достаточно развитым математическим обеспечением. Наибольшая эффективность применения ЭВМ будет достигнута при возложении на нее всех функций управления электрооборудованием.

Основные преимущества применения управляющих микроЭВМ: увеличение степени унификации оборудования при реализации различных подсистем, повышение эксплуатационных показателей надежности, возможность автодиагностирования, а также снижение затрат и повышение технологичности при изготовлении аппаратных средств управления.

Успешное решение всех задач управления электрооборудованием обеспечивается применением одноплатных моделей микроЭВМ семейства "Электроника С5", в частности "Электроника С5-21" [1].

Рассмотрим принципы построения и алгоритмы отдельных подсистем управления комплексным электрооборудованием. Различные аспекты этого вопроса приведены в работах [2—4].

Подсистема управления выполняет логические операции над сигналами состояния командоаппаратов и датчиков состояния отдельных элементов типа

$$\Gamma = \sum_{k=1}^n \prod_{i,j,l=1}^m y_i x_j z_l,$$

где Γ — результирующий сигнал, например, сигнал готовности комплексного электропривода к отработке управляющих воздействий; y_i — сигналы состояний командоаппаратов; x_j , z_l — сигналы состояний элементов.

Подсистема контроля и диагностики осуществляет сравнение контролируемых параметров с заданной величиной и выдачу сигналов отклонения параметров на элементы индикации, а после логической обработки — в подсистему защиты.

Алгоритмы формирования сигналов

$$P_j = 0 \text{ при } |u_j| \leq u_{j \text{ доп}},$$

$$P_j = 1 \text{ при } |u_j| > u_{j \text{ доп}}.$$

Алгоритмы подсистем управления, контроля и диагностики реализуют, таким образом, булевы функции, и при проектировании этих алгоритмов трудностей не возникает. Все эти подсистемы построены на одной микроЭВМ "Электроника С5-21".

Подсистема регулирования обеспечивает динамические характеристики по выходным координатам системы. В общем случае алгоритм работы подсистемы регулирования является алгоритмом оптимального управления по выходной координате с ограничениями по промежуточным параметрам, обусловленными либо энергетическими, либо конструктивными требованиями.

Для любого типа электропривода характерны следующие режимы управления: оптимальный разгон-торможение, ограничение тока, ограничение напряжения, стабилизация частоты вращения двигателя, стабилизация мощности, согласование режимов.

В практике разработки систем цифрового управления электроприводами чаще всего используются системы с управляющими ЭВМ, воспроизводящие алгоритмы управления, принятые для аналоговых систем [5, 6]. В таких случаях для реализации систем прямого цифрового управления электрооборудованием с тиристорными преобразователями требуется микроЭВМ с быстродействием около 200 тыс. операций типа сложения в секунду [5]. Кроме того, при проектировании аналоговых регуляторов принимается во внимание только основной режим работы электропривода, а требования к другим режимам обеспечиваются постольку, поскольку они не противоречат требованиям основного режима. Использование микроЭВМ вместо аналоговых регуляторов с точки зрения качества регулирования ухудшает динамические характеристики системы. Поэтому применение микроЭВМ оказывается целесообразным в том случае, когда реализуется переменная структура регулятора и при проектировании этого регулятора учитывается дискретный характер его работы. Алгоритм подсистемы регулирования электропривода, в которой реализуется переменная структура цифрового регулятора, изображен на рис. 1. На основании показаний преобразователей информации и сигналов с центрального поста управления определяется тот режим, который должен быть реализован в электроприводе в текущий момент времени и выбирается номер программы управления, обеспечивающей реализацию требуемого режима. Выбор одной из возможных программ управляющей ЭВМ соответствует реализации определенной структуры цифрового регулятора из набора таких структур. Расчетные параметры выбранной программы P_i зависят от сигналов, определяющих условия работы электропривода. В результате обеспечивается простейшая параметрическая адаптация цифрового регулятора к условиям работы электропривода.

Выбор программы и расчет ее параметров могут выполняться с большим периодом квантования, чем этап выполнения программы, на котором обеспечивается нужное качество регулирования заданного режима электропривода. Благодаря этим

свойствам алгоритм можно распараллелить и выполнить на двух процессорах (рис. 2). При этом создаются условия для реализации высоких качественных показателей цифровых систем управления заданными режимами электропривода.

Ввод и вывод аналоговых сигналов (шесть входных и два выходных сигнала) к электроприводе в обоих процессорах осуществляется через УВАС1 и УВАС2. В ППЗУ размещаются программы и константы, а в ОЗУ — промежуточные результаты. В процессоре П1 осуществляется выбор структуры регулятора и расчет параметров выбранной программы. В процессоре П2 реализуется выбранная программа управления соответствующим режимом электропривода. Инициатором обмена данными между процессорами является П1. Процессоры работают с различными тактами, асинхронно, поэтому обмен данными осуществляется по прерыванию, выставляемому П1.

Достаточно простой алгоритм выбора номера программы, выполняемый П1, представляет собой проверку набора условий. Алгоритм определения параметров выбранной программы, также выполняемый П1, представляет собой расчеты по известным заранее выражениям. Харак-

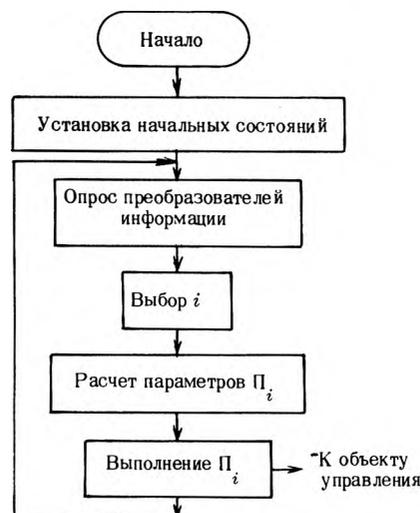


Рис. 1. Алгоритм подсистемы регулирования

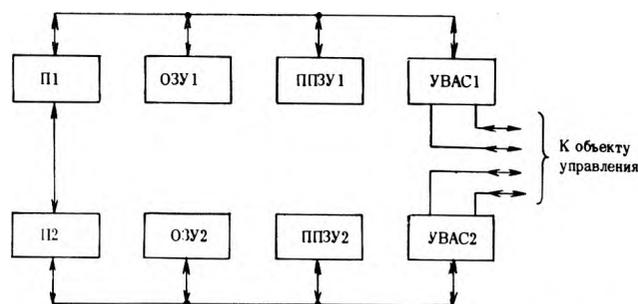


Рис. 2. Структурная схема двухпроцессорной подсистемы регулирования: ОЗУ, ППЗУ—оперативное и перепрограммируемое ЗУ; УВАС—устройство ввода-вывода дискретных сигналов; УВАС—устройство ввода аналоговых сигналов; П—процессор

тер алгоритмов управления режимами электропривода, выполняемых П2, зависит от вида выбранного режима. На рис. 3 в качестве примера изображен алгоритм стабилизации частоты вращения электропривода постоянного тока при управлении по якорной цепи: ω_y, ω, i_y — уставка частоты вращения с поста управления, текущие значения частоты и тока якоря с преобразователем информации соответственно. Установившееся значение тока рассчитывается в процессоре П1 и передается в П2. Приращение напряжения управления u , необходимое для ликвидации ошибки по частоте вращения, рассчитывается с учетом отрицательных обратных связей по частоте и току якоря (первое и второе слагаемые). Величина третьего слагаемого зависит от управляющего воздействия u на предыдущем шаге и служит для компенсации запаздывания ЭВМ. Четвертое слагаемое обеспечивает астатизм первого порядка цифрового регулятора частоты вращения и реализует связь по координате z , являющейся выходом суммирующего звена. На вход суммирующего звена подается отклонение текущего значения частоты вращения от уставки.

Коэффициенты $K_1 - K_4$ закона управления зависят от уставки ω_y и условий работы электропривода. Их значения рассчитываются в процессоре П1 по принятым алгоритмам адаптации и передаются в П2.

Алгоритм стабилизации частоты вращения осуществляется периодически с периодом 0,3 с. Алгоритмы управления другими режимами работы электропривода аналогичны алгоритму стабилизации частоты вращения.

Моделирование на аналого-цифровом комплексе описанной цифровой системы управления электроприводом гребной электрической установки показало, что по сравнению с аналоговой систе-

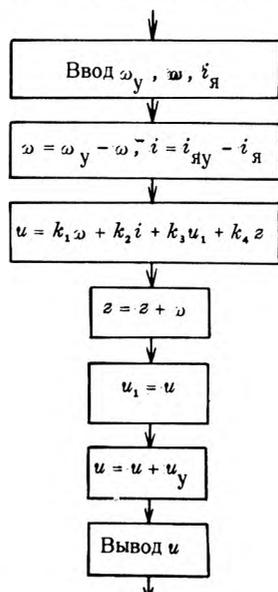


Рис. 3. Алгоритм стабилизации частоты вращения

мой управления она обеспечивает уменьшение времени разгона электропривода с 15 до 7 с, повышает точность стабилизации частоты вращения с 3 до 1%, гарантирует точность стабилизации мощности 1% (в аналоговой системе этот режим не предусмотрен) и снижение величины пускового тока с 4 до $2I_H$.

Рассмотренные принципы и алгоритмы реализуются в системах управления специальным электрооборудованием, в частности, в электроприводе систем электродвижения в установках с автономным источником питания на базе микроЭВМ "Электроника С5-21".

ЛИТЕРАТУРА

1. Микро-ЭВМ «Электроника С5» и их применение/М.П.Гальперин, В.Я.Кузнецов, Ю.А.Масленников и др.: Под ред. В.М.Пролейко.— М.: Сов. радио, 1980.— 160 с.
2. Козярук А.Е., Вишневецкий Я.И. Повышение уровня автоматизации судов с электродвижением.— Судостроение, 1978, № 8, с. 30—32.
3. Козярук А.Е., Шарахин В.Н. Опыт проектирования мощных электромеханических систем с использованием ЭВМ.— Л.: ЛДНТП, 1980.— 32 с.
4. Синтез цифровых регуляторов переменной структуры для нелинейного электропривода/К.П.Голубев, В.Н.Дроздов, А.Е.Козярук, И.В.Мирошник. Материалы семинара «Программное управление производственными процессами и установками».— Л.: ЛДНТП, 1981, с. 40—45.
5. Непосредственное цифровое регулирование скорости тиристорного электропривода постоянного тока/В.Г.Файнштейн, Э.Г.Файнштейн, И.Т.Гераймович, Н.С.Жуков.— Электротехническая промышленность. Сер. «Электропривод», 1980, вып. 3, с. 11—14.
6. Еремеев Ю.М., Орехов С.А. Подборон в Б.П. Универсальный цифровой регулятор на основе микро-ЭВМ.— Электронная промышленность. 1978, вып. 5, с. 48—51.

Статья поступила 30 июня 1982 г.

УДК 621.3.049.77:681.3

А.В.Медведев, Е.Н.Рудометов

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АРИФМЕТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА К588ИК2 В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

Вычислительные устройства, построенные на основе арифметического устройства и внешнего счетчика адресов микрокоманд и констант, в отличие от устройств с использованием управляющей памяти, имеют на 25—50% более высокое быстродействие, требуют меньших аппаратных затрат и оперируют всем набором микрокоманд и регистров общего назначения БИС АУ.

Параллельное микропрограммно-управляемое арифметическое устройство (АУ) К588ИК2 предназначено для выполнения арифметических и логических операций над 16-разрядными словами или старшими байтами слов и ориентировано на применение с одной или несколь-

кими БИС управляющей памяти (УП) К588ИК1. Однако для обширного класса задач, не требующих для своего решения программ большого объема, целесообразно использовать вычислители на основе только АУ, работающего в автономном режиме без устройств микропрограммного управления, благодаря организации внешнего счетчика команд (см. рисунок).

В таком вычислителе тактовые импульсы подаются на двоичный счетчик микрокоманд и через элементы задержки на вход С БИС АУ. Код счетчика микрокоманд является адресом микрокоманды, выбираемой из постоянного запоминающего устройства. Двенадцать разрядов микрокоманды непосредственно управляют работой БИС АУ, три разряда — коммутатором условий и формированием сигналов ввода-вывода. Информация на коммутатор условий поступает из регистра состояний БИС АУ, в котором записываются признаки результата операций при наличии в двенадцатом разряде микрокоманды «лог.1». При установке в этом разряде «лог.0» смены информации в триггерах регистра состояний не происходит. Ввод константы из ПЗУ в БИС АУ, которая может быть адресом перехода или постоянной вычисляемого алгоритма, осуществляется через формат микрокоманды разрядами 7—10 регистра микрокоманд.

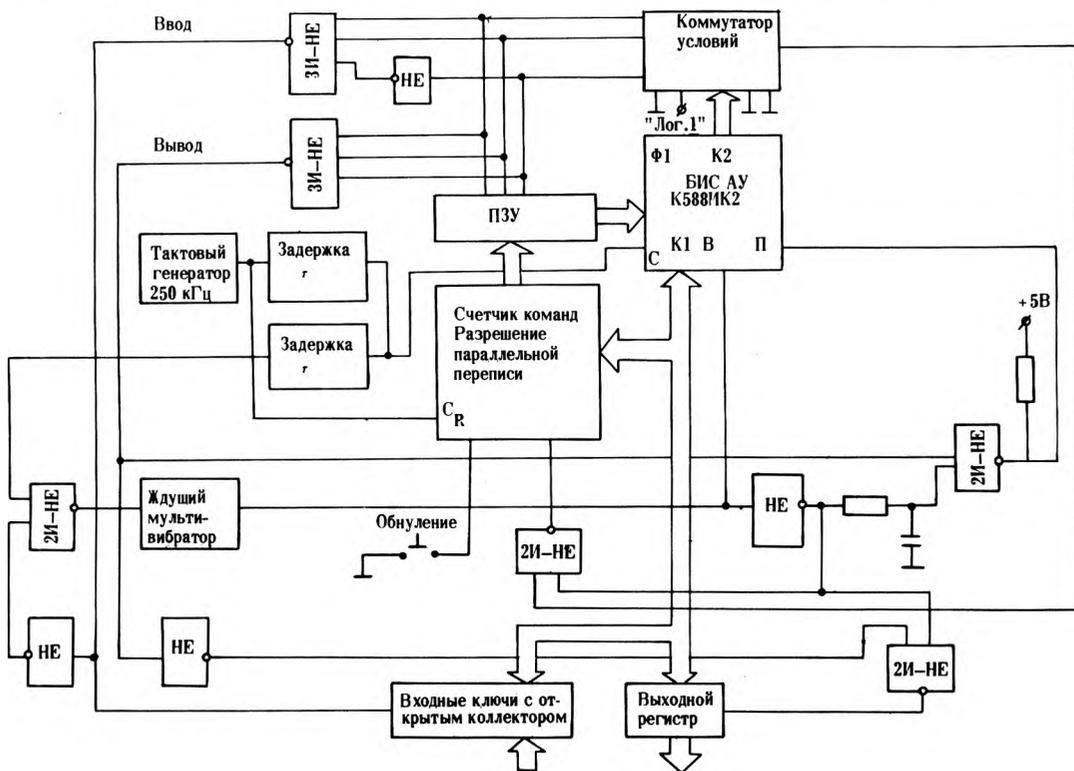
Счетчик микрокоманд имеет выход на канал К1 БИС АУ. Сигнал разрешения переписи кода счетчика команд является конъюнкцией инвертированного сигнала на входе В БИС АУ, сопровождающего выдаваемую информацию, и сигнала с выхода коммутатора условий. Ниже приведены коды управления, выходных сигналов коммутатора и содержимого счетчика команд.

Ввод информации в вычислитель происходит

Коды управления работой вычислителя

Код управления	Выходной сигнал коммутатора	Содержимое счетчика команд	Комментарий
114	"Лог.0"	СчК+1	При выдаче информации из АУ на канал осуществляется ее перепись в выходной регистр
110	"Лог.0"	СчК+1	Сигнал "Ввод": 1) открывает входные ключи, пропуская информацию на канал К1; 2) совместно с синхросигналом запускает ждущий мультивибратор, формирующий сигнал "В" на вход БИС АУ, сопровождающий входную информацию
101	Содержимое Тг Зн* Тг Зн=0 Тг Зн=1	СчК+1 Адрес перехода	Условный переход. При Тг Зн = 1 осуществляется принудительная установка счетчика команд в соответствии с кодом, выдаваемым на выход канала К1 из АУ
100	Содержимое Тг РН** Тг РН=0 Тг РН=1	СчК+1 Адрес перехода	Условный переход. При Тг РН=1 осуществляется принудительная установка счетчика команд в соответствии с кодом, выдаваемым на выход канала К1 из АУ
011	Содержимое Тг ПП*** Тг ПП=0 Тг ПП=1	СчК+1 Адрес перехода	Условный переход. При Тг ПП=1 осуществляется принудительная установка счетчика команд в соответствии с кодом, выдаваемым на выход канала К1 из АУ
010	Содержимое ТР**** ТР=0 ТР=1	СчК+1 Адрес перехода	Условный переход. При ТР=1 осуществляется переход по адресу, выдаваемому на канал К1 из АУ
001	"Лог.1"	СчК Адрес перехода	Безусловный переход по адресу, выдаваемому из АУ на канал К1
000	"Лог.0"	СчК+1	Данный режим используется при выполнении регистровых микрокоманд

* Тг Зн — триггер старшего разряда результата.
 ** Тг РН — триггер равенства нулю результата операции.
 *** Тг ПП — триггер переполнения результата операции.
 **** ТР — триггер расширения результата операции.



Структурная схема вычислителя на основе БИС АУ К588ИК2

по сигналу «Ввод» через входные ключи с открытым коллектором. Этот сигнал разрешает прохождение тактовых импульсов на ждущий мультивибратор, который вырабатывает сигнал сопровождения входной информации, эквивалентный сигналу В БИС АУ, и с некоторой задержкой сигнал П, свидетельствующий об окончании ввода входной информации. Вывод информации из БИС АУ осуществляется по сигналу «Вывод», который формируется так же, как и сигнал «Ввод», дешифрацией трех разрядов формата микрокоманды. Сигнал разрешения переписи выводимой из БИС АУ информации в выходной регистр формируется конъюнкцией сигнала «Вывод» и инвертированного сигнала В БИС АУ который сопровождает выводимую информацию. Из сигнала В с некоторой задержкой, обусловленной временем, необходимым для переписи информации в выходной регистр, формируется сигнал П, свидетельствующий об окончании вывода.

Число ВУ можно увеличить путем подключения к выходному регистру дешифратора, а также использованием дешифрации не трех разрядов формата микрокоманды, а четырех.

Статья поступила 29 октября 1981 г.

УДК 621.316.99:681.3—181.48

С.О.Алексинский, Ю.И.Булатов

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Применение микропроцессорной техники дает возможность не только улучшить характеристики системы защиты от замыканий на землю, но и обеспечить прогнозирование повреждаемости кабелей, что значительно повышает надежность электроснабжения потребителей.

Использование микропроцессорной техники в электроэнергетике наиболее целесообразно прежде всего на уровне подстанции распределительной электрической сети.*

Система централизованной защиты от замыканий на землю «Электроника С5-Ц333» (разработана при активной поддержке коллектива лаборатории технических средств автоматизации ЦЛАМ Череповецкого металлургического завода) позволяет отыскать присоединение, на котором имело место повреждение, и сигнализировать об этом. Система предназначена для сетей с изолированной нейтралью или с компенсацией емкостных токов. Она применима в радиальных сетях с любым соотношением длин отдельных присоединений и любым режимом компенсации. Охватывая до 22 присоединений, подключенных к двум секциям шин объекта, и сами шины, система защиты обеспечивает фиксацию и кратковременных, и устойчивых замыканий. Она работоспособна при парал-

лельной работе двух секций и отключении отдельных присоединений.

При аварийных ситуациях система вырабатывает соответствующий сигнал, причем об установившемся замыкании он выдается в течение 1 ч, а о кратковременном — в течение 3 мин. Запись информации о пяти последних замыканиях производится в стековую память после окончания аварийной индикации. Возврат системы в исходное состояние осуществляется автоматически.

Эксплуатация устройства предельно проста и сводится к снятию показаний индикаторов. Дополнительные элементы управления обеспечивают контроль устройства, индикацию стека, возврат в исходное состояние.

При возникновении замыкания на землю запуск системы защиты осуществляется по напряжению нулевой последовательности, поступающему от измерительных трансформаторов напряжения (ТН) двух секций шин на пусковой орган с порогом срабатывания 20 В. Токовые цепи подключены к трансформаторам тока нулевой последовательности (ТТНП), установленным на кабелях защищаемых присоединений. Чувствительность защиты по первичному переходному току составляет 5—10 А в зависимости от частоты колебательного процесса, числа и типов ТТНП. Чувствительность по установившемуся первичному току промышленной частоты не хуже 1 А.

Система защиты «Электроника С5-Ц333» выполнена на базе микроЭВМ «Электроника С5-12» с блоком «Электроника П5-ППЗУ». Она содержит также пусковое устройство, включающее пороговый элемент, аналого-дискретные преобразователи (АДП) цепей тока и напряжения нулевой последовательности, мультиплексор, индивидуальные блоки (ИБ) с фильтрами и измерительными органами знаков (ИОЗ) первых полувольт переходных среднечастотных токов, испытательный блок, совмещенный с блоком питания, элементы управления, контроля и сигнализации (рис. 1).

Сигналы, вводимые в микроЭВМ, разделены на три группы:

— от АДП измерительных органов знака (sign I);

— от АДП тока и напряжения нулевой последовательности (φ_l, φ_u).

— от кнопок «Контроль», «Возврат» и АДП пускового устройства. Каждая группа сигналов для удобства обработки подается на отдельный цифровой вход.

С цифровых выходов микроЭВМ снимаются 22 сигнала, обеспечивающие управление цепями мультиплексора присоединений и индикацию поврежденного присоединения; два сигнала указывают на поврежденную секцию шин; два — выдают информацию об исправности или неисправности системы защиты; шесть — реализуют команды, управляющие периферийными устройствами:

— «Срабатывание пускового устройства» (входные цепи измерительных органов знака индивидуальных блоков отключаются от ТТНП);

— «Контроль» (подключаются испытательные напряжения в цепи ИОЗ тока и пускового устройства);

— «Знак» (изменяется полярность испытательного напряжения токовых цепей);

* Л у г и н с к и й Я.Н. Применение микро-ЭВМ в электроэнергетике.— Электронная промышленность, 1979, вып. 6, с. 11—15.

— «Предел» (ступенчато изменяется испытательное напряжение цепей пускового устройства);

— «ПО1» и «ПО2» (переключаются цепи пускового устройства от ТН на источник испытательного напряжения).

В системе защиты реализованы два способа отыскания поврежденного при однофазном замыкании присоединения: сопоставление знаков первых полуволн среднечастотных переходных токов и определение направления реактивной мощности нулевой последовательности.

Схема алгоритма защиты приведена на рис. 2.

В блоке 1 после ввода и анализа команд от периферийных устройств и поступления сиг-

нала о срабатывании пускового устройства в блоке 2 определяется номер поврежденной секции шин. В блоке 3 циклически опрашиваются измерительные органы знаков первых полуволн переходных токов. Затем коммутатор режимов 4 передает управление подпрограмме поиска отключенных присоединений 5. Эта подпрограмма осуществляет подачу на токовые входы защиты испытательных сигналов, прохождение которых возможно только на подключенных присоединениях. Ввод сигналов осуществляется также в блоке 3, после чего коммутатор 4 включает в работу подпрограмму логической части 6 способа сопоставления знаков первых полуолн переходных токов. Следующим эта-

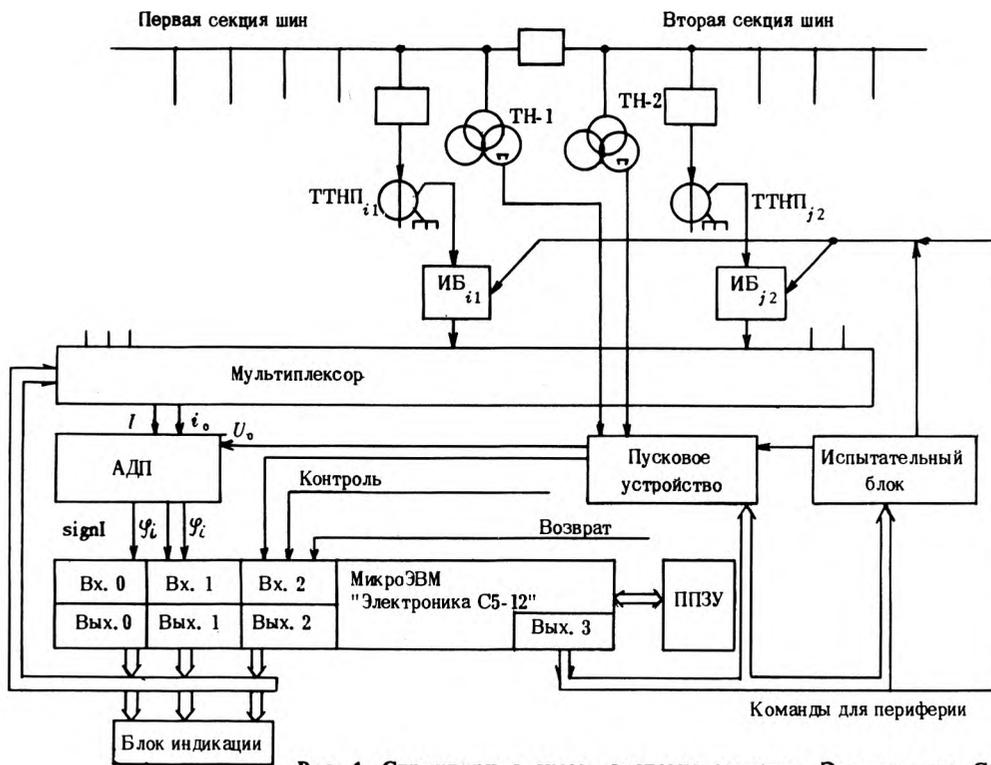


Рис. 1. Структурная схема системы защиты «Электроника С5-Ц333»

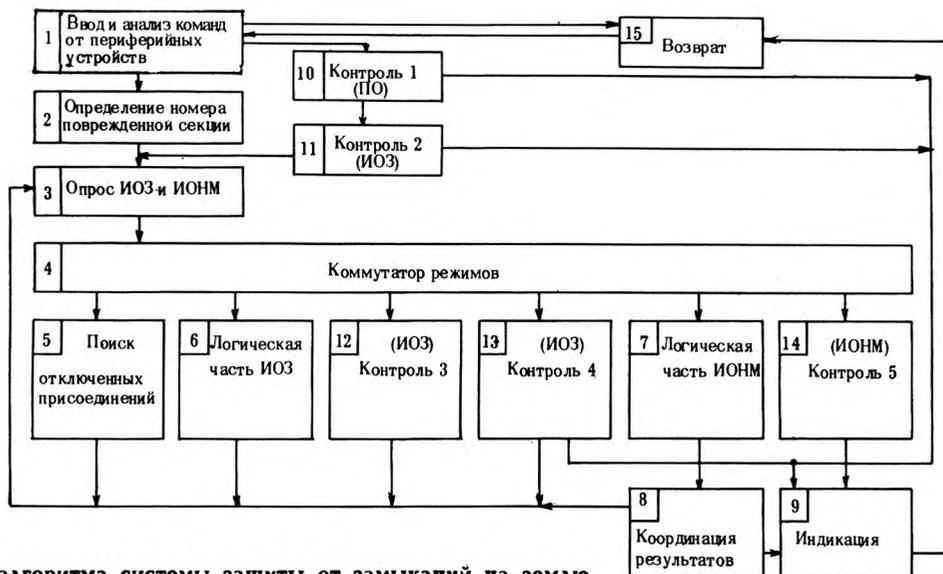


Рис. 2. Схема алгоритма системы защиты от замыканий на землю

пом функционирования защиты является ввод сигналов от измерительного органа, действующего по принципу определения направления реактивной мощности в установившейся стадии процесса замыкания (ИОНМ). Логическая обработка указанных сигналов производится в блоке 7. Результаты анализа координируются в блоке 8, а затем в блоке 9 фиксируются и выводятся на индикацию. Если результаты, полученные различными способами, неодинаковые, то производится повторный опрос ИОНМ. После окончания индикации блок 15 возвращается устройству в исходное состояние. При нажатии кнопки «Контроль» последовательно выполняются подпрограммы контроля пускового устройства (10), измерительного органа знака (11, 12, 13), измерительного органа направления мощности (14), а затем результат контроля выводится в блок 9 на индикацию. По окончании индикации, которая длится 10 с, из стека последовательно выводятся сигналы о пяти последних замыканиях.

Фиксация кратковременных замыканий, предусмотренная в защите, позволяет прогнозировать выход из строя той или иной кабельной линии, поскольку устойчивому замыканию, как правило, предшествуют несколько кратковременных. Своевременные профилактические мероприятия предотвращают возникновение аварийных ситуаций.

Следующим этапом работ по созданию микропроцессорных систем защиты от замыканий на землю является реализация способов, использующих амплитудные соотношения электрических величин, в сочетании с мероприятиями по передаче информации в верхний уровень АСУ.

Статья поступила 5 августа 1982 г.

УДК 651.926:681.39

Ю.И.Егорова, Е.Ю.Кузнецов, Л.К.Минкин,
В.С.Петровский, В.С.Сидорин

ПОРТАТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ПЕРЕВОДЧИК

Электронный словарь-переводчик (рис. 1) содержит по 1000 слов английского и немецкого языка, ориентированных преимущественно на туристов. Помимо перевода, в нем предусмотрена воз-



Рис. 1. Электронный словарь-переводчик

можность выполнения метрических операций над восьмиразрядными десятичными числами, просмотра всех слов, начинающихся с любой буквы алфавита или с комбинации букв, вызова на монодисплей одной из 52 законченных или незаконченных фраз, а также слов и фраз по любой из одиннадцати тем. Английские и немецкие слова отображаются на дисплее обычным латинским шрифтом.

Особенностью построения электронного словаря-переводчика (ЭСП) является размещение микропроцессора в блоке клавишной панели, а запоминающего устройства — в сменном модуле.

Структурная схема ЭСП приведена на рис. 2.

Комплекующие элементы имеют следующие параметры:

Однокристалльная микроЭВМ п-МОП СБИС К1801ВЕ1

Разрядность, бит	16
Емкость резидентной памяти	
ОЗУ, бит	2048
ПЗУ, бит	16
Потребляемая мощность, Вт	не более 1,2
Напряжение источника питания, В	5
Конструкция	42-выводной металлокерамический корпус

ПЗУ словарей и управляющей программы п-МОП БИС К1607РФ1

Число слов словаря, записанных в ПЗУ	1000
Общая информационная емкость ПЗУ, кбит	64 (организованы в 4К 16-разрядных слов)
Конструкция	24-выводной металлокерамический корпус

КМДП БИС интерфейса вывода КБ145ВВ5-2

Разрядность, бит	6
Потребляемая статическая мощность, мВт	не более 2,0
Напряжение при $U_{и.п} = 5 \text{ В} \pm 10\%$, В	
$U_{вых}^1$	не менее 4,0
$U_{вых}^0$	не более 0,5
Потребляемый ток при $f_T = 1 \text{ МГц}$, мА	не более 2
Число выводов	42
Размер кристалла, мм	4,2×4,5×0,4
Конструкция	бескорпусное исполнение на керамической плате
Размер платы, мм	14,3×14,3×1,0

КМДП БИС интерфейса ввода

Напряжение при $U_{и.п} = 5 \text{ В} \pm 10\%$, В	
$U_{вых}^1$	не менее 4,0
$U_{вых}^0$	не более 0,5
Потребляемая мощность при $f_T = 1 \text{ МГц}$, мВт	не более 10
Потребляемый ток при $f_T = 1 \text{ МГц}$, мА	не более 5
Конструкция	48-выводной корпус
Размер корпуса, мм	32×17×4,5
Размер кристалла, мм	4,5×3,6×0,4

Наряду с микроЭВМ К1801ВЕ1 основными структурными компонентами в ЭСП являются БИС интерфейса ввода, четыре БИС ПЗУ для хранения слов и управляющей программы, интерфейс вывода на трех БИС и жидкокристаллический монодисплей. Компоненты структуры объединены единой совмещенной системной 16-разрядной магистралью АД для передачи адресов, команд и данных. Для идентификации данных и организации асинхронного обмена между компонентами системы используется трехразрядная магистраль УС

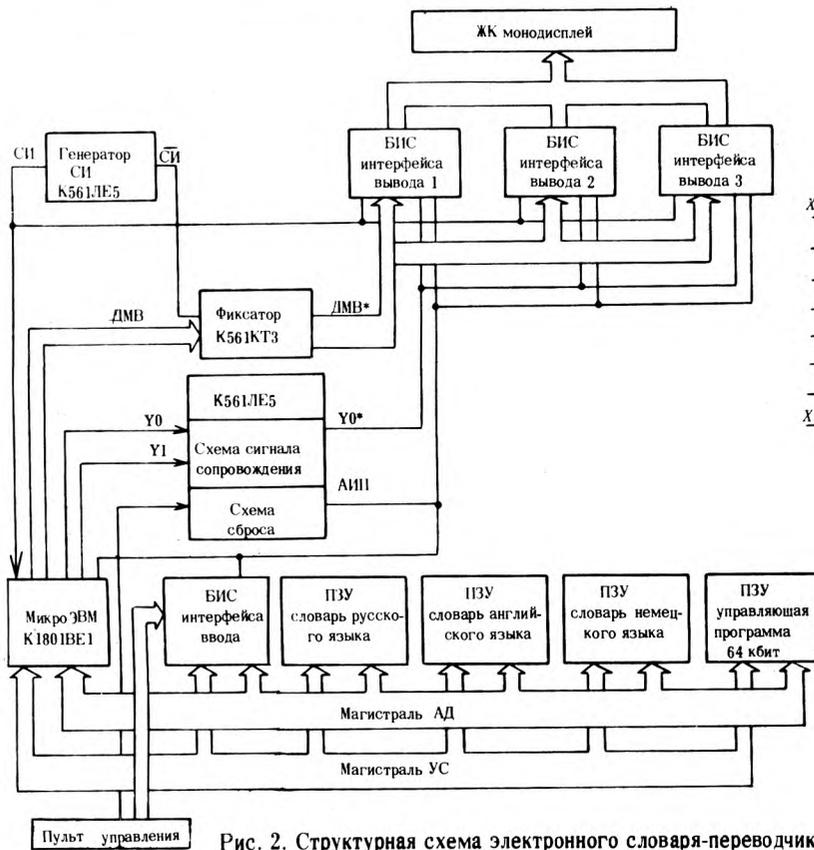


Рис. 2. Структурная схема электронного словаря-переводчика

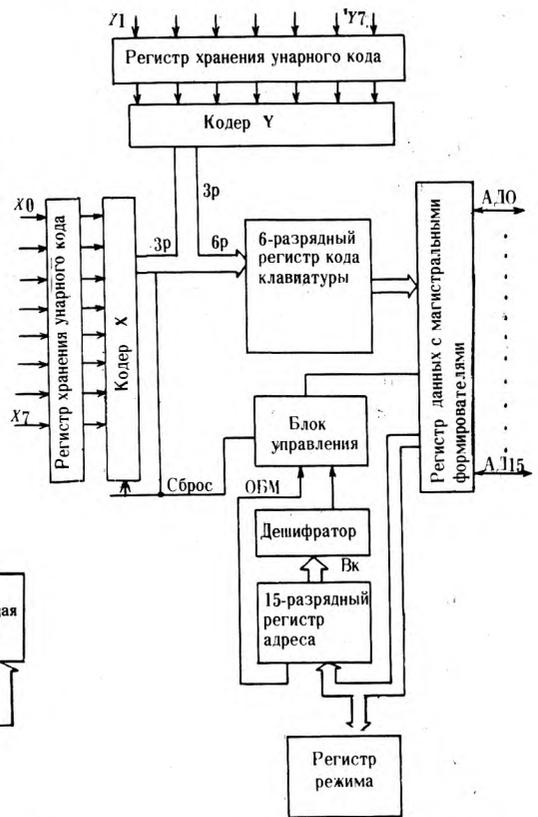


Рис. 3. Структурная схема БИС интерфейса ввода

сигналов сопровождения и управления. Для связи с интерфейсом вывода предназначена одnorазрядная последовательная магистраль и линия сигнала сопровождения УО. Однофазные сигналы синхронизации формируются генератором СИ, выполненным на схеме К561ЛЕ5.

Архитектура однокристалльной микроЭВМ подробно рассмотрена в работе [1]. При создании СП были разработаны БИС интерфейса ввода, интерфейс вывода и монодисплей на ЖК.

БИС интерфейса ввода (рис. 3) состоит из кодеров X и Y (каждый из которых преобразует унарный 8-разрядный код в 3-разрядный двоичный), шестиразрядного регистра кода клавиатуры для записи в нем кода нажатой клавиши и 15-разрядного регистра адреса (последний вместе с дешифратором используется для организации адресного обращения к БИС ввода).

Структурная схема БИС интерфейса вывода (рис. 4) включает в себя 16-разрядный, реализованный на Д-триггерах, сдвиговый регистр для приема 16-разрядных слов в последовательной форме; ЗУ, содержащее шесть 15-разрядных регистров с параллельной записью информации в один из них; шестиразрядный указатель адреса для формирования адреса регистра путем записи "1" в первый разряд и сдвига ее влево; формирователь питающих напряжений, реализованный на резистивном управляемом делителе, изготовленном диффузионным методом; формирователь сигналов порядной адресации, с выходов которого

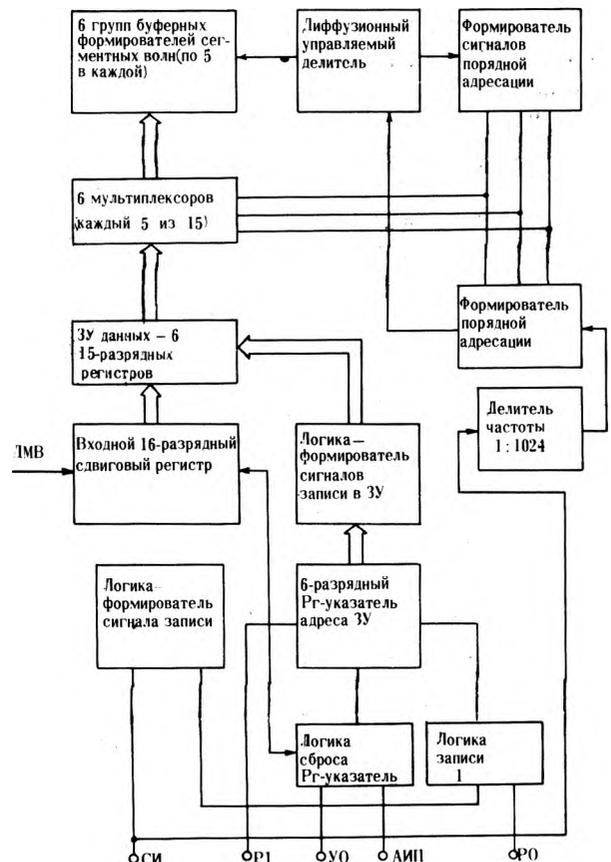


Рис. 4. Структурная схема БИС интерфейса вывода

снимаются три четырехуровневых последовательности для индикации информации; мультиплексор и формирователи импульсных последовательностей сегментных групп.

16-знакоместный 15-сегментный жидкокристаллический монодисплей предназначен для воспроизведения входной и выходной алфавитно-цифровой информации. На рис. 5 приведено расположение и условное обозначение сегментов одного знакоместа. Для возбуждения каждого знакоместа необходимы три четырехуровневых адресных и пять сегментных (СК1-СК5) импульсных последовательностей.

Функциональные возможности и операции ввода-вывода данных реализованы в ЭСП программными средствами. Управляющая программа представляет собой небольшую операционную систему и включает в себя супервизор, координирующий работу всех компонентов управляющей программы; функциональные программы, реализующие основные операции ЭСП; программы ввода-вывода, предназначенные для ввода данных с клавиатуры в оперативную память микроЭВМ и для вывода их на ЖК монодисплей; служебные программы, выполняющие операции вспомогательного характера, такие как инициирование системы, выдача сообщений об ошибках и т.п.

Управляющая программа размещается в БИС ПЗУ и занимает 3000₁₀ машинных слов. Алгоритм функционирования программы приведен на рис. 6. При включении питания и нажатии клавиши "Сброс" процессор ЭСП начинает выполнять программу инициирования, очищающую оперативную память микроЭВМ, устанавливающую в исходное состояние все программные переключатели и подготавливающую к работе ЖК монодисплей. По завершении инициирования управление передается программе ввода, которая в циклическом режиме ска-

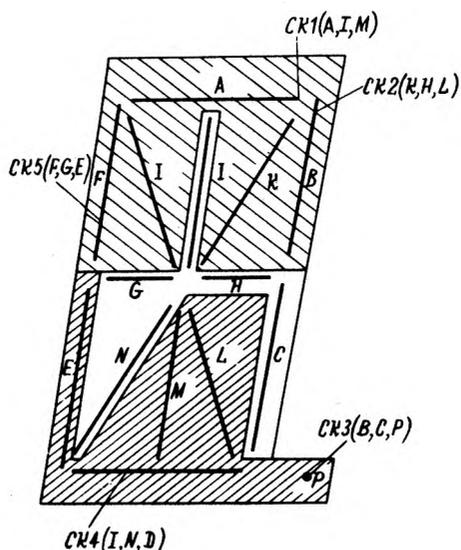


Рис. 5. Организация одного знакоместа

нирует регистр клавиатуры, ожидая нажатия клавиши, затем считывает код нажатой клавиши в оперативную память и передает управление супервизору УП для анализа кода клавиши. По окончании анализа супервизор передает управление программе, обслуживающей данную клавишу. Затем управление возвращается супервизору для проверки завершения программы. При нормальном завершении программы управление переходит к программе ввода сразу, а при аварийном завершении — после организации супервизором выдачи сообщения об ошибке.

В основе перевода, представляющего собой процесс установления взаимно-однозначного соответствия между словами, обозначающими в различных языках одно и то же понятие, лежит использование обобщенного обозначения понятия как посредника между исходным словом и результатом перевода. Словарь ЭСП представляет собой совокупность N одноязычных словарей, в которой слову с некоторым понятием в словаре i ($1 < i < K$) соответствует только одно слово с тем же понятием в словаре j ($1 < j < K$).



Рис. 6. Алгоритм функционирования управляющей программы

Словарь разбит на множество пронумерованных понятий — П-групп, объединяющих слова с одинаковыми понятиями на разных языках. Номера П-групп используются в качестве обобщенных обозначений понятий и интерпретируются как слова абстрактного языка, в котором каждое слово определяется номером соответствующей П-группы. Процесс перевода слова можно представить в виде $C_{\alpha}^i \rightarrow \alpha \rightarrow C_{\alpha}^j$, где C_{α}^i — слово, обозначающее понятие в i -словаре; α — обобщенное обозначение понятия (номер П-групп словаря); C_{α}^j — слово, обозначающее понятие в j -словаре.

Словарь каждого языка состоит из массива слов, таблицы входов в массив слов и массива перевода. Массив слов содержит словарный запас данного языка — набор эталонов для последовательного сравнения вводимых в ЭСП слов со словами массива. Слова массива характеризуются физическим номером N_{Φ} и делятся на алфавитные группы (А-группы) — по начальной букве. Слова в А-группах разделяются символом-разделителем слов, а сами группы отделяются друг от друга символом-разделителем групп (последняя А-группа словаря заканчивается символом "конец массива слов"). Таблица входов в массив слов предназначена для ускорения поиска эталона в массиве и состоит из однородных элементов с параметрами: ключ А-группы — буква, с которой начинаются входящие в нее слова; адрес входа в А-группу; физический номер первого слова группы.

Благодаря таблице входа в массив введенное в ЭСП слово сравнивается только со словами той группы, ключ которой совпадает с начальной буквой слова. Кроме ускорения поиска слова таблица позволяет произвести небольшое дополнительное сжатие объема массива путем отбрасывания начальной буквы у каждого входящего в него слова. Массив перевода предназначен для определения номера П-группы по номеру исходного слова или номера соответствующего ему слова другого языка по номеру П-группы. Массив перевода является одномерным, его элементы — номера слов. Номера элементов массива равны П-номерам.

В качестве примера рассмотрим процесс перевода в ЭСП слова "книга" с русского языка на немецкий. Номер этого слова в русском словаре $N_{\Phi}^P = 329$, а соответствующего ему слова "Das Buch" в немецком словаре $N_{\Phi}^H = 143$. Оба слова объединены в П-группу с номером 104. Операцию перевода на немецкий язык инициирует клавиша Я. Управляющая программа ЭСП отыскивает в массиве слов русского словаря эталон слова с $N_{\Phi}^P = 329$, находит в массиве перевода и запоминает номер этого элемента. Номер элемента $K = 104$ равен

номеру П-группы, соответствующей понятию "книга". На этом работа с русским словарем завершается, и в массиве перевода немецкого словаря управляющая программа отыскивает элемент с номером $N_{\Pi} = 104$, содержимое которого соответствует номеру $N_{\Phi}^H = 143$ слова "Das Buch", затем в массиве слов находится слово с $N_{\Phi}^H = 143$, после чего производится посимвольная выдача этого слова на ЖК монодисплей.

Словарь каждого языка размещается в отдельной БИС ПЗУ емкостью 4096 16-разрядных слов. Для размещения массива объемом 1000 слов может быть отведено не более 3000 слов ПЗУ (массив перевода такого словаря занимает 1000 слов, а таблица входа в массив слов — остальные 96 слов ПЗУ). При кодировании словаря был применен метод сжатия данных, основанный на использовании 5-битового кода с управляющими символами [2]. Этот метод позволяет увеличить объем словаря на 5–10%.

Конструктивно ЭСП представляет собой разъемный корпус, на передней панели которого расположены клавиши пульта управления и ЖК монодисплей. Пульт управления собирается на пластмассовой панели размером 170×70 мм, в гнездах которой размещены клавиши. Электрический контакт нажатой клавиши с двухсторонней печатной платой пульта осуществляется через диафрагму из токопроводящей резины. На металлических стойках корпуса крепится вычислительная плата, на которой расположены однокристалльная микроЭВМ, БИС интерфейса ввода, генератор синхросигналов (микросхема К561ЛЕ5), схемы сброса и сигнала сопровождения УО (К561ЛЕ5), фиксатор (К561КТ3) и четыре колодки для установки сменных модулей словарей БИС ПЗУ.

Габариты ЖК монодисплея — 110×28×3 мм, число выводов — 84; толщина сегментных линий — 0,5 мм; высота цифр — 7 мм. Съёмная крышка на задней панели корпуса обеспечивает свободный доступ к сменным модулям словарных ПЗУ и автономному питанию.

Габариты электронного словаря-переводчика — 185×90×40 мм, масса — 500 г. Питание осуществляется от адаптера ($U_{\text{вых}} = 5\text{ В} \pm 10\%$, $I_{\text{H}} \geq 240\text{ мА}$)

или от четырех элементов типа А316.

Разработанный ЭСП является первым шагом на пути создания персональных микрокомпьютеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектура однокристалльной микро-ЭВМ К1801ВЕ1/В.Л. Дижуня, П.Р. Машевич, С.С. Коваленко, Э.Е. Иванов, А.А. Рыжов. — Микроэлектроника: Сб. статей. — М.: Сов. радио, 1980, вып. 6.
2. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. — М.: Мир, 1978, с. 493–495.

Статья поступила 29 октября 1981 г.

УДК 681.321—181.48

В.В.Гладков, Л.М.Лемко

МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР ДЛЯ НАУЧНЫХ РАСЧЕТОВ

Микрокалькулятор «Электроника БЗ-38» — дешевое, надежное и технологичное вычислительное устройство повышенной функциональной сложности, созданное на базе одной ДМДП БИС (К757ИП1-2), с 9-знакоместным жидкокристаллическим твист-индикатором. Предназначен для научных расчетов. Отличается от предыдущих моделей большим набором выполняемых операций (34 операции); низкой потребляемой мощностью (менее 0,0006 Вт), значительной продолжительностью работы от одного комплекта элементов питания (не менее 1000 ч), малыми габаритными размерами (6,7x55x91 мм) и массой (менее 50 г).

Форма представления чисел (с естественной запятой и экспоненциальная) позволяет оперировать большим диапазоном чисел, а автоматический перевод числа при переполнении в форме с естественной запятой в экспоненциальную обеспечивает дополнительное преимущество данной модели.

Диапазон представления чисел:

от $\pm 10^{-7}$ до $\pm (10^8 - 1)$ — в форме с естественной запятой;
от $\pm 10^{-99}$ до $\pm 9,99999 \cdot 10^{99}$ — в экспоненциальной форме.

Микрокалькулятор выполняет все операции с максимальной ошибкой ± 1 в восьмом раз-

ряде числа. Питание микрокалькулятора осуществляется от двух элементов СЦ-32. Художественно-конструкторское оформление микрокалькулятора «Электроника БЗ-38» выполнено с использованием современных технологических процессов. Декоративная отделка корпуса и футляра отвечает эстетическим запросам покупателя и повышает потребительский спрос.

Микрокалькулятор автоматически выполняет четыре арифметических действия, вычисления натуральных и десятичных логарифмов и антилогарифмов, прямых и обратных тригонометрических функций, обратных величин, факториала, вычисления с двухуровневыми скобками, возведение в квадрат и извлечение квадратного корня, возведение в степень и извлечение корней, операции с памятью, статистические расчеты, коррекцию ошибочно введенных чисел, операций, а также величин для статистических расчетов, перевод величин, выраженных в градусах, минутах и секундах, в целые и десятичные доли градуса.

Клавиши совмещенных функций **F1** и **F2** на 22-клавишном пульте управления позволяют осуществить большой набор операций. ЖК-индикатор на твист-эффекте с мультиплексом 1:3 при малых размерах имеет большую информационную емкость (рис.1). Процессор микрокалькулятора с устройствами ввода и вывода для управления индикацией выполнен на основе ДМДП БИС (К757ИП1-2), содержащей до 35 тыс. элементов на кристалле размером 5,2x5x0,4 мм, заключенном в 52-выводной пластмассовый корпус. Основные связи между устройствами микрокалькулятора показаны на структурной схеме (рис.2).

Большой набор функциональных возможностей микрокалькулятора позволяет выполнять сложные математические расчеты с высокой точностью. Микрокалькулятор находит широкое применение в различных областях науки и техники и позволяет удовлетворить потребности научных работников, инженеров, студентов в портативных средствах вычислительной техники.

Ниже приводятся примеры решения задач с использованием микрокалькулятора «Электроника БЗ-38».



Рис. 1

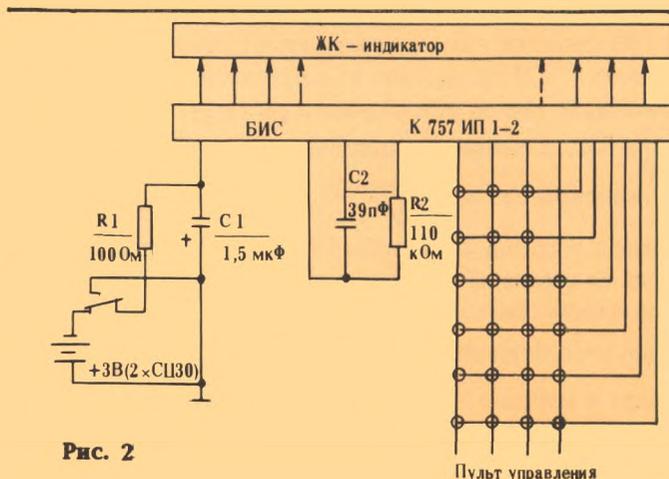
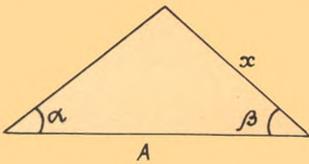


Рис. 2

1. НАХОЖДЕНИЕ СТОРОНЫ ТРЕУГОЛЬНИКА

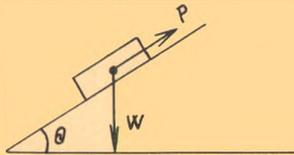


$$x = \frac{A \sin \alpha}{\sin (180 - \alpha - \beta)}$$

$A = 50 \text{ м}; \alpha = 61^{\circ}32'; \beta = 49^{\circ}25'; x = ?$

180 [-] 61 [F1] 0111 32 [F1] 01 11 [F1] 3П [-] 49 [F1] 01 11 25 [F1]
 01 11 [=] [F1] sin [] → 0,9338928 (sin(180-α-β))
 [F1] 1/x [X] 50 [X] [F1] ИП [F1] sin [] → 47,066138 м(x)

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ

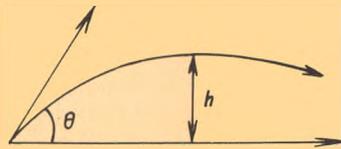


$$P = W (\sin \theta + \mu \cos \theta)$$

$W = 60 \text{ кг}; \theta = 20^{\circ}; \mu = 0,3; P = ?$

60 [X] [(] 20 [F1] sin [+] [(] [.] 3 [X] 20 [F1] cos [)] [)]
 [=] → 37,435675 кг (P)

3. РАСЧЕТ ВЫСОТЫ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА

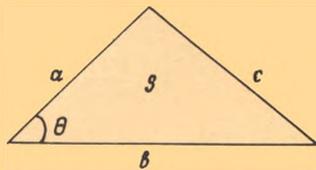


$$h = V_0 t \cdot \sin \theta - \frac{1}{2} g t^2$$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2; V_0 = 30 \text{ м/с}; \theta = 50^{\circ}$

30 [X] 3 [X] 50 [F1] sin [-] [(] 2 [F1] 1/x
 [X] 9 [.] 8 [X] 3 [F2] x^2 [)] [=] → 24,843999 м (h)

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ТРЕУГОЛЬНИКА



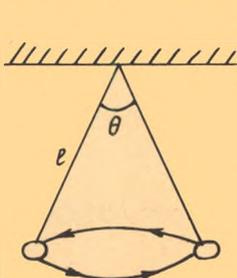
$$S = \frac{1}{2} ab \cdot \sin \theta$$

$$\cos \theta = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$$

$a = 13 \text{ м}; b = 21 \text{ м}; c = 12 \text{ м}; \theta = ? S = ?$

18 [F2] x^2 [+] 21 [F2] x^2 [-] 12 [F2] x^2 [=] [÷] [(]
 18 [X] 21 [X] [F1] 3П 2 [)] [=] [F2] cos^-1 [] → 34,771944 (θ)
 [F1] sin [X] [F1] ИП [÷] 2 [=] → 107,78885 (S)

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЯ МАЯТНИКА



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cdot \cos \frac{\theta}{2}}{g}}$$

$g = 9,8 \text{ м/с}^2; \theta = 90^{\circ}; l = 30 \text{ см}; T = ?$

90 [÷] 2 [=] [F1] cos [X] [.] 3 [÷] 9 [.] 8 [=] [F1]
 [√] [X] 2 [X] [F2] π [=] → 0,9244213 с (T)

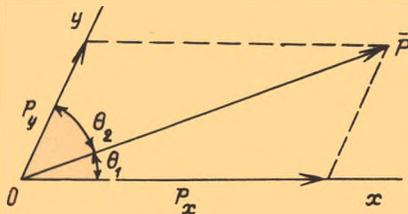
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ПО МОЩНОСТИ

$$dB = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$$

$P_1 = 5$ мВт (на входе) $P_2 = 43$ Вт (на выходе)

43 \div 5 F1 ВП 3 F1 /--/ = F1 \lg X 10 = \longrightarrow 39,344984 (dB)

7. ВЫЧИСЛЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА СИЛЫ



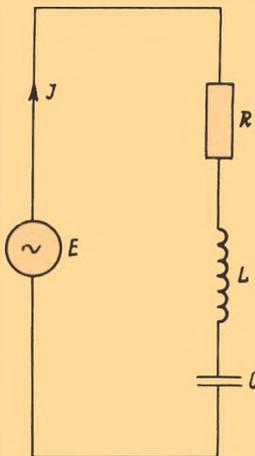
$$P_x = \frac{P \cdot \sin \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}; \quad P_y = \frac{P \cdot \sin \theta_1}{\sin(\theta_1 + \theta_2)}$$

$P = 24$ кГ; $\theta_1 = 29^\circ$; $\theta_2 = 46^\circ$

29 $+$ 46 = F1 \sin F1 3П 24 X 46 F1 \sin \div F1 ИП = \longrightarrow 17,873168 (P_x)

24 X 29 F1 \sin \div F1 ИП = \longrightarrow 12,045883 (P_y)

8. РАСЧЕТ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ДОБРОТНОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА



$$z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\theta = \text{tg}^{-1} \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}, \quad \text{где } \omega = 2\pi f$$

$R = 100$ Ом; $L = 5$ Гн; $C = 3$ мкФ
 $E = 100$ В; $f = 50$ Гц

2 X F2 π X 50 = F1 3П X 5 = F1 $\text{x} \leftrightarrow \text{П}$ X
 3 F1 ВП 6 F1 /--/ = F1 1/x F1 П- F1 ИП F2
 x^2 $+$ 100 F2 x^2 = F1 $\sqrt{\quad}$ \longrightarrow 519,47925 (Z)
 F1 ИП \div 100 = F2 tg^{-1} \longrightarrow 79,901255 (θ)

9. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБРАТНЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

$$\sin h^{-1} x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}) \quad (-\infty < x < \infty)$$

$$\cos h^{-1} x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1}) \quad (1 < x < \infty)$$

$$\text{tg} h^{-1} x = \ln \frac{1+x}{1-x} \quad (-1 < x < 1)$$

а) $\sin h^{-1} 7 =$

7 F1 3П F2 x^2 $+$ 1 = F1 $\sqrt{\quad}$ F1 П+ F1 ИП F1 \ln \longrightarrow 2,6441207

б) $\cos h^{-1} 2 =$

2 F1 3П F2 x^2 $-$ 1 = F1 $\sqrt{\quad}$ F1 П+ F1 ИП F1 \ln \longrightarrow 1,3169579

в) $= \text{tg} h^{-1} 0,4 =$

1 $+$ \cdot 4 \div $[(1 - \cdot 4)]$ = F1 $\sqrt{\quad}$ F1 \ln \longrightarrow 0,4236489

УДК 681.327:621.3.049.77.004

А.Д.Булгаков, В.В.Космодемьянский,
А.М.Шалагин

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК КР581ВА1

БИС КР581ВА1 универсального асинхронного приемопередатчика предназначена для использования в мультиплексорах, концентраторах, печатающих устройствах, индикаторах на ЭЛТ, а также в любых других цифровых устройствах, где требуется преобразование параллельного кода в последовательный и наоборот.

Микросхема КР581ВА1 изготавливается по *p*-канальной МОП-технологии в 40-выводном DIP корпусе типа 2123.40-1. Назначение выводов показано в табл. 1. Входные и выходные уровни БИС полностью соответст-

вуют ТТЛ-уровням. По входам приемопередатчик управляется всеми ТТЛ-схемами, так как сопротивление нагрузки выхода ТТЛ-схем включается во входной каскад БИС, благодаря чему автоматически обеспечивается необходимая величина уровня «лог.1» на всех входах БИС: Токи нагрузки по всем выходам гарантируют подключение одного входа ТТЛ. На выходах БИС формируются три уровня выходных сигналов для устройств с магистральной структурой: высокий уровень напряжения «лог.1» $\geq 2,4$ В; низкий уровень напряжения «лог.0» $\leq 0,4$ В и состояние высокого импеданса.

БИС состоит из секций передатчика, приемника и регистра управления. Прием и передача данных осуществляется одновременно или поочередно. Скорости приема и передачи определяются цепями тактирования и не зависят друг от друга. В микросхеме предусмотрена двойная буферизация, исключающая необходимость точной внешней синхронизации, возможность программирования длины передаваемого слова (5, 6, 7 или 8 бит), четности передаваемого числа и проверки четности принимаемого числа, числа стоповых бит (1 или 2).

Секция передатчика содержит 8-разрядный буферный регистр содержимого передатчика, 12-разрядный регистр передатчика, 5-разрядный регистр управления, блоки генерации битов четности, выбора длины слова данных, управления и синхронизации.

Секция приемника — 8-разрядный регистр приемника, 8-разрядный регистр содержимого приемника, блоки проверки четности, переполнения, стоповых бит, определения длины слова данных, управления и синхронизации.

Информация, предназначенная для преобразования в последовательный код, подается параллельным кодом на входы передатчика Т1—Т8, загружается в БРТ при переходе сигнала ЗБРТ из состояния «лог.1» в состояние «лог.0» и переписывается в выходной 12-разрядный регистр во время перехода сигнала ЗБРТ из состояния «лог.0» в состояние «лог.1» (рис. 1).

Таблица 1

Назначение выводов БИС КР581ВА1

Номер вывода	Условное обозначение сигнала	Назначение вывода
1	+5В (Иип 2)	Питание
2	-12В (Иип 1)	
3	БРО	Общий
4			Выходной (буферный) регистр приемника отключен
5	Д8	Выходы данных приемника
6	Д7	
7	Д6	
8	Д5	
9	Д4	
10	Д3	
11	Д2	
12	Д1	
13	ОЧ	Ошибка четности
14	ООД	Ошибка обмена данными
15	П	Переопределение
16	ФО	Вход "выходы отключены"
17	f_n	Тактирование приемника
18	СФП	Сброс флага приема
19	ПД	Выход "прием данных"
20	Д ₀	Вход приемника
21	R	Сброс
22	БРТО	Буферный регистр передатчика очищен
23	ЗБРТ	Загрузка буферного регистра передатчика
24	РТО	Регистр передатчика очищен
25	Т ₀	Выход передатчика
26	Т1	Входы буферного регистра передатчика
27	Т2	
28	Т3	
29	Т4	
30	Т5	
31	Т6	
32	Т7	
33	Т8	
34	ЗРУ	Загрузка регистра управления
35	ЗЧ	Запрет четности
36	ВСБ	Выбор количества стоповых бит
37	ВДС2	Выбор длины слова
38	ВДС1	
39	УЧ	Установка четности
40	f_T	Тактирование передатчика

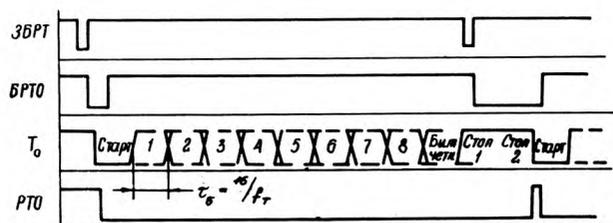


Рис. 1. Временная диаграмма работы передатчика при условии задания восьми значащих разрядов, двух стоп-битов, бита четности

В момент перехода сигнала ЗБРТ из состояния «лог.0» в состояние «лог.1» запускается блок синхронизации, который делит частоту тактирования на 16 и обеспечивает последовательный сдвиг информации в выходном регистре на выход T_0 .

Длительность каждого бита равна 16 периодам частоты тактирования, задаваемой внешним генератором, программирование которого определяет скорость приема-передачи (до 24000 бит/с).

Формат передаваемого слова задается сигналами ВДС1, ВДС2, ВСБ, ЗЧ, УЧ и ЗРУ (табл. 2).

Таблица 2

Задание формата слова				
Выбор длины слова	Сигнал		Разряд четности T_0	Примечание
	ВДС1	ВДС2		
	0	0			0	5
1	0	0	6	
0	1	1	7	
1	1	1	8	

Задание четности	Сигнал		Разряд четности T_0	Примечание
	УЧ	ЗЧ		
	0	0		
0	0	1	Ошибка четности	
0	1	Нет разряда	Нечетное число задано, запрещено, не принято	
1	0	0	Четное число единиц задано, принято	
1	0	1	Ошибка четности	
1	1	Нет разряда	Четное число задано, запрещено, не принято	

Задание числа стоповых бит	Сигнал ВСБ		Выход T_0 , бит
	1	0		2
0	0	1	

Уровень стартового бита равен «лог.0», в исходном состоянии до начала передачи на выходах T_0 , БРТО, РТО — «лог.1».

Момент перехода уровня «лог.1» в уровень «лог.0» для выхода T_0 означает начало передачи информации, для выхода БРТО — буферный регистр передатчика занят, для выхода РТО — выходной регистр передатчика занят.

После передачи информации по сигналу ЗБРТ из БРТ в РТ на выходе БРТО вновь появляется уровень «лог.1». На выходе РТО «лог.1» появится по окончании передачи из РТ последнего стопового бита, так как в это время блок проверки очистки выходного регистра формирует соответствующую команду в блок синхронизации и управления выходным регистром. Если к этому моменту произведена новая загрузка БРТ, то состояние «лог.1» на выходе РТО быстро (примерно за половину периода частоты тактирования) переходит в состояние «лог.0». При разре-

шении генерации бита четности блок проверки контролирует четность принятой информации. При несовпадении принятой фактической четности с запрограммированной на выходе T_0 сигнал ОЧ появляется на уровне «лог.1», а при совпадении — на уровне «лог.0».

Входная информация в последовательном коде поступает на вход регистра приемника через блок управления форматом, который в зависимости от запрограммированного формата последовательных данных посылает стартовый бит в соответствующий разряд входного регистра, т.е. чем короче формат передаваемого слова, тем ближе стартовый бит будет находиться к выходному разряду регистра (рис. 2).

Последовательная входная информация при необходимости контролируется на четность. При наличии ошибки четности на выходе ОЧ устанавливается «лог.1». Переход сигнала на выходе ПД из состояния «лог.0» в состояние «лог.1» в середине приема первого стопового бита означает, что данные перенесены в выходной (буферный) регистр приемника. Для перевода выхода ПД в исходное состояние на вход СФП до выдачи очередной информации на выходах Д1...Д8 приемника необходимо подать уровень «лог.0», а затем уровень «лог.1», иначе в момент выдачи очередного слова на выходе ПД появится уровень «лог.1» — сигнал переполнения входного регистра приемника.

Появление уровня «лог.1» на выходе ООД означает, что формат запрограммированного в передатчике слова отличается от фактически полученного приемником. Иначе говоря, полученное слово не имеет истинной длины стопового бита. Выходы приемника ПД, П, ООД, ОЧ, а также выход передатчика БРТО могут быть переведены в состояние высокого импеданса путем подачи на вход ФО уровня «лог.1». Состояние высокого импеданса на выходах приемника Д1...Д8 обеспечивается подачей уровня «лог.0» на вход БРО.

Микросхема КР581ВА1 может быть успешно применена для построения устройств программируемого интерфейса. Со-

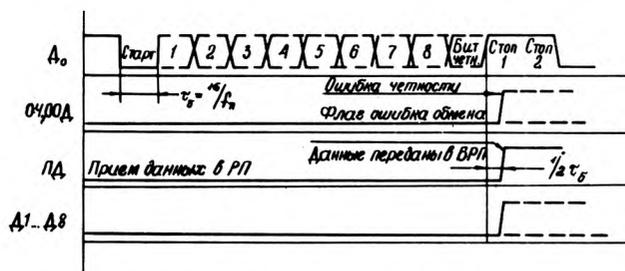


Рис. 2. Временная диаграмма работы приемника при условии задания восьми значащих разрядов, двух стоп-битов, бита четности

ответствие входных и выходных уровней стандартному ТТЛ-сигналу и наличие трех состояний выходов значительно расширяет возможности БИС.

Статья поступила 19 мая 1982 г.

УДК 621.3.049.77.004

И.Ю.Бороненков, В.О.Колмаков, В.В.Милехин, А.Н.Петрунин, П.П.Полятыкин

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ИС ФАПЧ К174ХА12

Микросхема К174ХА12 представляет собой универсальную высокочастотную систему ФАПЧ с замкнутым контуром обратной связи, обеспечивающую независимую регулировку центральной частоты и полосы удержания. Изготавливается в пластмассовом корпусе типа 238.16-2 с двухрядным расположением выводов.

ИС ФАПЧ К174ХА12 содержит фазовый детектор (ФД), управляемый генератор (УГ), синхронный детектор (СД), фильтр нижних частот (ФНЧ), усилитель низкой частоты (А) (рис.1).

Определяющим блоком в системе ФАПЧ является УГ, от которого зависят такие параметры, как стабильность частоты выходных колебаний в диапазоне питающих напряжений и температуры, линейность модуляционных и демодуляционных характеристик, чистота спектра выходного сигнала, диапазон рабочих частот.

В ИС К174ХА12 УГ выполнен в виде эмиттерно-связанного мультивибратора, не содер-

жит точечных изделий и работоспособен в широком диапазоне частот. Для минимизации температурного дрейфа частоты УГ в схеме предусмотрена температурная компенсация [1, 2]. Частота УГ (рис.2, а) определяется одним внешним частотозадающим конденсатором C_x (см. рис.1). Схематехническое построение УГ предусматривает возможность внешнего электронного управления частотой генерации и полосой удержания (рис.2, б, в).

ФД построен по схеме двойного балансного перемножителя на дифференциальных усилителях [3]. ФНЧ образован выходным сопротивлением ФД и внешними элементами, подключаемыми к выводам 14, 15.

На базе ИС К174ХА12 возможно построение высококачественного ЧМ детектора (рис.3, а), имеющего высокую линейность [4] и обеспечивающего дополнительное ослабление паразитной амплитудной модуляции на величину более 30 дБ. В схеме предусмотрена возможность подключения внешнего конденсатора (вывод 10), образующего совместно с внутренним сопротивлением микросхемы цепь коррекции предискажений и обеспечивающего дополнительную фильтрацию несущей частоты. При использовании ИС К174ХА12 в режиме следящего фильтра выходной сигнал УГ снимается с вывода 5 (см. рис.3, а) через развязывающий резистор сопротивлением не менее 1 кОм.

Наличие синхронного детектора позволяет использовать микросхему в режиме синхронного АМ детектора (рис.3, б), имеющего нелинейные искажения не более 1% и обеспечивающего высокую помехоустойчивость [5].

Для фильтрации ВЧ составляющих к выходу СД (вывод 1) подключается внешний конденсатор, который совместно с выходным сопротивлением СД определяет полосу пропуска-

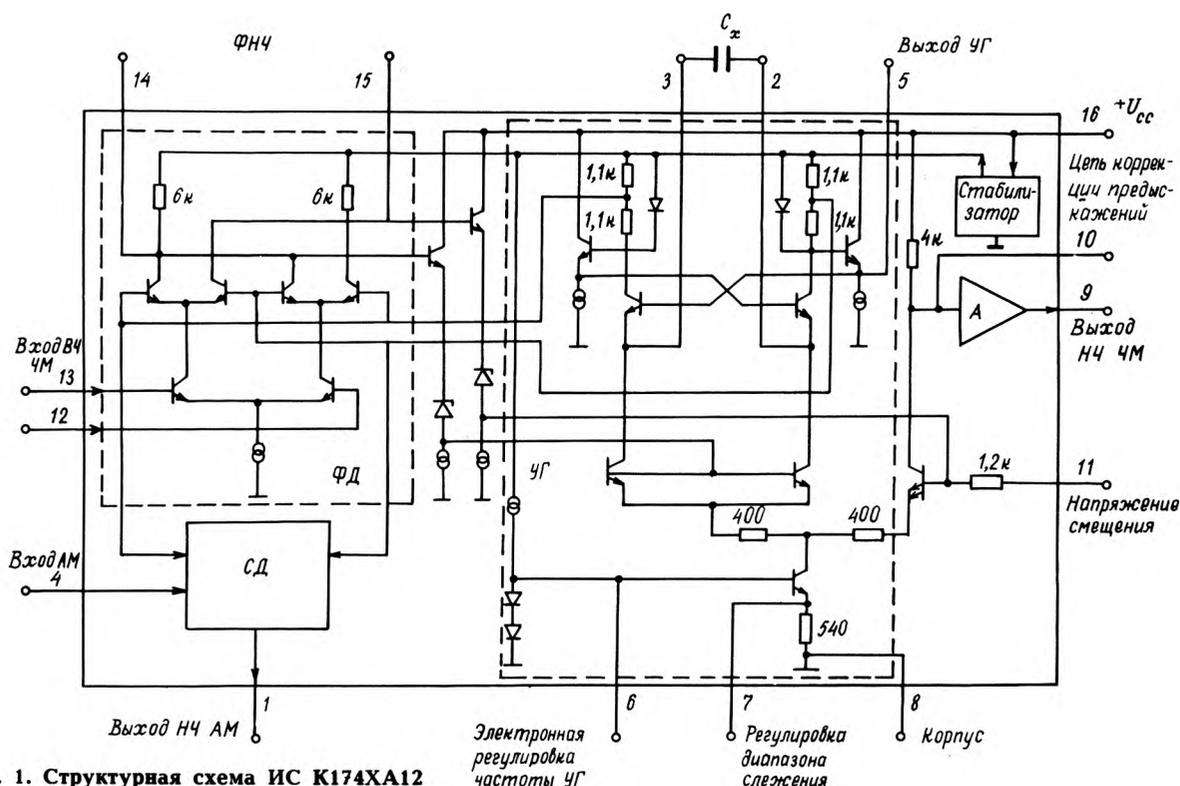


Рис. 1. Структурная схема ИС К174ХА12

ния звуковых частот АМ тракта. При работе в режиме синхронного АМ детектора сигналы на входах ФД и СД должны быть сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90°. Сдвиг фаз обеспечивается с помощью внешнего фазовращателя, реализованного в простейшем случае на RC-звеньях.

В качестве общих рекомендаций по применению ИС ФАПЧ К174ХА12 в ЧМ и АМ

трактах РЭА можно отметить следующее:

— в режиме ЧМ детектора максимальный коэффициент ослабления паразитной АМ достигается при уровне входного сигнала в пределах 1—5 мВ, при уровне входного сигнала менее 200 мкВ наблюдается ухудшение отношения сигнал/шум;

— в режиме синхронного АМ детектора оптимальным (КНИ ≤ 1%) является диапазон входных сигналов от 50 до 150 мВ, при увеличении уровня входного сигнала до 300 мВ нелинейные искажения могут возрасти до 10%.

Использование ИС ФАПЧ К174ХА12 в приемопередающих трактах бытовой радиоаппаратуры позволяет снизить ее стоимость, габариты и массу, уменьшить число навесных элементов, упростить конструкцию отдельных узлов РЭА и увеличить надежность устройства в целом.

Основные электрические характеристики К174ХА12 (в диапазоне температур от -25 до +55 °С)

Напряжение питания	18 В±10%
Ток потребления	≤ 13 мА(8)*
Рабочая частота	
верхний предел	≥ 15 МГц(30)
нижний предел	≤ 0,1 Гц
Стабильность частоты УГ	
температурная	≤ ± 0,06%/°С(±0,046)
по питанию	≤ ± 0,5%/В(±0,3)
Диапазон слежения, %	≥ ± 5(±15)
Минимальный входной сигнал	200 мкВ
Диапазон питающих напряжений	15—20 В

Режим ЧМ детектора

$f_{вх}$ = 10,7 МГц, $U_{вх}$ = 10 мВ, $U_{п}$ = 18 В, Δf = ±50 кГц, $F_{м}$ = 1000 Гц	
Коэффициент ослабления АМ	> 26 дБ(32)
Коэффициент нелинейных искажений	≤ 1%(0,3)
Отношение сигнал/шум	> 35 дБ(40)
Выходное напряжение НЧ	> 20 мВ(50)

Режим АМ детектора

$f_{вх}$ = 465 кГц, $U_{вх}$ = 10 мВ, $U_{п}$ = 18 В, m = 30%, $F_{м}$ = 1000 Гц	
Коэффициент передачи	≥ 3 дБ(10)
Коэффициент нелинейных искажений	≤ 1,5%(1,0)
Отношение сигнал/шум	> 40 дБ(46)
Входное сопротивление	3 кОм
Выходное сопротивление	8 кОм

* В скобках указаны типовые значения электрических параметров.

ЛИТЕРАТУРА

- Г р е б е н А.Б. Проектирование аналоговых интегральных схем/Пер.с англ.— М.: Энергия, 1976.— 256 с.
- Р е ф и о г л у И. Обеспечение стабильности в интегральных генераторах.— Электроника, 1980, т. 53, № 20, с. 35—43.
- Аналоговые интегральные схемы/Под ред. Дж. Коннели. Пер. с англ.— М.: Мир, 1977.— 439 с.
- К а м е н з и н Д, Г р е б е н И. Использование фазовой синхронизации для создания резонансного контура на интегральной схеме.— Электроника, 1969, № 9, с. 24—29.
- М о м о т Е.Г. Проблемы и техника синхронного радиоприема.— М.: Связьиздат, 1961.— 172 с.

Статья поступила 20 апреля 1982 г.

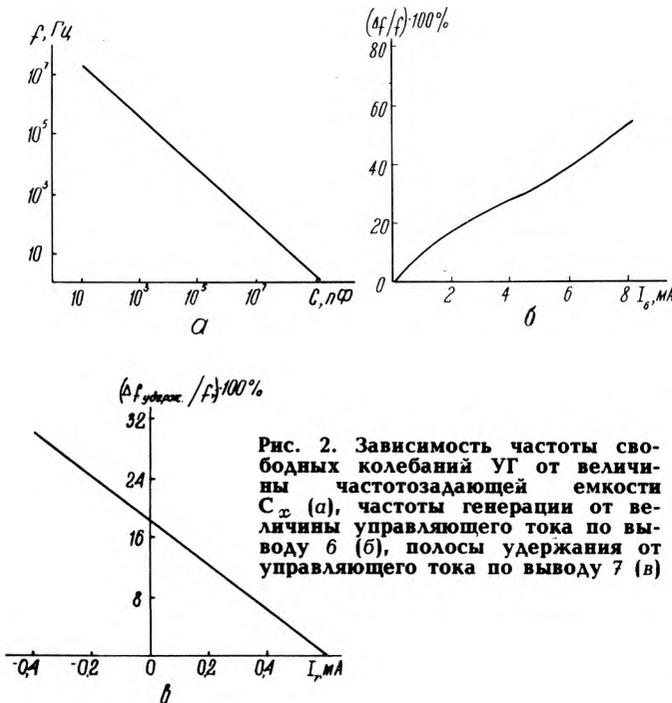


Рис. 2. Зависимость частоты свободных колебаний УГ от величины частотозадающей емкости C_x (а), частоты генерации от величины управляющего тока по выводу 6 (б), полосы удержания от управляющего тока по выводу 7 (в)

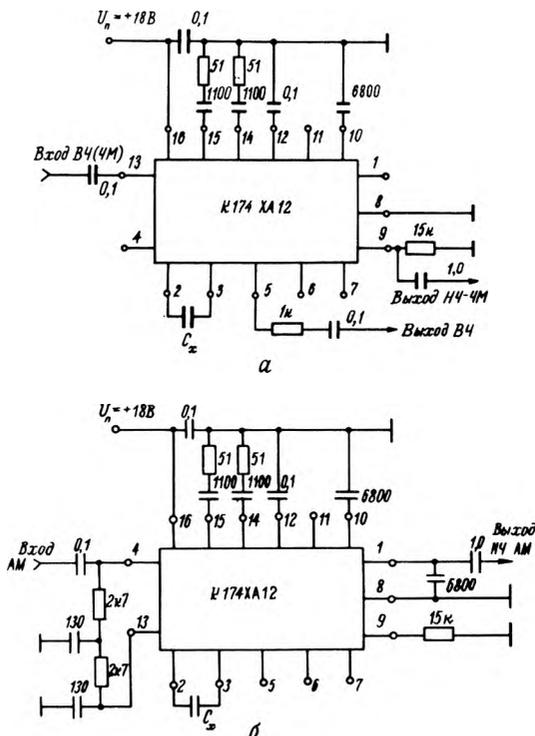


Рис. 3. Схема включения ИС К174ХА12 в режиме ЧМ детектора и следящего фильтра (а); в режиме синхронного АМ детектора (б)

создания резидентной САПР необходимо иметь некоторые средства разработки (чаще всего кроссовые);

— для обеспечения универсальности и широких возможностей резидентных САПР микроЭВМ должна быть оснащена развитым набором периферийного оборудования, что при незначительной по сравнению со стоимостью ВУ стоимости микропроцессоров представляется нецелесообразным, а нехватка устройств ввода—вывода для микро- и мини-ЭВМ препятствует широкому распространению резидентных САПР;

— для поддержания работы резидентных САПР микропроцессорных устройств необходимо фиксировать некоторые области памяти и каналы ввода—вывода — это накладывает существенные ограничения на отлаживаемую программу [10];

— программное обеспечение резидентной системы в большой степени машиннозависимо, следовательно, возникает необходимость начинать все заново при переходе на новый тип микропроцессора;

— на резидентной САПР (впрочем, как и на кроссовой) сложно отлаживать мультимикропроцессорные системы.

Весьма привлекательным для разработчика МПС было бы объединить системные возможности кроссовых САПР и возможности отладки аппаратной части МПС с помощью резидентных САПР. Такое совмещение, причем не только функциональное, но и во времени, дает **комбинированную САПР (КСАПР)** [12—15].

КСАПР МПС представляет собой двух-, а при проектировании мультимикропроцессорных систем — многопроцессорный комплекс, в котором основные функции системы проектирования реализует ЭВМ средней или малой мощности, а остальные процессоры и аппаратные средства характеризуют текущий этап модульного проектирования и конструирования МПС. КСАПР может использоваться как кроссовая система и предоставлять возможности резидентной по отладке программ на реальной аппаратуре. Разработчик получает средство для нисходящего модульного проектирования программной и аппаратной частей МПС. Начиная с некоторого ядра программного обеспечения, которое полностью интерпретируется системой, можно постепенно достраивать МПС, добавляя программные модули и перенося функции выполнения на реальные устройства (микропроцессор, запоминающие устройства, внешние устройства). При этом используются все возможности программного обеспечения инструментальной ЭВМ, ее периферийное оборудование и вычислительные ресурсы проектируемой МПС.

Сравнительная характеристика различных типов САПР МПС приведена ниже (минус соответствует малому значению параметра, 0 — среднему, плюс — большому).

При создании КСАПР МПС возникает целый ряд нестандартных технических задач, решение которых определяет эффективность системы проектирования:

— разработка устройства сопряжения процессоров комплекса как основы функционирования КСАПР МПС;

Параметр	Пульты отладки	Кроссовые	Резидентные	Комбинированные
Затраты на создание САПР, в том числе:	—	0	+	0
на аппаратное обеспечение	0	—	0	0
на программное обеспечение	—	0	+	0
Возможности проверки аппаратной части МПС	+	—	0	+
Возможности разработки программ, в том числе с использованием языков высокого уровня	0	+	+	+
Простота перенесения программного обеспечения на прототип МПС	—	+	0	+
Возможность отладки мультимикропроцессорных систем	0	—	0	—
Простота перестройки под новый тип микропроцессора	—	+	—	0
Простота тиражирования	0	+	0	0
Возможность использования в серийном производстве МПС	0	—	0	+
Возможность многопользовательской работы на САПР	—	+	0	+
Стоимость одного рабочего места	—	0*	+	0*
Сложность получения периферийного оборудования	—	—**	+	—**
Простота освоения	+	0	0	0
Объем отлаживаемой программы (кбайт)	1—2	32—64	32	24***
Моделирование внешних устройств	—	+	0	+
Тестирование отдельных функциональных плат	+	—	—	+
Контрольно-профилактические тесты	—	—	+	+

* Стоимость уменьшается / при использовании инструментальной ЭВМ САПР для решения общих расчетных задач.
 ** САПР использует периферийное оборудование инструментальной ЭВМ.
 *** Возможно расширение до 64 кбайт при использовании ПЗУ или мини-ЭВМ с диспетчером памяти.

— создание аппаратного и программного обеспечения, позволяющего управлять работой микропроцессора со стороны инструментальной ЭВМ;

— определение функций и разработка программного обеспечения САПР.

Структура КСАПР МПС на основе мини-ЭВМ «Электроника 100/25». Рассмотрим пример организации КСАПР МПС для микропроцессора K5801K80. Комплекс функционирует на мини-ЭВМ «Электроника 100/25» под управлением дисковой операционной системы и предназначен для написания, редактирования и отладки программного обеспечения, тестирования и комплексной отладки аппаратной части и программирования ПЗУ готовыми программами для МПС. КСАПР может быть тиражирована на мини-ЭВМ с магистральной структурой интерфейса типа Единый канал.

Структура аппаратного обеспечения КСАПР приведена на рис. 2. Устройство сопряжения интерфейсов (УСИ) является дополнительным блоком к основному комплексу мини-ЭВМ и обеспечивает отладку аппаратной части МПС и комплексную отладку программного и аппа-

ратного обеспечения на опытном образце МПС. Возможно функционирование комбинированной САПР без УСИ (в этом случае система работает как обычная кроссовая САПР). УСИ подключается к интерфейсу МПС через переходную плату, и отладка осуществляется на уровне интерфейса функциональных плат модулей отлаживаемой системы.

Основные функции устройства сопряжения интерфейсов:

- управление работой МПС (сброс, захват шин, режимы работы по циклам, по командам);
- обеспечение остановов работы МПС по условиям;
- чтение—запись в память и порты ввода—вывода;
- обеспечение обмена данными между МПС и ОЗУ мини-ЭВМ в режиме прямого доступа;
- индикация текущего состояния МПС;
- контроль адресации к ПЗУ и ОЗУ;
- управление прерыванием микропроцессора;
- управление прерываниями мини-ЭВМ, при возникновении определенных ситуаций в работе УСИ и МПС;
- контроль и управление временем работы МПС;
- запоминание последних 32-х циклов работы микропроцессора («историческая память»);
- контроль питания МПС.

Программатор ПЗУ используется для записи отлаженных программ в БИС памяти (микросхемы К573РФ1, К573РФ2, К573РФ11—К573РФ14, К573РФ21—К573РФ24, К556РТ4, К155РЕ3). Это позволяет устранить существующий в настоящее время трудоемкий процесс перенесения программного обеспечения МПС на прототипный образец с использованием промежуточного носителя.

Программное обеспечение комплекса дается в рамках дисковой операционной системы. Все файлы пользователя, созданные при разработке программ МПС и содержащие исходные, объектные и загрузочные модули, хранятся на внешних ЗУ (МД, МЛ, ГМД и т.д.). Файловая структура на носителях поддерживается операционной системой инструментальной мини-ЭВМ.

Создание, редактирование и модификация исходных текстов программ осуществляется с помощью программы «Редактор текста» в диалоговом режиме. «Программа работы с файла-

ми» служит для пересылки файлов между ВУ и используется для получения распечаток исходных модулей, протоколов работы системных программ КСАПР и создания копий файлов на внешних носителях.

Объектные и загрузочные модули программ микропроцессора получаются в результате работы программ «Кросс-ассемблер», «Компилятор PL/M», «Редактор связей». Отладка загрузочных модулей производится с помощью программ «Эмулятор» (в режиме интерпретации) или «Отладчик» (с использованием аппаратного обеспечения КСАПР).

Отлаженная программа МПС может быть записана в ПЗУ полностью или частично непосредственно из файла загрузочного модуля с помощью программы «Программатор ПЗУ» и соответствующего устройства аппаратного обеспечения. Программное обеспечение КСАПР предоставляет целый ряд сервисных функций. Программа «Библиотекарь» создает и редактирует библиотеки объектных модулей, часто употребляемых или стандартных микропроцессорных программ. Это позволяет уменьшить число имен в системном каталоге и облегчает процесс создания загрузочного модуля.

Программа «Диз-ассемблер» позволяет получить распечатку загрузочного модуля в ассемблерной форме. Назначение «Программы распечатки файлов» очевидно.

Поздняя разработка МПС на КСАПР. Разработка аппаратной части системы сводится к выбору требуемых плат из набора функциональных модулей, обеспечивающих контроль за поступающей информацией и управление контролируемым объектом или устройством на основании выбранных решений. В некоторых случаях необходимо дополнительно разработать несложное устройство сопряжения, которое выполняет функции нормализации, фильтрации, частотные преобразования, согласования по мощности с управляемыми объектами. Таким образом, разработка аппаратного обеспечения сводится к модульному проектированию МПС, что значительно упрощает и сокращает сроки проектирования аппаратной части системы. Программное обеспечение целесообразно компоновать также по модульному принципу из библиотеки стандартных модулей (подпрограммы обслуживания АЦП, таймера, дисплея, различных преобразований информации, ввода—вывода и т.п.).

Процесс разработки программ с помощью описанной КСАПР МПС начинается с разделения функций, реализуемых аппаратно и программно, и определения набора стандартных аппаратных и программных модулей. Алгоритм работы МПС реализуется в виде программы или набора подпрограмм на языке программирования. Файл исходного модуля на диске формируется в режиме диалога с помощью программы «Редактор текста» и используется в дальнейшем для получения объектного кода. В зависимости от применяемого входного языка для этого используются программы «Кросс-ассемблер» или компиляторы с языком высокого уровня. При программировании на языке ассемблера разработчик имеет возможность выделять программные секции, размещаемые в ПЗУ, и секции данных, находящихся в ЗУПВ,

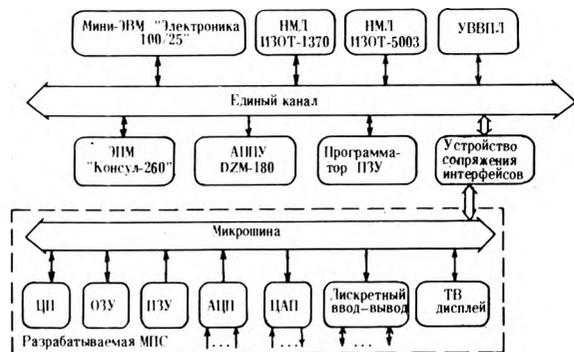


Рис. 2. Структурная схема аппаратных средств КСАПР МПС

распределять абсолютные адреса для непере-
мещаемых частей программы и т.п. При исполь-
зовании языков высокого уровня эти операции
осуществляются автоматически компилятором.
Имеются возможности управления выдачей
распечатки и таблицы символов. Для исправле-
ния синтаксических ошибок, которые почти на-
верняка присутствуют в написанной програм-
ме, опять вызывается программа «Редактор тек-
ста», вносятся изменения, и процесс создания
объектного модуля затем повторяется.

После успешного завершения компиляции
разработчик приступает к созданию загрузочного
модуля с помощью программы «Редактор
связей», которая обеспечивает перемещение
текстов модулей, разрешение внешних ссылок,
компоновку текста программы, включение под-
программ из указанных библиотек стандартных
модулей, построение общих областей (имено-
ванных секций), определение точки входа. Раз-
работчику предоставляется возможность ука-
зать адрес и размер области, в которой будет
размещаться скомпонованная программа. «Ре-
дактор связей» имеет режим формирования об-
щей таблицы символов программы.

После получения загрузочного модуля от-
ладка программы осуществляется с помощью
динамических диалоговых средств. Программа
«Эмулятор» позволяет отлаживать программы
в режиме интерпретации системы команд ми-
кропроцессора K580ИК80 (как на обычной кросс-
системе) и используется в основном на на-
чальных этапах отладки. Программа «Отлад-
чик» дает возможность использовать аппарат-
ное обеспечение комбинированной САПР и
выполнять разрабатываемую программу на ре-
альном оборудовании. Программы отладки
унифицированы по входному языку и обеспе-
чивают задание конфигурации МПС; контроль
обращений к ПЗУ, ОЗУ и ВУ; загрузку програм-
мы для выполнения и сохранение ее в виде
файла на диске; поцикловое, покомандное и
последовательное выполнение программы;
останов и продолжение работы МПС; повтор-
ный запуск или запуск с определенного адре-
са; принудительное прерывание программы по
задаваемому вектору; установление точек пре-
рываний по условиям: адрес—данные, чтение—
запись, память—устройство ввода—вывода;
распечатку содержимого общих регистров
микропроцессора; распечатку памяти программы
в шестнадцатеричном, восьмеричном и символ-
ном форматах; модификацию значений общих
регистров или ячеек ЗУПВ; трассировку работ-
ы программы и измерения значений перемен-
ных; распечатку результатов последних 32-х
машинных циклов микропроцессора для уста-
новления причины сбоя; моделирование работы
ВУ; выдачу протокола отладки.

Программы отладки позволяют осуществлять
исходящее модульное тестирование програм-
мно-го обеспечения и комплексную отладку
всей микропроцессорной системы. Для исправ-
ления программных ошибок требуется внести
изменения в исходный модуль. Для этого нуж-
но опять вернуться к программе «Редактор
текста» и повторить все последующие шаги.
Однако, если изменений немного и все они
сделаны в программах отладки, т.е. файл за-
грузочного модуля содержит правильную вер-

сию программы, то исходный модуль может
быть получен с помощью программы «Диз-ас-
семблер». При этом для полного восстановления
исходного текста целесообразно использовать
таблицу символов программы, созданную «Ре-
дактором связей». В процессе ремонта или мо-
дификации изделий на базе микропроцессора
при отсутствии документации с помощью
КСАПР МПС можно прочитать содержимое ПЗУ
и представить его в виде, удобном для анализа
и модификации.

Готовый отлаженный загрузочный модуль
может быть перенесен на кристалл ППЗУ с
помощью программы «Программатор ПЗУ», ко-
торая обеспечивает разработчику перевод тек-
ста программы из формата загрузочного модуля
в формат образа памяти, выбор части програм-
мы с указанными адресами для программирова-
ния, управление аппаратурой программатора
ПЗУ, получение перфоленты для программи-
рования ПЗУ на автономных программаторах,
контроль правильности занесения информации
в ПЗУ, считывание готовых ПЗУ.

После записи программы в ПЗУ разработчик
может окончательно тестировать микропроцес-
сорную систему с помощью программы «Отлад-
чик» на реальной аппаратуре.

Анализ известных САПР микропроцессорных
устройств и некоторый опыт в создании микро-
процессорных систем позволяет сделать вывод,
что КСАПР является наиболее эффективной
из существующих систем проектирования и
успешно применяется на всех этапах разра-
ботки МПС. Результатом разработки с исполь-
зованием КСАПР является готовое микропро-
цессорное устройство.

Описанный метод построения САПР микро-
процессорных систем имеет большие перспек-
тивы. Возможности, предоставляемые инстру-
ментальной ЭВМ, позволяют непрерывно рас-
ширять функции системы. Использование мно-
гопользовательских операционных систем ре-
ального времени уменьшает стоимость одного
рабочего места разработчика и повышает эф-
фективность использования инструментальной
ЭВМ. Увеличивая число устройств сопряжения
интерфейсов, можно решить задачу разработки
мультимикропроцессорных систем. Применение
средств интерактивной машинной графики по-
зволяет автоматизировать процесс создания до-
кументации на аппаратное обеспечение микро-
процессорного устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васенков А. А. Система комплексной стандарти-
зации и унификации микропроцессорных средств вычислительной
техники. — Электронная промышленность, 1981, вып. 1, с. 3.
2. Фарли Б. Логические анализаторы или системы проекти-
рования? — Электроника (США), 1979, т. 52, № 19, с. 62—70.
3. Weisberg M. J. Designer's guide to: testing and
troubleshooting μ P-based products. — EDN, 1980, p. 177—214.
4. INTEL. μ -scope 820 operator's handbook. — INTEL Corp.,
Santa Clara, Calif., 1978. — 34 p.
5. Huguelin F. Entwicklung von Regelalgorithmen für
Microrechner. — Elektroniker, 1978, Bd. 17, N 11, S. EL11-EL20.
6. Система отладки математического обеспечения микро-
процессоров на ЕС ЭВМ/Г.И. Корниенко, Я.И. Барсуку, З. А. Пих,
А.И. Колесников, А.Л. Рейзин. — Кибернетика, 1978, № 6, с. 141.
7. Каган Б. М., Сташин В. В. Микропроцессоры в циф-
ровых системах. — М.: Энергия, 1979. — 192 с.
8. Вайда Ф., Чакань А. Микро-ЭВМ/Пер. с венг. — М.:
Энергия, 1980. — 360 с.
9. Литаврин А. А., Радзиевский Г. П. Система раз-

- работки, отладки и документирования программ для микро-ЭВМ. — Электронная промышленность, 1981, вып. 1, с. 65.
10. INTEL. Intellec 800 microcomputer development system operator's manual. — Intel Corp., 1975. — 118 p.
 11. INTEL. In circuit emulator /80. Microcomputer development system. ICE-80 operator's manual. — Intel Corp., 1976. — 95 p.
 12. H a w r y l a k J. J. A minicomputer on-line debugging system for microcomputer application development. — Proc. of Southeastcon '77, N.Y., 1977, p. 91-94.
 13. T r e v e l y a n J. Minicomputer-based microprocessor development system. — Conf. Microproc. Syst., Melbourne, 1977, p. 52-55.
 14. M c C r a c k e n. Hybrid tool for universal microprocessor development. — Computer Design, 1980, vol. 19, N 4, p. 119-126.
 15. U h l e M. Minicomputereinsatz als Microprocessor — Entwicklungssystem. — Nachrichtentechnische Zeitschrift, 1978, Bd. 31, N 9, S. 678-681.

После доработки статья поступила 5 ноября 1981 г.

УДК 681.3

Ф.Н.Теплицкий, Г.Н.Чуглазов, Е.А.Фельд

ОТЛАДОЧНЫЙ КОМПЛЕКС НА ОСНОВЕ ВУМС «ЭЛЕКТРОНИКА ДЗ-28»

Простой и доступный для реализации отладочный комплекс на основе ВУМС «Электроника ДЗ-28» удобен для создания различных распределенных систем управления.

Комплекс предназначен для разработки, корректировки, отладки и контроля функционирования систем управления на базе микроЭВМ «Электроника С5-12». Основу комплекса составляет ВУМС «Электроника ДЗ-28» сопряженная с микроЭВМ «Электроника С5-12» через стандартные входы-выходы и плату связи (рис. 1).

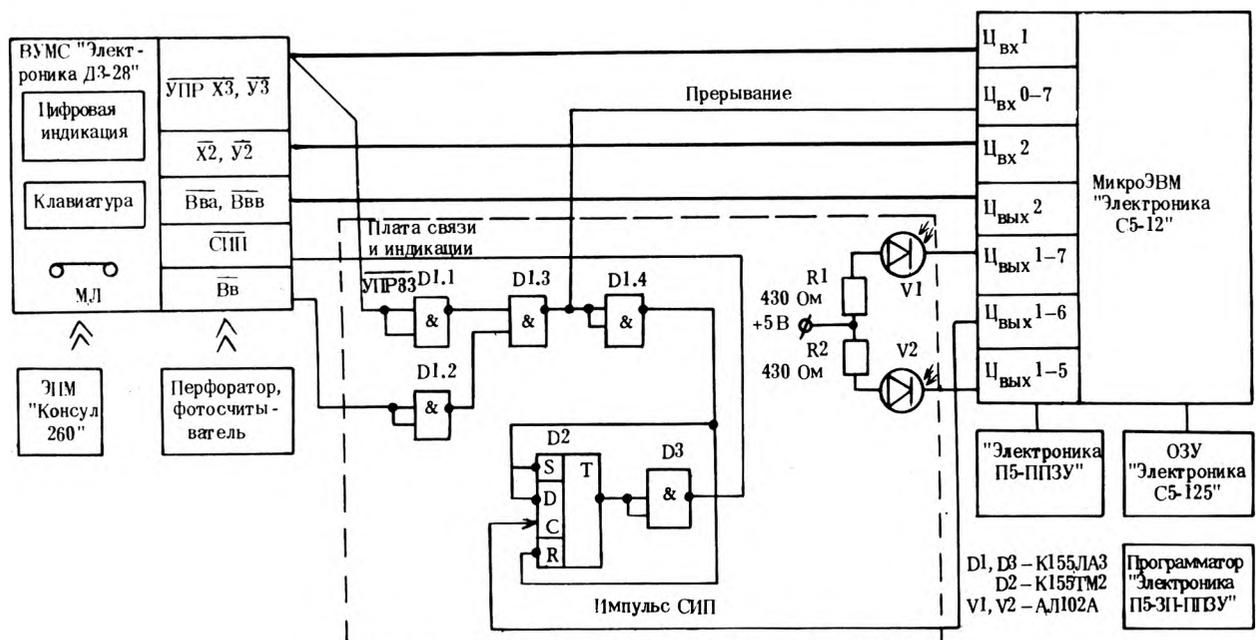
Применение разработанных средств позволяет:

- оперативно и многократно вводить необходимые программы и данные в ОЗУ микроЭВМ с контролем правильности ввода;
- запускать в работу требуемую программу или задачу;
- выводить необходимую информацию на цифровую индикацию, печать или запись во встроенное ДЗУ для последующего ввода;
- хранить и редактировать необходимые программы и массивы данных;
- останавливать программу;
- индцировать режимы работы и состояния микроЭВМ;
- имитировать работу технологического оборудования;
- проводить при необходимости анализ функционирования технологического объекта и системы управления.

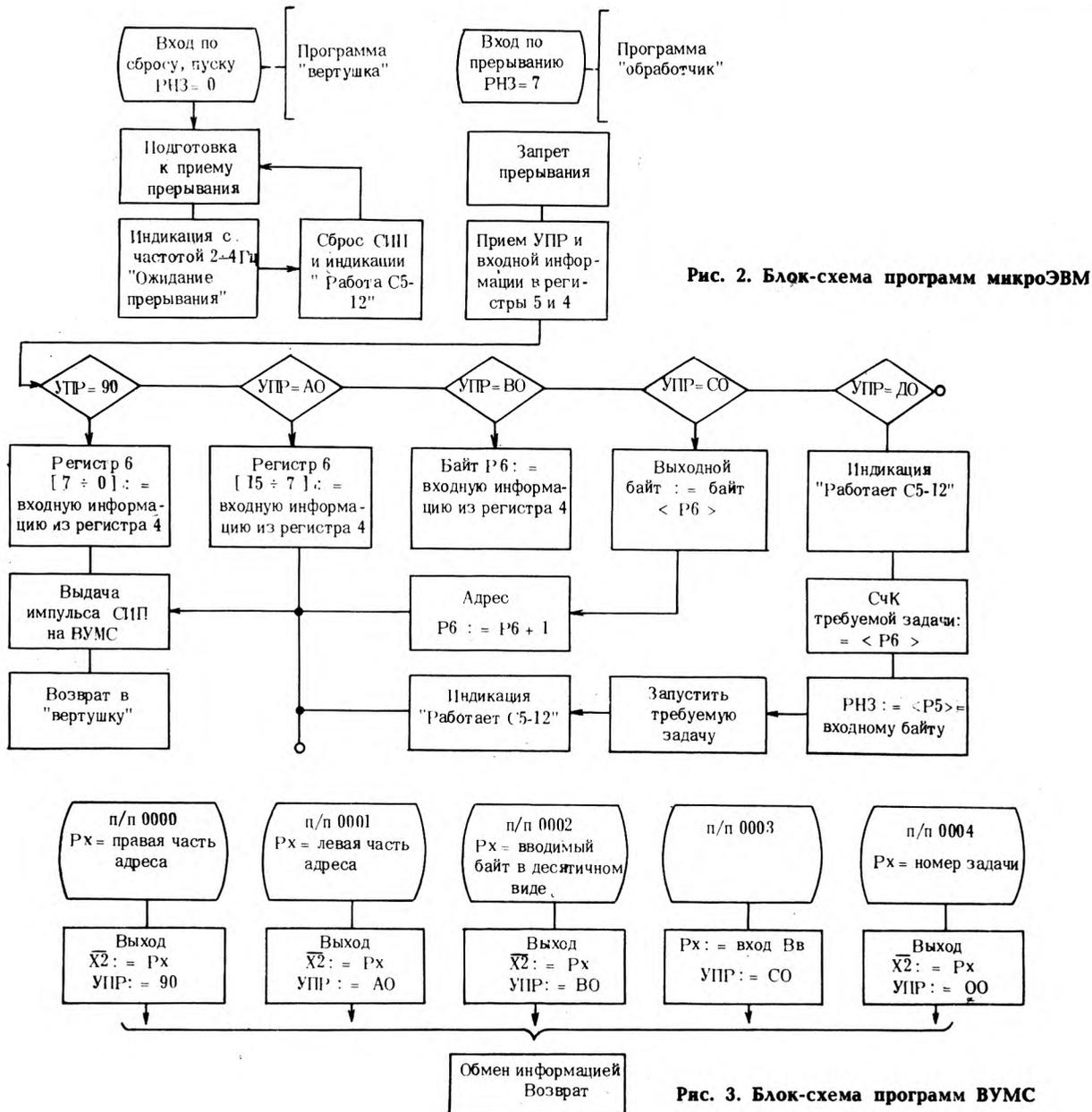
Взаимодействие микроЭВМ «Электроника С5-12» и ВУМС «Электроника ДЗ-28» обеспечивается программами, записанными в ППЗУ (256 шагов) и памяти ВУМС (150 шагов), см. рис. 2, 3.

Программы ВУМС формируют и выдают на микроЭВМ управляющие сигналы (в том числе сигналы прерывания), осуществляют выдачу или прием очередного байта информации. Программа отладочного комплекса записывается в ППЗУ с 1000-го шага и состоит из двух частей «вертушки» и «обработчика» (см.рис. 2). Программа «вертушка» подготавливает микроЭВМ к приему по прерыванию информации от ВУМС и с частотой 2—4 Гц зажигает и гасит светодиод V1, индцируя готовность к приему. Работа ведется в нулевой задаче, т.е. в регистр номера задачи заносится 0 (PH3=0).

Программа «обработчик» запускается при приеме прерывания, сформированного из сигналов УПР ХЗ, УЗ и Вв. По прерыванию работа микроЭВМ «Электроника С5-12» ведется в седьмой задаче PH3=7 — это определяется подключением к нулевому входу регистра



Вис. 1. Функциональная схема отладочного комплекса



программных прерываний (РППР) шины прерывания. Информация с выходов ВУМС X2, U2 считывается в регистр 4 микроЭВМ, а с УПР X3, U3 — в регистр 5. Далее работа ведется в соответствии с режимом УПР.

Код УПР=90 задает режим ввода правой части адреса записи, считывания или выполнения задачи. В регистр 6 заносится правый байт, принятый от ВУМС, на ВУМС выдается сигнал СИП (подтверждение окончания режима), и управление передается программе «вертушка». Выход из остальных режимов аналогичен.

УПР=АО аналогично осуществляет режим ввода левой части адреса. Адрес, сформированный в регистре 6 седьмой задачи, используется в нескольких режимах, задаваемых ВУМС.

УПР=ВО обеспечивает ввод в микроЭВМ по адресу, заданному в регистре 6, текущего байта информации, принятого от ВУМС в регистр 4.

УПР=СО организует вывод байта информации из памяти микроЭВМ по адресу, задаваемому в регистре 6, на входные шины ВУМС ($\overline{Вва}$, $\overline{Ввв}$).

УПР=ДО реализует режим запуска задачи в микроЭВМ, по номеру задачи, заданному во входном байте, принятом в регистр 4, и счетчику СчК, сформированному заранее в регистре 6.

В режимах УПР=СО и УПР=ВО адрес в регистре 6 автоматически увеличивается на единицу для организации последовательного просмотра или задания информации в памяти микроЭВМ.

К ВУМС «Электроника ДЗ-28» через магистральный расширитель могут быть подключены дополнительные периферийные устройства, а к микроЭВМ «Электроника С5-12» — дополнительные платы и отладочный пульт.

УДК 681.3:681.613.4

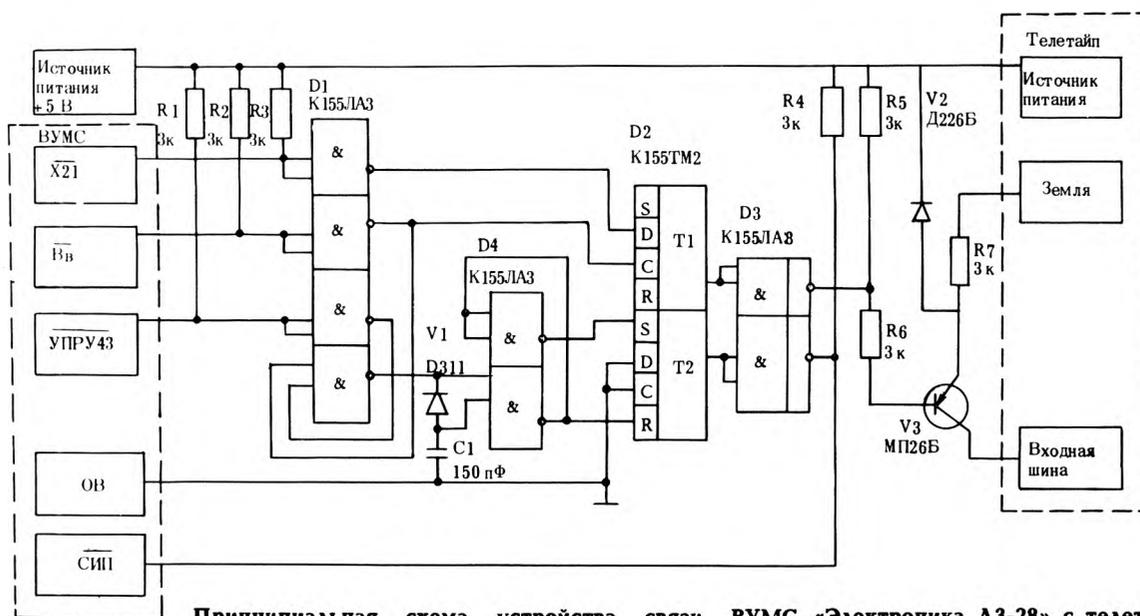
А.Ф.Глущенко, М.Л.Севериновский,
Г.Н.Чуглазов

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СВЯЗИ ВУМС «ЭЛЕКТРОНИКА ДЗ-28» С ТЕЛЕТАЙПОМ

Описанный способ связи ВУМС «Электроника ДЗ-28» с телетайпом отличается простотой реализации и может быть использован для организации помехозащищенной связи между несколькими удаленными друг от друга ЭВМ с помощью блока связи, состоящего из нескольких микросхем.

Информация для телетайпа кодируется последовательно и передается по одной шине, причем каждый символ кодируется пятью посылками длительностью 20 мс. Начало символа определяется нулевой стартовой бестоковой посылкой, а конец — шестой стоповой токовой посылкой увеличенной длительности (не менее 30 мс).

кой-либо из выходных шин ВУМС в последовательный код. В этом случае при выдаче любого символа из ВУМС в ее памяти на шагах 1—5 формируется код символа. Пусть символ S кодируется посылками 01011, тогда на шагах 0 и 6 добавляются стартовая и стоповая посылки, т.е. получается последовательность 1-01011-0. Передаваемая последовательность посылок кодируется нулевым битом в каждом из семи байтов (0—6) ВУМС. Далее ВУМС по команде 1401 0800 «Выдача 1-го байта» выдает сигнал «лог.1» на шину УПРУ43, затем через 4 мкс — на шину выдачи информации X21, через 7 мс — на шину Вв. Сигнал УПРУ43ЛВв записывает состояние X21 в триггер T1. Этот сигнал подается через ЛА8 на базу транзистора МП26Б, который и формирует линейный сигнал телетайпа. При этом второй триггер T2 сигналом УПРУ43ЛВв устанавливается в состояние «лог.1» и его выходной сигнал, являющийся ответом ПУ, через ЛА8 подается в ВУМС с задержкой 8 мкс как сигнал СИП. Далее следует программная задержка, время которой подобрано таким образом, что передача каждого последующего



Принципиальная схема устройства связи ВУМС «Электроника ДЗ-28» с телетайпом

Разработанный способ связи отличается от известных тем, что преобразование параллельного байта в последовательный код, формирование посылок во времени и добавление стартовой и стоповой посылок осуществляется не блоком связи, а специальной программой ВУМС (длиной 137 байт). Блок связи выполняет согласование выдаваемого сигнала по уровню и выдает ответный сигнал СИП в ВУМС.

Длительность цикла приема символа определяется конструктивными особенностями телетайпа и равна 150 мс, а время выполнения команды выдачи одного байта информации из ВУМС составляет десятки микросекунд, поэтому при выдаче информации на телетайп ВУМС вынуждена простаивать в ожидании ответного сигнала с шины СИП. Это время можно использовать для реализации программным путем преобразования байта информации на ка-

байта из ВУМС по команде 1401 0800 начинается через 20 мс. Процедуры для выполнения передачи всех шести байтов одинаковы, поэтому точность выдержки временных интервалов определяется синхросигналами ВУМС.

Описанное устройство успешно эксплуатируется в системах автоматизации учетных операций на складах готовой продукции, основанных на использовании ВУМС «Электроника ДЗ-28».

Статья поступила 8 августа 1982 г.

УДК 681.327.8:681.84.083

О. П. Козевич, В. Н. Куприяненко, Е. Е. Натопта

УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ МИКРОЭВМ С КАССЕТНЫМ АППАРАТОМ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ

Для хранения больших массивов информации в микропроцессорных системах обработки данных вместо дорогостоящих запоминающих устройств большой емкости (НМА и НГМА) можно использовать кассетный магнитофон 3 или 4 класса, если в состав системы включить устройство сопряжения, основу которого составляет модем с частотной манипуляцией, обеспечивающий запись и воспроизведение на магнитофоне последовательного кода (рис. 1).

Сигнал в последовательном коде поступает на вход модулятора с частотной манипуляцией, преобразующего уровни «лог.0» или «лог.1» в частотные сигналы 2155 Гц и 2358 Гц соответственно. Сформированный таким образом сигнал фильтруется и подается на вход записи магнитофона (рис. 2, а). В случае работы на телефонную линию сигнал снимается с выходного усилителя. При воспроизведении информации сигнал с выхода магнитофона усиливается, ограничивается триггером Шмитта и окончательно формируется с помощью частотного дискриминатора (рис. 2, б).

Непосредственное сопряжение модема с внутренней магистралью микроЭВМ осуществляется посредством БИС К580НК51 уни-

версального синхронно-асинхронного приемопередатчика (УСАПП), обеспечивающего преобразование параллельного кода на выходе микрокомпьютера в последовательный и обратно. Синхронизация передатчика и приемника УСАПП осуществляется тактовыми импульсами, поступающими с выхода управляемого делителя частоты, выполненного на базе микросхем К133ИЕ6. Коэффициент деления можно изменять от 1 до 999.

УСАПП программируется и работает под управлением микропроцессора К580ИК80. Внутренняя магистраль данных микрокомпьютера подключена к порту данных УСАПП через двунаправленные шинные формирователи (микросхемы К589АП16). Используемое в данном устройстве значение сдвига частот «лог.0» и «лог.1» допускает колебания скорости магнитофона до 5%. При помощи данного устройства было записано на магнитную ленту типа А4205—3 и воспроизведено без ошибок 12000 символов, поступающих со скоростью 200 бод. На ленте высокого качества можно записывать информацию со скоростью в 1,5—2 раза выше (300—400 бод).

Такое устройство может быть использовано также в качестве полудуплексного модема для записи и воспроизведения информации, передаваемой по телефонному каналу.

Статья поступила 27 ноября 1981 г.

УДК 681.327.2

С. О. Степанян

ДОС ДЛЯ МИКРОЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА НЦ-03Д»

Введение в состав периферийных устройств микроЭВМ «Электроника НЦ-03Д» накопителя на гибких магнитных дисках «Электроника ГМД-70» и организация виртуальной памяти с помощью специальных программных средств позволяет значительно расширить функциональные возможности и сферу применения микроЭВМ.

Одним из важнейших условий, учитываемых пользователем при выборе той или иной модели микроЭВМ для реализации конкретных задач, является наличие развитого программного обеспечения. Особое внимание при этом уделяется операционной системе (ОС) — набору программных средств, облегчающих проектирование, отладку и сопровождение разрабатываемых программ.

Трудности при проектировании ОС для микроЭВМ связаны с ограниченным объемом оперативной памяти микроЭВМ и отсутствием малогабаритных и экономичных внешних запоминающих устройств. В частности, перфоленточная ОС (ПОС), поставляемая с отечественной микроЭВМ «Электроника НЦ-03Д», имеет объем 12К слов и занимает 75% оперативной памяти. Для многих практических приложений наличие всего 4К слов свободной памяти оказывается крайне недостаточным, и это принуждает пользователя либо отказываться от разработки целевых программ, работающих под управлением ПОС (взяв на себя труд

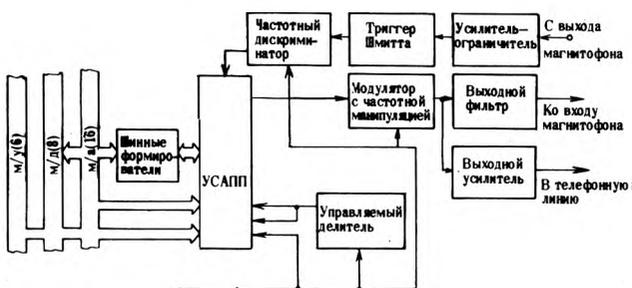


Рис. 1. Функциональная схема устройства сопряжения

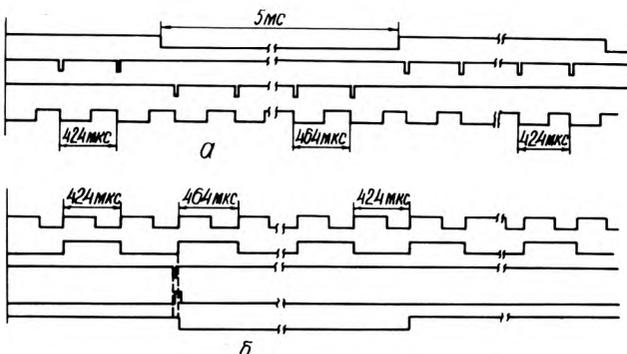


Рис. 2. Временные диаграммы устройства при работе в режиме записи (а) и в режиме приема (б)

самостоятельно разрешать вопросы ввода-вывода), либо применять спаренную микроЭВМ. Кроме того, ПОС не обладает отладочными средствами и для апробации готовой программы необходимо применять отдельную систему отладки [1].

Разработанная дисковая операционная система (ДОС) для микроЭВМ «Электроника НЦ-03Д» требует всего 3К слов оперативной памяти и в качестве резидента использует малогабаритный и простой в управлении накопитель на гибких магнитных дисках (НГМД) «Электроника ГМД-70». Помимо обеспечения стандартных функций ввода-вывода, эта система организует виртуальную память, используя программный способ настройки абсолютных адресов.

В составе периферийных устройств микроЭВМ, кроме НГМД, входят ЭПМ «Консул-260», используемая в качестве пульта управления системой, фотосчитывающее устройство ФС-1501 и перфоратор ПЛ-150.

Перечисленные установки подключаются через соответствующие контроллеры микроЭВМ. Управление НГМД осуществляется программным драйвером через универсальный контроллер программируемого интерфейса (КПИ). При этом за однобайтовым регистром сигналов управления РСУ, размещенным на КПИ, закрепляется роль датчика абонентских адресов, при помощи которых программы пользователя могут обращаться к другим внешним объектам.

ДОС состоит из ядра, постоянно присутствующего в ОЗУ микроЭВМ и занимающего ячейки 0—24₈ и 200₈—5777₈, и набора исполнительных программ, в совокупности занимающих одну неполную дорожку диска 0 (всего 1К слов).

Ядро ДОС содержит программы общего управления, обработки системных прерываний и преобразования виртуальных адресов, а также драйверы управления периферийными установками и подпрограммы общего применения (подпрограммы кодировки и декодировки чисел, подсчета контрольной суммы массивов и т.д.). Программы пользователя могут обращаться к любому драйверу и любой подпрограмме из состава ядра ДОС через известные ячейки нулевой страницы ОЗУ с передачей параметров через системные регистры общего назначения.

Исполнительные программы ДОС предназначены для реализации директив, вводимых пользователем с клавиатуры ЭПМ. Выдача указаний и сообщений ДОС также производится на ЭПМ. С точки зрения программиста, исполнительные программы ДОС занимают адреса 174000₈—176000₈ общего поля памяти.

Загрузка ядра ДОС осуществляется с фотосчитывающего устройства при помощи встроенного в микроЭВМ аппаратного загрузчика. При последующем запуске процессора происходит непосредственный переход к ядру, после чего все управление ходом реализации программ замыкается через ДОС. Выборка и размещение исполнительных программ ДОС в ОЗУ выполняется автоматически после набора какой-либо директивы. Таким образом, НГМД не является полным резидентом ДОС.

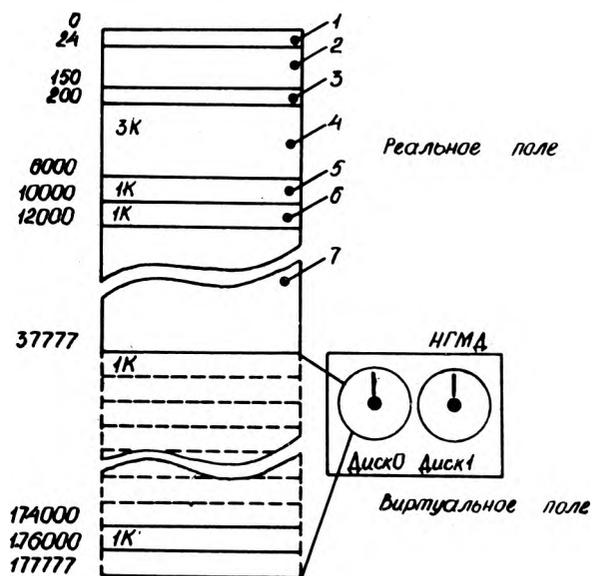
ДОС рассматривает диск 0 НГМД как продолжение ОЗУ микроЭВМ. Это позволяет

программисту располагать максимальной оперативной памятью в 64К ячеек, адресуемых 16-разрядным машинным словом. Из них 16К слов составляют реальное адресуемое поле ОЗУ (адреса 0000₈—37777₈, а 48К слов — виртуальное поле (адреса 40000₈—17777₈). Последнее интерпретируется как односегментное пространство с линейной последовательностью ячеек [2]. Виртуальное поле размещено на диске 0, начиная со второй дорожки. Первая дорожка резервируется под паспорт диска, куда в установленной форме заносятся специальные сведения о носителе: идентификатор диска, указатели наличия свободного места для записи новой информации и т.п.

Виртуальное поле памяти условно разделяется на страницы объемом по 1К слов. ДОС реализует простейшую стратегию выборки, размещения и замены виртуальных страниц (ВС). Выборка ВС осуществляется всегда по требованию. Инициатором выборки служит вектор прерывания 357₈, вырабатываемый аппаратным обеспечением микроЭВМ при обращении по адресам, выходящим за пределы реального адресного поля ОЗУ. Специальная программа в составе ядра ДОС обрабатывает это прерывание следующим образом:

- определяет по исходному виртуальному адресу базовый адрес соответствующей ВС;
- выясняет, содержится ли требуемая ВС в ОЗУ: если да, то виртуальный адрес сразу преобразуется в соответствующий реальный адрес и управление возвращается прерванной команде; если нет — предварительно определяются координаты требуемой ВС на диске и производится ее загрузка в ОЗУ (замена прежней ВС).

Стратегия размещения, реализуемая ДОС, выбирается исходя из характера прерванной команды. В реальном поле памяти зарезервированы два буфера, каждый объемом в 1К



Распределение памяти микроЭВМ: 1 — адреса вызова подпрограмм из состава ДОС; 2 — зона пользователя для занесения адресов вызова собственных подпрограмм глобального значения; 3 — зона векторов прерывания микроЭВМ (зона общего пользования); 4 — ядро ДОС; 5 — буфер данных Д; 6 — буфер программ П; 7 — свободная память

слов: буфер данных Д и буфер программ П (см. рисунок). В буфер Д ДОС загружает ВС, интерпретируемые прерванной командой как данные, а в буфер П — как программы. Иначе говоря, размещение ВС в буфере Д осуществляется при обращении по виртуальному адресу команд чтения—записи, а в буфере П — при прерывании команд перехода по виртуальному адресу. В каждом случае настройка реального адреса производится индивидуально, относительно базового адреса соответствующего буфера. Благодаря такому разделению программы из одной ВС могут работать с данными из другой ВС без каких-либо ограничений.

Диск 1 НГМД воспринимается ДОС как внешняя память, назначение и организация данных в которой могут быть произвольными. Обращение к этому диску с целью записи или чтения информации может осуществляться через системный драйвер НГМД, но выборка и размещение данных должны контролироваться целевыми программами пользователя.

ДОС рассчитана на работу с программами, оттранслированными в виде так называемых готовых программ, т.е. в непереключаемой объектной форме. На этапе трансляции исходной программы виртуальный адрес размещения указывается транслятору с мнемокода «Электроника НЦ-03Д» так же, как обычно указывается реальный адрес. Загрузка готовой программы в нужную зону ОЗУ или ВС обеспечивается средствами ДОС.

Используемая в ДОС стратегия управления общей памятью и программный способ преобразования виртуальных адресов требуют временных затрат, это следует учесть при составлении целевых программ и распределении под них общего поля памяти. Для большей эффективности работы процессора виртуальное поле целесообразно отводить под программы, вызываемые редко и «надолго», число переходов из одной ВС в другую должно быть по возможности небольшим и т.д. Имеются и другие ограничения: например, запрещено применять команды перехода с возвратом, если переход производится из одной ВС в другую. Однако эти особенности лишь незначительно усложняют труд программиста и вполне могут быть учтены заранее, еще на стадии написания исходных программ.

В общей сложности в распоряжении пользователя находятся 11К слов ОЗУ (адреса 12000₈—37777₈) и 47К слов виртуального поля. Дополнительно программисту отводятся ячейки 25₈—147₈ нулевой страницы ОЗУ для занесения адресов вызова собственных подпрограмм глобального значения.

ДОС гарантирует сохранность значений регистров и векторов прерываний, установленных программами пользователя в момент перехода в операционную систему.

Для облегчения труда программиста при прогоне и отладке готовых программ в ДОС предусмотрена система директив, пользуясь которыми, можно получать все необходимые сведения о состоянии системы, произвольно управлять вводом-выводом, а также осуществлять отладочные мероприятия. Конкретно в ДОС заложены следующие возможности, которые распространяются и на виртуальное поле памяти:

— ввод информации с ФС-1501 и разме-

щение ее по заданным адресам;

— печать и изменение содержимого ячеек памяти и системных регистров;

— поиск заданного кода в указанной вилке адресов;

— текстовой ввод-вывод;

— вывод содержимого указанной зоны памяти на перфоратор (с перфорацией граничных адресов зоны и контрольной суммы);

— обращение к НГМД по чтению и записи в произвольные зоны обоих дисков;

— выдача сообщений о наличии свободных участков памяти в ОЗУ и на дисках, сообщенные базовых адресов тех ВС, которые в текущий момент находятся в буферах Д и П;

— заполнение выделенной зоны памяти однородной информацией;

— вычисление контрольной суммы указанного массива информации;

— указание точки останова целевой программы для прослеживания порядка ее работы;

— пуск целевой программы по заданному адресу;

— растяжение или сжатие массива информации относительно заданного адреса на заданное число ячеек (только в пределах ОЗУ);

— вычисление координат ВС на диске для заданного виртуального адреса.

Кроме того, предусмотрены прямые директивы занесения на диск и извлечения из диска готового программного обеспечения, размещенного пользователем в реальном поле памяти. Это позволяет избавиться от многократной загрузки транслированных программ с ФС-1501 после каждого включения микроЭВМ. Средства ДОС позволяют также программисту на месте исправлять большинство обнаруженных ошибок, не прибегая всякий раз к редактированию исходных программ и их повторной трансляции.

Переход в ДОС предусмотрен тремя способами: программным указанием точки останова целевой программы, через кнопку «Внимание» на ЭПМ и повторным запуском процессора микроЭВМ.

Описанная ДОС нашла применение при разработке автоматизированного стенда контроля и диагностики цифровых ячеек, построенного на базе микроЭВМ «Электроника НЦ-03Д». Опытная эксплуатация ДОС показала высокую надежность функционирования системы и подтвердила удобство ее применения при подготовке, отладке и сопровождении специального программного обеспечения большого объема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литаврин А.А., Радзиевский Г.П. Система разработки, отладки и документирования программ для микроЭВМ.— Электронная промышленность, 1981, вып. 1, с. 65, 66.
2. Шоу А. Логическое проектирование операционных систем.— М.: Мир, 1981.— 360 с.

Статья поступила 14 августа 1982 г.

УДК 681.321—181.48.004

Н.Т.Голец, В.П.Захаров,
Ю.М.Польский, Л.М.Солдатенко

АВТОНОМНЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Системы управления на базе микроконтроллеров рассчитаны на управление объектами, у которых число регулируемых параметров ограничено восемью, период обращения к объекту составляет не меньше 10 с, точность регулирования не более 0,1% в диапазоне от 0 до 10В. Микроконтроллеры представляют собой микроЭВМ, программно-ориентированные на решение задач управления различными внешними объектами. Основу рассматриваемых микроконтроллеров составляют БИС серий К145ИК18 и К145ИК19 с расширенными возможностями для управления ВУ. Микроконтроллер К145ИК1801 предназначен для работы в составе программируемых микрокалькуляторов (ПМК) «Электроника БЗ-21» и «Электроника МК-64» и обеспечивает выполнение следующих функций:

- выдачу адреса и команды спроса ВУ в двоичном коде;
- ввод информации от ВУ, сравнение ее с заданными допусками и выдачу сигнала отклонения;
- вычисление параметров по программе, введенной перед началом работы;
- вывод вводимой информации и результатов вычислений на печать.

Микрокалькулятор «Электроника МК-64», оснащенный каскадой АЦП, обеспечивает измерение аналоговых сигналов, а возможность получения сигналов отклонения измеряемой величины от заданной позволяет построить автономную систему управления, с помощью которой можно предупредить аварийную ситуацию, остановить процесс или поддерживать его на заданном уровне. Входной коммутатор АЦП дает возможность последовательно опрашивать до семи внешних датчиков аналоговых сигналов, а выходные сигналы отклонения по каждому каналу извещают о состоянии каждого параметра. Канал вывода информации может быть использован для документирования результатов наблюдения за процессом или для сбора данных на центральный диспетчерский пункт или пост управления.

ПМК могут успешно и эффективно применяться при автоматизации технологических процессов сварки, обработки древесины, регулировки или контроля температуры в хранилищах, теплицах, складских помещениях, при управлении химическими процессами. Перспективной областью для широкого применения ПМК представляется медицина, где они могут стать надежными и оперативными помощниками.

При управлении и регулировании различных процессов часто требуется контролировать всего лишь один параметр без какой-либо сложной последующей математической обработки. В этом случае вместо вычислительных устройств общего назначения целесообразно использовать микроконтроллеры К145ИК1807 и К145ИК1808.

Автономное устройство управления на основе микроконтроллера К145ИК1807 включает генератор тактовых питающих импульсов, пульт управления, собственно микроконтроллер, запоминающее устройство, объекты управления, датчики состояний объектов или параметров. Программа работы устройства вводится в ЗУ на этапе подготовки и отладки с помощью клавишного пульта управления. Записанная программа считывается по команде «Пуск». Каждый оператор программы расшифровывается микроконтроллером, и в соответствии с ним вырабатываются управляющие воздействия на ВУ. Время выполнения каждой команды, указанной в операторе, вычисляется микроконтроллером по синхронизирующим импульсам сетевого питания частотой 50 Гц. Это устройство успешно применяется для управления технологической линией производства печатных плат, стиральными машинами, СВЧ печами.

Рассмотренная управляющая система предполагает жесткое программное управление ВУ. Но нередко бывает необходимо осуществлять регулирование процесса с учетом особенностей и разброса параметров каждого отдельного объекта, обеспечивать выдачу информации о состоянии объекта и мгновенного значения какого-либо параметра в данный момент времени и поддерживать заданное значение параметра на требуемом уровне. Этими возможностями обладает функциональный преобразователь на основе микроконтроллера К145ИК1808, обеспечивающий запоминание измеренной величины, вычисление приращения измеренной величины относительно заданного или предварительно измеренного значения, поддержание выходного значения на заданном уровне, вычисление среднего значения измеряемой величины, нахождение и запоминание экстремальных значений измеряемой величины, определение числа попаданий измеренных значений в заданный диапазон.

Преобразователь выполняет измерение входных сигналов от 0 до ± 10 В с погрешностью не более 20 В. Предусмотрена возможность предварительного усиления (нормирования) входного сигнала с помощью операционного усилителя. Для переключения входных аналоговых сигналов от различных источников информации можно использовать коммутатор, установленный на плате. Частота опроса каждого датчика при работе коммутатора снижается в n раз, где n — число опрашиваемых датчиков.

Рассматриваемое устройство может выполнять функции цифрового регулятора для процессов, частота обращения к которым не превышает 100 Гц. Функциональный программируемый преобразователь выполняется в виде отдельной платы операционной части схемы и выносного пульта управления с индикатором.

Если нет необходимости в визуальном наблюдении за процессом регулирования или в обработке входной информации, можно использовать операционную плату в автономном режиме.

Семейство микроконтроллеров К145ИК19 послужило основой для создания специализированных контрольно-измерительных устройств, таймера, автомобильного контроллера, а БИС К145ИК1902 была использована в медицине при разработке реоплетизмографа.

УДК 681.3—181.4:658.5.012.011.56

В.Д.Баронец, Б.А.Клюшин, Л.П.Пряхин

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ микроУВК ДЛЯ АСУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Типовой иерархический двухуровневый микроУВК на основе двух микроЭВМ «Электроника 60», дополнительных ЗУ, набора стандартных и нестандартных периферийных технических средств, число которых может варьироваться в зависимости от требований конкретного производства, обеспечивает решение широкого круга задач управления сборочным производством.

Одним из важнейших направлений развития интегрированных АСУ является применение иерархических микроэлектронных управляющих вычислительных комплексов (микроУВК), представляющих собой совокупность программно-технических средств и каналов связи с технологическими объектами управления [1, 2]. Такие комплексы образуют вычислительную сеть, в узлах которой располагаются микроЭВМ, соединенные между собой устройствами сопряжения.

К настоящему времени для АСУ сборочными операциями созданы специализированные комплексы технических средств, отличающиеся большим разнообразием номенклатуры устройств с ориентацией на различные микроЭВМ, что затрудняет их совместное использование [3—5]. При создании типового иерархического микроУВК для сборочных производств необходимо учитывать следующие основные принципы:

— структура комплекса должна быть двухуровневой, позволяющей осуществлять быстрый перевод решения наиболее важных задач с одного уровня на другой при выходе одного из них из строя;

— соблюдение функционально-модульного принципа построения комплекса обеспечивает взаимозаменяемость микроЭВМ и периферийного оборудования, простоту наращивания номенклатуры и модернизацию технических средств;

— использование помехозащищенных интегральных микросхем, оптоэлектронной развязки и волоконно-оптических систем связи повышает надежность и долговечность микроУВК;

— применение типовых технических элементов гарантирует устойчивость и адаптируемость микроУВК к объекту управления;

— обеспечение функциональной полноты решаемых задач дает возможность оптимизировать номенклатуру элементов микроУВК.

На основе этих принципов разработан типовой иерархический микроУВК для управления сборочными операциями в цехах и на крупных участках

В состав типового иерархического микроУВК входят:

— две микроЭВМ «Электроника 60» исполнения 15ВМ-16-013, по одной на нижнем и верхнем уровнях иерархии (на верхнем уровне может быть использована мини-ЭВМ «Электроника 100/25»);

— дополнительные крейты для размещения устройств связи с каналом межмодульного параллельного интерфейса, в качестве которых может быть использован крейт микроЭВМ «Электроника 60» исполнения 15ВМ-16-012;

— дополнительные ОЗУ емкостью 16К слов каждое;

— дополнительные ППЗУ емкостью 4К слов каждое;

— устройства управления с накопителями на гибких магнитных дисках ГМД-70 емкостью 512 кбайт каждый;

— устройство управления 15ВВМЛ-10-001 с накопителем на магнитной ленте «ИЗОТ-5003» емкостью 10 Мбайт;

— адаптеры связи нижнего и верхнего уровней, обеспечивающие автоматический обмен информацией между микроЭВМ;

а) для связи двух микроЭВМ «Электроника 60» используются устройства параллельного обмена И2 или И3 (связь на расстоянии до 5 м), интерфейсы, устройства последовательного обмена (связь на расстоянии до 1 км);

б) для связи микроЭВМ «Электроника 60» с миниЭВМ «Электроника 100/25» — соответственно интерфейсы и адаптер (связь на расстоянии до 1 км);

— дисплей типа «Электроника Т-1000» или 15ИЭ-00-013;

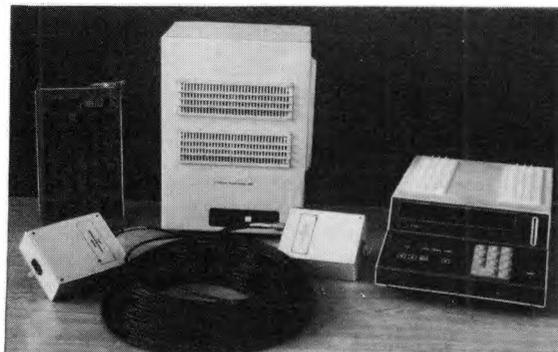
— устройства последовательного обмена (интерфейс), обеспечивающие подключение к микроЭВМ «Электроника 60» внешних устройств, имеющих выход на интерфейс RS-232;

— устройства ввода-вывода, обеспечивающие преобразование дискретной информации из параллельного кода в последовательный и наоборот;

— терминалы (пульта ввода-вывода информации), обеспечивающие формирование цифровой информации с клавиатуры и перфожетонов и ее передачу в микроЭВМ «Электроника 60», а также прием цифровой информации из микроЭВМ.

Такой состав устройств типового иерархического микроУВК обеспечивает решение достаточно широкого круга задач управления сборочным производством на уровне цеха и участка. При этом число устройств может варьироваться в зависимости от требований конкретного производства.

При разработке микроУВК возникла необходимость в создании нестандартных периферийных технических средств, являющихся необходимым дополнением к стандарт-



Комплект нестандартных технических средств микроУВК

ным. Это в основном устройства связи с объектом управления и оперативным персоналом, которые располагаются рядом с действующим технологическим оборудованием. К ним относятся терминалы, устройства ввода-вывода и волоконно-оптическая система связи. На рисунке показан также интерфейс, относящийся к стандартным средствам и размещаемый в дополнительных крейтах микроЭВМ «Электроника 60», которые располагаются в диспетчерском пункте (см. рисунок).

Для проверки работоспособности нестандартных технических средств и микроУВК в целом созданы специальные тесты.

*Техническая характеристика терминалов
«Электроника ВМС 63501.1», 15ВВВ-2*

Режим обмена	асинхронный
Вид обмена	двоично-десятичный код
Ввод информации	с клавиатуры, перфожетона
Емкость ОЗУ	32 десятичных разряда («Электроника ВМС 63501.1») 256 десятичных разрядов (15ВВВ-2)
Емкость табло	16 десятичных разрядов
Функциональные возможности	редактирование, контроль по четности
Потребляемая мощность	10 Вт
Габаритные размеры	350x230x120 мм
Масса	5 кг

Обеспечивают обмен цифровой информацией с микроЭВМ «Электроника 60» через устройство ввода-вывода и интерфейс.

*Техническая характеристика устройства
ввода-вывода «Электроника ВМС 69501.1»*

Число каналов дискретного ввода	
параллельный ввод	8
последовательный ввод	1
Число каналов дискретного вывода	
параллельный вывод	16
последовательный вывод	1
Скорость передачи	300 бод
Дальность связи	
параллельный ввод-вывод	50 м
последовательный ввод-вывод	1 км
Ток в линии связи	17—20 мА
Потребляемая мощность	15 Вт
Габаритные размеры	347x248x166 мм
Масса	3 кг
Развязка каналов последовательного ввода-вывода	гальваническая

*Техническая характеристика интерфейса
«Электроника ВМС 74104.1»*

Режим работы	дуплексный
Скорость передачи данных ...	300, 600, 1200 бод
Протяженность трехпроводного канала связи	не более 1 км
Сигналы в канале	$U = \pm 24$ В; $I = 20$ мА
Потребляемая мощность	5 Вт
Габаритные размеры	254x144x19 мм
Масса	0,25 кг
Развязка от канала	гальваническая

Выполнен на двухсторонней печатной плате.

*Техническая характеристика адаптера
«Электроника ВМС 53101.1»*

Режимы работы	программный, по прерыванию
Потребляемая мощность	5 Вт
Габаритные размеры	254x144x19 мм
Масса	0,25 кг

Предназначен для подключения к мини-ЭВМ «Электроника 100/25» устройств, работающих с микроЭВМ «Электроника 60».

Нижний уровень микроУВК служит для сбора, первичной обработки, хранения и обмена технологическо-диспетчерской информацией с оперативным производственным персоналом (контролеры, помощники мастеров, диспетчеры по запуску и др.). Верхний уровень микроУВК на основе собранной на нижнем уровне текущей информации о ходе производства обеспечивает решение задач управления, а также долговременное хранение на НМЛ «ИЗОТ-5003» информации о производстве за смену, неделю, месяц. При этом обеспечивается возможность сопоставления и анализа результатов производства за длительный промежуток времени, что дает возможность научно обосновывать планы и управление ходом производства, оценивать производительность труда и т.д. Цеховой персонал (начальник цеха, старший диспетчер, технолог и др.) может оперативно получать информацию о ходе производства от микроУВК через дисплей.

Текущая информация о ходе производства на отдельных операциях вводится в микроУВК через соответствующие терминалы, которые располагаются на технологическом оборудовании или на столах у контролеров-диспетчеров. Максимальное число подключаемых терминалов составляет 48 ед. При смене партии изделий через терминал вводится соответствующая призначная (с помощью жетонов) и количественная (с помощью клавиатуры) информация. После набора и проверки правильности введенной в терминал информации через устройства ввода-вывода и интерфейс в микроЭВМ подается сигнал о запросе на обслуживание. При этом клавиатура терминала блокируется до конца обслуживания микроЭВМ, что исключает возможность искажения вводимой информации. По сигналу запроса на обслуживание информация с запрашивающего терминала вводится в микроЭВМ с учетом приоритета прерывания. При этом в процессе ввода каждой десятичной цифры с терминала в микроЭВМ обеспечивается контроль четности, что повышает достоверность вводимой информации. В случае ошибки хотя бы в одной цифре вводимого массива микроЭВМ через интерфейс и устройство ввода-вывода посылает в терминал сигнал, который дает знать об искажении информации и необходимости повторить ввод информации с этого терминала или заменить его на исправный (в случае отказа). Возможен также ввод информации в микроУВК через любой другой терминал.

Предусмотрена автоматическая выдача информации на терминал в зависимости от смысла введенного запроса и другие варианты

обмена информацией между оператором и микроУВК через терминал. Таким образом обеспечивается оперативная связь персонала цеха с микроУВК, что существенно увеличивает возможности контроля и управления ходом производства, обеспечивая принятие оперативных мер по сокращению простоев оборудования и других потерь. При этом осуществляется принцип распределенного управления на всех уровнях, обеспечивающий дальнейшее повышение эффективности АСУ [6].

Введение в структуру микроУВК определенной функциональной избыточности предотвращает полный отказ комплекса при выходе из строя отдельных устройств. Например, при отказе части терминалов, устройств ввода-вывода или интерфейсов ухудшается всего лишь качество функционирования комплекса, а текущая информация о производственном процессе может вводиться через оставшиеся работоспособными устройства.

Допустимое число отказавших технических средств при сохранении работоспособности микроУВК в целом определяется в зависимости от назначения конкретной системы, набора решаемых задач, условий функционирования и других факторов [7].

Типовой иерархический микроУВК может включать, кроме стандартных устройств, девять терминалов, пять устройств ввода-вывода, шесть интерфейсов. При отказе некоторых из них оставшиеся работоспособными технические средства микроУВК обеспечат решение задач, минимально необходимых для оперативного контроля и управления производственным процессом на уровне цеха.

ЛИТЕРАТУРА

1. В а л ь к о в В.М. Микроэлектронные управляющие вычислительные комплексы.— Л.: Машиностроение, 1979.— 200 с.
2. М я ч е в А.А. Организация управляющих вычислительных комплексов.— М.: Энергия, 1980.— 272 с.
3. К и р и е в с к и й Е.В., С к у р к о Е.Н., Ч е б о т а р е в А.Н. Применение микро-ЭВМ «Электроника НЦ-ОЗТ» в АСУ ТП термостатирования химических производств.— Электронная промышленность, 1981, вып. 4, с. 38—40.
4. Управляющий вычислительный комплекс УВК-1.— Электронная техника. Сер. 7. Технология, организация производства и оборудование, 1981, вып. 6, с. 73.
5. Управляющие вычислительные комплексы на основе микро-ЭВМ «Электроника С5»/Л.С.Виноградов, И.П.Джигурда, Д.П.Карпунькин, М.Б.Стельмащенко.— Электронная промышленность, 1982, № 2, с. 55—59.
6. Микропроцессорное распределенное управление — новый принцип структурной организации АСУТП/Г.Г.Иордан, Н.М.Курносов, М.Г.Козлов, В.В.Певзнер.— Приборы и системы управления, 1981, № 1, с. 14—16.
7. К о з л о в Б.А., У ш а к о в И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики.— М.: Сов.радио, 1975.— 472 с.

Статья поступила 13 июня 1982 г.

УДК 681.327-1/-9

СЕРВИСНЫЙ ПУЛЬТ ДЛЯ микроЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА 60»

С.С.Гаврюшов, А.А.Конушанов,
З.М.Славинский, Г.И.Смирнов



Предназначен для отладки математического обеспечения систем управления, построенных на базе микроЭВМ «Электроника 60». Позволяет заменить в процессе наладки системы ЭПМ «Консул-260».

Обеспечивает индикацию и коррекцию содержимого любой из ячеек оперативной и постоянной памяти, регистров общего назначения и внешних регистров микроЭВМ; выдачу команд на загрузку программного обеспечения, запуск программы, индикацию адреса вектора ошибки при останове и сбое программы. Выполнен в виде автономного блока размером 375x250x80 мм и массой 2,8 кг. Ввод информации в микроЭВМ, выдача команд на индикацию содержимого ячеек памяти или регистров, запуск, загрузка программы и другие функции осуществляются с помощью клавиатуры, выполненной в виде сенсорных площадок.

Содержимое ячеек памяти и регистров вместе с адресами, а также служебная информация выводятся на индикаторное табло, собранное на светодиодах АЛС324Б в виде трех групп символов:

- адрес ячейки памяти, регистра общего назначения или внешнего регистра микроЭВМ;
- данные, содержащиеся в ячейке или регистре;
- буквенное обозначение выдаваемых с пульта команд.

ИССЛЕДОВАНИЯ. РАЗРАБОТКИ. МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ

УДК 621.373.826

В.В. Григорьянц, М.Е. Жаботинский,
Р.К. Казарян

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОПАРАМЕТРОВ АКТИВНОЙ СРЕДЫ ОКГ НА НЕОДИМЕ С СЕЛЕКТИВНЫМ РЕЗОНАТОРОМ

Экстремальность коэффициента усиления и селективные свойства интерферометра Фабри-Перо, внесенного в резонатор, позволяют значительно упростить кинетические уравнения с неоднородно-уширенной линией и получить аналитическую связь между микропараметрами активной среды и экспериментально определяемыми параметрами.

Широкое применение оптических квантовых генераторов (ОКГ) и усилителей (ОКУ) на стеклах с примесью редкоземельных ионов, прежде всего неодима, способствовало интенсивному исследованию таких важных параметров активных сред с неоднородно-уширенной линией люминесценции, как скорость передачи возбуждения (F), эффективное сечение вынужденного излучения ($\sigma_{\text{эф}}$), степень параметра неоднородности (g) и т.д. [1-5].

В данной работе предложена методика определения микропараметров активных сред на Nd^{+3} , основанная на использовании селективных свойств интерферометра Фабри-Перо, внесенного в резонатор ОКГ.

Временной характер развития генерации ОКГ с селективным резонатором определяется как свойствами последнего, так и физическими параметрами активного материала, поэтому необходимо было с помощью теоретических расчетов найти связь искомых микропараметров с экспериментально измеряемыми величинами.

Кинетические уравнения, описывающие процесс генерации в активных средах с неоднородно-уширенной линией люминесценции в предположении слабой накачки и равенства нулю населенности нижнего рабочего уровня, имеют следующий вид [6]:

$$\frac{\partial n(\nu, t)}{\partial t} = W(t) g(\nu, \nu_0) N_0 \frac{n(\nu, t)}{r} + F [n_p(\nu, t) - n(\nu, t) - n(\nu, t)] \int_0^{\infty} \sigma_i^0 f(\nu, \nu') I(\nu', t) d\nu'; \quad (1)$$

$$\frac{1}{V} \cdot \frac{\partial I(\nu, t)}{\partial t} = I(\nu, t) \left[\int_0^{\infty} \sigma_i^0 f(\nu, \nu') n(\nu', t) d\nu' - \beta \right], \quad (2)$$

где $n(\nu, t)$ – текущая спектральная населенность верхнего рабочего уровня; N_0 – число рабочих ча-

стиц в единичном объеме; $I(\nu, t)$ – спектральный поток фотонов внутри резонатора ОКГ; σ_i^0 – пиковое значение сечения вынужденного излучения элементарного активного центра; $f(\nu, \nu')$ – форма однородной линии люминесценции элементарного центра; r – время жизни возбужденных центров на рабочем уровне; F – скорость передачи возбуждения между центрами; $g(\nu, \nu_0)$ – нормированная равновесная форма неоднородной спектральной линии ($\int_0^{\infty} g(\nu, \nu_0) d\nu = 1$); ν_0 – центральная частота этой линии; β – полные потери в резонаторе; V – скорость распространения света в активном образце; $n_p(\nu, t)$ – равновесная спектральная населенность, связанная по определению с интегральной населенностью $N(t)$ рабочего уровня соотношением

$$n_p(\nu, t) = N(t) g(\nu, \nu_0). \quad (3)$$

В процессе генерации имеют место следующие соотношения:

$$n(\nu, t) = N(t) g'(\nu, \nu_0, t), \quad \int_0^{\infty} g'(\nu, \nu_0, t) d\nu = 1, \quad (4)$$

где $g'(\nu, \nu_0, t)$ – нормированная неравновесная форма неоднородной спектральной линии люминесценции, формируемая под воздействием вынужденного излучения.

В общем случае импульсной генерации ОКГ уравнения (1) и (2) аналитически не решаются, но, подбирая режим работы импульсного ОКГ с селективным резонатором, можно для некоторого момента времени $t = t_{\text{ЭК}}$ от дифференциального уравнения (1) перейти к алгебраическому и получить необходимые аналитические соотношения для определения величин F , g , σ_i^0 и др.

В момент времени $t = t_{\text{ЭК}}$ при генерации на центральной частоте ν_0 достигаются пороговые условия генерации на боковых частотах селективного резонатора (рис. 1 и 2). Интенсивность импульсной накачки в этом случае выбирается так, что деформация спектрального коэффициента усиления активного элемента $\alpha(\nu, \nu_0, t)$ достигает максимальной величины и затем начинает уменьшаться, т.е. максимумы функции $\alpha(\nu, \nu_0, t)$, в интервале времени $t_{\text{Н}} \leq t \leq t_{\text{ЭК}}$ удаляющиеся влево и вправо от точки $\nu = \nu_0$, в интервале времени $t_{\text{ЭК}} > t$ начинают смещаться в обратном направлении (см. рис. 1). Так, в момент $t = t_{\text{ЭК}}$

$$\frac{\partial \alpha(\nu, \nu_0, t)}{\partial t} = \frac{\partial g'(\nu, \nu_0, t)}{\partial t} = \frac{dN(t)}{dt} = \frac{\partial n(\nu, t)}{\partial t} = 0. \quad (5)$$

А поток фотонов $I(\nu, t)$ в ОКГ с селективным

резонатором, настроенным на частоту ν_0 , можно представить в виде

$$I(\nu, t) = I(t) \delta(\nu - \nu_0). \quad (6)$$

С учетом (5) и (6) из формулы (1) получаем

$$g'(\nu, \nu_0, t) = g(\nu, \nu_0) \frac{m(t_{\text{ЭКС}}) + F\tau}{1 + F\tau + I(t_{\text{ЭКС}}) r \sigma_i^0 f(\nu, \nu_0)}, \quad (7)$$

где при $W(t) = A t e^{-\gamma t}$

$$m(t_{\text{ЭКС}}) = \frac{t_{\text{ЭКС}} / \tau e^{-\gamma t_{\text{ЭКС}}}}{e^{-\gamma t_{\text{Н}}} \left[\frac{t_{\text{Н}} / \tau}{1 - \gamma\tau} - \frac{1}{(1 - \gamma\tau)^2} \right] + \frac{e^{-t_{\text{Н}} / \tau}}{(1 - \gamma\tau)^2}}, \quad (8)$$

$t_{\text{Н}}$ — момент начала генерации на частоте ν_0 ; $1/\gamma$ — момент времени, при котором накачка достигает максимума. Уравнение (8) следует рассматривать как относительную накачку в момент времени $t = t_{\text{ЭКС}}$.

Умножая (7) на $\sigma_i^0 f(\nu, \nu_0)$ и аппроксимируя $g(\nu, \nu_0)$ и $f(\nu, \nu_0)$ лоренцевскими контурами

$$g(\nu, \nu_0) = \frac{2}{\pi \Delta} \cdot \frac{1}{1 + 4 \left(\frac{\nu - \nu_0}{\Delta} \right)^2}; \quad (9)$$

$$f(\nu, \nu_0) = \frac{1}{1 + 4 \left(\frac{\nu - \nu_0}{\delta_i} \right)^2}, \quad (10)$$

после интегрирования результата этих преобразований по всем частотам получим

$$\sigma_{\text{ЭФ}}(t_{\text{ЭКС}}) = \frac{m(t_{\text{ЭКС}}) + F\tau}{1 + F\tau} \cdot \frac{\sigma_i^0}{\sqrt{1 + I_0(t_{\text{ЭКС}})} \left[\sqrt{1 + I_0(t_{\text{ЭКС}})} + q \right]}, \quad (11)$$

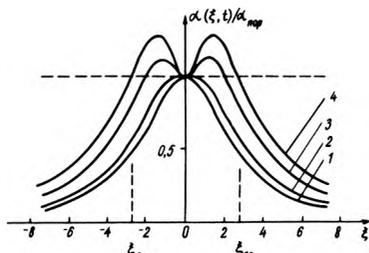


Рис. 1. Зависимость коэффициента усиления $\alpha(z, t)$ активного вещества от приведенной частоты $z = 2 \frac{\nu - \nu_0}{\delta_i}$

при наличии селектора частот в резонаторе ОКГ для различных моментов времени генерации: 1 соответствует началу ($t_{\text{Н}}$) и концу ($t_{\text{К}}$) генерации, 4 — экстремальному моменту ($t_{\text{ЭКС}}$), а 2 и 3 — промежуточному; $\alpha_{\text{пор}}$ — пороговое значение коэффициента усиления, z_{c1} , z_{c2} — приведенные межмодовые значения частот селектора

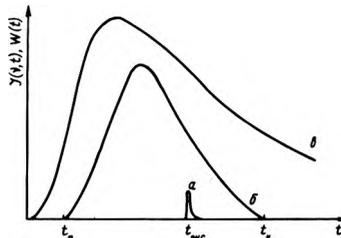


Рис. 2. Интенсивность потока фотонов $J(\nu, t)$ на боковой $\nu = \nu_0^t$ (а) и центральной частоте $\nu = \nu_0$ (б) и вероятность накачки $W(t)$ (в)

где Δ — ширина неоднородной спектральной линии; δ_i — однородная ширина линии элементарного центра; $q = \frac{\Delta}{\delta_i}$ — степень параметра неоднородности; $I_0(t_{\text{ЭКС}})$ — приведенный поток фотонов генерации

$$I_0(t_{\text{ЭКС}}) = \frac{I(t_{\text{ЭКС}}) r \sigma_i^0}{1 + F\tau}, \quad (12)$$

$\sigma_{\text{ЭФ}}(t_{\text{ЭКС}}) = \sigma_i^0 \int_0^{\infty} g'(\nu, \nu_0) f(\nu, \nu_0) d\nu$ является эффективным сечением вынужденного излучения, которое определяется в рассматриваемом случае выражением:

$$\sigma_{\text{ЭФ}}(t_{\text{ЭКС}}) = \frac{m(t_{\text{ЭКС}}) - 1}{r I(t_{\text{ЭКС}})}. \quad (13)$$

Подставляя (13) в (11), имеем

$$\frac{m(t_{\text{ЭКС}}) - 1}{r I(t_{\text{ЭКС}})} = \frac{m(t_{\text{ЭКС}}) + 1}{1 + F\tau} \times \frac{\sigma_i^0}{\sqrt{1 + I_0(t_{\text{ЭКС}})} \left[\sqrt{1 + I_0(t_{\text{ЭКС}})} + q \right]}. \quad (14)$$

Уравнение (14) связывает интенсивность потока фотонов $I(t_{\text{ЭКС}})$ и относительную накачку $m(t_{\text{ЭКС}})$ с искомыми параметрами активной среды F , q , σ_i^0 . Для того, чтобы найти эти величины, необходимо экспериментально определить моменты $t_i = t_{\text{ЭКС}}^i$ и соответствующие им величины

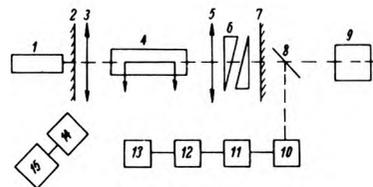


Рис. 3. Принципиальная схема установки: 1 — ОКГ-13 (гелий-неоновый лазер для юстировки); 2, 7 — зеркала резонатора ($\tau_{1,2} = 0,6$; 45%); 3, 5 — собирающиеся линзы $F = 28$ см; 4 — 4-ламповый осветитель с активным элементом; 6 — интерферометр Фабри-Перо со скошенными зеркалами $\tau = 45\%$; 8 — светоделительная пластинка; 9 — ИМО-2М, измеритель энергии и мощности излучения; 10 — монохроматор ДФС-3 с разрешением $3 \cdot 10^{-4}$ мкм/мм; 11 — блок световодов; 12, 14 — блоки ФЭУ-62; 13, 15 — осциллографы С8-9А и СФ-2 соответственно

ны $I(t_{\text{ЭКС}}^i)$, $m(t_{\text{ЭКС}}^i)$, ν_0^i по крайней мере для трех различных баз селектора частот.

После нахождения значений F, q, σ_i^0 , используя (7), можно найти величину максимума относительного провала в линии $g'(\nu, \nu_0, t_{\text{ЭКС}})/g(\nu, \nu_0)$ на центральной частоте (при $t = t_{\text{ЭКС}}$):

$$\frac{g'(\nu, \nu_0, t_{\text{ЭКС}})}{g(\nu, \nu_0)} = \frac{m(t_{\text{ЭКС}}) + Fr}{1 + Fr + I(t_{\text{ЭКС}}) \tau \sigma_i^0} \quad (15)$$

Для нахождения текущей формы спектральной линии следует воспользоваться уравнением (1) с учетом (4). Дифференцируя (4), получаем:

$$\frac{\partial n(\nu, t)}{\partial t} = N(t) \frac{\partial g'(\nu, \nu_0, t)}{\partial t} + g'(\nu, \nu_0, t) \frac{dN(t)}{dt} \quad (16)$$

Учитывая, что в ходе свободной импульсной генерации, в отличие от $g'(\nu, \nu_0, t)$, населенность $N(t)$ меняется незначительно [1], вторым членом в (16) можно пренебречь, т.е.

$$\frac{\partial n(\nu, t)}{\partial t} \approx N(t) \frac{\partial g'(\nu, \nu_0, t)}{\partial t} \quad (17)$$

Подставляя (17) в (1), после ряда преобразований получаем дифференциальное уравнение для $g'(\nu, \nu_0, t)$:

$$\frac{\partial g'(\nu, \nu_0, t)}{\partial t} = [W(t) \frac{N_0}{N_{\text{пор}}} + F] \cdot g(\nu, \nu_0) - \left[\frac{1}{\tau} + \sigma_i^0 I(t) + F \right] g'(\nu, \nu_0, t), \quad (18)$$

решение которого есть

$$g'(\nu, \nu_0, t) = g(\nu, \nu_0) \left\{ \int_{t_H}^t [W(t) \frac{N_0}{N_{\text{пор}}} + F] \times \right. \\ \left. \times e^{\int_{t_H}^t [\frac{1}{\tau} + F + I(t) F] dt} + 1 \right\}. \quad (19)$$

Важно подчеркнуть, что в каждый момент времени форма $g'(\nu, \nu_0, t)$ зависит от интегрального, а не от текущего потока фотонов:

$$Q(t) = \int_{t_H}^t I(t) dt \approx \frac{I(t)}{t - t_H} \quad (20)$$

Принципиальная схема экспериментальной установки, в которой используется в качестве активного вещества неодимовое стекло, приведена на рис.3.

Для получения однородной накачки был применен 4-ламповый осветитель. Режим, близкий к квазистационарному, получен по методике, предложенной в работе [7], только в данном случае между выходным зеркалом 7 и линзой 5 помещен селектор — интерферометр Фабри-Перо. Эффективная длина селектора учитывалась при расчете симметричного резонатора. Интенсивность генерации внутри резонатора в экстремальный момент времени $I(t_{\text{ЭКС}})$ определялась по энергии и по

временным зависимостям $I(t)$ (типа показанных на рис.2). При этом имели в виду, что порог генерации боковых частот селективного резонатора достигается прежде всего на его оси, где $I(t_{\text{ЭКС}})$ имеет максимум радиального распределения. Уравнение (14) решали на ЭВМ Наир-2. Эксперименты проводились для четырех баз $\delta(\nu_c)$

селектора (0,0061; 0,005; 0,0043; 0,0037 мкм). Одна из баз всегда служит для проверки полученных результатов с образцами ЛГС-247-2, ЛГС-250-5 и ПЛГС-10 с содержанием церия 0,1 и 10%. Полученные значения F, q, σ_i^0 для вышеуказанных образцов приведены в табл.1.

Таблица 1

Образец	q	$F \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$	$\sigma_i^0 \cdot 10^{11} \text{ см}^2$
ЛГС-247-2	4,2	1	1
ЛГС-250-5	4	0,7	1,2
ПЛГС-10	4,5	0,5	1,5

Таблица 2

Образец	$\delta \nu, 10^{-4} \text{ мкм}$	$m(t_{\text{ЭКС}})$	$I(t_{\text{ЭКС}}), 10^{22} \text{ см}^2/\text{с}$	$\frac{g'(t_{\text{ЭКС}})}{g(\nu, \nu_0)}$	$\sigma_{\text{эф}}, 10^{20} \text{ см}^{-2}$
ЛГС-247-2	37	1,2	4	0,78	1,65
	50	1,4	8,8	0,66	1,5
	61	1,5	11,8	0,6	1,4
ЛГС-250-5	43	1,35	56	0,67	2,2
	50	1,5	7	0,6	2,1
	61	2	16,6	0,46	1,8
ПЛГС-10	37	1,1	2	0,77	2,25
	50	1,2	4,4	0,63	2
	61	1,31	6,8	0,51	1,8

В табл.2 приведены результаты оценки максимума относительного провала в линии по формуле (15) для различных образцов баз селектора. На рис.4 показана экспериментальная зависимость

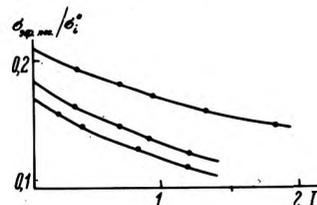


Рис. 4. Зависимость $\sigma_{\text{эф}}/\sigma_i^0$ от приведенного потока фотонов $J(t_{\text{ЭКС}})$

величины $\sigma_{\text{эф}}(t_{\text{экс}})$ от приведенного потока фотонов $I_0(t_{\text{экс}})$, из которой в соответствии с [1,2] видно, что $\sigma_{\text{эф}}$ падает с ростом $I_0(t_{\text{экс}})$ за счет углубления провала в спектральной линии.

Проведенный анализ и спектральные исследования указывают на высокую информативность ОКГ с селективным резонатором. Простая аналитическая связь $I(t_{\text{экс}})$ и $m(t_{\text{экс}})$ с основными микропараметрами активного вещества ОКГ, относительно несложная, единая методика измерений делают описанный способ исследования свойств ОКГ с неоднородно-уширенными линиями люминесценции эффективным и универсальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьянц В.В., Гурари М.А., Жаботинский М.Е. О действующем сечении вынужденного излучения $\sigma_{\text{эф}}$ в неоднородно-уширенных активных средах.— ЖПС, 1971, 14, 1, 154.
2. Григорьянц В.В. Измерение сечения индуцированного излучения вещества при квазистационарном режиме работы ОКГ.— Радиотехника и электроника, 1969, 14, 1, 176.
3. Мануильский А.Д., Одулов С.Г., Сокин М.С.— В сб.: Передача энергии в конденсированных средах.— Ереван: Изд-е АН Арм.ССР, 1970, с. 116.
4. Машкевич В.С. Кинетическая теория лазеров.— М.: Наука, 1971.
5. Григорьянц В.В. Информативность люминесценции активного вещества ОКГ, работающего в режиме свободной генерации.— ЖЭТФ, 1970, 58, 5, 1593.
6. Sabers A.J., Great R.P.— J.Appl. Phys., 1966, 37, 3557.
7. Корженевич Н.М., Ратнер А.М. Теория оптического резонатора с линзами.— УФЖ, 1970, 15, 2, 191.

Статья поступила 27 ноября 1982 г.

УДК 621.382.2:537.312.8—182.7.004

Г.А.Егизарян, Г.И.Лещенко МАГНИТОДИОДНЫЕ СЧИТЫВАЮЩИЕ МОДУЛИ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УГЛА

Унифицированные модули считывания информации на магнитодиодах обеспечивают создание цифровых преобразователей угла с различными выходными кодами, отличающихся простотой конструкции, точностью воспроизведения считываемой информации, температурной стабильностью.

В отдельных отраслях народного хозяйства, например, в мелиорации, нефтяной и газовой промышленности основные параметры для АСУТП — уровни, перепады уровней, положения затворов, задвижек, уставок регуляторов и теледатчиков — могут быть легко преобразованы в значения угла поворота и затем в код с помощью бесконтактных цифровых преобразователей угла.

Основные технико-экономические данные о принципах считывания информации, не требую-

щих электрической энергии для формирования воздействий кодирующих элементов (КЭ), приведены в работе [1]. В качестве считывающих элементов (СЭ) в цифровых преобразователях угла (ЦПУ) применены магнитодиоды [2].

Узлы считывания информации бесконтактного типа обеспечивают разделение сигналов "1" и "0", стабилизацию режимов работы в заданных диапазонах изменения температуры окружающей среды, согласование считываемой информации по кодам и форме сигналов с параметрами канала связи. Использование магнитодиодов, введение электронных преобразователей кода, сокращающих информационную избыточность, отсутствие регулировочных механических узлов и электронной настройки значительно снижают конструктивную сложность ЦПУ считывающего типа, повышают технологичность изготовления и облегчают эксплуатацию преобразователей.

Блочно-модульное исполнение ЦПУ обеспечивает многоотсчетное отображение информации, при котором каждый отсчет выполняется определенным числом унифицированных блоков, переключающихся для последующих отсчетов передаточными механизмами.

Таблица 1

№ п/п	Входной код									Выходной код					
	x_{10}	x_9	x_8	x_7	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	y_5	y_4	y_3	y_2	y_1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
14	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
16	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
17	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
18	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Исключение неоднозначности считываемой информации внутри отсчетов и на границах их переключения, а также сокращение числа дорожек кодирующих элементов достигается использованием различных методов кодирования. В табл. 1 приведен квазирефлексный двоично-десятичный код, в котором код каждого отсчета, кроме младшего, представлен девятью разрядами в двоичном алфавите. Множеству комбинаций $X = \{x_1, x_2, \dots, x_9\}$, где $x = \{0, 1\}$, соответствуют распределения напряжений $U_g(B)$ на магнитодиодах. Так, i -му магнитодиоду при $U_i(0)$ будет соответствовать

$x_i = 0$, а при $U_i (B_{\bar{0}})$ будет соответствовать $x_i = 1$. Из приведенной таблицы видно, что

$$x_{i+1} = \beta x_i; i = \overline{0,9},$$

где β — операция циклического сдвига.

Следовательно, в каждом отсчете КЭ содержится по одной кодирующей дорожке, состоящей из двух участков: активного ($B_{\bar{0}} > 0$) и пассивного ($B = 0$).

Поскольку выходной двоично-десятичный рефлексный код (см. табл. 1) состоит всего из четырех разрядов $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, то в преобразователе необходимо осуществить преобразование $F: X \rightarrow Y$, где F — многовыходная функция вида:

$$\begin{aligned} y_1 &= (x_1 \oplus x_3) \vee (x_7 \oplus x_9), \\ y_2 &= (x_2 \oplus x_4), \\ y_3 &= (x_4 \oplus x_6), \quad y_4 = x_8. \end{aligned} \quad (1)$$

Для исключения неоднозначности считываемого кода и повышения в два раза числа кодовых комбинаций ЦПУ достаточно в старшем отсчете ввести разряд x_0 и соответственно при преобразовании в старшем отсчете $y_5 = x_{10}$.

На рис. 1 представлена функциональная схема ЦПУ-М, в каждом из отсчетов которого реализуются функции (1), а в качестве выходного кода используется 13-разрядный двоично-десятичный рефлексный код (ГОСТ 12814-74). Входной угол α преобразуется в каждом отсчете в квазирефлексный код, считываемый магнитодиодами $V1-V9$. Блоки, выполняющие грубые отсчеты, соединены с блоками точных отсчетов передаточными механизмами M , осуществляющими масштабирование угла с передаточным отношением $2/20$. Разделение сигналов "1" и "0" в диапазоне изменения температуры окружающей среды $\Delta T^{\circ} = -10 \dots +55^{\circ}C$ и преобразование квазирефлекс-

ного кода осуществляется сумматорами по модулю 2 ($m2$).

На рис. 2 представлена электрическая схема ячейки [3], выполняющей функции:

$$y_{up} = y_u \text{ пот } (I_g, T_{\max}^{\circ}), \quad (2)$$

$$U_{\text{оп}} = 1/2 [U_i (B_{\bar{0}}) - U_2(0)], \quad (3)$$

$$\Delta U_{\text{оп}} = \mathcal{F}[U_{1,2}(T^{\circ})], \quad (4)$$

$$Y = U(V_1 \oplus V_2). \quad (5)$$

Равенство (2) означает, что реальное значение магниточувствительности ячейки y_{up} равно потенциальному при заданном токе магнитодиода и максимальном значении температуры окружающей среды. Это обеспечивается стабилизацией тока I_g последовательным включением полевых транзисторов.

Равенство (3) описывает оптимальное в смысле равномерности квантования значение порога срабатывания ячейки $U_{\text{оп}}$, что обеспечивается транзисторами сравнения $T1$ и $T2$, эмиттеры которых включены в среднюю точку делителя, выполненного на резисторах $R1$ и $R2$.

Ячейка представляет собой симметричный мост, в плечи которого включены магнитодиоды $V1$ и $V2$ одной группы. Следовательно, напряжение в диагонали моста зависит лишь от значения индукции $B_x = \{B_{\bar{0}}, B=0\}$, определяющей состояния магнитодиодов. При этом выполняется равенство (4), так как температурные изменения параметров магнитодиодов компенсируются. Работа ячейки заключается в следующем. При $B_1 = B_2 = 0$ напряжение в диагонали ΔU равно разбросу $U(B=0)$ магнитодиодов $V1$ и $V2$ и не должно превышать $U_{\text{бэ}}$ нас транзисторов сравнения. В этом случае транзисторы $T1, T2$ и $T3$ за-

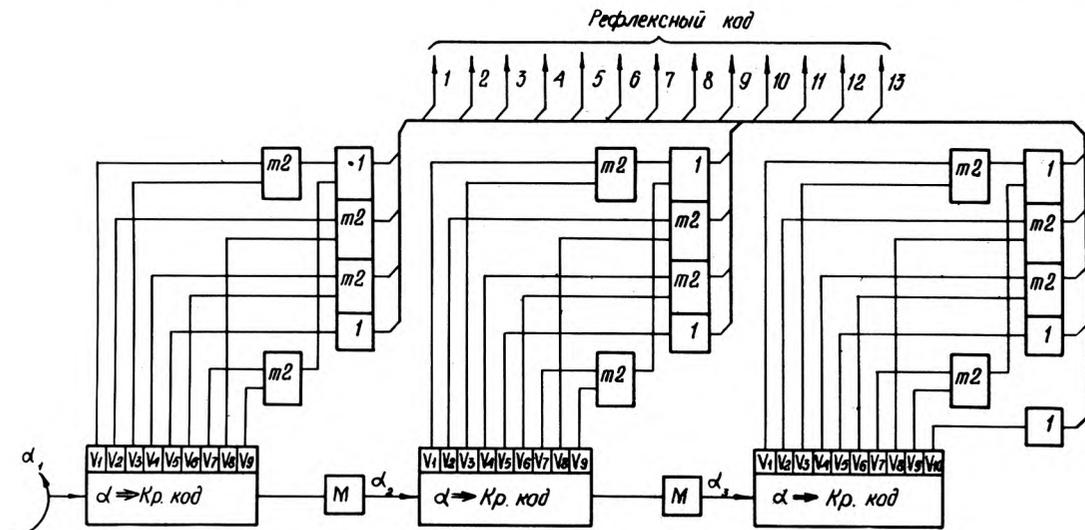


Рис. 1. Функциональная схема цифрового преобразователя угла ЦПУ-М

крыты, что соответствует сигналу "0" на выходе ячейки. Для исключения ложных сигналов "1" при $U_1(B_0)$ и $U_2(B_0)$, $B_1 = B_2 = B_0$, вследствие разброса параметров магнитодиодов по магниточувствительности необходимо выполнить условия:

$$\left. \begin{aligned} U_n &= \text{const} \\ U_n &\leq U_i(B_0)_{\min} \end{aligned} \right\}$$

В этом случае $\Delta U \approx 0$, транзисторы T1, T2 и T3 закрыты.

Когда один из магнитодиодов, например V_1 , находится при воздействии индукции $B_1 = B_0$ и $\Delta U > 2U_{бэнас}$, транзистор T1 откроется, появится ток базы выходного ключа T3 и ток коллектора этого транзистора будет соответствовать сигналу "1" на выходе данного двоичного разряда. Таким образом ячейка выполняет логическую операцию суммирования по m2. Подключение к базе T3 двух или более ячеек обеспечивает выполнение равенства (5).

Достоинством квазирефлексных кодов является инвариантность структуры разрядов относительно основания системы счисления. Так, из табл. 2 видно, что числа "0" и "1" в каждом из разрядов равны, следовательно, выполняется условие (1). Различие состоит лишь в числе квантов (20 — для двоично-десятичного и 16 — для двоичного квазирефлексных кодов). Поскольку угловые величины квантов для этих кодов соответственно равны 18 и 22,5°, для обоих кодов можно использовать один и тот же КЭ. При этом в двоичном коде не реализуется потенциальная разрешающая способность магнитодиодов, однако улучшается равномерность квантования. Преобразование входного кода в выходной (код Грэя) описывается функцией:

$$\begin{aligned} y_1 &= (x_1 \oplus x_3) \vee (x_5 \oplus x_7), \\ y_2 &= x_2 \oplus x_0, \\ y_3 &= x_4, \quad y_4 = x_8. \end{aligned}$$

В двоичном рефлексном коде (код Грэя) передаточное отношение между отсчетами равно 2/16.

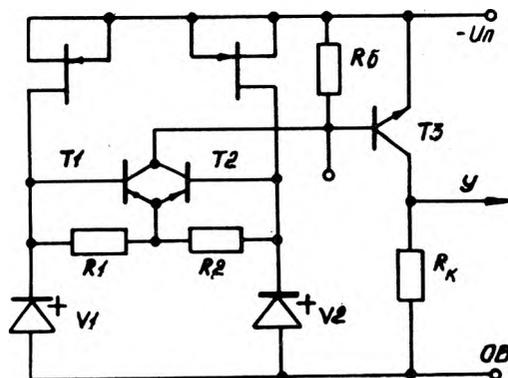


Рис. 2. Электрическая схема многофункциональной ячейки

Ниже приведены основные технические характеристики магнитодиодных считывающих модулей с различными кодами.

	Двоично-десятичный код	Двоичный код
Напряжение питания, В	10(±5%)	10(±5%)
Потребляемый ток (без тока нагрузки разрядов), мА	≤ 20	≤ 16
Напряжение, В		
"лог. 1"	0-0,4	0-0,4
"лог. 0"	≤ 20	≤ 20
Ток нагрузки разряда, мА	≤ 5	≤ 5
Число дискретных отсчетов	20	16
Габаритные размеры, мм	60×30×7	60×30×7

Таблица 2

№ п/п	Входной код								Выходной код (код Грэя)			
	x_8	x_7	x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	y_4	y_3	y_2	y_1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
5	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
6	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
10	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
12	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
13	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
14	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Таким образом, построение ЦПУ с различными выходными кодами становится возможным на базе ограниченного числа унифицированных конструктивных единиц. Электрическая схема магнитодиодного считывающего модуля одного отсчета выполнена в виде ГИС и размещена в двух корпусах типа "Терек". Считывающие магнитодиоды расположены на расстояниях между центрами кристаллов: 18° — для двоично-десятичного и 22,5° — для двоичного. Магнитодиодные считывающие модули позволяют в зависимости от диапазона изменения входного параметра выполнять двух- и трехотсчетные ЦПУ с числом дискретных значений соответственно 200 и 2000 в двоично-десятичном рефлексном коде и 128 и 1024 в коде Грэя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лещенко Г.И. Основные показатели для технико-экономического обоснования цифровых источников информации АСУТП. — В сб.: Автоматизация водораспределения. — ИЛИМ, 1981. —
2. Магнитодиод КД304 — простейшая функциональная твердотельная схема/Г.А.Егизарян, Ю.С.Манвелян, Г.А.Мнацаканян, А.С.Саркисян. — Электронная промышленность, 1980, вып. 1, с. 42—44.
3. А.с. 796890(СССР). Лещенко Г.И. Преобразователь угла поворота вала в код. Оpubл. в Б.И. 1981, № 2.

Статья поступила 12 мая 1982 г.

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

УДК 681.326.7:681.321—181.48

М.Ю.Ивонин, В.С.Поздеев

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОМПЛЕКТА

Устройство проверки правильности функционирования микропроцессорных БИС серии K587, выполненное на основе микросхем серий K176, K530, обеспечивает возможность полного контроля микросхемы K587МК2 менее чем за 1 мин с индикацией невыполняемой команды и операнда.

По мере увеличения уровня интеграции микросхем возрастает сложность контроля. И в частности увеличивается число проверок. В производстве микропроцессорных БИС применяется в основном выборочный контроль по множеству изделий и множеству микрокоманд и операндов, позволяющий минимизировать трудоемкость контроля при заданных рисках поставщика и заказчика. Однако нередко бывает необходим 100 %-ный контроль как по множеству изделий, например при разбраковке забракованных партий, так и по множеству микрокоманд и операндов, например, в особо ответственных поставках. Осуществить такой контроль, увеличить его достоверность и уменьшить трудоемкость можно только с помощью ЭВМ.

В качестве управляющей вычислительной машины при автоматическом контроле ИМС МПК целесообразно использовать малые, мини- или микро-ЭВМ (СМ-3, "Электроника ДЗ-28"; "Электроника 60" и др.).

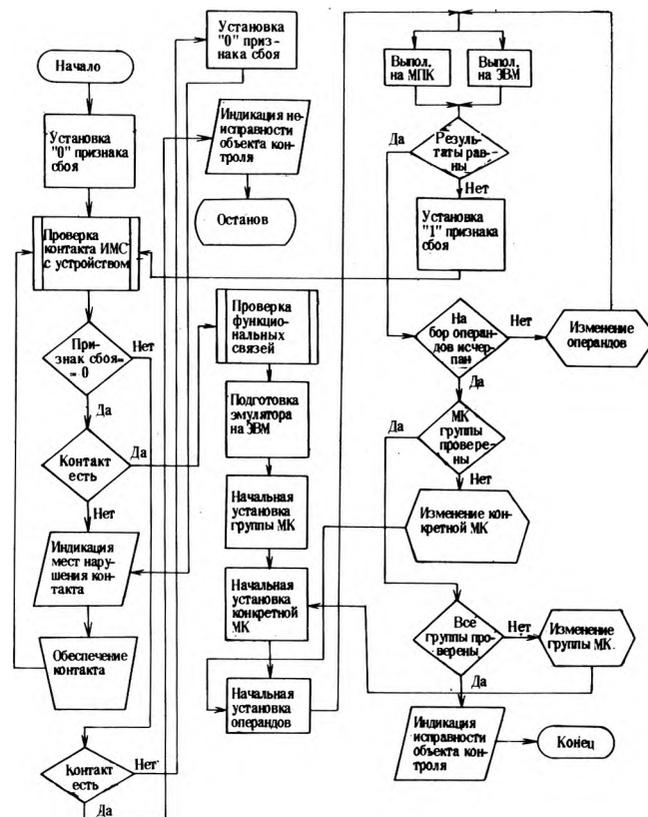
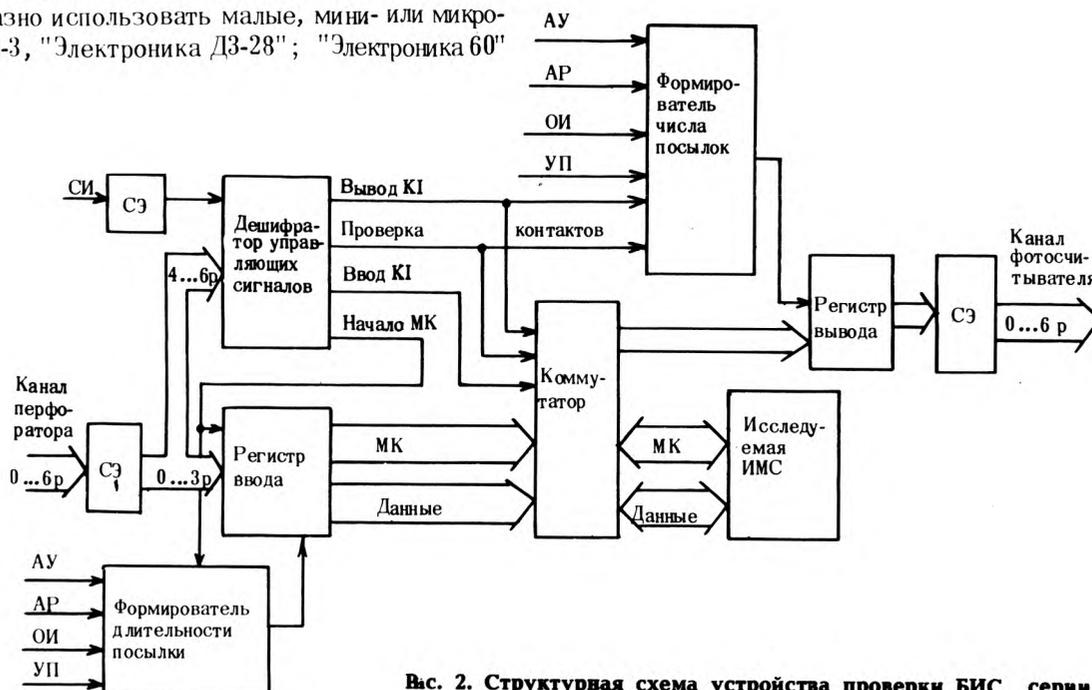


Рис. 1. Схема алгоритма контроля микропроцессорных БИС



Вас. 2. Структурная схема устройства проверки БИС серии K587

Для автоматического контроля БИС серии К587 разработано устройство на основе ЭВМ "На-ири-3", подключаемое к ней по интерфейсу ввода-вывода вместо ленточного перфоратора и фотосчитывающего устройства через предназначенные для них разъемы.

Алгоритм контроля (рис. 1) основан на сравнении результатов выполнения микрокоманд (МК) микросхемой и ее эмулятором на ЭВМ. Особенности алгоритма являются автоматическая проверка контакта контролируемой ИМС с устройством, обеспечиваемая благодаря избыточности контактирования, и возможность прямой проверки всех МК при всех операндах. Сначала проверяются функциональные связи ИМС путем проверки МК типа прием, выдача, установка состояний, а затем группы МК, образованные различными МК одного формата, с использованием эволюционирующих циклов. Форматы и операнды групп МК зависят от типа проверяемой ИМС, поэтому программы для их формирования и модификации различны.

Проверка контролируемой ИМС МПК и сопряжение ее с каналом ввода-вывода ЭВМ осуществляются с помощью устройств проверки (рис. 2). Микрокоманда и данные поступают на него через канал ленточного перфоратора ПЛ-80. Обращение к устройству происходит семиразрядными послылками. При этом разряды с 0-го по 3-й используются в качестве информационных, а с 4-го по 6-й в качестве управляющих.

Формирование длительности входного слова (МК, данные) зависит от типа проверяемой ИМС и осуществляется формирователем длительности послылки. Тип проверяемой ИМС задается переключателем, расположенным на панели устройства. С выхода регистра ввода управляющее слово поступает на коммутатор каналов ИМС, осуществляющий подключение канала К1 (I = 1, 2, 3) ИМС посредством управляющего сигнала "Ввод К1". Выдача результата на канал фотосчитывающего устройства FS-1501 выполняется семиразрядными послылками. Подключение канала К1 к регистру вывода — сигналами "Выдача К1".

Управляющий сигнал "Проверка контактов" осуществляет коммутацию всех контактов контролируемой ИМС к регистру вывода и послылку информации о качестве контактов ИМС с устройством.

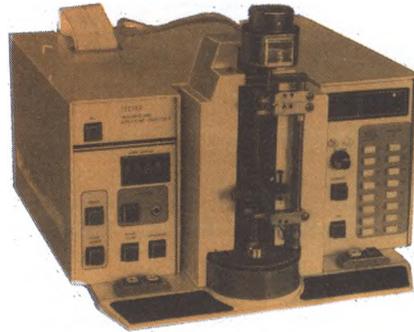
Программа проверки функционирования ИМС МПК хранится на магнитной ленте. Есть возможность записи всех программ в ПЗУ. В устройстве проверки используются ИМС серий К176, К530. Время полной проверки исправной ИМС К587ИК2 менее 1 мин. В случае неисправности ИМС индицируется невыполняемая команда и операнды.

Статья поступила 26 июля 1982 г.

УДК 681.326.74.06

В.И.Старкин, В.Н.Урубков

ТЕСТЕР 12МП5/20-1 НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОРА



Предназначен для испытаний на растяжение материалов типа микропроволок, нитевидных образцов, плющинок и проволок. Применение БИС микропроцессора К145ИП15 позволяет определять относительное удлинение с учетом растяжения упругого элемента преобразователя, величины выбора свободной петли материала, длины зажимаемого материала.

Управление тестером осуществляется с клавиатуры. Необходимая скорость перемещения подвижного зажима и диапазон измерения прилагаемых нагрузок выставляется с помощью кнопочного переключателя.

Информация об измеряемом усилии, относительном удлинении или удлинении фиксируется автоматически с запоминанием на двух четырехразрядных индикаторах с плавающей запятой и распечатывается в десятичной форме с помощью встроенного печатающего устройства.

Тестер может быть использован не только для экспресс-анализа, но и для точных металлографических исследований.

Диапазоны измерения прилагаемых нагрузок, сН	0—5; 0—10; 0—20; 0—50; 0—100; 0—200; 0—500; 0—1000
Время на смену диапазона измерения, мин	не более 1
Точность измерения прилагаемых нагрузок, %	± 1
Скорость перемещения подвижного зажима, мм/мин	0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100
Толщина проволоки, мм	0,008—1
Длина проволоки, мм	10—100
Диапазон измерения относительного удлинения, %	0—20
Диапазон измерения удлинения, мм	0,01—120
Габаритные размеры, мм	450x468x353
Масса, кг	35

УДК 621.317.799—52:621.3.049.77

В.Н.Бунзя, Д.Я.Постников

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОСХЕМ



Автоматизированная система контроля АСК-504 на основе микроЭВМ «Электроника 60М» предназначена для подбора бескорпусных микросхем К129НТ1 в группы по две и четыре по номиналам. В состав системы входит измерительный пульт, с помощью которого микросхемы по командам ЭВМ подключаются к измерительным цепям и индицируется окончание измерения или отсутствие контакта выводов микросхемы с контактной головкой, ЭПМ «Консул-260», устройство параллельного обмена и цифровой вольтметр Ц68003.

Техническая характеристика

Размер партии, шт.	1000
Время подбора (с учетом времени установки микросхем в контактное устройство), ч	2
Объем программы, кбайт	2
Напряжение питания, В	220(50±0,5 Гц)
Масса (без стола), кг	65

Работа системы по программе начинается с проверки источников питания пульта и режимов включения цифрового вольтметра.

Цикл измерения параметров микросхемы включает установку микросхемы в контактную головку пульта, подключение микросхемы по командам ЭВМ к измерительной цепи, запуск цифрового вольтметра, прием измерений в память ЭВМ, индикацию на табло пульта сообщения «Окончание измерения», если измеренные параметры соответствуют заданным допускам (при несоответствии допускам индицируется сообщение «Вне допуска»).

По окончании цикла измерения параметров микросхема устанавливается в кассету с пронумерованными ячейками. В процессе измерения параметров программа позволяет распечатать номер и измеренные параметры микросхемы или только номер последней измеренной микросхемы.

После измерения параметров последней в партии микросхемы оператор переводит про-

грамму в режим подбора микросхем в группы по входной характеристике транзистора и коэффициенту передачи базового тока. Аппроксимируя характеристики транзистора по двум точкам, система производит подбор транзисторов с заданным допуском в группы, сначала по четыре, а оставшиеся — по два. Номера подобранных в группы и некомплектных микросхем выводятся на печать. Некомплектные микросхемы могут затем участвовать в подборе со следующей партией.

Система выполнена в настольном варианте. МикроЭВМ и цифровой вольтметр встроены в стандартный стол, применяемый в комплексах агрегатированной системы вычислительной техники.

Система является достаточно гибкой в функциональном отношении: при небольших конструктивных изменениях измерительного пульта (в частности, контактной головки и, если необходимо, программы) она может быть применена для подбора в группы бескорпусных транзисторов другого типа, а также транзисторов в корпусах.

Внедрение установки позволило уменьшить брак при комплектации микросхем в группы на 20%, снизить трудоемкость и повысить в три раза производительность труда.

Статья поступила 24 августа 1982 г.

НОВЫЕ КНИГИ

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ КОМПЛЕКТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ. СОСТАВ И СТРУКТУРЫ

Справочник

В.С.Борисов, А.А.Васенков, Б.М.Малашевич и др.

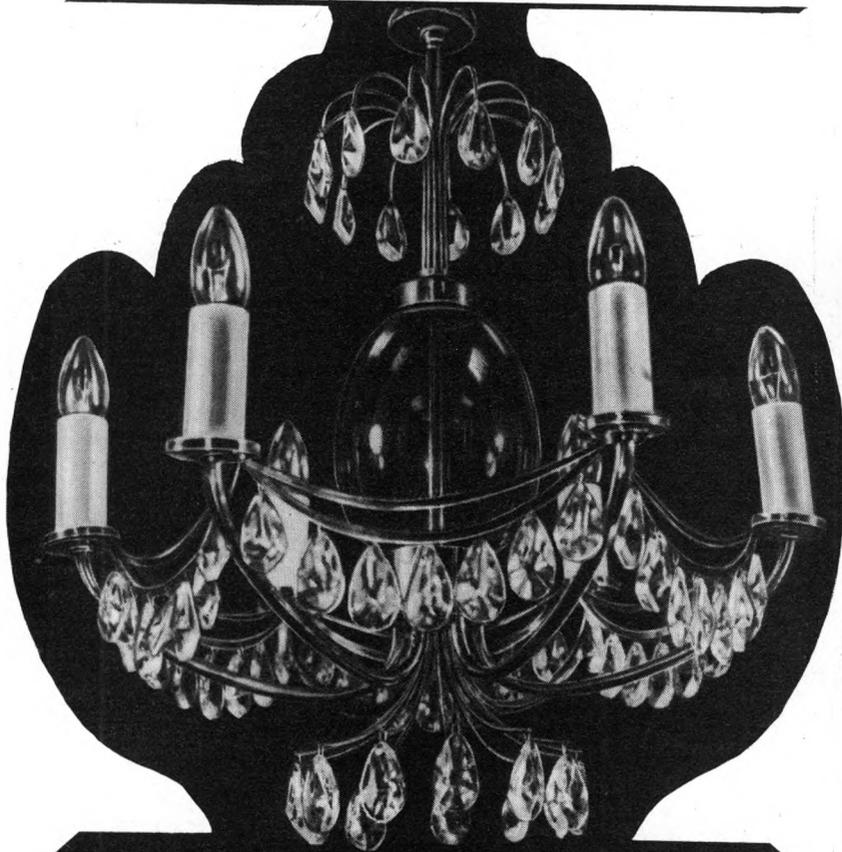
Под ред. А.А.Васенкова, В.А.Шахнова

М.: Радио и связь, 1982.— 11 л., 50000 экз.

В справочнике приведен состав микропроцессорных комплектов интегральных схем, выпускаемых промышленностью, и рассмотрены особенности построения структур микросхем, входящих в каждый комплект. Приведены особенности функционирования БИС, составляющих комплекты; электрические, временные и эксплуатационные параметры. Даны примеры применения этих комплектов при создании цифровых и вычислительных устройств.

Для инженерно-технических работников, занимающихся разработкой и применением микропроцессоров.

— светильник — для дома



Подвесной светильник «ТОПАЗ» предназначен для освещения жилых помещений.

Его латунный каркас состоит из одного центрального и шести расходящихся от него изогнутых стержней, оканчивающихся стилизованными белыми свечами. Между свечами в виде гирлянд протянуты тонкие пластины с хрустальными подвесками. Каждую подвеску держит изящная серьга с граненой цветной ювелирной вставкой. В центре закреплена декоративная стеклянная колба, окрашенная в рубиновый цвет, благодаря которой создается дополнительный цветовой эффект.

Сверху и снизу светильник украшен фонтанами с такими же, как на гирляндах, подвесками. Сочетание хрустальных гирлянд и фонтанов со стеклом рубиновой колбы придает светильнику оригинальную форму.

Светильник рассчитан на работу с лампами накаливания мощностью 40 Вт при напряжении 127 и 220 В.

В. А. Богомолов

УДК 621.397.6

ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ РАДИОКОНСТРУКТОР

В. Н. Васильев

Представляет собой набор комплектующих изделий, позволяющих собрать малогабаритный телевизионный приемник с размером экрана 16 см по диагонали для приема черно-белого изображения.

По желанию радиолюбителя телевизор может быть выполнен переносным или стационарным, в деревянном, пластмассовом или металлическом корпусе оригинальной формы.

В процессе конструирования необходимо определить материал для изготовления маски, панели, ручки для переноса и т.д. Самостоятельный выбор композиционно-художественного решения телевизионного приемника развивает творческое мышление, восприятие формы, понимание закономерностей фактурных и материальных сопоставлений и цветовых соотношений.

Помимо полного комплекта радиодеталей в состав телеконструктора входят платы радиоканала и разверток. Их монтаж радиолюбитель осуществляет самостоятельно, что способствует приобретению определенных навыков.

Из-за того, что настройку фильтров сосредоточенной селекции необходимо выполнять только с помощью специальных измерительных приборов, этот узел смонтирован и настроен, что в значительной степени облегчает работу радиолюбителя.

В техническом описании к телеконструктору определяются приемы измерения параметров основных узлов электрической схемы, приводятся некоторые рекомендации по конструированию изделия, причем особое внимание уделяется способам крепления кинескопа и отклоняющей системы. Кроме того, инструкция содержит сведения по технике безопасности, необходимые справочные данные, перечень возможных неисправностей в собранном телевизоре и рекомендации по их устранению.

Творческая работа с телевизионным радиоконструктором формирует правильный подход к конструированию, монтажу и обслуживанию радиотехнических устройств.

Статья поступила 3 июля 1981 г.

ЭП СООБЩЕНИЯ ЭП

УДК 615.471:616-089:621.59

Л.А.Бокерия, А.Ш.Ревшвили, В.Г.Резницкий,
Н.Б.Свашенко, Д.И.Цыганов

КРИОХИРУРГИЧЕСКИЙ АППАРАТ АК-1 В СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ

Криохирургический аппарат АК-1 может быть с успехом использован при блокаде аритмогенного очага возбуждения и операциях по изоляции левого предсердия. У больных, страдавших аритмией, сразу же после операции восстанавливался нормальный синусный режим.

Применение метода криогенной деструкции при хирургическом лечении заболеваний проводящей системы сердца имеет преимущества перед другими известными методами воздействия на аритмогенный очаг. Основным из них является атравматичность, выражающаяся в щадящем воздействии на мышцу и не вызывающая осложнений.

С использованием криохирургического аппарата АК-1 проведены исследования влияния криодеструкции на блокаду аритмогенного очага возбуждения.

Как известно,* режим -60°C в контакте с миокардом в течение 5 мин является наиболее эффективным для криодеструкции. Учитывая, что миокард обладает огромным теплопритоком благодаря мощному кровоснабжению, необходимо определить режимы криодеструкции, способные обеспечить необходимую глубину замораживания в стенке миокарда. Экспериментально (на 60-ти собаках) установлено, что необходимая глубина замораживания, равная 20 мм (с визуальной зоной криодеструкции диаметром 25 мм), достигается за 5 мин при нормальной температуре миокарда или за 2 мин при температуре миокарда $26-28^{\circ}\text{C}$. Рабочая температура наконечника диаметром 10 мм составляла при этом -140°C .

Более детальная оценка эффективности криодеструкции на основе морфологического изучения кусочков миокарда в растровом электронном микроскопе с разрешающей способностью 15 нм и сопоставление полученных данных с результатами анализа микрофотографий поверхности мембран миоцитов сердца показала, что предложенный режим криовоздействия является наиболее эффективным.

Аппарат АК-1 может быть использован и для электрической изоляции левого предсердия от остальных отделов сердца. После хирургической операции по изоляции левого предсердия, которая заключается в пересечении ведущих к нему нервных путей, проводится дополнительное криовоздействие на это предсердие в разработанных

ранее режимах. Электрокардиограммы, на которых записаны ритмы всех отделов сердца, свидетельствуют о надежности метода криодеструкции: при мерцании левого предсердия остальные отделы сердца сокращаются нормально в синусном ритме.

Статья поступила 20 января 1982 г.

УДК 615.471:616—085,847:616.12

В.Д.Жуковский, А.М.Черныш

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИМПЛАНТИРУЕМЫЕ ДЕФИБРИЛЛЯТОРЫ

Работы, проводимые в области создания новых конструкций дефибрилляторов, дают основание ожидать, что в ближайшее время автоматический дефибриллятор таких же габаритов, как у применяемых электронных стимуляторов сердечной деятельности, сможет быть имплантирован человеку.

Огромное количество внезапных смертей в результате сердечной недостаточности резко стимулировало работу по борьбе с этой патологией. В трудах последних лет [1, 2] показано, что внезапная сердечная смерть связана с возникновением фибрилляции желудочков сердца. В настоящее время эффективных медикаментозных средств первичной и вторичной профилактики этого состояния нет. Поэтому проблема своевременного обнаружения фибрилляций желудочков и проведения экстренной дефибрилляции является важнейшей в борьбе с внезапной смертью при острых сердечных осложнениях.

Многочисленные исследования этой проблемы имеют целью создание автоматического дефибриллятора, который имплантируется в организм человека на длительный срок.

Разработка автоматического дефибриллятора требует решения целого ряда медико-технических задач. Наиболее сложной из них является создание автоматического детектора дефибрилляции, который должен распознавать ее практически безошибочно: если детектор не распознает возникшую фибрилляцию желудочков, то дефибриллирующий импульс не последует и в течение нескольких минут наступит летальный исход, срабатывание же детектора при каком-либо другом нарушении сердечного ритма вызовет ложную подачу электрического тока на сердце пациента. Тяжелые последствия, к которым приведут ошибки дефибриллятора в том и другом случае, в медицинской практике недопустимы.

Следующая, не менее сложная проблема — снижение порога дефибрилляции в целях возможного уменьшения габаритов источника тока и соответственно габаритов имплантируемого устройства. Уменьшение энергии электрического дефибриллирующего импульса достигается за счет выбора оптимальной формы им-

*Harrison L., Gallagher J.J., Kasell J.H. The treatment of ill nesis of heart by low temperature.—*Circulation*, 1977, vol 55 p. 463.

пульса, конструкции активных электродов и их установки.

В одном из первых электронных устройств для автоматического обнаружения фибрилляции желудочков на вход подавался электрокардиосигнал, а фибрилляция определялась по пяти его признакам, которые описывали частоту и форму волн ЭКГ. Монитор выдавал сигнал тревоги при достижении пороговых значений частоты сердечного ритма, при возникновении фибрилляции и при внезапном отрыве электродов. В мониторе предусматривались меры по устранению артефактов мышечных помех и помех промышленной сети.

После усовершенствования этого монитора фибрилляция определялась по спектру входного сигнала, его среднему значению, по хаотичности и цикличности повторения амплитудных параметров [3]. Сигнал фильтровался на полосовом фильтре (4,2—15 Гц), усиливался и проходил цепь автоматической регулировки усиления, после чего анализировалось отношение длительности импульса к периоду. Аналого-цифровой преобразователь, дискриминатор шума и анализатор хаотичности сигнала обеспечивали подачу выходных сигналов на пороговую схему, которая выдавала сигнал тревоги. Общее время анализа не превышало 8 с.

В автоматическом дефибрилляторе [4], состоящем из трех блоков (преобразователя давления, схемы распознавания и цепи разряда конденсатора), зонд — преобразователь давления — располагается в правом желудочке сердца (модель испытывалась на собаках).

Преобразователь и схема распознавания обеспечивали постоянное слежение за пульсацией давления. При возникновении фибрилляции пульсации давления угасали, что обуславливало включение (через 6 с) цепи автоматического заряда конденсатора емкостью 16 мкФ. Конденсатор заряжался до напряжения 2500 В и затем разряжался через два электрода, один из которых располагался внутри правого желудочка, а другой — под кожным покровом. Устройством распознавало фибрилляцию желудочков и посылало дефибриллирующий импульс на сердце приблизительно через 50 с после возникновения патологии.

В дальнейшем была запатентована схема, состоящая из датчика давления, включенного в мостовую схему, многокаскадного усилителя, релейной цепи, накопителя энергии, цепей разряда на тиристоре и индикатора накопленной энергии [5]. При отсутствии сигнала с датчика давления включалась схема заряда накопителя, которая после достижения определенного уровня энергии осуществляла автоматическую подачу дефибриллирующего импульса с заданной задержкой.

В работе [6] было предложено диагностировать фибрилляцию желудочков по изменению внутрижелудочкового электрического импеданса. Сигналы электрической и механической активности сердца при этом снимаются парой электродов, расположенных в правом желудочке. Во время диастолы желудочки расслаблены, наполнены кровью и импеданс между электродами минимальный. Во время систолы желудочки сокращаются, выталкивают кровь и импеданс возрастает.

Таким образом, изменение импеданса между электродами зависит от изменения объема крови в желудочках, т.е. от объема сердечного выброса. Основным элементом распознающей системы является накопитель. В нем регистрируется число волн ЭКГ, которые можно отнести к классу фибрилляционных. Причем, если на ЭКГ присутствуют фибриллярные волны, то значимое число в накопителе растёт, а если на ЭКГ регистрируются любые другие ритмы, то оно уменьшается. Таким образом, во время всех ритмов (кроме фибрилляции желудочков) в счетчике накопителя записан 0. При возрастании числа в накопителе до 60 начинается заряд конденсатора, по достижении 90 — посылается дефибриллирующий импульс, а накопитель опять устанавливается на 0. Дефибриллирующий ток проходит между парой электродов внутри правого желудочка и второй парой электродов, расположенных на расстоянии 100 мм от первых. Недостатком рассмотренной распознающей системы является то, что она срабатывает при наличии желудочковой тахикардии, не являющейся фибрилляционной, а также необходимость введения в полость сердца электродов. Это ограничивает использование метода измерения внутрисердечного импеданса в детекторах, применяемых в автоматических дефибрилляторах.

В конструкции детектора, работающего только от электрокардиосигнала [7], уровень сигнала устанавливается выше уровня помех. При этом ЭКГ преобразуется в последовательность импульсов, скважность которых на уровне ограничения зависит от вида электрокардиосигнала. Показано, что для нормального ритма скважность равна 20, для тахикардии — 6, а для фибрилляции снижается до 2,2. Скважность определяется с помощью заряда и разряда конденсатора. Причем зависимость напряжения на конденсаторе от скважности поданного на него сигнала имеет гиперболический характер, поэтому скорость изменения напряжения при уменьшении скважности резко возрастает, что позволяет улучшить дискриминантные свойства сигнализатора.

Аналогичный принцип распознавания фибрилляции желудочков предложен в автоматическом устройстве [8], состоящем из анализатора электрокардиосигнала, водителя ритма, дефибриллятора и имплантируемой системы электродов, причем водитель ритма и дефибриллятор включаются автоматически по сигналу анализатора. Анализатор состоит из блока синхронизации и формирования импульсов, интегратора, детекторов частоты и длительности импульсов, ждущего мультивибратора, триггера и логических элементов. Схема определяет частоту следования кардиокомплексов и их длительность. Соотношение этих величин и заданных порогов является критерием для подачи командных импульсов на водителя ритма и дефибриллятор. Так, дефибриллятор включается, если частота следования комплексов превышает 150 в минуту на протяжении 10 с, а длительность интервала более 120 мс. Система биполярных электродов вводится через верхнюю полую вену и правое предсердие в правый желудочек. Первая пара электродов предназначена для съема элект-

трокардиосигнала и подачи импульсов водителя ритма, а вторая — служит дефибриллирующими электродами. Однако, одно только соотношение скважности и частоты комплексов ЭКГ не позволяет диагностировать фибрилляцию желудочков с требуемой высокой надежностью. При желудочковых тахикардиях такие системы дают ошибки. Поэтому в дальнейшем для выработки надежных диагностических критериев ЭКГ при фибрилляциях рассматривалась как стохастический процесс, а для ее анализа использовались методы теории вероятностей и многомерного статистического анализа.

Распознающая система, предложенная авторами работы [9], ведет непрерывное слежение за выборочной функцией плотности вероятности электрической активности желудочков сердца. Эта функция описывает отрезок времени, в течение которого дифференцированная ЭКГ находится в заданном интервале амплитуд (в данной системе — вблизи нуля). Фибрилляция желудочков распознается по отсутствию сегментов изoeлектрического потенциала. Такой подход позволяет обнаружить фибрилляцию прямым путем — распознаванием специфических характеристик аритмий, а не по таким косвенным параметрам, как отсутствие волны P, артериальное давление, электрический импеданс и др. Устройство включает в себя предусилитель, блок автоматической регулировки усиления, фильтр, два компаратора, интегратор, пороговую схему и сигнализатор. Электрокардиосигнал на входе фильтра преобразуется в его производную. Тем самым достигается дополнительная дискриминация медленных волн ЭКГ таких как волна T. Это важно в тех случаях, когда волна T в результате сердечной патологии имеет амплитуду, сравнимую с комплексом QRS. В устройство входят также несколько блокирующих цепей, которые позволяют свести к минимуму опасность ложного срабатывания. Детектор прошел испытания на животных, причем случаи неправильного распознавания имели место только при регулярных синусовых ритмах, превышающих 350 сокращений в минуту. Кроме того, распознающее устройство проверялось при подаче на вход самых различных аритмий, предварительно записанных на магнитную ленту.

Описанный подход использован в системе, предназначенной для проведения автоматической дефибрилляции на неанестезированных собаках [10]. Система состоит из дефибриллятора и устройства, вызывающего фибрилляцию желудочков с помощью переменного тока. Дефибриллятор (масса 250 г, объем — 145 мл) загерметизирован в титановом корпусе. С помощью датчика осуществляется постоянное наблюдение за электрической активностью желудочков и распознавание фибрилляций по отсутствию сегментов изoeлектрического потенциала. Фибрилляция вызывается магнитом, установленным над имплантированным фибриллятором. Вызванный шок по своей природе очень близок к внезапной сердечной смерти. Дефибриллятор посылает усеченный экспоненциальный импульс энергией 30 Дж и восстанавливает нормальный ритм через 15 с после начала аритмии.

В работах [11, 12] для оценки информативности признаков ЭКГ при фибрилляции желудочков электрокардиосигнал рассматривался как квазистационарный стохастический процесс, а для его анализа использовался метод главных компонент и многомерный регрессионный анализ. Исходные реализации представлялись 250 отсчетами амплитуд. Для дальнейшего описания использовалась группа из 22 вторичных признаков, характеризующих частотные, интервальные, амплитудные и статистические параметры исходного процесса. В результате расчета главных компонент получены корреляционные матрицы, средние значения величин признаков и их среднеквадратические отклонения, коэффициенты собственных векторов и собственные числа главных компонент для всех признаков. Установлено, что почти все дисперсии приходятся на первые шесть главных компонент. Их суммарная величина составляет 98,3% от суммы всех дисперсий, а для первых трех — 89,3%. Распределения выше десятой компоненты не рассматривались, так как сумма оставшихся дисперсий менее 0,6%. Полученные результаты позволили выработать решающие правила для диагностики фибрилляции желудочков и ее стадий. В линейную комбинацию с наибольшими весовыми коэффициентами вошли признаки, описывающие соотношения параметров положительных и отрицательных полувольт, а также огибающие исходного процесса.

Разработаны алгоритмы автоматического распознавания фибрилляций, ориентированные на реализацию в специализированном электронном устройстве [13]. Для выделения фибрилляции желудочков и разделения ее на стадии использовались следующие признаки: основная частота колебаний, разность средней длительности положительных и отрицательных полувольт, разность средних амплитуд для случая дискретного представления исходной функции, коэффициент биений. Электрокардиосигнал подвергается предварительному ограничению на уровне 0,2 от максимальной амплитуды, усредненной по интервалу измерения. Наличие фибрилляций определяется после проверки заданных пороговых условий. Разделение на стадии происходит на последующих ступенях.

Исследования особенностей развития фибрилляций в зависимости от степени гипоксии [14] позволили разработать методику их классификации соответственно двум стадиям развития болезни. Анализ проводился с помощью фурье-разложения исходного дискретизированного сигнала. Для уменьшения дисперсии использовалось спектральное окно Бартлетта. Выбор спектральной ширины окна определялся заданным уровнем устойчивости спектральной оценки и необходимостью разрешения по частоте характерных пиков энергетического спектра, несущих информацию об особенностях процесса фибрилляции. Исследуемые реализации разбиты на три класса, каждый из которых имеет характерные особенности спектральных характеристик. Так, для второй стадии гипоксии характерно наличие двух максимумов спектральной плотности, несущих информацию о двух ко-

лебательных процессах, причем колебания большей частоты имеют большую мощность. При увеличении гипоксии частота максимума спектральной плотности сдвигается в сторону более низких частот, доходя почти до 0 при угасании фибрилляций. К концу второй стадии мощность первого колебания стремится к 0, а второго — сохраняется, постепенно убывая.

Проведенные исследования позволили создать сигнализатор, работающий от электрокардиосигнала [15]. Сигнализатор содержит датчик, усилитель, ограничители сигнала сверху и снизу, два интегратора, схему сравнения и индикатор. Электрокардиосигнал через усилитель поступает на входы ограничителей и на их выходах разделяется на положительную и отрицательную составляющие. Эти полуволны поступают затем на интеграторы, на выходах которых формируются напряжения, пропорциональные средней амплитуде соответствующих полуволн за время измерения. Выходное напряжение интеграторов поступает на входы схемы сравнения. Управляющий сигнал на выходе этой схемы появится в том случае, если разность поданных на ее входы напряжений будет меньше заданного порога. Время анализа составляет — 15 с. В результате дальнейшего усовершенствования 16 этот прибор не только определяет возникшую фибрилляцию, но и дифференцирует ее по стадиям. Для этого в устройство введены счетчики и анализатор огибающей сигнала.

В работе [17] предложен автоматический имплантируемый дефибриллятор и обсуждены требования, предъявляемые к этим приборам. Описываемый дефибриллятор предназначен для постоянного использования на животных (его максимальные габариты 8,9x8,3x2,7 см). Прибор выдает усеченные экспоненциальные импульсы энергией 24 Дж через 15 с после возникновения фибрилляции желудочка. Генератор импульсов посылает заданную величину энергии независимо от импеданса нагрузки. В этой же работе исследуются различные конструкции и способы установки внутрисосудистых зондов.

Весьма интенсивно проводятся работы по определению оптимальной формы электрического разряда, подаваемого имплантируемым дефибриллятором. Созданы электронные схемы, позволяющие получать импульсы различных форм, автоматически усекающиеся при выдаче заданного уровня энергии [18]. На большом статистическом экспериментальном материале проверяется эффективность различных форм импульсов на ряде животных [19, 20]. Усовершенствование методов установки и конструкций активных электродов для подачи дефибрилирующих импульсов позволило снизить их энергию с 400—300 Дж (при внешних электродах) до 30—20 Дж, а в отдельных экспериментах до 1—5 Дж [21]. Это дает возможность уменьшить габариты имплантируемого дефибриллятора почти до размеров применяемых в настоящее время имплантируемых электронных стимуляторов сердечной деятельности.

Предклинические испытания дефибриллятора дают основания ожидать, что в ближайшее время первый автоматический дефибриллятор будет имплантирован человеку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Внезапная смерть: Материалы I советско-американского симпозиума 3—7 октября 1977 г. — М.: Медицина, 1980.
2. L o w n В. Внезапная сердечная смерть — проблема современной кардиологии. — Кардиология, 1980, № 7, с. 35—44.
3. Пат. 3612041 (США).
4. Standy automatic defibrillator / M. Morowski, M.M. Mower, W.S. Staewen, B. Tabatznik, A.J. Mendeloff. — Arch. Intern. Med., 1970, vol. 126, p. 153—161.
5. Пат. 3614954 (США).
6. An animal model for testing automatic defibrillators / J.D. Bourland, C.F. Babbs, W.A. Tacker, L.A. Geddes. — Med. Instrum., 1980, vol. 14, N 1, p. 15—17.
7. Агизим Г.М., Пасичник Т.В., Шерман А.М. Сигнализатор фибрилляции желудочков сердца. — Медицинская техника, 1976, № 3, с. 13—17.
8. Пат. 3857398 (США).
9. Пат. 4184493 (США).
10. A chronically implanted system for automatic defibrillation in active conscious dogs. — Circulation, 1978, vol. 58, N 1, p. 90—94.
11. Жуковский В.Д., Черныш А.М. Информационная база для моделирования ЭКС при возникновении фибрилляции желудочков сердца. — Кибернетика и вычислительная техника, 1978, вып. 41, с. 36—41.
12. Черныш А.М., Червяков М.Е., Жуковский В.Д. Распознавание фибрилляции желудочков сердца в процессе автоматического анализа ЭКС. — Кибернетика и вычислительная техника, 1976, вып. 33, с. 69—70.
13. Червяков М.Е., Черныш А.М. Кардиомонитор для экстренного распознавания аритмий сердца. — Электронная промышленность, 1976, № 4, с. 44—46.
14. Динамика спектральных характеристик ЭКГ при развитии фибрилляции желудочков сердца / В.Я. Табак, А.М. Черныш, А.П. Немиро, Л.А. Манило. — Анастезиология и реаниматология, 1980, № 1, с. 71—74.
15. А.с. 634735 (СССР). Сигнализатор фибрилляции желудочков сердца / А.М. Черныш, В.Д. Жуковский, И.Б. Изаков, В.Я. Табак. Оpubл. в Б.И., 1978, № 44.
16. А.с. 718088 (СССР). Устройство диагностики фибрилляции желудочков сердца / А.М. Черныш, В.Д. Жуковский, И.Б. Изаков, В.Я. Табак, Л.А. Манило. Оpubл. в Б.И., 1980, № 8.
17. Consideration in the development of the automatic implantable defibrillator / A.A. Langer, M.S. Heilman, M.M. Mower, M. Mirowski. — Med. Instrum., 1976, vol. 10, p. 163—167.
18. Transcoracic ventricular defibrillation in the 100 kg culf with untruncated and truncated exponential stimuli / W.A. Schuder, J.H. Gold, H. Stoeckle, T.A. Granberg, J.C. Dettmer, M.H. Larwill. — IEEE Trans. Biomed. Engin., 1980, vol. 27, N 1, p. 37—43.
19. Bourland J.D., Tacker W.A. Strength-duration curves for trapezoidal wave forms of various tilts for transchest defibrillation in animal. — Med. Instrum., 1978, vol. 12, N 1, p. 38—41.
20. Rangalas E., Veseliunas V. A comparison of defibrillation effectiveness of some waveforms of the electric pulses. — Med. Instrum., 1980, vol. 14, N 1, p. 58.
21. Analysis of four implantable electrode systems for automatic defibrillator / M.S. Heilman, A.A. Langer, M.M. Mower, M. Mirowski / Circulation, 1975, vol. 52, suppl. II, p. 194.

Статья поступила 21 июля 1981 г.

ЭЛЕКТРОНИКА МК-60

микрокалькулятор,
работающий
от солнечных батарей
при естественном
и искусственном
освещении



Снабжен устройством автоматического отключения питания, которое срабатывает через 10—12 минут после выполнения последней операции. Источником искусственного освещения служит лампа накаливания мощностью 100 Вт, расположенная на расстоянии не более 2 м, или флюоресцентная лампа мощностью 15 Вт — на расстоянии не более 60 см.

Вычисление
процентных отношений

Операции с памятью

Коррекция ошибочно
введенного числа

Арифметические
действия

Смена
знака числа

Извлечение
квадратного корня

Тип индикатора	ЖКИ
Число выполняемых операций	10
Время выполнения операций, с	не более 0,6
Диапазон представления чисел	$10^{-2} \leq [X] \leq 10^8 - 1$
Рабочая температура, °С	от +5 до +40
Масса, кг	не более 0,06
Габаритные размеры, мм	8x65x115

Ответственные за выпуск Г. Г. Глушкова, М. Ф. Белякова
Художник В. А. Чернецов
Технический редактор Г. М. Корнеева
Цветные фото В. В. Борисевича
Корректоры А. В. Смирнова, Л. П. Данченкова



Подписано в печать 17. 3. 83г.

Т-04698
Уч.-изд. л.11
Заказ 158

Формат 60x90/8
Индекс 3833
Тираж 4480

Объем 9,5 п.л.
36 статей, 7 реф.
Цена 2 руб.90 коп.

Производственно-издательский отдел ЦНИИ «Электроника»
Москва, 117415, проспект Вернадского, 39