

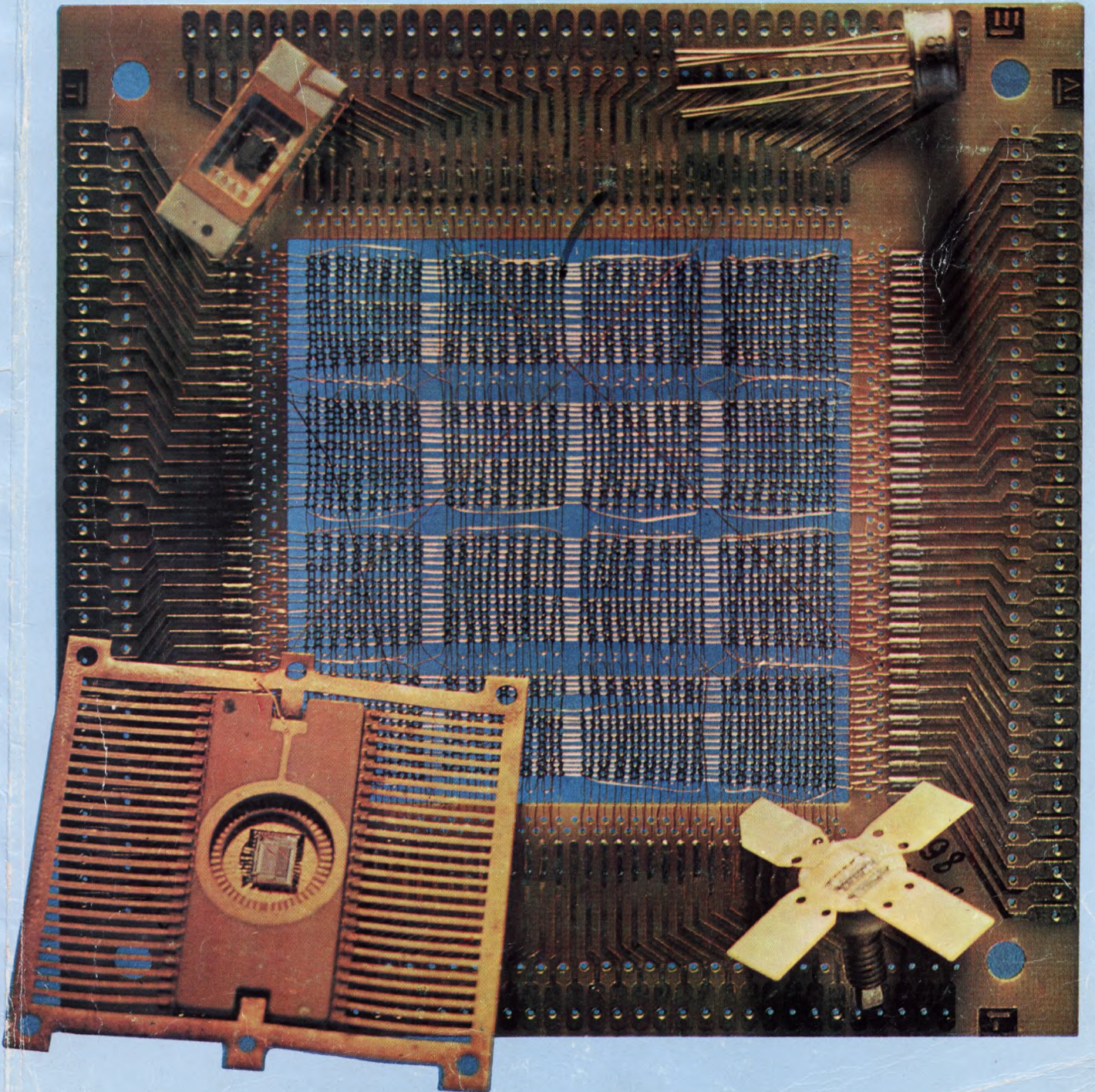


ISSN 0207—6357

4

1983

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



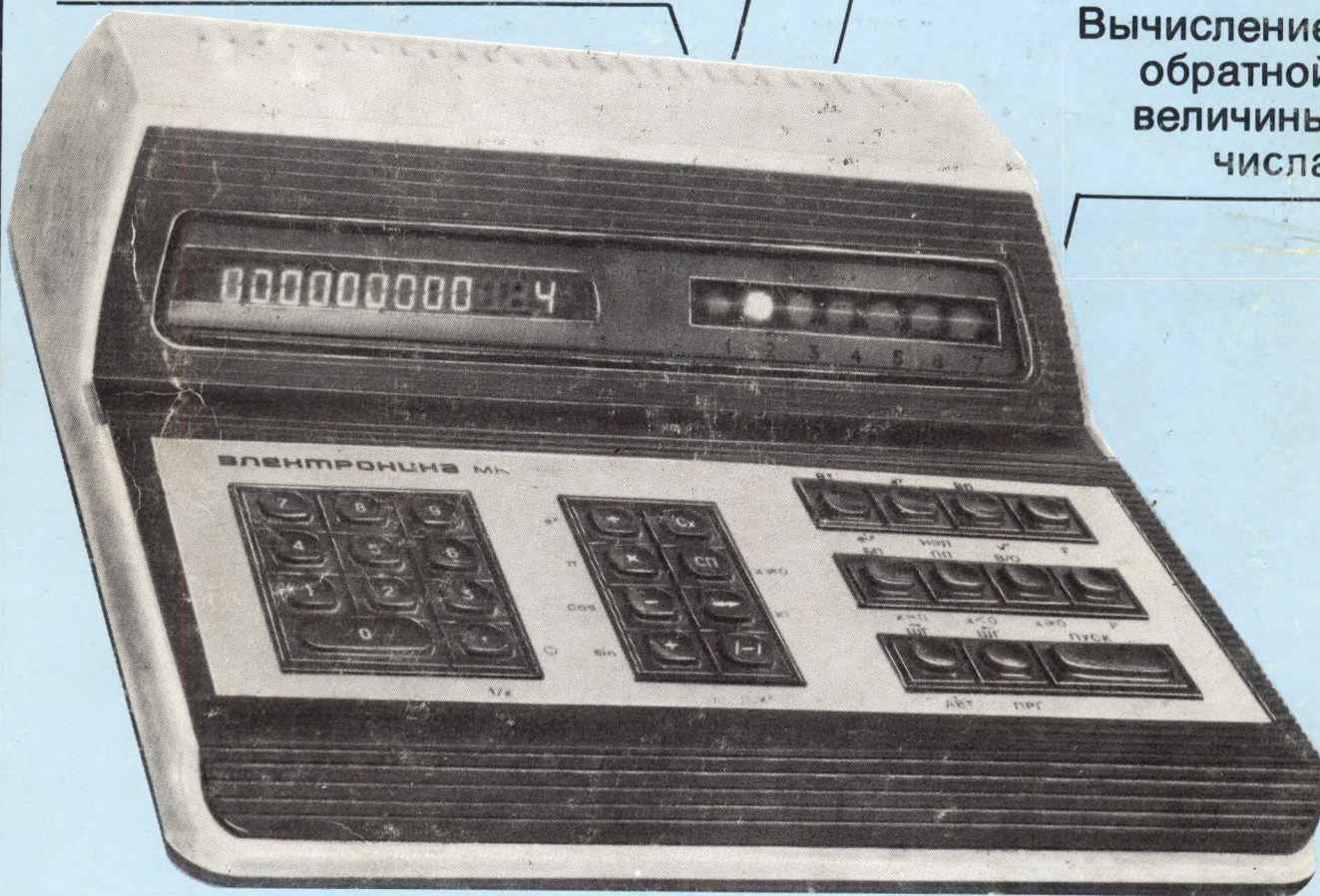
ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР **ЭЛЕКТРОНИКА МК-04** СО ВСТРОЕННЫМ БЛОКОМ АЦП

Предназначен для автоматического контроля и обработки данных различных производственных процессов, выполнения научно-технических расчетов, для применения в информационных многопостовых системах и т.д.

Арифметические действия

Действия с константой

Вычисление
обратной
величины
числа



Логарифмические,
степенные,
показательные,
тригонометрические
функции

Работа с памятью

Тип индикатора	вакуумный
	катодолюминесцентный
Число шагов программы	66
Число регистров памяти	
адресуемых	7
стековых	6
Диапазон представления	
чисел	$10^{-99} \leq [x] \leq 9,999999 \cdot 10^{99}$
Потребляемая мощность, Вт	не более 10
Масса, кг	не более 2,5
Габаритные размеры, мм	285x320x90

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

● Построение широкого класса мини- и микроЭВМ на основе микропроцессорного комплекта БИС серии КР1802 определяется структурными особенностями комплекта: многопортовой структурой БИС, расширяемостью «по горизонтали», отсутствием регистров общего назначения внутри обрабатывающих БИС, конвейерной обработкой информации, интерфейсными взаимодействиями модулей.

● Стандартные средства вычислительной техники для разработки и отладки микропрограммируемого математического обеспечения, выполненные на основе микропрограммируемых МПК, обеспечивают высокие технические параметры систем.

● Под рубрикой «Запоминающие устройства» опубликованы статьи, посвященные вопросам разработки ряда оперативных и постоянных запоминающих устройств, отличающихся по емкости, быстродействию, потребляемой мощности, технологии изготовления.

● Способы преобразования информации, связывающие аналоговые величины с цифровым кодом, рассмотрены в разделе «Преобразователи информации».

● Мощные кремниевые переключающие транзисторы КР912 и КТ834, выполненные по планарной технологии, находят широкое применение в ключевых и импульсных устройствах — стабилизаторах и преобразователях напряжения, электронных системах зажигания, схемах управления двигателей и других электронных устройствах.

● Разработка узлов и блоков СВЧ устройств в виде функциональных микромодулей позволила значительно уменьшить их объем и вес, сократить сроки разработок, повысить степень унификации РЭА.

● Повышение помехоустойчивости и точности измерения в автоматической установке для разбраковки и классификации по основным электрическим параметрам интегральных компараторов напряжения достигнуто благодаря применению методов их автоматической балансировки на основе схем кодоимпульсного уравнивания с использованием интегральных цифроаналоговых преобразователей.

ЭЛЕКТРОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1983

4

ИЗДАЕТСЯ С 1970 г. - ВЫПУСК (121)

СОДЕРЖАНИЕ

ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

- 3 Калошкин Э.П., Кузнечиков А.Ф., Медведев В.И., Сержанович Д.С., Сухопаров А.И., Попов Ю.П. Контроллер для систем управления технологическими процессами
- 5 Березенко А.И., Казанцев П.Н., Калинин С.Е., Корнев М.Д., Корягин Л.Н., Сокол Ю.М. Архитектурно-структурные особенности микропроцессорного комплекта БИС серии КР1802
- 10 Горовой В.В., Сухопаров А.И., Хвощ С.Т. Стандартные средства вычислительной техники на основе БИС комплекта К584
- 13 Глушеченко Э.Н., Николенко В.И., Слонин Э.В. Компоновка и сборка микроэлектронных функциональных модулей
- 15 Марченко А.Н. Магнитоуправляемые интегральные схемы КБ1116КП1-1
- 16 Ломов Л.С., Нурмухамедов Г.М., Спиваков Д.Д., Чиркин Г.К. Магнитная интегральная микросхема К1605РЦ1
- 18 Познанский А.З., Пскович Т.Р., Саганенко А.А., Шибин А.А. Источковый повторитель - микрофонный предусилитель КБ1402УЕ1-1
- 19 Лебедева С.И., Пятраускас А.-В.В. Микросхема синхронизации К1800ВБ2
- 20 Золотаревский В.И., Лукашенко А.В., Тесленко В.А. Микро мощные 16-канальные аналоговые коммутаторы К1104КН1
- 21 Борисов В.С., Горемыкин В.В., Никулин В.С. Микросхема обнаружения и исправления ошибок в ЗУ
- 23 Лукашенко В.М., Скуратов Е.Г., Суслов В.В. Маломощный многоканальный коммутатор Б1110КН1-2
- 24 Байдалинов И.В., Юровский А.В. Интегральные схемы для цветных телевизионных приемников
- 25 Байдалинов И.В., Поляткин П.П., Юровский А.В. Интегральные схемы для радиоприемников
- 26 Бачурин В.В., Бельков А.К., Бычков С.С., Садковская Е.А. Мощный МДП-транзистор КР911
- 27 Бачурин В.В., Бельков А.К., Гордеев А.И., Левин А.Б., Налейкин А.В. Мощный переключающий МДП-транзистор КР912
- 28 Андрухов И.П., Иноземцев С.А., Корнильев Г.Э., Ушаков М.А. Семейство СВЧ маломощных *n-p-n* кремниевых транзисторов
- 29 Богомяков А.А., Фирсов В.И. Мощный кремниевый транзистор КТ834
- 31 Виноградов Р.Н., Вихрова С.Б., Ломанович В.М., Найда Б.Ф. СВЧ маломощный *p-n-p* транзистор КТ3123
- 32 Дрожжин А.Н., Михайлова Л.Н. Акустооптический дефлектор для лазерного знакоформирователя
- 33 Дураев В.П., Елисеев П.Г., Неделин Е.Т., Швейкин В.И. Одномодовый гетеролазер с длиной волны 1,3 мкм
- 34 Акулюшин Л.А., Олексюк П.С., Продан Ф.В., Самойленко В.Г. Кремниевый диод с накоплением заряда КД630
- 34 Воронин А.Д., Прибыльский А.В. Двойной *j-k* триггер

35 *Агафонников В.Ф., Дамбаев Г.Ц., Кобозев В.И., Кулинич Г.Г., Пекарский В.В., Попов О.С., Потапенков С.С.* Автономный электростимулятор желудочно-кишечного тракта

35 *Выжелевский В.П., Изотова В.Ф., Курашева К.А., Решникова Л.Б., Сапрыкин П.И., Тархов Г.Н., Цуканов В.А., Шубочкин Л.П.* Лазерный прибор для определения ретиальной остроты зрения

Запоминающие устройства

36 *Журавлев С.Я., Мелкумян А.М., Мкртчян С.А.* Динамическое ЗУПВ емкостью 64 кбайт со схемой регенерации

37 *Лушников А.С., Однолюк А.Б., Соломонович В.И., Широков Г.А.* Динамическое ЗУПВ К565РУ5 емкостью 64 К

38 *Беспалов В.П., Ильющенков А.С., Макаров А.И., Мещанов В.Д., Миронов В.П., Телицын Н.А.* Динамическое ЗУПВ КР565РУ6 емкостью 16 К

40 *Буй В.Б., Сидоренко В.П., Солод А.Г.* Статическое ПЗУ КР568РЕ1 емкостью 16 К

41 *Закроева Н.М., Малинин А.В., Черных А.Г.* Статическое ОЗУ КР537РУ3 емкостью 4 К

42 *Бочков А.Н., Лазаренко И.П., Минков Ю.В., Уросов В.Н.* Статическое СОЗУ К132РУ4 емкостью 1 К

43 *Голубев А.П., Неклюдов В.Н., Фастов С.А., Щетинин Ю.И.* Быстродействующее ОЗУ К155РУ7 емкостью 1 К

44 *Щетинин Ю.И.* Модернизация биполярного ППЗУ емкостью 1 К

Преобразователи информации

47 *Марцинкявичус А.—И.К., Пошюнас Р.Л.* Особенности схемотехники и применения цифроаналоговых преобразователей К594ПА1

48 *Арсеньев В.М., Гусаров А.А., Мухин А.А., Смирнов Ю.Ф., Янкилевич Б.Р.* Аналогово-цифровой преобразователь К572ПВ1

49 *Байбуз Н.И., Волков В.А., Коледов Л.А., Сухов В.М., Тимжин Ю.В.* Блок АЦП повышенного быстродействия на бескорпусных тонкопленочных ГИС

51 *Гольцов В.П., Рютель А.Р., Саганенко А.А., Соха У.К., Тийкмаа Р.В.* Микросхема КР1100СК2 — устройство выборки и хранения аналогового сигнала

52 *Агрич Ю.В., Алдерс М.Р., Иванов Б.Н., Куценко Б.М., Мухин А.А., Смирнов Ю.Ф.* Аналогово-цифровой преобразователь КР572ПВ2

53 *Арсеньев В.М., Гусаров А.А., Зеленко И.Э., Смирнов Ю.Ф., Тулуевский В.М., Рушко Я.Э.* Цифроаналоговый преобразователь К572ПА2

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

55 *Авакян В.Р., Давитян Э.А.* Двухпостовая установка для измерения параметров прецизионных операционных усилителей

56 *Вейналд Я.Т., Очков А.С., Троицкий Ю.В.* Автоматическая установка для измерения параметров компараторов напряжения

57 *Сучков О.В.* Аппаратура для контроля изделий оптоэлектронной техники

58 *Петухов Р.С., Светличная Л.Л.* Усреднитель малых сигналов

58 *Кибалко И.А., Фролов А.И.* Аппаратура для вибрационной диагностики изделий микроэлектроники

61 *Егоренков В.А., Зайцев А.Л.* Установка для испытаний мощных переключательных СВЧ диодов

61 *Багликов В.Б., Иодко Н.В., Колчин В.В., Петрова Т.В., Саньков В.И.* Охлаждающее устройство для пространственно-временного модулятора света

ОБОРУДОВАНИЕ

64 *Васецкий Б.Г., Ивакин В.Ф., Ковалев Л.К., Лукин Э.А., Шишкин В.А.* Установка для осаждения пленок в вакууме методом лазерного испарения

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

67 *Багин В.П., Шурус А.П.* Экономическая эффективность повышения надежности приборов электронной техники

СООБЩЕНИЯ

54 V Пленум ЦК профсоюза рабочих радиоэлектронной промышленности

РЕКЛАМА

63 *Бальзовский В.Б., Сучков О.В.* Прибор ПКФМ-1 для контроля функционирования индикаторов

72 Настольно-карманные часы "Электроника 2-11"

3 стр. *Бабенко В.П., Барабанов С.И., Горбаренко В.А., Евстихьев Н.Н., Тевинсон Г.Р.* Устройство для контроля оптической толщины прозрачных пленок

4 стр. Программируемый микрокалькулятор "Электроника МК-64" со встроенным блоком АЦП

ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

УДК 621.316.544:658.012.011.56

Э.П.Калошкин, А.Ф.Кузнециков, В.И.Медведев, Д.С.Сержанович, А.И.Сухопаров, Ю.П.Попов

КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Изготовление контроллера с использованием ТТЛ и И³Л схем в сочетании с принципами модульно-магистрального построения, микропрограммного управления и параллельности выполняемых операций обеспечивает высокое быстродействие прибора и значительно повышает общую производительность систем управления технологическими процессами, построенных на его основе.

Контроллер предназначен для работы в качестве самостоятельного или подчиненного устройства управления и процессора первичной обработки информации.

Система команд контроллера обеспечивает обработку, хранение и выгрузку битовой и байтовой информации, выполнение арифметических и логических функций над 8-разрядными словами с возможностью их программно наращивания, установку, сброс и проверку одного или нескольких бит (не нарушая остальных), приоритетный опрос четырех внешних сигналов запросов на прерывания с формированием начального адреса соответствующей программы обслуживания, маскирование внешних запросов на прерывания, формирование восьми управляющих сигналов с возможностью их побитовой установки, отсчет временных интервалов, условную проверку значений содержимого регистра результата и признаков арифметико-логических операций, адресацию внешней памяти программ и внешней памяти данных, адресацию внешнего стека, битовый и байтовый обмен с ВУ, выдачу команд и адресацию данных ВУ. Выдача текущего адреса к памяти, обработка поступившей информации и формирование следующего адреса осуществляется за один цикл работы прибора.

Контроллер изготавливается по технологии изопланарных инжекционных логических схем, позволяющей разместить на одном кристалле площадью менее 30 мм² ТТЛ и И³Л схемы. Применение ТТЛ схем в устройстве управления, входных и выходных буферных

каскадах и И³Л схем для схемотехнической реализации программируемой логической матрицы устройства управления с малой рассеиваемой мощностью позволило получить небольшую для такого класса схем потребляемую мощность — порядка 750 мВт (номинальный потребляемый ток 100 мА от источника питания 5 В и 200 мА по инжекционному выводу питания) при сохранении достаточно высокого быстродействия. Конструктивно контроллер выполнен в 48-выводном металлокерамическом планарном корпусе. Допускает непосредственное подсоединение микросхем серий К133, К134, К155 и т.д. Синхронизация работы прибора осуществляется одной синхросерией. Время выполнения команд составляет 2—10 циклов, время цикла — 250 нс.

Контроллер разработан по модульно-магистральному принципу с микропрограммным управлением и состоит из пяти функциональных модулей: устройств адресации памяти, арифметико-логической обработки, битовой обработки, приоритета и управления. Все модули связаны между собой с помощью внутренней двунаправленной 8-разрядной магистрали (рис. 1).

Устройство адресации обеспечивает прямой, непосредственный и косвенный способы адресации команд и данных, адресацию стека объемом 256 байт, условные и безусловные переходы, переходы к подпрограмме обслуживания запросов на прерывания и состоит из схемы декриментора-инкрементора DEC/INC, трех 8-разрядных адресных регистров PA, PS, PC и 3-разрядного регистра расширителя, находящегося в регистре состояния PSW.

Устройство арифметико-логической обработки состоит из 8-разрядного ALU, выполняющего все традиционные одно- и двухоперандные инструкции (сдвиги, счет, образование дополнительного кода, сложение и вычитание чисел и кодов, операции И, ИЛИ, исключающее ИЛИ), двух 8-разрядных регистров (рабочего PP и буферного PB) и логики формирования признаков. Специальная логика формирует в арифметико-логических командах признаки: НУЛЬ РЕЗУЛЬТАТА, ПЕРЕНОС, ПЕРЕПОЛНЕНИЕ, а в сдвиговых операциях — ВЫДВИГАЕМЫЙ РАЗРЯД. Признаки результата сохраняются в регистре состояния и могут быть проанализированы в командах условных переходов или сох-

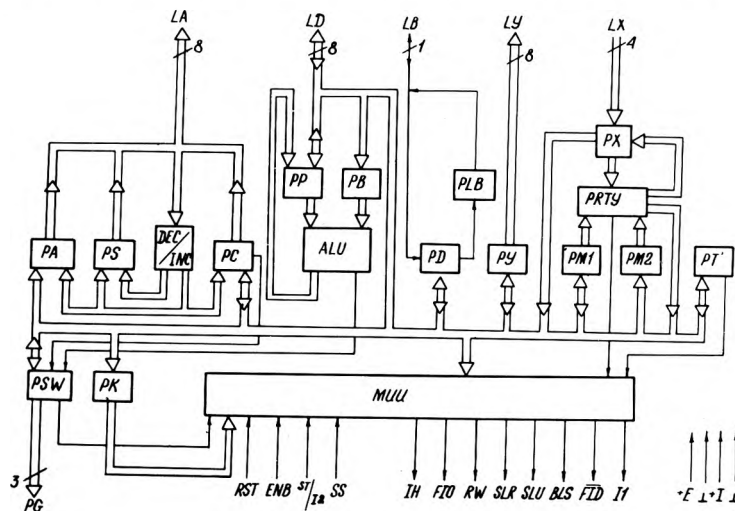


Рис. 1. Структурная схема контроллера

ранены в стеке. Запоминание переноса в регистре состояния позволяет эффективно выполнять операции сложения, вычитания, счета, сдвига, образования дополнительного кода над словами произвольной разрядности, кратной восьми. Наличие логики накопления совокупного признака НУЛЬ РЕЗУЛЬТАТА при обработке многобайтовых слов из частичных признаков позволяет производить условную проверку признака после обработки всего многобайтового слова, что приводит к экономии программной памяти и увеличению быстродействия.

Устройство битовой обработки состоит из двух 8-разрядных регистров (управления РУ и данных РД), выходного буферного регистра битовой магистрали РЛВ и схем битовой обработки информации. Регистр РУ предназначен для длительного хранения управляющего кода, выдаваемого на управляющую магистраль. Логика установки или сброса одного или нескольких бит в регистрах РУ и РД, возможность полной смены содержимого этих регистров делают контроллер эффективным средством для решения задач управления. Кроме функций по установке и сбросу бит, в регистре РД осуществляется преобразование последовательных кодов в параллельные и выдача последовательных кодов на битовую магистраль.

Устройство приоритета осуществляет приоритетный опрос четырех внешних запросов на прерывания, а также запроса прерывания по таймеру, фиксацию внешних запросов на прерывания, выбор старшего из незамаскированных запросов на прерывание, формирование двоично-кодированного числа, соответствующего старшему из незамаскированных внешних запросов, и состоит из буферного регистра фиксации внешних запросов РХ, регистров маски внешних запросов РМ1 и условий РМ2 и схемы приоритета РРТУ, представленной схемами маскирования и приоритетного шифратора. Буферный регистр РХ имеет логику, обеспечивающую фиксацию и однократное обслуживание как импульсных, так и потенциальных сигналов внешних запросов, и сброс обрабатываемого разряда, соответствующего наивысшему по приоритету незамаскированному внешнему сигналу запроса на прерывания, независимо от удержания внешнего сигнала. Прерывания по внешним запросам могут быть заблокированы установкой соответствующего флага в регистре состояния.

Обслуживание поступивших запросов на прерывания осуществляется жестко зашитой в ус-

ройстве управления микропрограммой по выполнению текущей команды. Микропрограмма обслуживания обеспечивает сохранение в стеке содержимого регистров адреса следующей команды и регистра состояния, и выборку начального адреса соответствующей программы обслуживания.

Устройство управления МУУ выполнено в виде программируемой логической матрицы емкостью 11000 бит и предназначено для хранения последовательности выполнения системы команд контроллера, микропрограмм начальной установки, приостановки и прерывания. Хранение команд в течение всего времени их выполнения осуществляется в 8-разрядном регистре команд РК.

Использование встроенного 8-разрядного таймера РТ позволяет производить программную установку и сброс управляющих сигналов по истечении заданного времени, отсчет временных интервалов по прошествии определенных событий и т.д. Задание временных интервалов осуществляется занесением константы в регистр РТ. Отсчет таймера производится по минус единице один раз за цикл работы контроллера. Разрешение прерываний по таймеру осуществляется установкой флага в регистре состояния. Предусмотрена возможность программного увеличения разрядности таймера до 16, 24 разрядов и т.д.

Обмен контроллера с памятью асинхронный, что позволяет работать с памятью различного быстродействия. В циклах обращения к памяти производится формирование сигнала обращения к памяти ИН, после выдачи которого контроллер переходит в режим ожидания сигнала СТ. При отсутствии этого сигнала контроллер сохраняет состояние микропрограммного автомата и содержимое всех регистров (за исключением регистра таймера), а с момента его прихода переходит к выполнению следующего цикла команды. При подключении достаточно быст-

родействующей полупроводниковой памяти обмен контроллера с памятью производится за один цикл работы прибора.

С помощью внешних дополнительных регистров адреса контроллер может непосредственно адресовать память программ емкостью до 512 кбайт и память данных емкостью до 64 кбайт, имеющих страничную организацию. Размер страницы памяти программ составляет 2 кбайт, памяти данных — 256 байт. Подключение ЗУ к контроллеру осуществляется по схеме, представленной на рис. 2. Использование быстродействующей полупроводниковой памяти с временем выборки, меньшим времени цикла контроллера, позволяет значительно сократить, а уменьшение памяти программ до 2 кбайт и памяти данных до 256 байт — совсем исключить дополнительное оборудование. Конструктивно ЗУ программ и данных могут быть реализованы в виде одного блока. В командах перехода предусмотрена возможность смены всего 19-разрядного адреса памяти программ.

На нулевой странице памяти данных (емкостью 256 байт) расположены: таблица начальных адресов программ обслуживания прерываний, область стека, исполнительные адреса данных, используемые в командах с косвенной адресацией, и данные. Управление памятью осуществляется специальными сигналами RW, FID, IH, BLS, SLR и ST (см. рис. 2).

Подготовка контроллера к работе осуществляется подачей сигнала RST, по которому контроллер прекращает выполнение текущей команды и переходит к выполнению микропрограммы начальной установки, производящей сброс флагов, специализированных и основных программно-доступных регистров. По окончании сигнала RST контроллер переходит к циклу выборки команды по нулевому адресу.

Система команд контроллера насчитывает 89 команд, имеющих переменный формат и за-

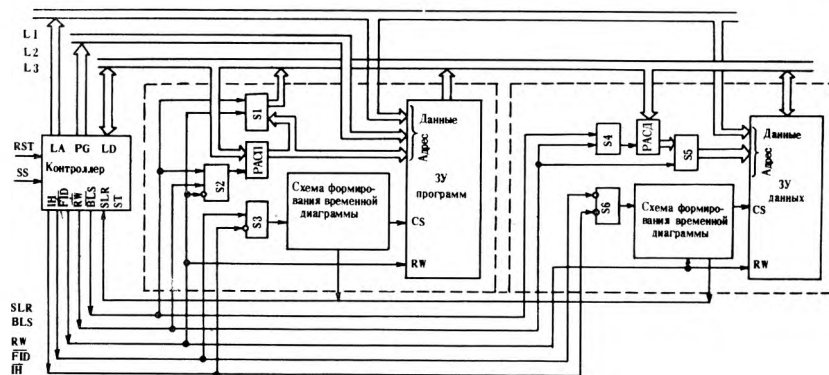


Рис. 2. Схема подключения памяти программ и данных

нимающих от одного до четырех байт. Первый байт является кодом команды, байты со второго по четвертый могут быть адресами, константами или непосредственными операндами.

Команды с косвенной и непосредственной адресацией позволяют разрабатывать циклические программы и включать константы и данные непосредственно в разрабатываемые программы, что значительно экономит память, занимаемую программой. Кроме того, для экономии памяти программ при работе с многобайтовыми словами в систему команд контроллера включены команды с адресацией по содержимому адресного регистра данных РА.

Для увеличения производительности системы, построенной на основе контроллера, предусмотрена возможность объединения в систему двух (рис. 3) и более однотипных схем, что позволяет распараллеливать выполнение задачи между двумя и более схемами. Обмен между контроллерами производится по командам ввода-вывода в режиме активный — пассивный. Контроллер, находящийся в активном режиме, является инициатором обмена. Этот режим задается выборкой соответствующей команды ввода-вывода. Пассивный режим инициируется наличием сигнала запроса на приостановку ENB. Обмен информацией между контроллерами сопровождается формированием двух пар сигналов FIO, ENB и I1, I2. При работе всех контроллеров на одной рабочей частоте количество дополнительного оборудования в схеме соединения контроллеров значительно сокращается.

Увеличить производительность систем, построенных на основе контроллеров, можно также благодаря подключению БИС арифметических расширителей: умножителя, делителя, процес-

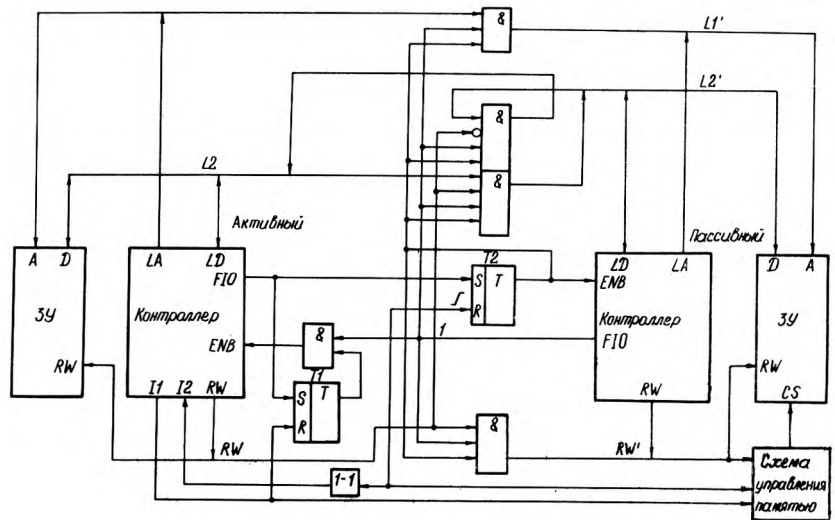


Рис. 3. Схема соединения двух контроллеров

сора плавающей запятой и других. Эффективность работы с арифметическими расширителями обеспечивается специальными командами управления ВУ. Обращение к ВУ сопровождается формированием сигнала обращения к устройству SLU.

Наличие четырехуровневой магистрали внешних запросов на прерывания, схемы приоритета, устройств битовой и байтовой обработки, битовой магистрали со схемами побитовой модификации, встроенного таймера, а также расширенный набор команд позволяют использовать контроллер для управления периферийными устройствами и для первичной обработки собранной информации.

Включение команд, которые непосредственно оперируют с входными и промежуточными данными переменной длины и обеспечивают эффективное выполнение процедур перемещения и обработки, делают контроллер идеальным средством

коммутации, контроля и редактирования данных.

Малые габаритные размеры, низкая стоимость, малая потребляемая мощность при сохранении достаточно высокого быстродействия позволяют использовать контроллер в устройствах управления технологическими процессами, станках с программным управлением, устройствах управления двигателями автомобилей, устройствах управления периферийными устройствами ЭВМ, контрольно-измерительном оборудовании, системах управления транспортом, бытовой технике и т.д.

Перспективным является использование контроллера при построении высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных систем, состоящих из нескольких однотипных схем контроллеров в сочетании с арифметическими процессорами, предназначенными для решения различных научно-технических задач по сбору, обработке и накоплению данных.

Статья поступила 21 октября 1982 г.

УДК 681.325.5

А.И.Березенко, П.Н.Казанцев, С.Е.Калинин, М.Д.Корнев, Л.Н.Корягин, Ю.М.Сокол

АРХИТЕКТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОМПЛЕКТА БИС СЕРИИ КР1802

Многопортовая структура, расширяемость для увеличения разрядности обрабатываемой информации, наличие внутренних регистров для организации конвейерной обработки и специальных интерфейсных БИС обеспечивают применение комплекта для построения широкого класса микро- и мини-ЭВМ, работающих в составе управляющих систем реального времени, контрольно-изме-

рительных и информационно-справочных систем, автоматизированных систем управления и других устройств.

Микропроцессорный комплект (МПК) БИС [1] состоит из микросхем, выполненных на основе ТТЛ схем с диодами Шоттки (ТТЛШ), совместимых со всеми серийными ТТЛ схемами (серии К155, К555, К589 и др.). Микро-

схемы имеют одно напряжение питания $5 В \pm 5\%$ и работоспособны в интервале температур от -10 до $+70^\circ\text{C}$. Состав МПК и основные характеристики БИС приведены в табл.1. Области применения МПК определили требования, которые легли в основу разработки комплекта:

— необходимость обработки разнотипной информации, упакованной в виде слов, двой-

Таблица 1

Наименование микросхемы и серия	Параметры				тип корпуса
	разрядность слова, бит	емкость (организация), бит	максимальный ток потребления, мА	время цикла (выборки), нс	
Микропроцессорная секция (МС) КР1802ВС1	8	—	260	120	2206.42-1
Арифметический расширитель (АР) КР1802ВР1	16	—	280	90	2206.42-1
Умножитель последовательный (УМП) КР1802ВР2	8	—	300	140	2206.42-1
Регистры общего назначения (РОН) КР1802ПР1	4	16 × 4	280	45	239.24-2
Схема обмена информацией (ОИ) КР1802ВВ1	4	4 × 4	280	60	2206.42-1
Схема интерфейса (И) КР1802ВВ2	—	—	250	100	2206.42-1
ЭПЛМ КР556РТ1	8	48 произведений	170	70	2121.28-1
ППЗУ КР556РТ5	8	512 × 8	185	70	239.24-2
ППЗУ КР556РТ6, КР556РТ7	8	2048 × 8	185	80	239.24-2

ных слов, байтов, битов, полей битов;

— большое количество операций нечислового характера (упаковка, распаковка, поиск слов, работа со сложными структурами данных), сводящихся к логическим операциям, произвольным сдвигам, сравнениям, кодовой арифметике;

— необходимость выполнения вычислений в режимах с фиксированной и плавающей запятой.

Структурные особенности отдельных схем комплекта определены с учетом архитектурных принципов построения ЭВМ: модульной организации, различной разрядности машинного слова, наличия различного количества регистров для организации вычислительного процесса, микропрограммной реализации функций управления, стандартизованного способа связи модулей.

Указанные требования определили ряд свойств и особенностей комплекта.

Вычислительные возможности комплекта. В разработанных ранее комплектах [2, 3] все операции обработки выполняется одна микропроцессорная секция (МС). В данном комплекте, кроме БИС МС, которая наряду с традиционными операциями [2, 3] производит те же операции и с полями битов, имеется БИС арифметического расширителя, выполняющая отдельные операции нечисловой обработки информации (различные типы сдвигов на произвольное число разрядов, поиск первой левой единицы и т.д.), а также БИС последовательного умножителя для ускоренного выполнения операции умножения и деления. Для удобства обработки многословной информации в состав

БИС введены дополнительные регистры микроинструкции.

Многопортовая структура БИС. БИС обработки (МС, АР, УМП) и хранения (РОН) снабжены двумя, а БИС ОИ — четырьмя портами, через которые одновременно может осуществляться выборка операндов для обработки. Результат операции через любой из портов может быть направлен в приемник. Такая организация БИС комплекта ориентирована на эффективное выполнение двухоперандных операций, составляющих не менее 80% всех операций обработки в вычислительных устройствах.

Расширяемость "по горизонтали". Для построения параллельных устройств произвольной разрядности все БИС комплекта, кроме АР, наделены свойством расширяемости, т.е. способностью соединиться друг с другом без привлечения дополнительных схем. Так, например, простым соединением двух БИС АУ или УМ может быть получено 16-разрядное арифметическое устройство, а объединением четырех БИС РОН или ОИ — 16-разрядная регистровая память. Отсутствие свойства расширяемости в БИС АР компенсируется введением регистра расширения для хранения выдвигаемой информации и операций с двойным словом, позволяющим "склеивать" результат предыдущего сдвига с результатом текущей операции, в результате чего осуществляются операции над 32-разрядными словами.

Отсутствие регистров общего назначения внутри обрабатывающих БИС. БИС обработки информации не содержат в своем составе регистров общего назначения и

допускают подключение по двум магистралям необходимого количества БИС ОИ или БИС РОН. Такой подход оказывается более выгодным по быстродействию для арифметических устройств ЭВМ, объединяющих несколько разнотипных БИС обработки, и не ограничивает разработчиков в применении регистров для реализации различных системных функций.

Обеспечение конвейерной обработки информации. В БИС обработки информации каждый порт имеет регистр, на котором фиксируются операнды или результат. Последовательное объединение этих БИС и управление их входами и выходами позволяет проектировать устройства конвейерного типа. Таким способом можно осуществить конструирование быстродействующих устройств обработки, темп работы которых совпадает с циклом работы БИС (120–200 нс).

Интерфейсные взаимодействия модулей. Для обеспечения взаимодействия модулей ЭВМ в состав комплекта введен БИС И, в котором реализован расширенный протокол связи микроЭВМ "Электроника-60" и LSI-11 [4].

Для построения узлов обмена информацией целесообразно совместное использование БИС И и БИС ОИ. Первый из них выполняет алгоритмы взаимодействия модулей, включая функции арбитра, второй хранит адреса, данные, команды, состояния. Все магистральные входы и выходы БИС И и один из портов БИС ОИ электрически согласованы с требованиями выбранного интерфейса, вследствие чего отпадает необходимость в использовании отдельных микросхем двунаправленных усилителей.

Полнота комплекта. Комплект БИС является достаточным для построения различных устройств, входящих в состав микро- или мини-ЭВМ. Наиболее пригоден он для построения высокопроизводительных микроЭВМ. При этом функции схемного или микропрограммного управления достаточно эффективно реализуются совместно на БИС ЭПЛМ и ППЗУ [3]. Внутренний цикл таких устройств может быть не хуже 200–300 нс, что обеспечивает достаточно высокую производительность.

КР1802ВС1 (МС) представляет собой 8-разрядную наращиваемую секцию устройства обработки данных. Предназначена для выполнения арифметического сложения и вычитания в дополнительном коде, логических операций: конъюнкции, дизъюнкции, инверсии и сложения по модулю 2, арифметических, логических и циклических сдвигов вправо и влево на один разряд, а также многочисленных операций маскирования со сдвигим регистра расширения отдельных разрядов входных данных.

По результату операции вырабатываются признаки равенства нулю результата, переноса и переполнения (в операциях сложения, вычитания и сдвига влево). При соединении нескольких БИС МС можно проводить операции обработки байтов, широкий набор операций сдвигов, включая расширенные сдвиги, т.е. сдвиг двойного слова совместно с регистром расширения без внешних дополнительных схем с выработкой признаков результата только в выбранных кристаллах. Для ускоренного переноса при объединении более двух схем рекомендуется использовать так-

же схемы К589ИКОЗ или К155ИП4. БИС МС (рис.1) включает в себя следующие функциональные устройства: регистры операнда А (РА) и операнда В (РВ); мультиплексор выбора операнда В (МВО); узел подготовки операнда В (УПВ); узел подготовки операнда А (УПА); арифметико-логическое устройство (АЛУ); дешифратор микроинструкций (ДШМИ); дешифратор микрофункций (ДШМФ); сдвигатель арифметико-логического устройства (САЛУ); сдвигатель регистра расширения (СРР); регистр расширения (РР); выходной буфер операнда В (ВВВ); выходной буфер операнда А (ВБА); вентилятор выдачи данных (И1); схема признака нуля (СПН); дешифратор микрофункций (ДШМФ).

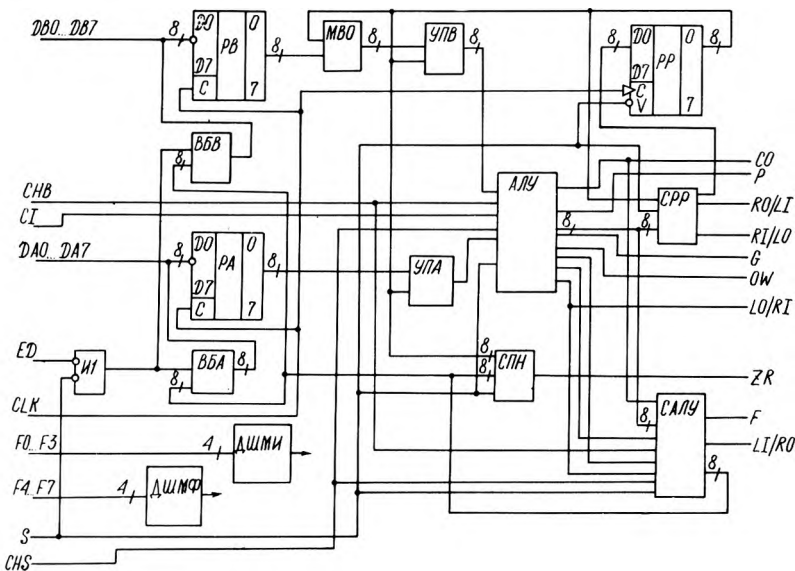


Рис. 1. Структурная схема БИС МС

Назначение выводов БИС МС:

- DA7, ..., DA0; DB7, ..., DB0 – входы-выходы информационных магистралей А и В;
- F0, ..., F3; F4, ..., F7 – входы кодов микроинструкций и микрофункций;
- RO/LI – выход-вход младшего разряда РР при сдвиге вправо-влево;
- RI/LO – вход-выход старшего разряда РР при сдвиге вправо-влево;
- LO/RI – выход-вход старшего разряда АЛУ при сдвиге влево-вправо;
- LI/RO – вход-выход младшего разряда АЛУ при сдвиге влево-вправо;
- CO, CI – выход и вход переноса;
- CHB – выход управления инверсией старшего разряда;
- ED – вход разрешения выдачи информации;
- CLK – вход синхронизации;
- CS – вход выборки МС;
- CHS – вход признака старшего разряда МС;
- P, G – выходы сигналов ускоренного переноса;
- ZR, OW, F – выходы признаков результата (нуля, переполнения, переноса).

Функционирование МС представлено в табл.2 и 3. В колонке "Операция АЛУ" (см. табл.2) приведены три возможные модификации операций АЛУ над операндами А, В, Р, зафиксированными на РА, РВ и РР. Результат операции АЛУ обозначен через L, результат САЛУ – через R. При этом старшие разряды операндов и результатов име-

Таблица 2

Наименование микроинструкции	Мнемокод	Код микроинструкций					L = f(A, B) F4F5F6F7 ≠ 0011 F4F5F6F7 ≠ 1111 F4F5F6F7 ≠ 0001	Операция АЛУ	SG	L = f(A, P) F4F5F6F7 = 0001 или F4F5F6F7 = 0011	L = f(A, B, P) F4F5F6F7 = 1111
		F0	F1	F2	F3	SS					
Конъюнкция	КОН	0	0	0	0	0	A ∧ B	$\overline{A7} \wedge \overline{B7}$	$\overline{A7} \wedge \overline{B7}$	A ∧ P	A ∧ (B ∨ \overline{P})
Вычитание кодов по не маске	ВЧН	0	0	0	1	1	A - I + CI	$\overline{A7}$	$\overline{A7}$	$\overline{A} - I + CI$	A + $\overline{B} \vee P + CI$
Инверсия А	ИНА	0	0	1	0	1	$\overline{A} + CI$	$\overline{A7}$	$\overline{A7}$	$\overline{A} + CI$	$\overline{A} \wedge P + B \wedge \overline{P} + CI$
Вычитание кодов	ВЧК	0	0	1	1	1	A - B - I + CI	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	A - P - I + CI	A - B ∧ P - I + CI
Сложение полей по не маске	СПН	0	1	0	0	0	CI - I	1	1	CI - I	A ∨ P + B ∧ $\overline{P} + CI$
Сложение кодов по не маске	СЛН	0	1	0	1	0	A + CI	A7	A7	A + CI	A + B ∧ $\overline{P} + CI$
Сложение полей	СЛП	0	1	1	0	0	A + B + CI	A7 ⊕ B7	A7 ⊕ B7	A + P + CI	A ∨ $\overline{P} + B \wedge P + CI$
Сложение кодов	СЛК	0	1	1	1	0	A + B + CI	A7 ⊕ B7	A7 ⊕ B7	A + P + CI	A + B ∧ P + CI
Инверсия В	ИНВ	1	0	0	0	1	$\overline{B} + CI$	$\overline{B7}$	$\overline{B7}$	$\overline{B} + CI$	A ∧ $\overline{P} + \overline{B} \wedge P + CI$
Функция запрета по В	ФЗВ	1	0	0	1	0	A ∧ \overline{B}	$\overline{A7} \vee \overline{B7}$	$\overline{A7} \vee \overline{B7}$	A ∧ \overline{P}	A ∧ ($\overline{B} \wedge \overline{P}$)
Пересылка поля А	ППА	1	0	1	0	0	A + CI	A7	A7	A + CI	A ∧ P + B ∧ $\overline{P} + CI$
Лизъюнкция	ЛИЗ	1	0	1	1	0	A ∨ B	$\overline{A7} \vee \overline{B7}$	$\overline{A7} \vee \overline{B7}$	A ∨ P	A ∨ P ∧ P
Вычитание полей	ВЧП	1	1	0	0	1	A - B - I + CI	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	A - P - I + CI	A ∧ P + ($\overline{B} + \overline{P}$) + CI
Сумма по mod 2 (неэквивалентность)	НЭК	1	1	0	1	0	A ⊕ B	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	A ⊕ P	A ⊕ (B ∧ P)
Пересылка поля В	ППВ	1	1	1	0	0	B + CI	B7	B7	P + CI	A ∧ $\overline{P} + B \wedge P + CI$
Вычитание обратное	ВЧО	1	1	1	1	1	B - A - I + CI	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	$\overline{A7} \oplus \overline{B7}$	P - A - I + CI	B ∧ P - A - I + CI

Примечания: А, В, Р – содержание регистров РА, РВ, РР соответственно; L – информация на выходе АЛУ; CI – значение входного переноса; SS – признак вычитания; SG – результат логической операции со старшими разрядами А и В вырабатывается только при операциях АЛУ вида L = f(A, B); A = DA ∧ CLK ∨ PA ∧ CLK, B = DB ∧ CLK ∨ PB ∧ CLK, т.е. информация с шин DA и DB записывается в РА и PA при CLK = 1 (высокий уровень напряжения на входе CLK)

Таблица 3

Наименование микрофункций	Мнемокод	Код микрофункций				"L"-операция АЛУ	L0/R1			R7-R0 — результат операции САЛУ				L1/R0		R1/L0		Информация, загружаемая в РР			R0/L1		Значение признаков		
		F4	F5	F6	F7		CSA	CHS=1	CS=0	R7, CHS=1	R7, CHS=0	R6-R1	R0	CS=1	CS=0	CS=1	CS=0	P7	P6-P1	P0	CS=1	CS=0	F	OW	ZR
Сдвиг арифметический влево	САЛ	0	0	0	0	$L=f(A, B)$	1	$\overline{L7}$	$\overline{L1/R0}$	L7	L6	L5-L0	L1/R0	Вход	$\overline{R0/L1}$	$\overline{R0/L1}$	Содержимое РР не изменяется			Вход	$\overline{L6}$	$(C0 \oplus C6) \vee \sqrt{(L7 \oplus L6)}$	$\overline{\Lambda R_i}$		
Операция с РР с сохранением РР	ОРС	0	0	0	1	$L=f(A, P)$	Z	Z	Z	L7	L7	L6-L1	L0	C3	C3	Z	Z	То же			Z	Z	$\overline{C0} \oplus SS$	$C0 \oplus C6$	"
Операция со словом, с загрузкой РР	ОЗР	0	0	1	0	$L=f(A, B)$	Z	Z	Z	L7	L7	L6-L1	L0	C3	C3	Z	Z	L7	L6-L1	L0	Z	Z	$\overline{C0} \oplus SS$	$C0 \oplus C6$	"
Операция с РР	ОРР	0	0	1	1	$L=f(A, P)$	Z	Z	Z	L7	L7	L6-L1	L0	C3	C3	Z	Z	L7	L6-L1	L0	Z	Z	$\overline{C0} \oplus SS$	$C0 \oplus C6$	"
Сдвиг циклический влево	СИЛ	0	1	0	0	$L=f(A, B)$	$\overline{L7}$	$\overline{L7}$	$\overline{L1/R0}$	L6	L6	L5-L0	L1/R0	Вход	$\overline{R0/L1}$	$\overline{R0/L1}$	Содержимое РР не изменяется			Вход	$\overline{L7}$	$(C0 \oplus C6) \vee \sqrt{(L7 \oplus L6)}$	"		
Сдвиг арифметический вправо	САП	0	1	0	1	"	Вход			$CHB \oplus SG$	L0/R1	L7-L2	L1	$\overline{L0}$	$\overline{L0/R1}$	Вход	То же			$\overline{R1/L0}$	$\overline{R1/L0}$	$\overline{L0/R1}$	0	"	
Сдвиг циклический влево с РР	РИЛ	0	1	1	0	"	$\overline{L7}$	$\overline{L7}$	$\overline{L1/R0}$	L6	L6	L5-L0	L1/R0	Вход	$\overline{P7}$	$\overline{R0/L1}$	P6	P5-P0	$\overline{R0/L1}$	Вход	$\overline{L7}$	$(C0 \oplus C6) \vee \sqrt{(L7 \oplus L6)}$	"		
Сдвиг арифметический вправо с РР	РАП	0	1	1	1	"	Вход			$CHB \oplus SG$	L0/R1	L7-L2	L1	$\overline{L0}$	$\overline{L0/R1}$	Вход	$\overline{R1/L0}$	P7-P2	P1	$\overline{P0}$	$\overline{R1/L0}$	$\overline{L0/R1}$	0	"	
Сдвиг расширенный вправо	СРП	1	0	0	0	"	Вход			$CHB \oplus C0$	L0/R1	L7-L2	L1	$\overline{L0}$	$\overline{L0/R1}$	Вход	Содержимое РР не изменяется			$\overline{R1/L0}$	$\overline{R1/L0}$	$\overline{L0/R1}$	0	"	
Сдвиг расширенный влево	СРЛ	1	0	0	1	"	$\overline{CHB \oplus C0}$	$\overline{L7}$	$\overline{L1/R0}$	L6	L6	L5-L0	L1/R0	Вход	$\overline{R0/L1}$	$\overline{R0/L1}$	То же			Вход	$\overline{L7}$	$(C0 \oplus C6) \vee \sqrt{(L7 \oplus L6)}$	"		
Сдвиг расширенный вправо с РР	РРП	1	0	1	0	"	Вход			$CHB \oplus C0$	L0/R1	L7-L2	L1	$\overline{L0}$	$\overline{L0/R1}$	Вход	$\overline{R1/L0}$	P7-P2	P1	$\overline{P0}$	$\overline{R1/L0}$	$\overline{L0/R1}$	0	"	
Сдвиг расширенный влево с РР	РРЛ	1	0	1	1	"	$\overline{CHB \oplus C0}$	$\overline{L7}$	$\overline{L1/R0}$	L6	L6	L5-L0	L1/R0	Вход	$\overline{P7}$	$\overline{R0/L1}$	P6	P5-P0	$\overline{R0/L1}$	Вход	$\overline{L7}$	$(C0 \oplus C6) \vee \sqrt{(L7 \oplus L6)}$	"		
Сдвиг циклический вправо	СИП	1	1	0	0	"	Вход			L0/R1	L0/R1	L7-L2	L1	$\overline{L0}$	$\overline{L0/R1}$	Вход	Содержимое РР не изменяется			$\overline{R1/L0}$	$\overline{R1/L0}$	$\overline{L0/R1}$	0	"	
Операция со словом	ОПС	1	1	0	1	"	Z	Z	Z	L7	L7	L6-L1	L0	C3	C3	Z	Z	То же			Z	Z	$\overline{C0} \oplus SS$	$C0 \oplus C6$	"
Сдвиг циклический вправо с РР	РИП	1	1	1	0	"	Вход			L0/R1	L0/R1	L7-L2	L1	$\overline{L0}$	$\overline{L0/R1}$	Вход	$\overline{R1/L0}$	P7-P2	P1	$\overline{P0}$	$\overline{R1/L0}$	$\overline{L0/R1}$	0	"	
Операция с полем	ОПИ	1	1	1	1	$L=f(A, B, P)$	Z	Z	Z	L7	L7	L6-L1	L0	C3	C3	Z	Z	Содержимое РР не изменяется			Z	Z	$\overline{C0} \oplus SS$	$C0 \oplus C6$	$\overline{\Lambda(R_i/AP_i)}$

нуются соответственно А7, В7, Р7, L7, R7. Перенос из *i*-го разряда АЛУ обозначен через *Сi*.

В табл.3 в колонке "R7-R0" (результат операции САЛУ) показан результат операции сдвига. Эта информация при $CS \wedge ED = 1$ выдается на магистрали DA7-DA0 и DB7-DB0 в инверсном коде. Значение выдвигаемого разряда также выдается в инверсном коде. Знак Z в таблице означает, что выход схемы находится в третьем (высокоимпедансном) состоянии.

Во всех случаях, если кристалл не выбран ($\overline{CS} = 1$), происходит сквозное распространение информации через СРР и САЛУ с вывода LI/RO на LO/RI и с вывода RO/LI на RI/LO при сдвигах влево, а при сдвигах вправо - с вывода RO/LO на RO/LI и с вывода LO/RI на LI/RO.

В колонке "Информация, загружаемая в РР" (см.табл.3), показана информация, загружаемая в РР при $CS = 0$.

Формирование сигналов G, CO и РАЛУ зависит от значения управления на шине CS. Если кристалл выбран ($CS = 0$), на шину CO поступает значение выходного переноса из старшего разряда в прямом коде, а информация G и P определяется по стандартным правилам для реализации ускоренного переноса. В АЛУ вырабатывается также перенос из младшей тетрады, значение этого переноса выдается в операциях модификации без сдвига по выводу LI/RO и может быть использовано для реализации внешнего корректора при реализации операций десятичной арифметики.

КР1802ИР1(РОН) - двухадресная память общего назначения емкостью 64 бит, имеющая два 4-разрядных канала для приема и выдачи информации, предназначенная для

реализации СОЗУ процессоров и многоадресных ОЗУ РЭА.

РОН (рис.2) состоит из матрицы 16x4 бит, вмещающей 16 4-разрядных регистров, двух дешифраторов ДСА и ДСВ для выбора необходимого регистра соответственно по каналам А и В; двух устройств управления режимом работы каналов А и В и бинарного усилителя, включающего восемь усилителей считывания с тремя устойчивыми состояниями на выходе и восемь усилителей записи.

Разрешением обмена информацией матрицы БИС РОН с каналами А и В управляют входы ЕСА и ЕСВ. При напряжении лог. "0" на входе ЕСА разрешен обмен информацией с каналом А, на входе ЕСВ - с каналом В. Входы RA, RB определяют режим считывания информации из матрицы БИС РОН на каналы А и В. При напряжении лог. "0" на входе RA разрешено считывание на канал А, на входе RB - на канал В, на обоих входах RA и RB - на каналы А и В.

Входы WA, WB определяют режим записи информации в матрицу РОН с канала А и В при напряжении на входах WA и WB лог. "0", при этом выход усилителя считывания соответствующего канала должен быть закрыт (третье состояние). При записи с обоих каналов при одном адресе результат не определен. Основные режимы работы РОН: записи по каналам А и В, одновременная запись по этим каналам, считывание по каналам А и В, одновременное считывание по ним, запись по каналу А и считывание по каналу В, запись по каналу В и считывание по каналу А.

Матрица РОН состоит из триггерных ячеек, переход триггерной ячейки из одного

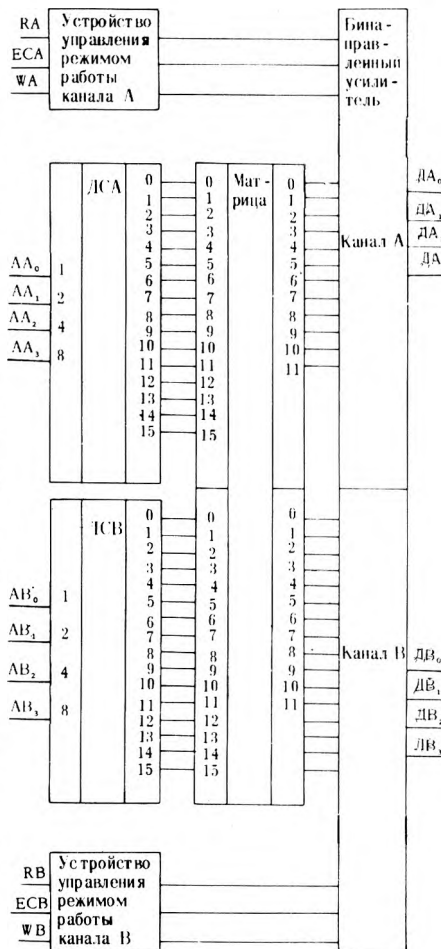


Рис. 2. Структурная схема БИС РОН

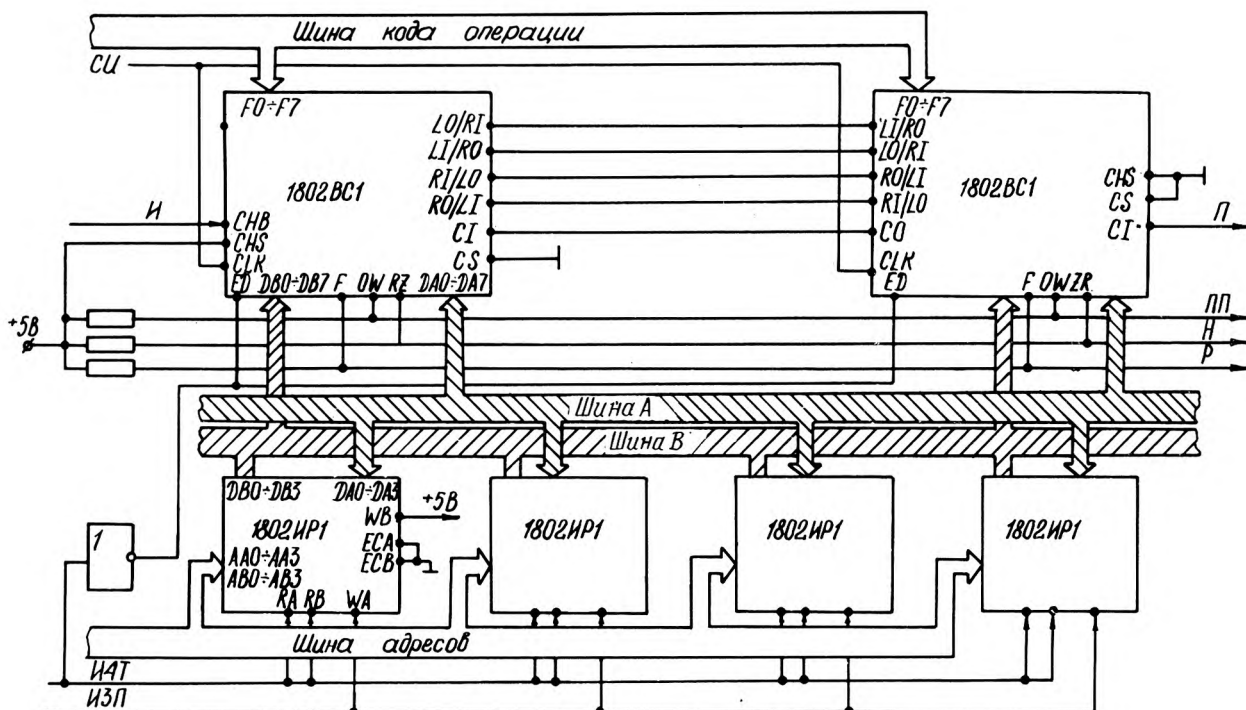


Рис. 3. 16-разрядное операционное устройство: П - вход переноса; Н - выход признака равенства нулю; ПП - выход признака переполнения; Р - выход признака расширения; И - вход управления инверсией старшего разряда

состояния в другое осуществляется сигналом потенциального типа и не зависит от его фронта.

Пример использования БИС МС и БИС РОИ. На рис. 3 представлена простейшая типовая схема 16-разрядного арифметического устройства высокопроизводительной микроЭВМ. Арифметическое устройство (АУ) выполняет арифметические и логические операции над битами, полями битов и 16-разрядными словами, а также сдвиг 16-разрядных слов на один разряд влево и вправо. Управление работой АУ осуществляется по шинам кода операции, адреса регистра и шине управления инверсией старшего бита. Передача операндов в АУ осуществляется по шинам А и В, результат выдается на шину А. Синхронизация считывания информации из регистров и записи результата в регистр выполняется синхриомпульсом (СИ), импуль-

сом чтения (ИЧТ), импульсом записи (ИЗП). Результат операции сопровождается выдачей признаков равенства нулю результата (Н), переполнения (ПП) и расширения (Р).

Время выполнения любой из названных операций, включая чтение операндов из регистров и запись результата в регистр, равно 200 нс. При соответствующем управлении данным АУ, на нем может быть реализована произвольная система команд. Для выполнения многоактных операций умножения и деления могут быть эффективно использованы регистр РР в схеме 1802ВС1 (для хранения множителя и младшей части произведения при умножении и младшей части делимого и частного при делении) и микрофункции расширенных сдвигов с РР. При этом времена выполнения операций умножения кодов 16×16 и деления 32-разрядного слова на 16-разрядные не превосходят 10 мкс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новый высокопроизводительный микропроцессорный комплект БИС/А.И. Березенко, А.П. Голубев, А.Р. Назарьян, Ю.И. Шетинин. — Электронная промышленность, 1981, вып. 4, с. 35–37.
2. Мразек. Процессорные секции с быстродействием ЭСЛ-схем и потребляемой мощностью TTL-схем. — Электроника, пер. журн. "Electronics", 1978, № 23, т. 51.
3. Микропроцессорный комплект БИС TTL с диодами Шоттки сер. К589/А.И. Березенко, Л.Н. Корягин, А.Р. Назарьян, Б.В. Орлов. — Электронная промышленность, 1978, вып. 5, с. 20–22.
4. LSI-11 microcomputer handbook. Digital equipment corporation. — 573 p.

Статья поступила 31 марта 1982 г.

УДК 681.325.5

В.В. Горовой, А.И. Сухопаров, С.Т. Хвощ

СТАНДАРТНЫЕ СРЕДСТВА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ БИС КОМПЛЕКТА К584

Использование ряда микропрограммируемых микропроцессорных комплектов (МПК) БИС [1–4] обеспечивает достижение существенных преимуществ по сравнению с однокристальными микропроцессорами [5]. Основным фактором, тормозящим широкое распространение микропрограммируемых МПК, является сложность разработки и отладки микропрограммного матобеспечения. Для преодоления этих трудностей разработаны стандартные средства вычислительной техники на основе микропрограммируемых МПК и введена в информационно-справочные материалы полная конструкторская документация, включающая электрические принципиальные схемы ЭВМ и листинги их ПЗУ микропрограмм. Структура и возможности стандартных средств вычислительной техники, построенных на микропрограммируемых БИС, показаны на примере комплекта К584.

МикроЭВМ с системой команд микроЭВМ "Электроника 60М". В состав процессора (рис. 1) входят четыре БИС центрального процессорного элемента (ЦПЭ) К584ВМ1, блок ускоренного переноса (БУП) К133ИП4, блок микропрограммного управления (БМУ) К584ВУ1, контроллер состояний (КС) К584ВГ1, шесть БИС масочного ПЗУ с организацией 2048×8, пять БИС магистральных приемопередатчиков (МПП) К584ВМ1, универсальный контроллер синхронизации (УКС) из комплекта К583 и пятнадцать ИС серии К583. Для сокращения объема элементов процессора использовано расщепление цикла ПЗУ микрокоманд, реализованного на четырех БИС К541РТ1 (1–4) с организацией 2048×32, интерпретированной как массив в 1024×64 бит. Десять разрядов адреса ПЗУ генерирует БМУ, в качестве расщепляющего разряда адреса используется синхриомпульс S0, стробирующий прием первой половины кода микрокоманды. Прием второй по-

ловины осуществляется стробированием синхриомпульсом S1, сдвинутым относительно S0 на время считывания ПЗУ.

Повышение производительности процессора в каждом такте осуществляется управлением длительности цикла в зависимости от величин операций обращения к памяти или внешним устройствам. Две БИС ПЗУ (5, 6) используются для распаковки форматов команд и генерации начальных адресов микропрограмм, благодаря чему в основном ПЗУ (1–4) объединяются все одинаковые фрагменты микропрограмм и на дешифрацию кода операции не тратится дополнительных тактов. Входы адреса ПЗУ распаковщика подключены к неиспользуемой для пересылки адресов и данных шине МПП, снабженной статическим регистром К(15–00).

В первом варианте микроЭВМ блоки управления магистралью, циклом, блоки выбора БУ и перестановки байтов реализованы на схемах малой степени интеграции серии К533. В дальнейшем предполагается перевод их в одну БИС, разработанную на основе стандартной масочной ПЛМ.

Для питания И²Л БИС используется источник напряжения с величинами 10; 5; 2,5 В. В микроЭВМ предусмотрена возможность управления мощностью общей шины за счет установки нужного режима работы БИС МПП. Магистральные приемопередатчики имеют входы управления мощностью магистральной МЗ. Специальный вход УП позволяет осуществлять регулирование нагрузочной способности общей шины без внесения изменений в электрическую схему.

МикроЭВМ имеет стандартный набор интерфейсных сигналов микроЭВМ "Электроника 60М" и систему команд, включающую операции расширенной арифметики, арифметики с плавающей запятой и дополнительные команды (извлечение корня, циклическое суммирование массива данных и т.д.).

Программируемый контроллер (ПК) является упрощенной шестнадцатизрядной микропрограммируемой ЭВМ, отличающейся меньшим потреблением, габаритами и большей простотой воспроизведения [6]. Предназначен для построения широкого класса систем сбора и обработки измерительной информации, работающих в реальном масштабе времени, систем управления технологическими процессами, обработки экономической информации и т.д. Система команд содержит 50 инструкций, включающих умножение, деление, циклическое суммирование массивов данных и т.д. Для автоматизации процесса программирования ПК разработан комплекс кросс-средств (ориентированных на использование ЕС ЭВМ), включающий ассемблер, эмулятор и загрузчик.

В состав ПК (рис. 2) входят четыре БИС ЦПЭ, БМУ, КС, пять БИС программируемого ПЗУ К541РТ1 с организацией 256×4, универсальный контроллер синхронизации и десять схем малой степени интеграции. Использование малого числа БИС и ИС обеспечивает высокую надежность контроллера, время наработки на отказ которого превышает 50 тыс.ч. Как и в микроЭВМ, для сокращения объема элементов ПК используется расщепление цикла ПЗУ микропрограмм, и физический массив 256×20 интерпретируется как поле с организацией 128×40 бит.

Команды ПК содержат код операции в старшем байте, младший байт служит для задания адреса или константы. Программисту доступны два накапливающих, три индексных регистра, указатель стека и счетчик команд. Стек располагается в основной памяти контроллера, начиная с произвольного адреса, и может занимать любое число ячеек. Адресация внешних устройств аналогична адресации ячеек памяти. Для обеспечения возможности подключения к ПК произвольных УБВ с любым набором управ-

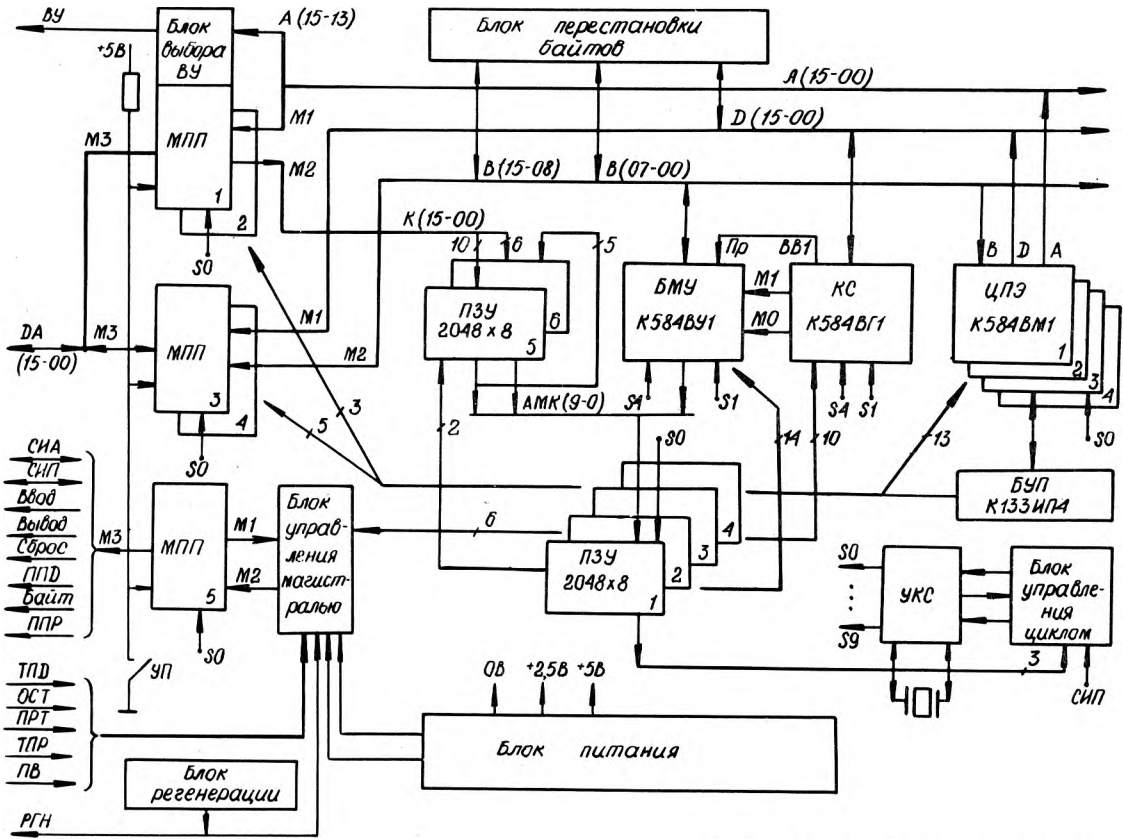


Рис. 1. Функциональная схема про процессора

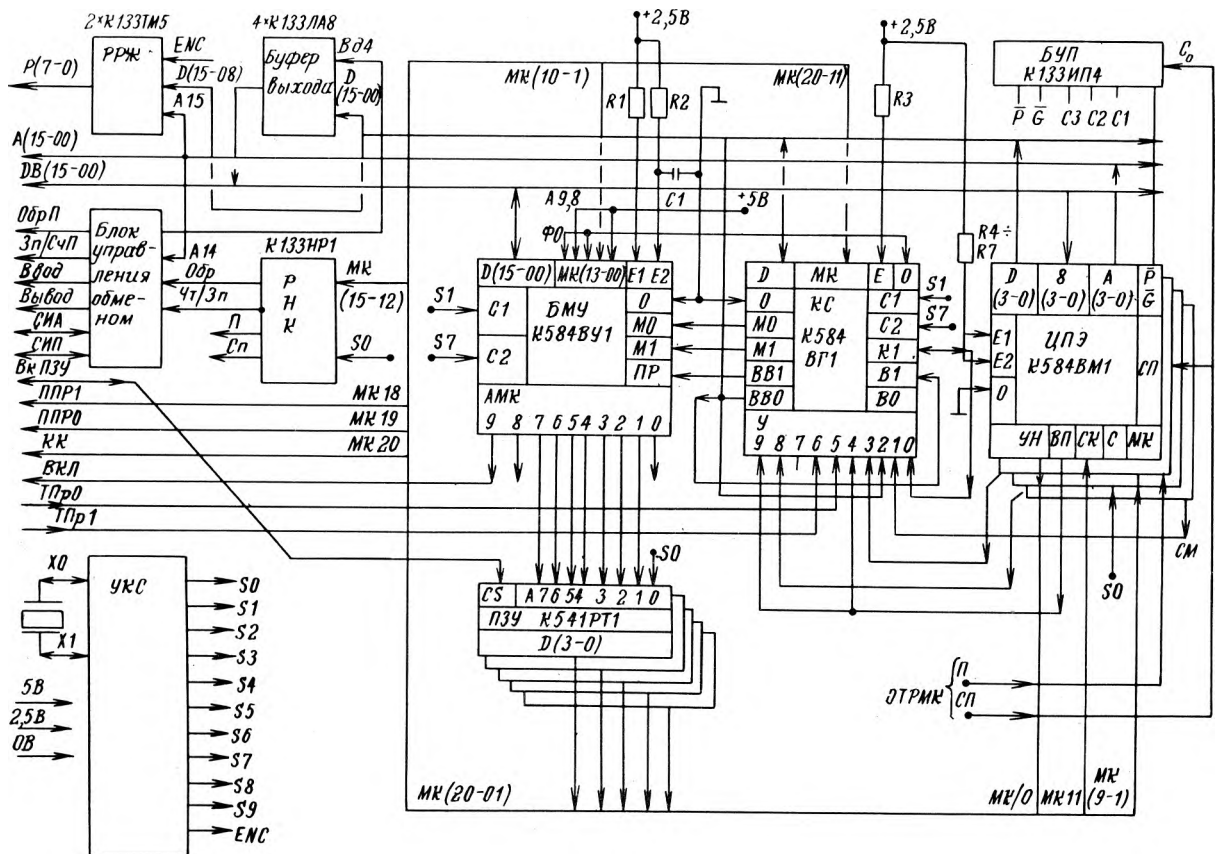


Рис. 2. Функциональная схема программируемого контроллера

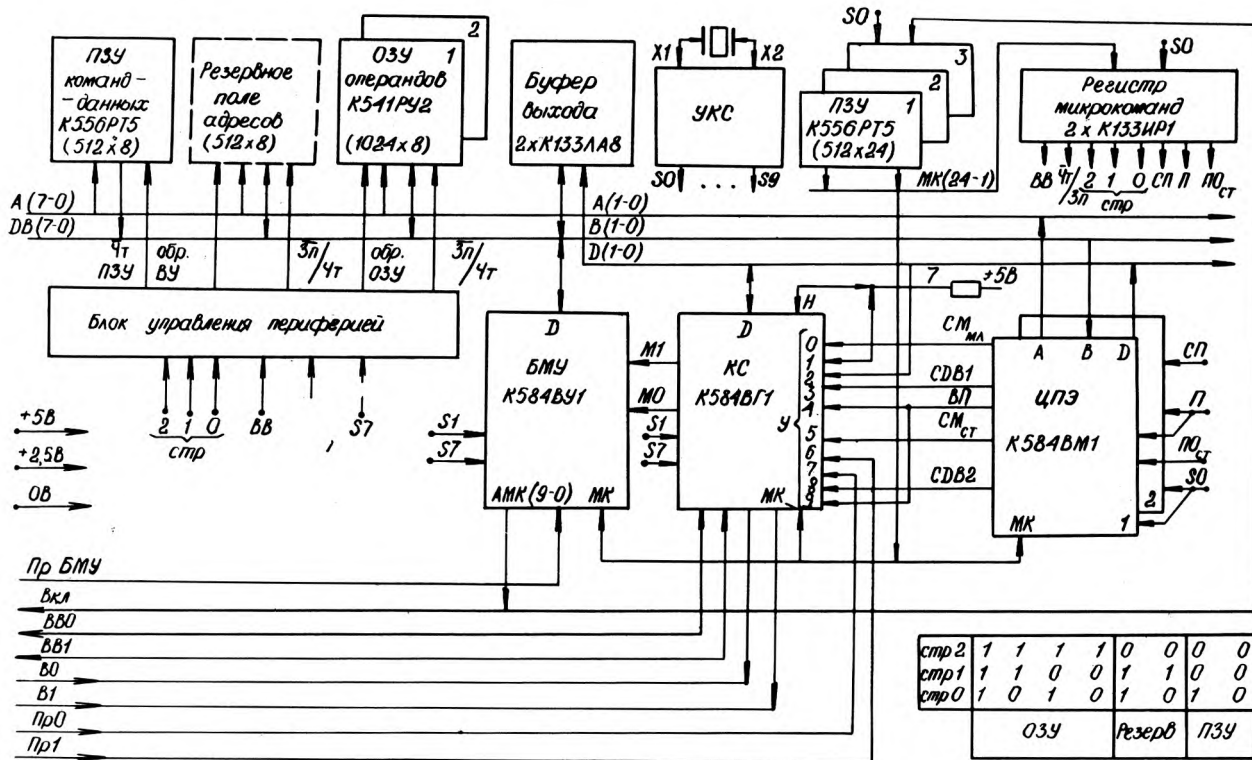


Рис. 3. Функциональная схема микропрограммируемого контроллера

ляющих входов в состав контроллера введен программно-управляемый регистр режимов (РРЖ). При обработке программ четыре триггера регистра состояний нуля (Н), переноса (П), сдвига (С), знака (З) могут опрашиваться командами условных переходов.

Подключение памяти и периферийных устройств к ПК осуществляется через интерфейсные шины адреса А(15-00) и данных ДВ(15-00). Наличие сигналов квитирования асинхронного обмена (СИА, СИП) позволяет подключить к интерфейсу устройства разной производительности без изменения схемы и алгоритма пересылки данных.

Микропрограммируемый контроллер (МК) – восьмиразрядный контроллер с низкой ступенью иерархии стандартных средств ВТ на основе БИС К584 (рис. 3) – предназначен для встраивания в простейшие системы обработки данных, автомобильной электроники, реального времени, ЧПУ, в периферийные концентраторы информационно-измерительных систем и т.д. МК обладает 2 К слов адресуемой памяти, встроенной памятью с организацией ОЗУ операндов 1024 × 8, программ и констант – 512 × 8, микропрограмм – 512 × 24 (256 × 48). Производительность контроллера составляет 500–1000 тыс. микроопераций в секунду, потребляемая мощность около 4 В. А.

К достоинствам схемотехнических решений относится исполнение законченного вычислителя с памятью всего на 22 ИС и БИС на плате с габаритами 120 × 150 мм² при использовании только двух слоев металлизации. Контроллер предельно прост в воспроизведении и настройке. Для автоматизации процесса кодирования микропрограмм разработано специальное матобеспечение, включающее кросс-микроассемблеры для всех БИС комплекта. Использование уровня микропрограмм в сочетании с развитой архитектурой БИС комплекта К584, включающих таймеры, схемы контроля питания и другие элементы, обеспечивает высокую эффектив-

ность МК при встраивании его в различные системы. Диапазон резервного поля УВВ или дополнительной памяти составляет 512 адресов. При необходимости диапазон адресуемого пространства МК может быть увеличен за счет использования резервных разрядов поля микрокоманды вплоть до 16 К адресов.

БИС комплекта К584, являясь токовыми схемами [5], сохраняют параметры по ТУ в диапазоне ±15% изменения тока питания от номинального $I_{п,ном}$ (см. таблицу).

Анализ зависимостей основных параметров БИС К584ВМ1 от величины тока питания (рис. 4) указывает на возможность применения БИС комплекта К584 в режиме потребления ($I_{п} = 0, I_{п,ном}$) и в режиме повышенной производительности ($I_{п} = 2I_{п,ном}$).

Все стандартные средства вычислительной техники на БИС К584 могут быть без изменения листинга ПЗУ и функциональной схемы перестроены на необходимый режим работы, обусловленный спецификой их применения. Перестройка электрической схемы сводится к замене резисторов в цепях питания инжекционных БИС, а также ИС малой степени интеграции на микросхемы серий К134, К174 или К176 при переходе в режим микропотребления.

Анализ архитектуры стандартных средств вычислительной техники на основе БИС комплекта К584 указывает на широкий диапазон их применения и высокие технические параметры систем, построенных на их основе. Для использования БИС комплекта в таких узкоспециализированных системах,

Наименование параметра	МикроЭВМ	Программируемый контроллер	Микропрограммируемый контроллер
Длина слога, бит	16	16	8
Объем адресуемой памяти, К слов	32	32	2
Производительность процессора, 10 ³ операций/с	300	300	500
Число команд процессора	72	50	28 + 459 + 41
Время обращения к ОЗУ, нс	400	400	200
Потребляемая мощность, В. А	15(12)	6	4
Нагрузочная способность магистралей общей шины, мА	53(16)	24	24
Напряжение питания процессора, В	5 ± 0,5; 2,5 ± 0,2	5 ± 0,5; 2,5 ± 0,2	5 ± 0,5; 2,5 ± 0,2
Число плат процессора	2	1	1
Габариты платы, мм ²	170 × 200	150 × 170	120 × 150
Число слоев металлизации плат	2	2	2
Число линий интерфейса	37	46	27
Число доступных регистров	8	7	1 + 10 + 4

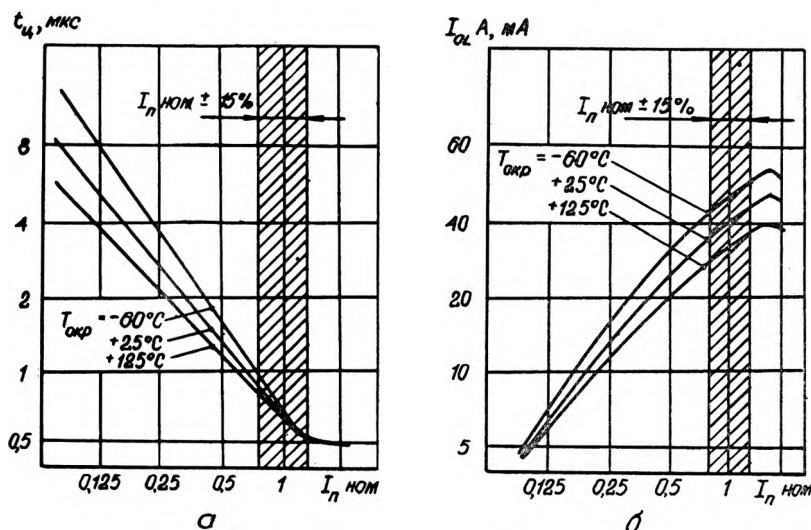


Рис. 4. Зависимости быстродействия (а) и нагрузочной способности (б) БИС К584 VM1 от тока питания

как цифровые фильтры, специальные вычислители и другие, разрабатывается научно-техническая документация по микропрограммированию. Например, ОСТ по применению БИС комплекта К584, в котором описаны алгоритмы и приведены микропрограммы об-

работки всех арифметических операций преобразования для дробных и целых чисел, а также полная документация на учебную микроЭВМ, предназначенную для разработки и отладки микропрограммного матобеспечения.

УДК 621.3.049.77.032.029.64.002.2

Э.Н.Глушеченко, В.И.Николенко, Э.В.Слонин

КОМПОНОВКА И СБОРКА МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ

Создание ряда унифицированных корпусов, отличающихся высокой технологичностью, ремонтпригодностью, легкостью монтажа, способствует сокращению сроков разработки функциональных микроэлектронных модулей.

Повышение сложности радиоэлектронной аппаратуры и требований к условиям ее эксплуатации обусловило необходимость разработки надежных и малогабаритных серийных устройств, поддающихся механизации и автоматизации. Создание перспективных СВЧ устройств в интегральном исполнении позволило уменьшить их объем в 10—20 раз, вес — в 7—15 раз, сократить сроки разработок в 2 раза [1] при одновременном обеспечении механической прочности, герметичности и других условий функционирования [2].

При разработке интегральных узлов и блоков СВЧ, выполняющих определенные самостоятельные функции так называемых функциональных микромодулей (ФММ), значительный интерес представляют принципы и пути создания и герметизации корпусов ФММ, сборки и монтажа ГИС.

Корпуса служат не только для защиты ФММ от внешних воздействий, но и являются базовым соединительным элементом [3]. Корпуса бывают тонкими и толстостенными, цельными и сборными, пенальными, чашечными (корытообразными) и рамочными. Они могут изготавливаться из металла (например, алюминиевых сплавов, латуни, титана, силумина) и других материалов, но с обязательной металлизацией поверхности.

Наиболее перспективен тонкостенный корпус рамочной конструкции с двусторонним доступом. Изображенный на рис.1 ФММ состоит из подобного корпуса 1, коаксиально-полосковых 2 или волновоодно-полосковых (КПП или ВПП) переходов, двух крышек 3, рамки 4 с полосковыми платами 6, 7, 8 и переключками между ними 9. Возможно также применение различных установочных элементов (например, вентиля 5).

Полосковая плата может быть цельной или квазинепрерывной, состоящей из отдельных подложек, укрепленных на рамке (основании) с помощью

ЛИТЕРАТУРА

1. Микропроцессорный комплект ТТЛ БИС с диодами Шоттки серии К589/А.И.Березенко, Л.И.Корягин, А.Р.Назарян, В.В.Орлов.— Электронная промышленность, 1978, № 5, с. 20, 21.
2. Микро мощный микропроцессорный комплект БИС на основе схем с инжекционным питанием/А.И.Белоусов, В.В.Горовой, С.Т.Жвоц и др.— Электронная промышленность, 1981, № 4, с. 19—22.
3. Микропроцессорный микро мощный комплект БИС К587 на дополняющих МДП транзисторах/В.А.Джукуня, С.С.Коваленко, П.Р.Машевич и др.— Электронная промышленность, 1978, № 5, с. 15—19.
4. Микро мощные микропроцессорные БИС серии К588 на дополняющих МДП транзисторах/В.А.Бобков, В.А.Шиллер, А.Г.Черных.— Электронная промышленность, 1979, № 10, с. 36—38.
5. Жвоц С.Т., Горовой В.В., Красницкий В.Я. Опыт использования БИС серии К584 при разработке систем автоматического управления.— Л. ЛДНТИ, 1982.— с. 25.
6. Жвоц С.Т., Красницкий В.Я., Суоров С.С. Микропрограммируемый контроллер.— Л. ЛДНТИ, № 1158-81, 1981, с. 4.

Статья поступила 21 октября 1982 г.

пайки или приклеивания. Рамки изготавливаются из титана, кобальта или других материалов, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) которых близок к ТКЛР подложек микросхем, что необходимо для функционирования ФММ в диапазоне рабочих температур.

При выборе размеров корпусов следует руководствоваться стандартными размерами керамических подложек - полосковых плат [4]. В соответствии с этим был разработан ряд унифицированных корпусов ФММ с размерами 24x30, 30x48, 60x96мм. Рамка с ГИС СВЧ крепится к корпусу ФММ с помощью винтов со стороны нижней крышки.

Толщина подложек и материал (поликор, ситаллы, сапфир и др.) выбираются в зависимости от требований к полосковому узлу. При выборе высоты корпуса ФММ следует учесть влияние экранирующей крышки на параметры микрополосковой линии (МПЛ) вследствие возникновения паразитных волн, для подавления которых следует рационально выбрать высоту H от поверхности

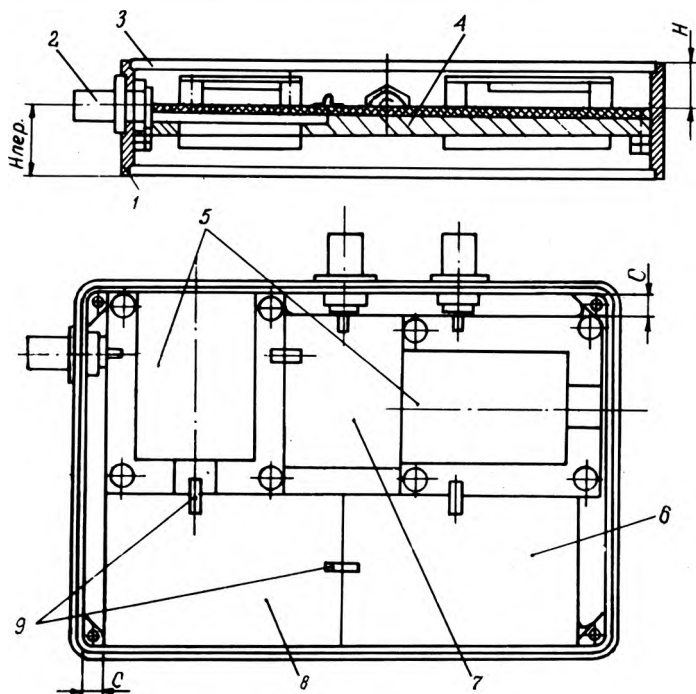


Рис. 1. Функциональный микроэлектронный модуль

ГИС СВЧ до экрана (верхней крышки), что можно сделать с помощью графиков [4] или из соотношения $H = h(n+1)$, где h — толщина подложки, а $n \geq 5$.

Поскольку обычно используются подложки ГИС СВЧ с толщиной 0,5 или 1 мм, высота H не должна быть меньше 6 мм, что исключает возможность возникновения паразитных колебаний и не искажает электрические характеристики ГИС СВЧ. Такое же расстояние выбрано от экранной поверхности ГИС СВЧ до нижней крышки корпуса ФММ. Типоразмеры корпусов ФММ приведены в таблице.

Размеры унифицированного корпуса ФММ, мм	Типоразмеры подложки платы, мм	
	Длина А	Ширина В
24x30	42	36
30x48	60	42
48x60	72	60
60x96	108	72

Наличие зазора C (см. рис.1) между рамкой с ГИС СВЧ и корпусом ФММ исключает возможные искажения в СВЧ цепях вследствие близости металлических стенок, т.е. позволяет более полно использовать площадь подложки. Кроме того, зазор упрощает операции монтажа рамки с ГИС СВЧ в

корпус ФММ и присоединение малогабаритных радиочастотных соединителей (КПП и ВПП), обеспечивающих надежный электрический и механический контакт элементов ФММ. КПП с гиперболоидным гнездом или ВПП [5] крепятся пайкой, винтовой резьбой или токопроводящим клеем на высоте $H_{пер}$ (см. рис.1), которая выбирается в зависимости от требований к полосковому узлу.

Вдоль периметра корпуса ФММ размечаются точки, соответствующие продольным осям устанавливаемых переходов. В зависимости от коэффициента кратности сторон подложки ГИС СВЧ (12 или 15 мм) минимальное расстояние до этих точек от края платы составляет 6 или 5 мм, а между точками — 12К или 10К мм соответственно (K — целое число).

Рассмотренные корпуса ФММ обладают рядом преимуществ. Так, они могут быть изготовлены не только из цельной заготовки путем механической обработки, литьем или штамповкой легких сплавов, но и из листового материала толщиной 2 мм. Жесткость корпуса достигается приваркой четырех косяков, служащих для крепления рамок с ГИС СВЧ. В процессе сборки ГИС СВЧ и их монтажа в корпуса ФММ следует особое внимание обратить на способ установки микрополосковых плат (МПП) на рамку, компоновку отдель-

ных МПП между собой в случае квазинепрерывной подложки, монтаж навесных элементов, а также компоновку ГИС и встроенных элементов относительно корпуса. Существует несколько способов установки плат ИС на рамку: при наличии ИС с защитным покрытием в виде пленки золота пайка плат осуществляется без предварительного лужения с использованием фольги припоя ПОСК 50-18, если же применяются ИС с пленками из меди или без защитного покрытия, платы подвергаются предварительному лужению. Платы ИС, не имеющие экранной поверхности, монтируются на рамку с помощью клея холодного отверждения на эпоксидной основе типа ВК-9 или Д-9. ИС с экранной поверхностью можно крепить к рамкам токопроводящими клеями.

Для монтажа навесных элементов и перемычек используются микропаяльники, установки для микросварки «Контакт-3А», ЭМ-429, а также «термокарандаш», а для соединения с контактными площадками используется припой или перемычки из золотой проволоки или фольги.

В случае создания квазинепрерывной подложки, когда на общую рамку монтируются отдельные платы с МПП и встраиваемые элементы, необходимо обеспечить (в зависимости от частотного диапазона) [3] зазор между МПП в пределах 0,1—0,15 мм с точностью не хуже $\pm 0,05$; между проводником КПП (ВПП) и плоскостью МПП в пределах 0,1—0,2 мм; неплоскостность соседних МПП не хуже 0,2 мм; относительную несоосность проводников МПП стыкуемых плат в пределах $(0,1-0,2)W$, где W — ширина МПП; точность размещения проводников МПП относительно базовой кромки платы в пределах $\pm 0,05$ мм. Важен не только контроль оговоренных выше зазоров между платами, но и надежный электрический (гальванический) контакт экранных поверхностей всех плат квазинепрерывной подложки. Пример реализации этой задачи приведен на рис.2. Следует отметить, что ширина перемычки между двумя МПП или МПП и элементом с полосковым выводом (например, вентилем или КПП), может отличаться от ширины МПП не более, чем на 10%, а перемычки между экранными поверхностями имеют ширину 5—6 мм.

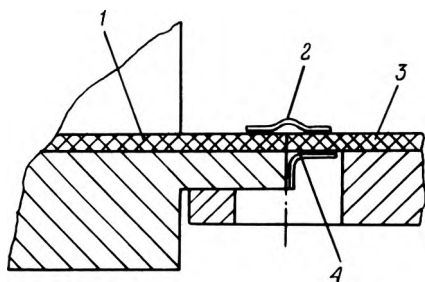


Рис. 2. Соединение отдельных МПП в квазинепрерывную подложку: 1, 3 — полосковые элементы, содержащие МПА; 2 — перемычки между МПА; 4 — перемычки между экранными поверхностями

Подстроечные элементы устанавливаются на плате с помощью пайки или сварки, при необходимости их покрывают защитными лаками.

В процессе монтажа ГИС СВЧ в корпус необходимо обеспечить удобный доступ к ГИС, надежный гальванический контакт между экранной поверхностью микросхем, корпусами КПП (ВПП) и корпусом ФММ, надежность и технологичность соединения СВЧ цепей (МПП) с радиочастотными вводами.

Упрощение монтажно-сборочных операций описанной конструкции ФММ возможно благодаря тому, что сборку ГИС СВЧ на рамку и установку радиочастотных вводов в корпус ФММ можно проводить раздельно, отверстия для установки СВЧ вводов сверлить по имеющейся разметке в соответствии с выводами ГИС СВЧ, перемычки из фольги приваривать к полосковым выводам КПП или ВПП снизу (рис.3).

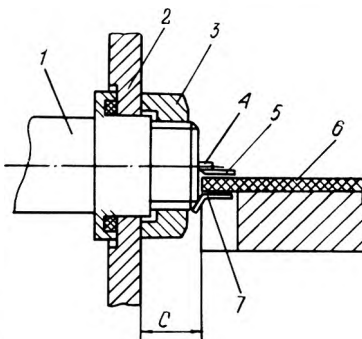


Рис. 3. Соединение микрополосковых плат с радиочастотными вводами: 1 — коаксиально-полосковый переход (КПП); 2 — корпус ФММ; 3 — уплотняющая гайка КПП; 4 — полосковый вывод КПП; 5 — перемычка между КПП и МПА; 6 — микрополосковая плата; 7 — перемычка между экранными поверхностями КПП и МПП

После установки всех радиочастотных вводов в корпус ФММ устанавливается рамка, перемычки одним из вышеописанных способов соединяются с МПП.

Наличие зазора C позволяет достаточно просто обеспечить надежный электрический контакт экранной поверхности ГИС СВЧ с корпусом КПП или ВПП. Зазор между верхней плоскостью МПП и нижней плоскостью полоскового вывода КПП (ВПП) регулируется с помощью прокладок из фольги. Такая конструкция ФММ обеспечивает свободный монтаж и демонтаж любого из элементов ГИС, а также быструю замену вышедшей из строя ГИС СВЧ.

Герметизация ФММ описанной конструкции может быть осуществлена методом корпусной герметизации [1, 2]:

завальцовкой крышек. их установкой на токопроводящем клее, пайкой или сваркой с корпусом ФММ. При этом возможны как откачка внутреннего объема ФММ с последующим заполнением инертным газом через специально предусмотренный штекер, так и герметизация ФММ в газонаполненном объеме специальной установки.

Применение ФММ предлагаемой конструкции для интегральных СВЧ устройств позволит повысить степень унификации РЭА, разработать достаточно простую технологию сборки и монтажа и сократить сроки разработки новых изделий электронной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. П р у ж а н с к и й О.А., Ш е р б а к В.И., Особенности технологии сборки функционального узла СВЧ.— Вопросы судостроения. Сер. Общетеχνическая, 1978, вып. 34, с. 91—95.
2. К у д р я в ц е в Р.В. и др. Герметизация гибридных интегральных схем.— Обмен опытом в радиопромышленности, 1978, вып. 8, с. 68—70.
3. Б у ш м и н с к и й И.П., М о р о з о в Г.В. Технология гибридных интегральных схем СВЧ.— М.: Высшая школа, 1980,— 285 с.
4. М о л о р а ц к и й Л.Г. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ.— М.: Советское радио, 1976.— 216 с.
5. К а р а п е т я н В.Е., М о с о я н К.С., С м о л и н А.И. Волноводно-микрополосковый переход с малыми потерями 3-см диапазона.— Приборы и техника эксперимента, 1976, № 3, с. 165—167.

Статья поступила 31 марта 1982 г.

УДК 621.3.049.77

А. Н. Марченко

МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ КБ116КП1-1

Введение магнитоувствительного элемента в полупроводниковую интегральную схему позволило создать высокочувствительные помехоустойчивые с температурной стабилизацией параметров кремниевые приборы для широкого класса устройств.

Дискретные электронные элементы, чувствительные к воздействию магнитного поля — датчики Холла, магниторезисторы, магнитодиоды используются в различных приборах и устройствах для измерения магнитных полей, в бесконтактных переключателях, бесколлекторных электродвигателях,

системах зажигания автомобилей и устройствах автоматики [1, 2]. Однако широкое применение магнитоуправляемых полупроводниковых приборов [3, 4] ограничивается низким уровнем выходного сигнала и нестабильностью их свойств в диапазоне рабочих температур, что требует дополнительных усилительных, согласующих и стабилизирующих устройств. Устранение подобных недостатков стало возможным благодаря созданию нового класса приборов — магнитоуправляемых интегральных

схем (МИС), в которых на одном кристалле с магнитоувствительными элементами (МЭ) размещена вся схема обработки поступающего с МЭ сигнала: усилители, стабилизаторы, триггеры.

МИС выполняются на основе кремниевых эпитаксиальных структур по стандартной технологии. Раньше для создания полупроводниковых приборов с высокой чувствительностью к магнитному полю применялись полупроводниковые соединения с высокой подвижностью носителей заряда, которые позволя-

ли создавать приборы с высоким уровнем выходного сигнала. Изготовление усилителя на одном кристалле с кремниевым МЭ обеспечивает возможность получения на выходе требуемого сигнала, а отсутствие соединительного кабеля между МЭ и усилителем позволяет снизить уровень шумов и повысить помехоустойчивость устройств. Кремниевые МЭ во много раз менее чувствительны к изменениям температуры, чем дискретные магнитоустойчивые приборы, изготовленные на основе полупроводниковых соединений.

ИС КБ1116КП1—1а, б выполняет функции магнитоуправляемого электронного ключа и представляет собой бескорпусную ИС с размером кристалла 1,6x1,6 мм. В качестве МЭ в МИС использован интегральный элемент Холла. Кроме того, в состав схемы входят дифференциальный и промежуточный усилители, триггер Шмитта, выходной каскад. Микросхема КБ1116КП1—1б имеет дополнительный стробирующий вход, осуществляющий функцию запрета срабатывания ключа

Выходное напряжение, снимаемое с элемента Холла, определяется выражением

$$U_x = U_{x_0} + k U_{\text{п}} B, \quad (1)$$

где U_{x_0} — начальное напряжение (выходное — при отсутствии магнитного поля); k — коэффициент магнитной чувствительности; $U_{\text{п}}$ — напряжение питания; B — нормальная составляющая магнитной индукции.

В идеальном случае

$$U_{x_0} = 0. \quad (2)$$

В общем случае U_{x_0} можно представить в виде:

$$U_{x_0} = k_1 I + k_2 I^2 + k_3 I^3 + \dots, \quad (3)$$

где k_1, k_2, k_3, \dots — коэффициенты; I — ток элемента Холла. (В практических расчетах можно ограничиваться учетом первых трех членов, описывающих влияние несимметричности потенциальных электродов элемента Холла, действие термо-ЭДС и объемно-градиентной ЭДС). Зависимость U_{x_0} от тока для интегрального элемента Холла показана на рис. 1.

Из соотношений (1), (3) и приведенных зависимостей сле-

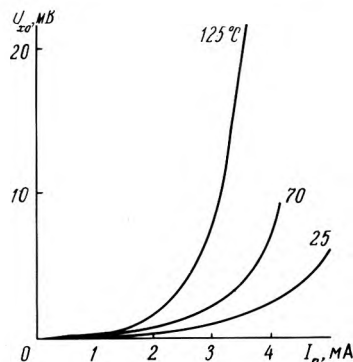


Рис. 1. Зависимость начального напряжения интегрального элемента Холла от величины питающего его тока для различных значений температуры окружающей среды

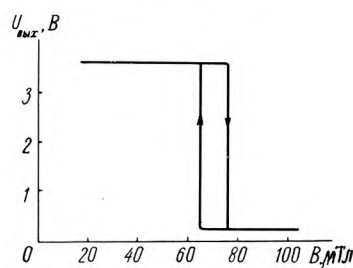


Рис. 2. Зависимость выходного напряжения магнитоуправляемой интегральной схемы КБ1116КП1 от индукции управляющего магнитного поля

дует, что для обеспечения высокой магнитной чувствительности МИС и стабильности параметров при изменении температуры необходимо выбрать оптимальный режим питания элемента Холла, а также, используя оптимальное расположение элемента Холла на кристалле, довести U_{x_0} до значений, не превышающих 2—3 мВ. Значение магнитной чувствительности интегральных элементов Холла, используемых в МИС, лежит в пределах 0,07—0,09 $\frac{1}{\text{Тл}}$.

Дифференциальный усилитель, на который поступает сигнал с элемента Холла, обеспечивает повышение помехоустойчивости схемы изменением напряжения между базами транзисторов триггера Шмитта, так как помехи, вызванные технологическими погрешностями изготовления элемента Холла, и изменением температуры, будут восприниматься дифференци-

альным каскадом как синфазный сигнал.

Выходной каскад, выполненный в виде двух транзисторов с открытыми коллекторами, позволяет согласовать МИС КБ1116КП1 при помощи одного резистора с ТТЛ, ДТЛ, МОП и другими логическими схемами.

Основные параметры микросхемы КБ1116КП—1

Напряжение питания, В	.....	5 ± 10 %
Ток потребления, мА	.....	не более 6
Индукция срабатывания, мТл	.....	не более 100
Индукция отпускания, мТл	.....	не менее 30
Магнитный гистерезис, мТл	.....	не менее 6
Остаточное напряжение на выходе, В	.....	не более 0,4
		(при $B \geq 100 \text{ мТл}$)
Ток утечки, мкА	.....	не более 20
Время включения, мкс	.....	не более 0,25
Время выключения, мкс	.....	не более 0,5
Рабочий диапазон температур, °С	.....	от -10 до +70

Управляющее магнитное поле, необходимое для работы МИС, создается малогабаритными постоянными магнитами. При перемещении магнита относительно интегрального элемента Холла изменяется индукция пронизывающего его магнитного поля. Типичная зависимость выходного напряжения МИС от индукции управляющего магнитного поля показана на рис. 2. Возможно также использование МИС в комбинации с электромагнитом.

Микросхемы КБ1116КП1 могут быть использованы в устройствах бесконтактной коммутации, различных датчиках положения угла, скорости и других устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайс с Г. Физика гальваномагнитных полупроводниковых приборов и их применение. — М.: Энергия, 1974. — 384 с.
2. Стафеев В. И., Каракушан Э. И. Магнитодиоды. — М.: Наука, 1975. — 337 с.
3. Зайцев Ю. В., Ивин Г. Ф., Марченко А. Н. Магниторезистор на основе полупроводникового сплава InSb—NiSb. — Электронная промышленность, 1979, вып. 3, с. 20—22.
4. Магнитодиод КД304 — простейшая функциональная твердая схема / Г. А. Егизарян, Ю. С. Манвелян, Г. А. Мнацаканян, А. С. Саркисян. — Электронная промышленность, 1980, вып. 1, с. 42—44.

Статья поступила 29 января 1982 г.

УДК 621.3.049.77:537.611.2

Л. С. Лотов, Г. М. Нурмухамедов, Д. Д. Спиваков, Г. К. Чиркин

МАГНИТНАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ МИКРОСХЕМА К1605РЦ1

Интегральная микросхема на цилиндрических магнитных доменах (ЦМД) предназначена для использования в постоянных перепрограммируемых ЗУ с сохранением информации при отключении питания.

Прибор состоит из ЦМД-кристалла (рис. 1), наклеенного на основание с разводкой токовых цепей, двух плоских соленоидов X и Y, предназначенных для

формирования магнитного поля управления, вращающегося в плоскости кристалла, двух постоянных магнитов для создания нормального к плоскости

кристалла магнитного поля смещения $H_{см}$ и экрана из магнитомягкого материала (пермаллоя) для замыкания полей рассеяния от постоянных магнитов и экранирования микросхемы от постоянных и переменных внешних магнитных полей.

Основные параметры микросхемы определяются главным образом конструктивно-технологическими характеристиками магнитного кристалла, основой которого является эпитаксиальный слой доменосодержащего феррита-граната толщиной около 3 мкм, выращенный на монокристаллической немагнитной гадолинийгаллиевогранатовой пластинке толщиной около 500 мкм.

Технические характеристики микросхемы

Конструкция и размеры

Масса, г не более 40
 Число выводов 18
 Шаг выводов, мм 2,5
 Габариты, мм 30,5x27,5x11,6
 Информационная емкость, Кбит 256

Электрические параметры и режимы

Тактовая частота, кГц 100
 Токи управления, мА
 катушек X и Y $650 \pm 7\%$
 генератора $200 \pm 10\%$
 переключателей ввода и вывода $35 \pm 10\%$
 переключателя вывода в режиме репликации $80/35 \pm 10\%$

Сигнал считывания, мВ не менее 4
 Отношение сигнал/шум не менее 3
 Потребляемая мощность, Вт 1

Условия эксплуатации

Окружающая температура, °С рабочая (на корпусе микросхемы) 0—70 хранения информации от -40 до +85
 Внешнее магнитное поле в любом направлении, А/м 1600

Долговечность, сохраняемость

Минимальная наработка, ч 15000
 Срок хранения, лет 12

В эпитаксиальной пленке происходит перестройка доменной структуры от полосовой к цилиндрической при воздействии магнитного поля смещения $H_{см1} \sim 10000$ А/м. С помощью магнитооптического эффекта Фарадея можно визуализировать доменную структуру, при этом в полях, меньших $H_{см1}$, намагниченность гранатовой пленки ориентирована перпендикулярно плоскости кристалла в виде периодических полос с противоположным направлением магнитного вектора в соседних полосах. В полях $H_{см1} < H_{см} < H_{см2}$ доменная структура в однородно намагниченном материале феррита-граната может существовать

в виде ЦМД с намагниченностью, ориентированной противоположно остальной части пленки. Диаметр ЦМД приблизительно равен толщине эпитаксиального слоя, т.е. 3 мкм.

В поле $H_{см2} \sim 13000$ А/м ЦМД исчезают (коллапсируют) и пленка становится однородно намагниченной в одном направлении (например, снизу вверх). Таким образом, диапа-

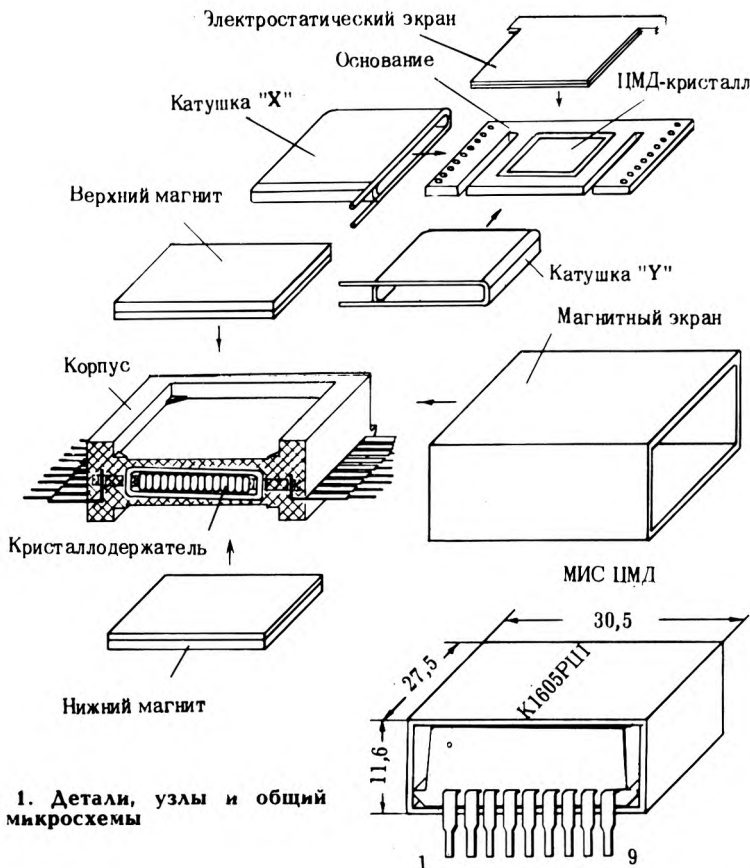


Рис. 1. Детали, узлы и общий вид микросхемы

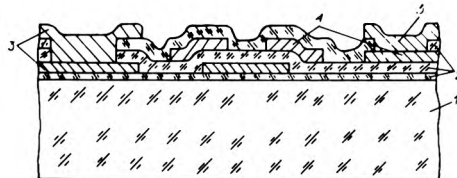


Рис. 2. Структура кристалла:

- 1 — гранатовая пластинка;
- 2 — слой двуоксида кремния;
- 3 — слой токовой разводки из сплава Al—Cu; 4 — слой из сплава пермаллой

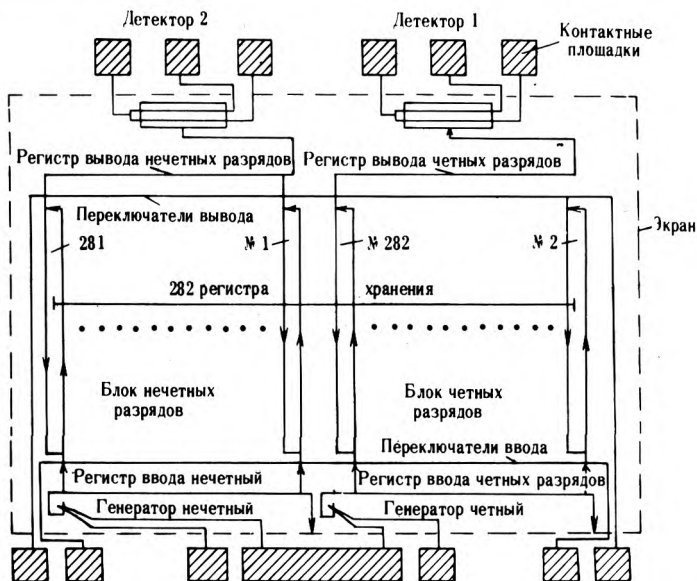


Рис. 3. Функциональная схема кристалла (стрелками показано направление движения доменов)

зон полей смещения, при которых существует устойчивая ЦМД-структура, составляет примерно 3000 А/м или 20—25% от поля коллапса.

Для формирования ЦМД, которые в микросхеме являются носителями информации, их продвижения, регистрации и стирания на кристалл наносится ряд технологических слоев с последующим формированием микрорисунка по каждому слою. На рис. 2 схематически показана структура кристалла, а на рис. 3 — функциональная схема. Кристалл размером 10x10 мм² состоит из двух информационных массивов (блоков), имеющих общие цепи управления. Различие в один бит в четном и нечетном регистрах ввода и вывода позволяет производить запись и стирание информации непрерывно за каждый такт поля управления, при этом домены формируются одновременно с помощью четного и нечетного генераторов.

При включении переключате-

лей ввода информация из четных позиций записываемого слова переносится в блок четных разрядов (регистров хранения), а нечетных — в блок нечетных регистров хранения. Неиспользованная информация нечетных позиций правого регистра ввода и четных левого при подаче нового записываемого слова проходит по регистрам ввода и через охранное ограждение выводится за пределы рабочей зоны кристалла. После прохождения регистров хранения и регистров вывода в устройстве считывания четные разряды регистрируются детектором 1, а нечетные — детектором 2 (см. рис. 3).

В регистрах хранения ЦМД циркулируют при действии вращающегося поля управления. При выключении поля перемещение доменов прекращается и возобновляется вновь

Ломов А.С., Паринов Е.П., Чиркин Г.К. Интегральные схемы на цилиндрических магнитных доменах. — Электронная промышленность. 1977, вып. 6, с. 65.

при повторном включении поля. Регистр вывода может работать в режиме репликации, т.е. считывания без разрушения информации, и в режиме переноса — с разрушением информации. Для преобразования информации из последовательности ЦМД в последовательность электрических импульсов использован магниторезистивный детектор, выполненный из того же пермаллоя, что и элементы продвижения ЦМД в регистрах ввода, хранения, вывода информации и в массиве, экранирующем рабочую зону. Для надежной работы микросхемы зазоры между элементами продвижения должны быть равны примерно половине ЦМД, т.е. 1,5 мкм с разбросом не более 0,2—0,3 мкм.

Кристалл содержит 282 кольцевых регистра сдвига для хранения информации, каждый емкостью 1025 бит, из них 26 регистров хранения являются избыточными.

Статья поступила 10 мая 1982 г.

УДК 621.395.61

А.З.Познанский, Т.Р.Пскович, А.А.Саганенко, А.А.Шибин

ИСТОКОВЫЙ ПОВТОРИТЕЛЬ — МИКРОФОННЫЙ ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ КБ1402УЕ1-1

Малозумящий *p*-канальный истоковый повторитель — микрофонный предусилитель КБ1402УЕ1-1, изготовленный по диффузионно-планарной технологии на монокристаллической подложке без специальной изоляции элементов, предназначен для использования в качестве предусилителя в электретах, конденсаторных и пьезоэлектрических микрофонах, во входных каскадах операционных усилителей, в схемах регистрации и усиления слабых электрических сигналов от высокоомных и емкостных датчиков и др.

Электрическая схема (рис. 1) со встречно-параллельными диодами на входе обеспечивает высокую помехоустойчивость при работе с емкостными источниками сигналов во всем диапазоне рабочих температур.

Электрические параметры и предельные рабочие режимы приведены в таблице. Истоковый повторитель отличается стабильностью основных электрических параметров. Так, коэффициент усиления напряжения K_u практически не меняется в диапазоне частот 1—10⁵ Гц, при изменении напряжения питания в пределах 0,8—2 В K_u составляет 0,4—0,5 и далее до $U_{и.п.} = 10В - 0,5$. Изменение тока потребления в диапазоне температур от -45° до +85° не превышает 10 мкА. На рис. 2, 3

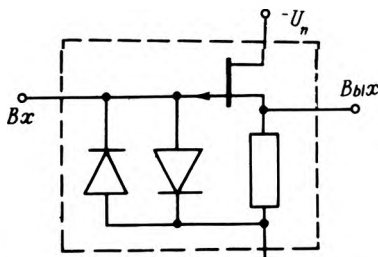


Рис. 1. Электрическая схема истокового повторителя КБ1402УЕ1-1

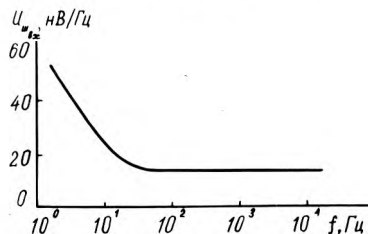


Рис. 2. Зависимость напряжения шума на входе от частоты

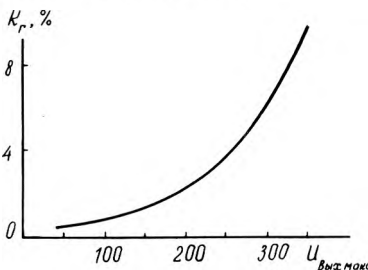


Рис. 3. Зависимость коэффициента гармоник от максимального выходного напряжения

Электрические параметры истокового повторителя при $T_{окр} = 25 \pm 5^\circ C$,
 $U_{п} = 1,2 В$, $C_{и} = 9,1 пФ$

Наименование параметра	Значение параметра		
	минимальное	типичное	максимальное
Коэффициент усиления напряжения	0,36	0,50	—
Ток потребления, мкА	—	40	70
Напряжение шума на выходе в полосе "А" по ГОСТ 17157-71, мкВ	—	1,8	2,5
Входной импеданс, МОм	30	—	—
Выходное сопротивление, кОм	—	2	3,5
Коэффициент нелинейности амплитудной характеристики	—	—	0,02
Граничные частоты полосы пропускания по уровню 0,95, Гц	2	—	2·10 ⁵

показаны изменения напряжения шума на входе предусилителя и коэффициента гармоник. Напряжение на входе истокового повторителя при сопротивлении источника сигнала $R_{с} = 0 Ом$ составляет $\pm 0,4 В$.

Микросхема выпускается в бескорпусном оформлении с мягкими золотыми выводами длиной 12,5 мм и диаметром 0,04 мм и поставляется потребителю в таре-спутнике. Кристалл размером 0,8x0,8 мм герметизирован эпоксидным компаундом.

Статья поступила 1 апреля 1982 г.

УДК 681.325.5:621.3.049.77

С.И.Лебедева, А.-В.В.Пятраускас

МИКРОСХЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ К1800ВБ2

Микросхема К1800ВБ2 предназначена для синхронизации микропроцессорных схем серии К1800; она может применяться также совместно с микросхемами серии К500 в различных цифровых устройствах. Функциональная схема К1800ВБ2 приведена на рис. 1.

Ниже перечислены назначения выводов микросхемы:
 "Сброс" — установка всех выходов синхроимпульсов в состояние "лог. 0";
 "Пуск" — запуск микросхемы;
 "Такт" — тактирование длительности выходных синхроимпульсов Ф1-Ф4;
 С1-С4 — программирование длительности синхроимпульсов (при $C_i = 0$ Φ_i имеет нормальную длительность, при $C_i = 1$ — двойную);
 С5-С6 — программирование числа синхроимпульсов;
 С7 — задание длительности последнего синхроимпульса (при $C7 = 1$ выходные импульсы имеют нормальную или двойную длительность, при $C7 = 0$ происходит хранение последнего импульса в состоянии "лог. 1");
 С8, С9, С10 — объединение двух или более микросхем;
 К — контроль (К = 0 при подаче сигнала "Сброс", окончании операций "Единый цикл" и "Остановка в конце цикла"; К = 1 — в остальных случаях);
 "3/0", "И/Т", "Р/П" ("Запуск/ Остановка",

"Импульсный/Тактовый", "Работа/Профилактика") — основные режимы работы, различные комбинации которых приведены в таблице (данные приводятся в отрицательной логике)

Профилактический режим, используемый в диагностических целях, задается подачей на входы "Р/П" "лог. 0". Четыре разновидности режима определяются сигналами на входах "3/0" и "И/Т":

- остановка в конце цикла — операция непрерывного цикла, устанавливаемая подачей на входы "3/0" и "И/Т" "лог. 1". При подаче сигнала "Пуск" микросхема продолжает периодическую выработку синхроимпульсов до остановки при переходе сигнала "3/0" из состояния "Запуск" в состояние "Остановка". При этом прекращается выработка синхроимпульсов (после формирования последнего запрограммированного сигналами С5 и С6 выходного синхроимпульса). Микросхема возвращается в этот режим работы при переходе сигнала "3/0" вновь в состояние "Запуск". Для начала выработки синхроимпульсов необходим сигнал "Пуск";
- остановка на импульсе — также операция непрерывного цикла, устанавливаемая подачей на входы "3/0" "лог. 1" и "И/Т" — "лог. 0". Как и в предыдущем режиме, при подаче сигнала "Пуск" микросхема начинает выработку синхроимпульсов, которая заканчивается на очередном синхроимпульсе при переходе сигнала "3/0" из состояния "Запуск" в состояние "Остановка". Для дальнейшего формирования синхроимпульсов необходим

очередной сигнал "Пуск", при этом следующие операции начнутся от точки остановки;

- единый цикл — диагностическая функция, устанавливаемая подачей на входы "3/0" "лог. 0" и "И/Т" — "лог. 1". При подаче сигнала "Пуск" микросхема вырабатывает один полный цикл синхроимпульсов, заканчивающийся после выработки последнего запрограммированного синхроимпульса;
- единый синхроимпульс — также диагностическая функция, устанавливаемая подачей сигналов на входы "3/0" "лог. 0". Сигналы "Пуск" заставляют микросхему работать циклами выработки запрограммированного числа синхроимпульсов, формируя очередной синхроимпульс при поступлении следующего сигнала "Пуск".

Рабочий режим задается подачей на вход "Р/П" "лог. 1". Четыре разновидности режима работы отличаются от профилактического режима сигналами запуска микросхемы для рабочего режима — "Остановка на импульсе", "Остановка в конце цикла". Эти режимы устанавливаются при переходе сигнала "3/0" из состояния "Остановка" в состояние "Запуск" и не требуют наличия входного сигнала "Пуск". Режимы "Остановка на импульсе" и "Остановка в конце цикла" заканчиваются, когда сигнал "3/0" возвращается в состояние "Остановка", как и в профилактическом режиме. Режимы "Единый цикл" и "Единый импульс" точно такие же, как в профилактическом режиме и требуют наличия сигнала "Пуск".

Две микросхемы или более могут объединяться для увеличения числа синхроимпульсов. На рис. 2 приведен пример наращивания двух микросхем для получения восьми синхроимпульсов Ф1-Ф8. Первая микросхема является основной, остальные — подчиненными. На вход С8 основной микросхемы подается сигнал "лог. 1", на эти же входы подчиненных микросхем — сигнал "лог. 0". Если работает одна микросхема, она считается основной и на С8 подается "лог. 1", выходы С9 и С10 объединяются (при наращивании вывод С10 последней микросхемы соединяется с выводом С9 первой). Микросхема имеет один вывод (12) для подключения напряжения питания и два общих вывода: схемы (24) и выходных усилителей (1).

Микросхема синхронизации разработана на схемах ЭСЛ и имеет следующие электрические параметры (в диапазоне температур от -10 до +75°С и при обдуве воздухом со скоростью 3 м/с):

Напряжение питания, В... от -4,94 до -5,46
 Ток потребления, мА 140
 Входное (выходное) напряжение, В
 низкого уровня от -1,65 до -1,85
 высокого уровня от -0,81 до -0,96
 Входной ток, мА
 низкого уровня 0,5
 высокого уровня 320
 Выходной ток, мА 40
 Время задержки распространения (при $R_L = 50$ Ом), нс 10
 Частота следования тактовых сигналов на входе, МГц 36

Микросхема изготавливается по биполярной технологии с изоляцией p-n переходом, конструктивно выполнена в керамическом DIP-корпусе с 24 выводами типа 2120.24-1.

Статья поступила 19 мая 1982 г.

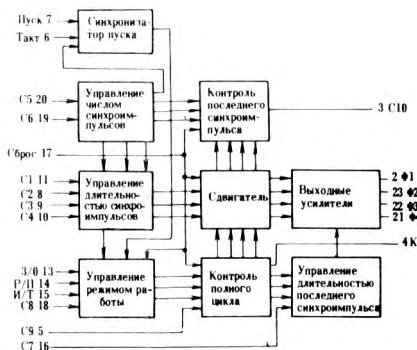


Рис. 1. Функциональная схема ИС К1800ВБ2

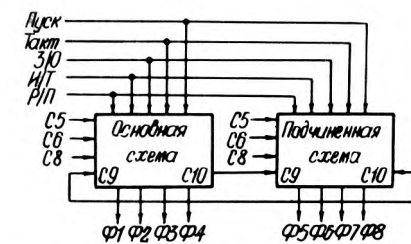


Рис. 2. Наращивание микросхем К1800ВБ2

Выбор режима работы К1800ВБ2

Сброс	Р/П	3/0	И/Т	Режим		Сигналы управления	
0	X	X	X	Сброс	X	X	
1	0	0	0	Профилактика	Остановка	Единый синхроимпульс	Пуск
		0	1			Единый цикл	Пуск
		1	0	Запуск	Остановка на импульсе	Запуск Пуск Конец 3/0	
		1	1		Остановка в конце цикла	Запуск Пуск Конец 3/0	
1	1	0	0	Работа	Остановка	Единый синхроимпульс	Пуск
		0	1			Единый цикл	Пуск
		1	0	Запуск	Остановка на импульсе	Начало 3/0 Конец 3/0	
		1	1		Остановка в конце цикла	Начало 3/0 Конец 3/0	

УДК 621.395.654/655

В.И.Золотаревский, А.В.Лукашенко, В.А.Тесленко

МИКРОМОЩНЫЕ 16-КАНАЛЬНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ КОММУТАТОРЫ К1104КН1

Малогабаритные аналоговые коммутаторы, выполненные по КМОП-технологии на основе структуры кремния на сапфире, находят широкое применение в устройствах связи с объектами АСУТП, в различных системах с высокой скоростью и точностью обработки информации.

Микро мощные 16-канальные коммутаторы аналоговых сигналов с управлением последовательным кодом и реверсивным опросом обладают более высоким по сравнению с коммутаторами 543КН1, 733КН1-2 быстродействием и меньшей потребляемой мощностью.

Микросхема К1104КН1 конструктивно выполнена в корпусе 429.42-1, а КБ1104КН1-2 — в бескорпусном исполнении с лепестковыми выводами.

Основные электрические параметры при $T = 25 \pm 5^\circ\text{C}$

Напряжение питания, В	
$U_{\text{ип1}}$ при управлении от КМОП ИС.....	от -8,1 до -9,9
$U_{\text{ип2}}$ при управлении от КМОП ИС.....	8,1 - 9,9
$U_{\text{ип2}}$ при управлении от ТТЛ ИС.....	4,5 - 5,5
$U_{\text{ип3}}$	8,1 - 9,9
Входное напряжение, В	
"лог. 1" $U_{\text{ип2}}$	2 - 0,5
"лог. 0" $U_{\text{ип2}}$	не более 0,4
Сопротивление в открытом состоянии при $U_{\text{ком}} = \pm 7\text{ В}$, $I_{\text{ком}} = 1\text{ мА}$, Ом.....	
	не более 400
Ток утечки на аналоговом входе при $U_{\text{ком}} = \pm 7\text{ В}$, нА.....	
	не более 100
на аналоговом выходе, нА.....	
	не более 200
на управляющем входе, мкА.....	
	не более 20
Время включения и выключения на $f_{\text{пер}} = 10\text{ кГц}$, нс.....	
	не более 220
Потребляемая мощность, мВт.....	
	не более 6,7
Входной ток "лог. 0", мкА.....	
	не более 150

Пределные значения допустимых электрических режимов эксплуатации

Напряжение источника питания, В	
$U_{\text{ип1}}$	не менее -10
$U_{\text{ип2}}$, $U_{\text{ип3}}$	не более 10
Напряжение на управляющих и тактовых входах, В.....	
	не менее -1,0; не более +10
Коммутируемый ток, мА.....	
	не более 10
Рассеиваемая мощность, мВт.....	
	не более 500*
Максимальное коммутируемое напряжение, В.....	
	-7,5; +7,5
Частота переключения, МГц.....	
	не более 2

*При $T_{\text{окр}} = 35 \div 85$ мощность рассеивания рассчитывается по формуле

$$P_{\text{рас}} = \frac{150 - T_{\text{окр}}}{0,23}$$

Использование КМОП-технологии на основе структуры кремния на сапфире [1, 2] привело по сравнению с р-МОП технологией к уменьшению в 5—10 раз паразитных емкостей МДП-транзисторов и увеличению в 2—2,5 раза плотности их компонентов.

Основными структурными элементами микросхемы (рис.1) являются коммутирующее устройство, состоящее из совокупности ключей, электрически соединенных между собой, и устройство управления [3]. Коммутирующее устройство содержит 16 аналоговых каналов (ячейки А1—А16), каждый из которых представляет собой двухполюсный переключатель (рис.2).

бой трехинверторный квазистатический триггер с тактированием питания второго инвертора [4], а ячейка параллельного регистра — статический RS-триггер [5].

Микросхема совместима с ТТЛ и КМОП интегральными схемами благодаря применению устройства согласования уровней [6]. При работе с КМОП ИС вывод «Выбор согласования» необходимо подключать к выводу «Общий», а при работе с ТТЛ — к выводу $U_{\text{пз}}$.

Микросхема может работать в трех режимах:

— в режиме последовательной выборки заданного числа каналов, осуществляемой при наличии «лог. 1» на выводе «Разрешение опроса». На вывод

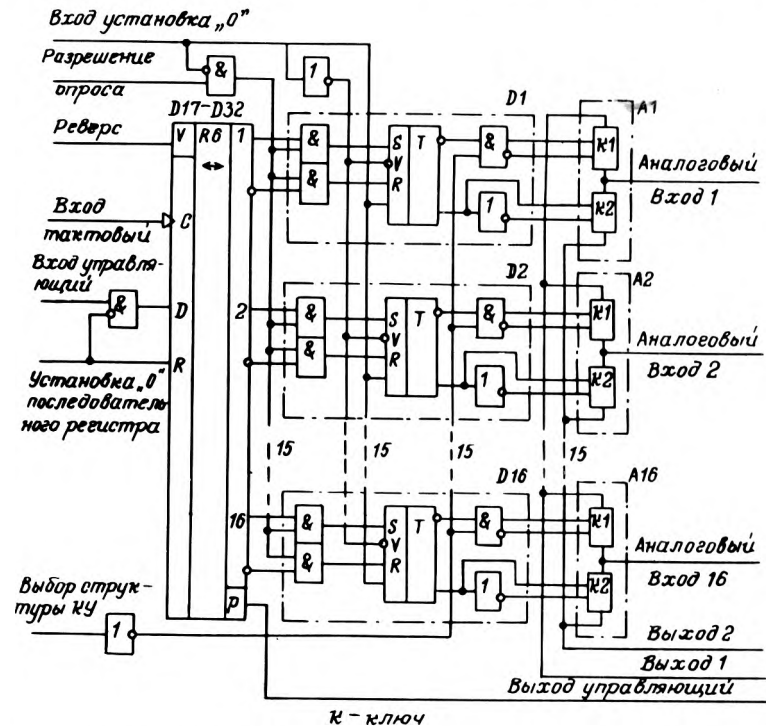


Рис. 1. Функциональная электрическая схема коммутатора К1104КН1 (КБ1104КН1-2)

Устройство управления содержит 16-разрядный параллельный регистр (ячейки Д1—Д16), 16-разрядный последовательный реверсивный регистр (Д17—Д32), схемы формирователей входных управляющих сигналов, а также схему формирователя выходного управляющего сигнала. Каждая ячейка последовательного регистра представляет со-

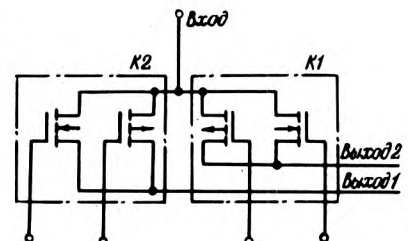


Рис. 2. Электрическая схема двухполюсного аналогового переключателя.

«Вход управляющий» подается управляющий импульс с частотой $f_r/n(f_r$ — частота тактового сигнала, n — количество последовательно опрашиваемых каналов), перекрывающий один тактовый импульс;

— в режиме параллельного опроса заданного числа каналов при управлении последовательным кодом. В этом режиме устройство управления работает аналогично преобразователю последовательного кода в параллельный. По окончании записи кода, несущего информацию о номерах опрашиваемых каналов, в последовательный регистр на вывод «Разрешение опроса» подается сигнал с уровнем напряжения «лог. 1», в результате чего информация переписывается из последовательного регистра в параллельный, обеспечивая опрос заданных каналов;

— в режиме опроса каналов в течение времени, меньшего длительности периода следования тактового импульса ($t_{опр} < T_T$), осуществляемого подачей в режиме последовательной выборки каналов на вывод «Установка «0» параллельного регистра» импульсов с периодом T , длительностью $T_T - t_{опр}$ и с задержкой относительно тактового импульса U_T на время $t_{опр}$

Параметры коммутатора определяются характеристиками устройства управления, коммутирующего устройства, а также характеристиками, общими как для коммутирующего устройства, так и для устройства управления.

Основные параметры коммутирующего устройства: сопротивление ключа в открытом состоянии в заданном диапа-

зоне коммутируемых сигналов; токи утечки аналогового входа и выхода.

Основные параметры устройства управления: ток утечки управляющего входа, мощность потребления устройством управления, выходное управляющее напряжение «лог. 0» и «лог. 1», время задержки переключения выходного управляющего напряжения из состояния «лог. 0» в состояние «лог. 1», время задержки переключения выходного управляющего напряжения из состояния «лог. 1» в состояние «лог. 0».

Основные параметры, характеризующие коммутирующее устройство и устройство управления: время включения и выключения, амплитуда и длительность выбросов на аналоговом выходе коммутатора.

Основные параметры режимов эксплуатации: коммутируемое напряжение, частота переключения, коммутируемый ток.

Использование в многоканальных коммутаторах элементарных МОП-структур позволяет существенно уменьшить изменение сопротивления в открытом состоянии от уровня коммутируемого напряжения. Среднеквадратичное отклонение разброса сопротивлений ключей для одной микросхемы не превышает 10 Ом.

Параллельное включение n - и p -канальных транзисторов, составляющих элементарный МДП-ключ (см. рис. 2), позволяет также уменьшить суммарный ток утечки по входу и выходу, определяемый в основном обратными токами p - n переходов.

Противофазное управление n - и p -канальными транзисто-

рами ключа уменьшает уровень динамической помехи, возникающей за счет перезаряда емкостей затвор-сток, затвор-исток. Динамическую помеху можно также уменьшить подбором сопротивления нагрузки. Исследования показали, что при значениях нагрузки более 2 кОм амплитуды выбросов практически не меняются.

Высокое быстродействие, малая потребляемая мощность, большие функциональные возможности гарантируют широкое применение микросхем К1104КН1 и КБ1104КН1-2 в устройствах ввода-вывода автоматических систем управления на базе микропроцессоров, промышленного телевидения и связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серийноспособные КМОП БИС на сапфировых подложках.— Электроника, пер.журн. «Electronics», 1977, № 11, с. 23—36.
2. Быстродействующие КМОП БИС на сапфировых подложках.— Электроника, пер.журн. «Electronics», 1975, № 12, с. 47.
3. В. И. Золотаревский, В. М. Некрасов — Структурная организация многоканальных коммутаторов на БИС.— Электронная техника. Сер. 9. Экономика и системы управления, 1980, вып. 2, с. 132—136.
4. А.с.832600 (СССР). Элемент памяти для регистра сдвига/В.И.Золотаревский, В.М.Некрасов.— Оpubл. в Б.И., 1981, № 19.
5. А.с.875596 (СССР). Триггер на взаимодополняющих МДП транзисторах/В.И. Золотаревский, В.М.Некрасов.— Оpubл. в Б.И., 1981, № 39.
6. А.с.818015 (СССР). Устройство согласования ТТЛ схем с МДП интегральными схемами/В.И.Золотаревский и др.— Оpubл. в Б.И., 1981, № 12.

Статья поступила 18 ноября 1982 г.

УДК 681.327.019.3

В.С.Борисов, В.В.Горемыкин, В.С.Никулин

МИКРОСХЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ И ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК В ЗУ

Использование специализированной БИС в полупроводниковых ЗУ с информационной емкостью выше 32 Кбайт повышает в 60 раз и более надежность функционирования ЗУ.

С увеличением использования в устройствах памяти вычислительных систем полупроводниковых БИС ЗУ все более широкое распространение находят схемотехнические методы повышения надежности функционирования на основе корректирующих кодов [1—5]. Наиболее эффективна реализация этих методов в виде специализированных БИС [6],

используемых в качестве интерфейсных схем в устройствах памяти.

Микросхема типа К5551Ж1 предназначена для исправления одиночных и обнаружения двойных, тройных и других нечетных ошибок, а также ошибок типа "все нули" и "все единицы" в полупроводниковых запоминающих устройствах с 16-разрядным форматом информационных данных. Для обнаружения и исправления ошибок (ОИО) используется модифицированный код Хемминга/22, 16/, представленный системой уравнений (где символ "+" обозначает суммирование по модулю два):

$$\begin{aligned} K_0 &= D_0 + D_2 + D_3 + D_4 + D_6 + D_8 + D_{10} + D_{12} + \\ &+ D_{14} + D_{15}, \\ K_1 &= D_0 + D_1 + D_3 + D_6 + D_7 + D_{10} + D_{11} + D_{12} + \\ &+ D_{13} + D_{15}, \\ K_2 &= D_0 + D_1 + D_2 + D_4 + D_5 + D_8 + D_9 + D_{12} + \\ &+ D_{13} + D_{14}, \\ K_3 &= D_1 + D_2 + D_3 + D_5 + D_7 + D_9 + D_{11} + D_{13} + \\ &+ D_{14} + D_{15}, \\ K_4 &= D_4 + D_5 + D_6 + D_7 + D_{12} + D_{13} + D_{14} + D_{15}, \\ K_5 &= D_8 + D_9 + D_{10} + D_{11} + D_{12} + D_{13} + D_{14} + D_{15}. \end{aligned}$$

БИС ОИО функционирует следующим образом (рис. 1). В режиме формирования контрольных разрядов (табл. 1) информация, под-

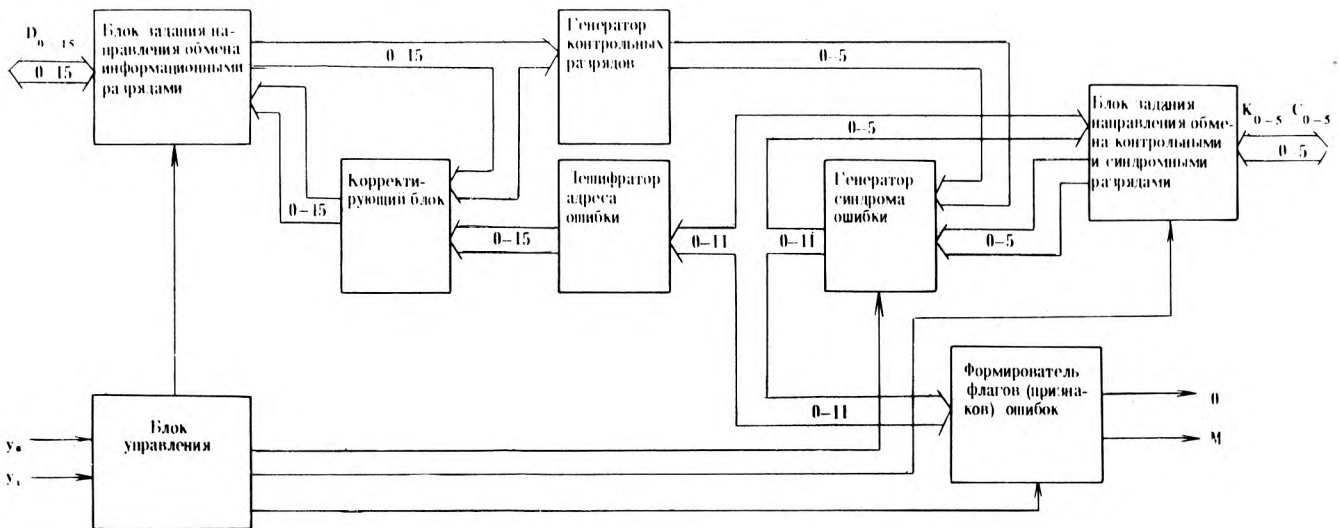


Рис. 1. Структурная схема БИС ОИО

Таблица 1

Входы управления		Цикл памяти	Режим работы	Характер информации на шине D_i	Характер информации на шине K_i / C_i	Флаги ошибок О и М
У0	У1					
0	0	Запись	Формирование контрольных разрядов	Входные информационные разряды в ЗУ	Выходные контрольные разряды с БИС ОИО	Запрещены
1	0	Считывание	Запись информационных разрядов из ЗУ в БИС ОИО	Входные информационные разряды из ЗУ	Входные контрольные разряды из ЗУ	Запрещены
1	1	"	Блокировка информации и разрешение флагов ошибки	Выключенное состояние	Выключенное состояние	Разрешены
0	1	"	Выдача исправленного информационного слова и синдрома ошибки	Выходные информационные разряды с БИС ОИО	Выходные разряды синдрома ошибки с БИС ОИО	Разрешены

рома ошибки на основе ранее поступивших контрольных разрядов из блока задания направления обмена контрольными и синдромными разрядами и новых, сформированных на базе считываемой из ЗУ 16-разрядной информации, формирует синдром ошибки в соответствии с табл. 2.

Основные электрические параметры БИС К555ВЖ1 в диапазоне температур от -10 до +70 °С

Напряжение питания, В	4,75-5,25
Выходное напряжение, В	"лог. 1" не менее 2,7
"лог. 0"	не более 0,5
Входной ток, мкА	"лог. 1" не более 20
"лог. 0"	не более -200
Максимальный ток потребления, мА	не более 230
Время формирования, нс	
контрольных разрядов	65
флага одиночной ошибки	30
флага многократной ошибки	40

Таблица 2

Синдром ошибки S_i	Содержимое разрядов								
	0	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Обозначения: S_i - синдром ошибки; О - многократная обнаруживаемая ошибка; М - многократная необнаруживаемая ошибка; D_i - номер информационного разряда, содержащего ошибку; K_i - номер контрольного разряда, содержащего ошибку; НО - нет ошибок.

лежащая записи в ЗУ, через блок задания направления обмена информационными разрядами поступает на входы генератора контрольных разрядов, в котором формируются контрольные разряды в соответствии с вышеприведенной системой уравнений. Далее контрольные разряды через генератор синдрома ошибок и блок задания направления обмена контрольными и синдромными разря-

дами поступают для записи в дополнительное ЗУ (рис. 2). В режиме обнаружения и исправления ошибок информационные и контрольные разряды поступают на входы блока задания направления обмена информационными разрядами и блока задания направления обмена контрольными и синдромными разрядами, соответственно (рис. 3). Генератор синд-

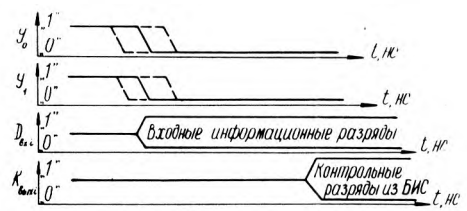


Рис. 2. Временная диаграмма режима записи (формирование контрольных разрядов)

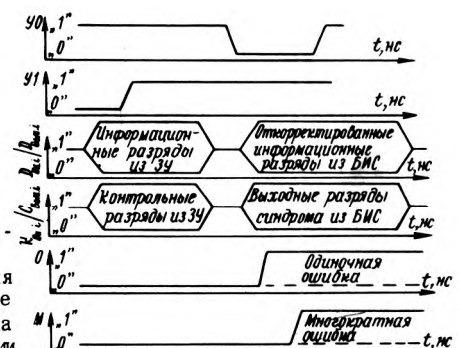


Рис. 3. Временная диаграмма режима считывания (обнаружение и исправление ошибок)

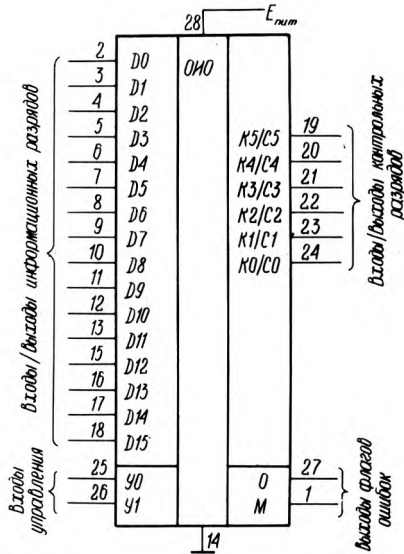


Рис. 4. Функциональное назначение выводов БИС ОИО

Дешифратор адреса в случае одиночной ошибки определяет ее адрес, который исправляется в корректирующем устройстве. Исправленная информация поступает на выходы блока задания направления обмена информационными разрядами. На основе синдрома ошибки формируются два флага ошибки: одиночной и многократной (двойной, тройной и т.д.).

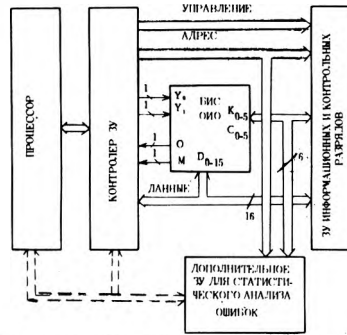


Рис. 5. ЗУ, реализующее функции ОИО

БИС ОИО изготавливается в 28-выводном пластмассовом корпусе типа 2121.28-1. Функциональное назначение выводов приведено на рис. 4.

На рис. 5 приведена структурная схема вычислительного устройства с блоком ЗУ, в котором функции ОИО реализованы на базе выше рассмотренной интерфейсной БИС. Методика расчета количественных характеристик улучшения надежности при выборе варианта технического решения рассмотрена в работе [6]. При побайтовой обработке информации в 16-разрядном формате данных необходимо использовать внешний регистр для обеспечения цикла "считывание - модификация - запись".

Применение БИС ОИО позволяет повысить надежность функционирования по-

лучпроводниковых ЗУ, выбрать оптимальный режим проведения профилактических и ремонтных работ для блоков ЗУ и вычислительной системы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. У о л л Э. Использование контроля по коду Хемминга в микропроцессорных системах.— Электроника (пер.журн. «Electronics»), 1978, т. 51, № 23, с. 61—67.
2. Специализированный прибор для исправления ошибок.— Электроника (пер.журн. «Electronics»), 1979, т. 52, № 24, с. 27—37.
3. Х и н д и н Х.Дж. Контроль и исправление ошибок в многоразрядных устройствах памяти.— Электроника (пер.журн. «Electronics»), 1982, т. 55, № 11, с. 52—66.
4. С м и р н о в Р.В., С о ф и й с к и й Г.Д. К вопросу оценки надежности при ЗУ с коррекцией однократных ошибок.— Вычислительная техника, 1980, № 7, с. 55—66.
5. Б о р и с о в В.С. Полупроводниковое ЗУ с повышенной надежностью функционирования.— Электронная промышленность, 1979, вып. 5, с. 20—22.
6. Б о р и с о в В.С. Количественные характеристики повышения надежности полупроводникового ЗУ при обнаружении и исправлении ошибок.— Микроэлектроника, 1982, т. 11, № 2, с. 109—112.

Статья поступила 26 ноября 1982 г.

УДК 621.3.049.77.014.2

В.М.Лукашенко, Е.Г.Скуратов, В.В.Суслов

МАЛОМОЩНЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ КОММУТАТОР Б1110КН1-2

Бескорпусная микросхема Б1110КН1-2 предназначена для применения в гибридных интегральных микросхемах, микросборках и аппаратуре в качестве коммутатора аналоговых сигналов и специализированной линии задержки, способных работать при криогенной температуре.

Конструктивно микросхема Б1110КН1-2 представляет собой кристалл с лепестковыми выводами. Материал выводов микросхемы — алюминиевая фольга толщиной 30 мкм, длиной 1,2 мм, шириной 60—70 мкм.

Для измерения электрических параметров микросхема монтируется в тару-спутник с проволочными выводами диаметром 0,5 мм,

расположенными с шагом 1,25 мм (рис. 1). Размеры плоско-параллельной посадочной площадки 26 × 26 мм².

Основные конструктивные параметры и электрические характеристики

Размер кристалла, мм	6 × 3 × 0,4
Число входных (выходных) шин коммутируемых сигналов	2
коммутатора	32
регистра	32
Число элементов памяти сдвигового регистра, бит	32
Число выводов микросхемы	42
Частота переключения, МГц	не более 1
Минимальная рабочая температура, °С	—196
Сопротивление открытого ключа, Ом	не более 500

Потребляемая мощность на один канал, мкВт	не более 100
Время включения (выключения), мкс	не более 0,5
Ток утечки выходной шины коммутатора, А	не более 0,7 × 10 ⁻⁹
Амплитуда управляющих напряжений, В	—15
Коммутируемое напряжение, В	—5

Микросхема позволяет коммутировать напряжение с амплитудой до —10 В (рис. 2).

В режиме коммутации аналоговых сигналов микросхема Б1110КН1-2 позволяет коммутировать одно из двух значений выходных напряжений на 32 выхода последовательно, а второе — параллельно. Работа МДП-транзистора в ключевом режиме обеспечивает возможность коммутирования напряжения с 32 входов на один выход последовательно, что позволяет использовать только один усилительный каскад для дальнейшей обработки информационного сигнала.

Режим задержки сигнала реализуется микросхемой на основе сдвигового регистра с последовательно-параллельными выходами.

Время задержки $t_{зд}$ определяется по формуле

$$t_{зд} = \sum_{i=1}^n 2\tau n_i$$

где n_i — число работающих каналов; $\tau = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2f}$ — длительность импульса управления (f — частота переключения).

Статья поступила 14 апреля 1982 г.

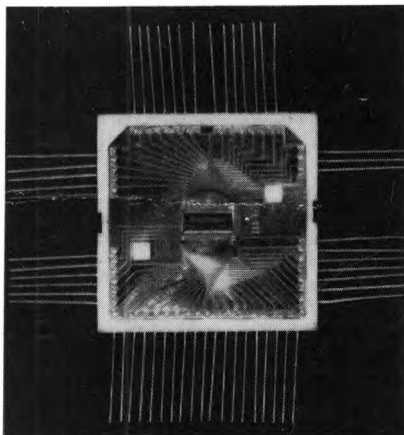


Рис. 1. Микросхема в таре-спутнике без крышки

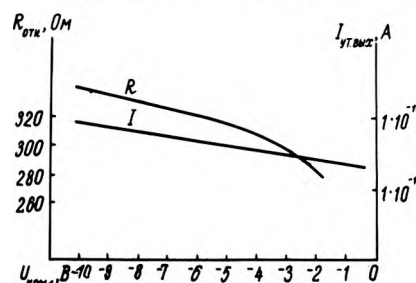


Рис. 2. Типовые зависимости сопротивления открытого ключа и тока утечки выходов от коммутируемого напряжения

УДК 621.3.049.77:621.397.62

И.В.Байдалинов, А.В.Юровский

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ЦВЕТНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

Повышение функциональной сложности и улучшение технико-экономических показателей телевизионных ИС определяются совершенствованием технологии их изготовления, увеличивающей степень интеграции от 160 элементов в ИС первого поколения до 5000 в аналого-цифровых БИС третьего поколения.

Распространение программ цветного телевизионного вещания вызывает необходимость замены парка черно-белых телевизионных приемников цветными, для чего требуется выпуск примерно 50 млн. цветных телевизоров. При сохранении существующих схем цветных телевизоров, например телевизоров УЛПЦТ, для их выпуска необходимо приблизительно 70 млрд. радиокомпонентов и 14 млн. кВт электроэнергии. Разработка новых схемотехнических и конструктивных решений, основанных на применении ИС, дает возможность в 2–2,5 раза уменьшить количество элементов и в 2–3 раза снизить мощность, потребляемую телевизором. Комплексная разработка каждого поколения ИС для телевизионных приемников дает возможность построения функционально законченных, согласованных между собой узлов цветного телевизора.

Ниже приведены сравнительные данные о количестве элементов в различных типах телевизоров и потребляемой ими мощности:

	Количество элементов, шт.	Потребляемая мощность, Вт
Телевизор на лампах и полупроводниках	1500	280
Телевизор на ИС первого поколения	1300	180
второго поколения	900	140–150
третьего поколения (с блоком дистанционного управления)	700	100

Рассмотрим основные особенности функциональных блоков цветных телевизоров на основе ИС первого, второго и третьего поколений и перспективы дальнейших разработок в этой области.

Радиоканал телевизора состоит из селектора телевизионных каналов, усилителей промежуточной частоты изображения и звука с демодуляторами.

В телевизионных ИС первых двух поколений создание селектора каналов не предусматривалось, так как для его работы в диапазоне частот до 960 МГц требовалось применение транзисторов с предельной частотой 5–6 ГГц, реализация которых в составе полупроводниковой ИС в тот период была затруднена. В третьем поколении благодаря созданию технологии высокочастотных интегральных транзисторов предусмотрена разработка специализированной полупроводниковой ИС для преобразования и предварительного усиления промежуточной частоты в селекторе телевизионных каналов.

Усилитель промежуточной частоты изображения (УПЧИ) определяет основные каче-

ственные параметры телевизионного приемника: чувствительность, помехоустойчивость, полосу пропускания принимаемого сигнала, линейность.

В первом поколении для УПЧИ была разработана ИС типа К174УР2, содержащая усилитель, демодулятор, систему АРУ и предварительный видеусилитель. Типовые значения ИС: чувствительность — 180 мкВ, размах выходного сигнала — $3,3 \pm 0,9$ В, диапазон АРУ — 50 дБ. Во втором поколении создана ИС К174УР5, содержащая дополнительно частотный демодулятор для автоподстройки частоты селектора каналов и подавитель импульсных помех. Типовые значения ИС: чувствительность — 100 мкВ, размах выходного сигнала — $3,5 \pm 0,5$ В с фиксацией в отличие от К174УР2 уровней "черного" и "белого", диапазон АРУ — 60 дБ. ИС третьего поколения того же состава, что и ИС К174УР5, но с двойным управлением АРУ (по синхрипульсу и по уровню "черного"), более широкой полосой пропускания и сниженной дифференциальной нелинейностью (не более 3% при типовом значении около 10%).

Во всех перечисленных ИС для модуляции применены синхронные детекторы с выделением для их работы опорной частоты на специальном колебательном контуре. В перспективе предусматривается создание ИС с демодулятором, не требующим колебательных контуров, что с учетом замены ФСС пьезокерамическим фильтром позволит построить УПЧИ без применения моточных изделий.

Для усилителей промежуточной частоты звука в первом поколении разработана ИС К174УР1, содержащая усилитель-ограничитель, синхронный частотный детектор и электронный регулятор громкости с предварительным УНЧ. В ИС У174УР4 второго поколения содержится дополнительный выход демодулированного сигнала постоянного уровня для записи на магнитофон. Коэффициент гармоник в выходном сигнале — около 1,5%.

В третьем поколении предусматривается создание ИС для квазипараллельного канала звука, что позволит получить коэффициент гармоник меньше 0,5%, т.е. создать телевизор с каналом звукового сопровождения, удовлетворяющим стандартам Hi-Fi, и уменьшить взаимное влияние каналов звука и изображения.

Блок цветности — наиболее важный узел цветного телевизора, в котором насчитывается примерно 25% элементов телевизора. В комплексе ИС первого поколения не содержалось схемы опознавания и цветовой синхронизации; для этой цели использовались цифровые ИС серии К155. Схема демодулятора в этом комплексе К174ХА1 — одноканальная. Комплект второго поколения имеет ИС опознавания и цветовой синхронизации К174ХА9, схема демодуляции блока цветности — двухканальная. В результате при сохранении качественных параметров блок цветности с применением ИС второго поколения выполняется на 187 элементах вместо 301.

Для блока цветности на ИС третьего поколения разрабатывается комплект из двух

БИС — однокристалльного декодера, не требующего применения моточных изделий, и схемы обработки демодулированных сигналов; общее количество деталей в блоке будет уменьшено до 105. В перспективе предусматривается разработка комплекта БИС для блока цветности с цифровой обработкой информации.

Блок разверток в большинстве современных телевизоров состоит из селектора синхрипульсов и задающего генератора строчной развертки с частотной и фазовой автоподстройкой, выполненных на одной микросхеме, и генератора кадровой развертки, содержащего задающий генератор и мощный выходной каскад (на второй ИС). Выходной каскад строчной развертки выполняется на внешних дискретных элементах — тиристорах или транзисторах. В соответствии с такой структурой была разработана ИС первого поколения К174АФ1, представляющая собой задающий генератор строчной развертки с автоподстройкой частоты и фазы, и селектор синхрипульсов. Схема рассчитана на применение совместно с тиристорным выходным каскадом строчной развертки.

Во втором поколении для строчной развертки разработана ИС К174ХА11, рассчитанная на применение совместно с транзисторным и тиристорным выходными каскадами строчной развертки. Схема отличается повышенной стабильностью частоты и фазы и имеет дополнительные узлы для формирования импульсов, управляющих блоком цветности.

Для кадровой развертки в первых двух поколениях применяется ИС типа К174ГЛ1, содержащая функционально законченный генератор кадровой развертки с выходным каскадом, обеспечивающим максимальный ток в отклоняющей катушке до 1,6 А.

В третьем поколении для ИС кадровой развертки разрабатывается схема с максимальным выходным током 2,5 А в корпусе типа "Мультиватт" (ТО220) с улучшенным теплоотводом. В перспективе предусматривается создание комбинированных ИС строчной и кадровой развертки с цифровым пересчетом строчной частоты в кадровую и с выходными каскадами, работающими в режиме класса Д.

Блок управления. Во всех телевизорах, выпускаемых с 1980 г., применяется квазисенсорная схема коммутации каналов. Унифицированные сенсорные блоки выполнены на гибридных ИС, разрабатываются также блоки на полупроводниковых ИС. В новых моделях предполагается применение блока дистанционного управления с автоматической настройкой на основе синтеза частот, для чего разрабатывается БИС управления частотой.

Создание современных ИС для цветных телевизоров способствует разработке новых схемотехнических решений, улучшающих технико-экономические показатели телевизионных приемников.

Статья поступила 17 декабря 1982 г.

УДК 621.3.049.77:621.396.97

И.В.Байдалинов, П.П.Полятыкин, А.В.Юровский

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ

К основным типам современных радиоприемников относятся малогабаритные радиоприемники с батарейным питанием, работающие в ДВ-СВ или СВ-УКВ диапазонах; портативные всеволновые радиоприемники с комбинированным (батарейным и сетевым) питанием для работы в ДВ, СВ, КВ, УКВ диапазонах; приемные тракты в составе переносных кассетных магнитол с комбинированным питанием; высококачественные тонеры — приемные тракты УКВ диапазона, применяемые как приставка к системе высококачественного воспроизведения звука.

Разработан ряд полупроводниковых ИС, удовлетворяющих требованиям радиоприемных устройств всех типов по чувствительности, напряжению питания, потребляемой и выходной мощности:

ИС K174XA2 для АМ приемного тракта радиоприемников первого, второго и третьего классов, работающих в ДВ, СВ и КВ диапазонах;

ИС K174YR3 для ЧМ приемного тракта радиоприемников второго и третьего классов;

ИС K174XA6 для ЧМ приемного тракта радиоприемников первого и высшего классов;

ИС преобразователя частоты УКВ диапазона K174PC1, на основе которой разработаны унифицированные модули УКВ блока для радиоприемников практически всех классов;

ИС K174XA10, представляющая собой однокристалльный АМ-ЧМ приемный тракт с демодулятором и усилителем низкой частоты для малогабаритных недорогих приемников третьего и четвертого классов;

интегральная схема стереодекодера K174XA14 для работы в УКВ-ЧМ приемниках первого и второго классов;

интегральные схемы усилителей низкой частоты K174YH4, K174YH7, K174YH9, K174YH11 с выходной мощностью 1; 4,5; 7,5 и 15 Вт.

Интегральная схема K174XA2 содержит дифференциальный каскад усилителя высокой частоты, двойной балансный смеситель с отдельным стабилизированным симметричным гетеродином, четырехкаскадный дифференциальный усилитель промежуточной частоты с АРУ, усилители постоянного тока для управления АРУ и индикатором настройки. Работает с внешним диодным детектором, используемым для демодуляции принимаемого сигнала и для АРУ в частотном диапазо-

не от 100 кГц до 50 МГц.

Чувствительность при отношении сигнал/шум 20 дБ, мкВ 7
 Коэффициент гармоник в выходном сигнале, % 2
 Диапазон АРУ, дБ 70
 Напряжение питания В 3,5—12
 Ток потребления при $U_{н.п.}=9В$, мА 12

Интегральная схема K74YR3 состоит из усилителя-ограничителя, синхронного частотного демодулятора и предварительного усилителя НЧ с электронной регулировкой усиления. Минимальное входное напряжение ограничения, мкВ . . . не более 60
 Выходное демодулированное напряжение, мВ 160
 Коэффициент гармоник в выходном напряжении, % . . . 1
 Ток потребления при $U_{н.п.}=6В$, мА 12

Интегральная схема K174XA6 состоит из усилителя-ограничителя, синхронного демодулятора, предварительного УНЧ с электронной регулировкой усиления, узла бесшумной настройки, усилителя постоянного тока для управления индикатором настройки.

Минимальное входное напряжение ограничения, мкВ не более 60
 Выходное демодулированное напряжение, мВ 160
 Коэффициент гармоник в выходном напряжении, % 1
 Напряжение питания, В 4,5—15
 Ток потребления, мА 16

Интегральная схема K174XA10 состоит из двойного балансного смесителя для АМ тракта с отдельным гетеродином, усилителя промежуточной частоты (работающего как усилитель с АРУ при приеме АМ сигналов и как усилитель-ограничитель при приеме ЧМ сигналов), АМ-ЧМ транзисторного демодулятора, схемы АРУ, усилителя низкой частоты.

В АМ режиме
 Чувствительность при отношении сигнал/шум 20 дБ, мкВ не менее 50
 Выходное напряжение НЧ на выходе демодулятора, мВ . . . не менее 30
 Коэффициент гармоник на выходе демодулятора, % . . ~3

В ЧМ режиме
 Минимальное входное напряжение ограничения, мкВ не более 50

В режиме УНЧ
 Выходная мощность на нагрузке 8 Ом, Вт не менее 0,3
 Коэффициент гармоник, % не более 2
 Напряжение питания, В 3,5—12

Интегральная схема K174PC1 представляет собой двойной балансный перемножитель функций. Предназначена для преобразования частоты УКВ диапазона (до 200 МГц).

Крутизна преобразования на частоте 100 МГц, мА/В не менее 5
 Коэффициент шума, дБ не более 8
 Напряжение питания, В 3,5—12

Интегральная схема стереодекодера K174XA14 предназначена для декодирования стереосигналов с полярной модуляцией с помощью синхронного декодера, управляемого петлей ФАПЧ. Опорная фаза для контура ФАПЧ формируется из поднесущей в исходном сигнале с помощью удвоителя и делителей частоты. Схема снабжена сервисными узлами — автоматическим опознаванием стереопередачи, управлением индикатором стереосигнала, переключателем стерео-моно.

Переходное затухание между каналами, дБ не более 32
 Коэффициент гармоник, % не более 0,7
 (типовое значение 0,12)

Небаланс между каналами, дБ не более 3
 Напряжение питания, В 12

Перечисленный ряд ИС дает возможность создать в интегральном исполнении все функциональные узлы радиоприемников первого — четвертого классов.

Дальнейшие разработки ИС для радиоприемников планируются в следующих направлениях:

— интегральные схемы АМ и ЧМ трактов с повышенными параметрами для приемников высшего класса;

— интегральные схемы с малым напряжением питания и малой потребляемой мощностью для малогабаритных радиоприемников;

— сервисные схемы для автоматического управления радиоприемными устройствами и комплексами.

Для создания новых схем ведутся работы по совершенствованию технологии, повышению плотности элементов в схеме и увеличению степени интеграции.

Применение ИС в радиовещательных приемниках дает возможность уменьшить количество комплектующих изделий в два — три раза, снизить трудоемкость монтажа и регулировки, а в ряде случаев полностью исключить регулировочные операции.

Статья поступила 18 декабря 1982 г.

УДК 621.382.3.029.64:546.28

В.В.Бачурин, А.К.Бельков, С.С.Бычков, Е.А.Садковская

МОЩНЫЙ МДП-ТРАНЗИСТОР КП911

Кремниевый СВЧ транзистор КП911 предназначен для использования в генераторных, усилительных и других радиоэлектронных устройствах с рабочей частотой до 1000 МГц. Выполнен в металлокерамическом корпусе КТ-18 с полосковыми выводами. Активная область прибора изготавливается по планарно-эпитаксиальной технологии с применением процессов ионного легирования и анизотропного травления кремния в щелочных растворах и базируется на конструкции МДП-транзистора с V-образной канавкой. Эффективная длина канала 1—1,5 мкм, его суммарная протяженность — 12 см, толщина изолятора затвора 0,20—0,25 мкм.

Основные электрические параметры приборов КП911А, Б при температуре окружающей среды $T_{окр.} = 25 \pm 10^\circ C$ представлены в таблице

На рис.1—4 приведены основные характеристики транзисторов КП911А и КП911Б.

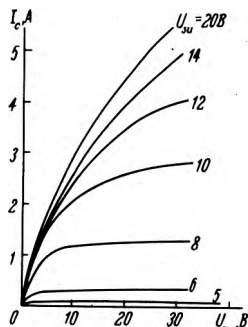


Рис. 1. Выходные вольт-амперные характеристики транзисторов КП911

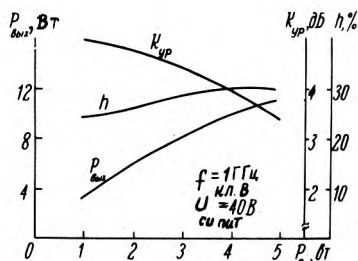


Рис. 2. Типовая зависимость выходной мощности, коэффициента усиления по мощности и коэффициента полезного действия транзистора от входной мощности на частоте 1 ГГц

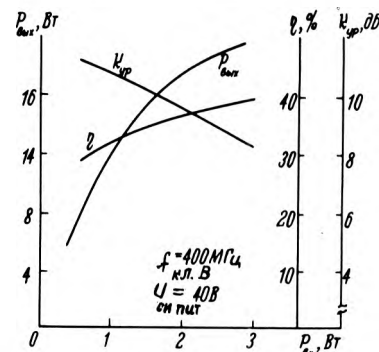


Рис. 3. Типовая зависимость выходной мощности, коэффициента усиления по мощности и коэффициента полезного действия транзистора от входной мощности на частоте 400 МГц

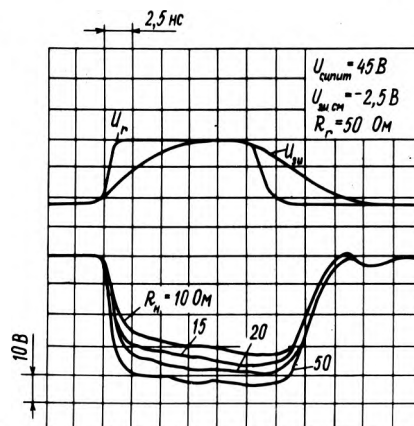


Рис. 4. Осциллограммы переходных процессов в ключевом каскаде с общим истоком на транзисторе КП911 при различных сопротивлении нагрузке R

Наименование параметра	Режим измерения	Значение параметра					
		КП911А			КП911Б		
		Минимальное	Типовое	Максимальное	Минимальное	Типовое	Максимальное
Крутизна, мА/В	$U_{си} = 20 В;$ $I_c = 500 мА$	200	400	600	200	400	600
Начальный ток стока, мА	$U_{си} = 20 В;$ $U_{зи} = 0 В$	1	20	150	1	10	70
Остаточный ток стока, мА	$U_{си} = 50 В;$ $U_{зи} = -10 В$	0,5	25	50	0,5	10	30
Емкость затвор-исток, пФ	$U_{зи} = -5 В;$ $f = 3,0 МГц$	60	70	80	60	70	80
Ток стока, А	$U_{си} = 20 В;$ $U_{зи} = 20 В$	3,0	3,8	5,0	2,5	3,3	4,0
Выходная мощность в непрерывном режиме, Вт	$U_{си пит} = 40 В;$ $P_{вх} = 5 Вт;$ $f = 1 ГГц (кл. В)$	10	11	12	-	-	-
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, Ом	$U_{зи} = 20 В;$ $U_{си} = 0,15 В$	-	-	-	1,8	2,5	3,5
Время включения и выключения, нс	$U_{си пит} = 45 В;$ $R_g = 50 Ом;$ $R_n = 10 Ом;$ $U_{вх} = 15 В$	-	4	-	-	4	-

Примечание. Выделены значения параметров, нормированных ТУ.

Предельные значения допустимых электрических параметров эксплуатации в диапазоне температур от -60 до +125°С

Напряжение, В	
сток-исток	50
сток-исток в динамическом режиме	60
затвор-сток	60
затвор-сток в динамическом режиме	70
затвор-исток	25
Постоянная рассеиваемая мощность, Вт	30*

*В диапазоне температур от -60 до +40°С. При дальнейшем увеличении температуры (до +125°С) мощность рассеяния линейно снижается до 7 Вт.

Транзисторы могут найти широкое применение в выходных и промежуточных каскадах ВЧ и СВЧ приемопередающей аппаратуры, в широкополосных и импульсных усилителях с временами установления переходной характеристики до 4—5 нс.

Статья поступила 25 мая 1982 г.

УДК 621.382.3

В.В.Бачурин, А.К.Бельков, А.И.Гордеев, А.Б.Левин, А.В.Налейкин

МОЩНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЙ МДП-ТРАНЗИСТОР КП912

Широкое применение транзистора в современных импульсных и ключевых устройствах — стабилизаторах и преобразователях напряжения, усилителях, генераторах и другой аппаратуре промышленной электроники — обеспечивают времена переключения, равные 70—100 нс.

Мощный кремниевый n-канальный полевой транзистор КП912 выполнен по планарно-эпитаксиальной технологии на основе вертикальной МДП-структуры с V-образной канавкой, смонтирован в металlostеклянном корпусе КТ-9. Основные электрические параметры прибора приведены в таблице.

Ниже приведены предельно-допустимые значения электрических режимов эксплуатации:

Напряжение, В		
сток-исток КП912А	100	
КП912Б	60	
затвор-сток КП912А	110	
КП912Б	70	
затвор-исток	20	
Постоянная рассеиваемая мощность		
$P_{\text{макс}}$ при $T_{\text{корп}} = -60; +40^{\circ}\text{C}$, Вт	40*	
Импульсная рассеиваемая мощность		
$P_{\text{и, макс}}$ при $T_{\text{корп}} = -60; +40^{\circ}\text{C}$,		
$t_{\text{и}} = 0,5 \text{ мс}, \theta > 100$, Вт	100**	

* В диапазоне температур корпуса 40—125°C линейно снижается до 15 Вт.

** В диапазоне температур корпуса 40—125°C $P_{\text{макс}}$ линейно снижается до 60 Вт.

Выходные вольт-амперные характеристики представлены на рис. 1. Так как при $U_{\text{зи}} > 12-14 \text{ В}$ наблюдается ярко выраженное насыщение тока стока $I_{\text{с}}$, в практических

применениях превышать указанное значение $U_{\text{зи}}$ нецелесообразно. Необходимо также отметить, что напряжение затвор-исток, соответствующее порогу открывания, у транзисторов КП912А, Б лежит в диапазоне $U_{\text{пор}} = 2,5-4 \text{ В}$. При $U_{\text{зи}} = 0$ через прибор протекает достаточно малый (до единиц миллиампер) начальный ток стока $I_{\text{с, нач}}$. Поэтому в ряде применений возможно осуществлять управление данными транзисторами с помощью однополярных импульсов.

Исследования импульсных характеристик транзисторов КП912 показали: время включения транзистора от напряжения питания практически не зависит и составляет около 70 нс, время выключения с понижением напряжения питания с 80 до 20 В уменьшается примерно с 60 до 15 нс;

изменение сопротивления нагрузки в диапазоне 10—50 Ом слабо влияет на времена переключения, при уменьшении сопротивления до 5 Ом время включения несколько возрастает;

изменение емкости нагрузки в диапазоне 0—2000 пФ ведет к возрастанию времени переключения примерно с 30 до 70—80 нс.

Осциллограммы (рис. 2, 3) переходного процесса при различных амплитудах входного импульса и сопротивлениях генератора показывают значительную зависимость времен переключения особенно от сопротивления генератора, подбор правильной величины которого является основным средством обеспечения требуемых времен переключения.

Таким образом, транзисторы КП912 способны переключать токи до 20 А за время до

Основные электрические параметры при $T_{\text{корп}} = 25 \cdot 10^{\circ}\text{C}$

Наименование параметра	Значение параметра		Режим измерения
	мин	макс	
Крутизна характеристики, мА/В	800	2200	$U_{\text{си}} = 20 \text{ В}; I_{\text{с}} = 0,9 \text{ А}$
Начальный ток стока, мА	0,1	20	$U_{\text{си}} = 20 \text{ В}; U_{\text{зи}} = 0$
Остаточный ток стока, мА	2,0	30	$U_{\text{си}} = 100 \text{ В}; U_{\text{зи}} = -10 \text{ В}$
		20	$U_{\text{си}} = 60 \text{ В}; U_{\text{зи}} = -10 \text{ В}$
Ток стока, А	8	20	$U_{\text{си}} = 20 \text{ В}; U_{\text{зи}} = 20 \text{ В}$
		12	25
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, Ом	0,12	0,8	$U_{\text{си}} = 0,15 \text{ В}; U_{\text{зи}} = 15 \text{ В}$
		0,1	0,4
Емкость затвор-исток при разомкнутом выводе стока, пФ	450	500	$U_{\text{зи}} = 10 \text{ В}; f = 1 \text{ МГц}$
Прходная емкость, пФ	—	~16	$U_{\text{си}} = 20 \text{ В}; U_{\text{зи}} = -5 \text{ В}; f = 10 \text{ МГц}$
Емкость сток-исток при коротком замыкании между электродами истока и затвора, пФ	—	~250	$U_{\text{си}} = 20 \text{ В}; U_{\text{зи}} = 0; f = 1 \text{ МГц}$
Время включения и выключения, нс	не более 100		$R_{\text{Г}} = 10 \text{ Ом}; R_{\text{н}} = 50 \text{ Ом}; U_{\text{твх}} = 20 \text{ В}; E_{\text{с}} = 80 \text{ В}$

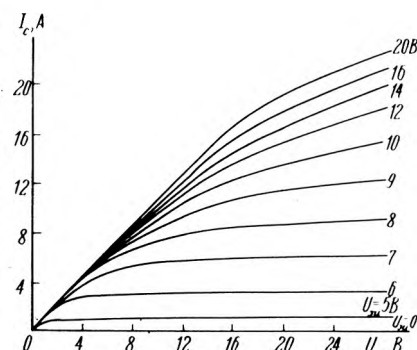


Рис. 1. Выходные вольт-амперные характеристики

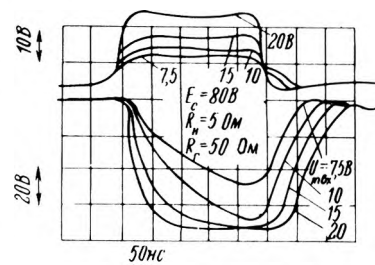


Рис. 2. Осциллограммы переходного процесса при различных амплитудах входного импульса

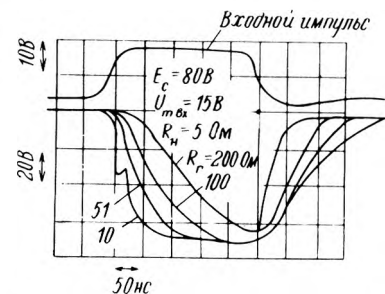


Рис. 3. Осциллограммы переходного процесса для разных сопротивлений генератора

70—100 нс. Данные времена переключения являются оптимальными для построения большинства современных сильноточных импульсных и ключевых устройств, включая импульсные регуляторы, преобразователи (инверторы) и стабилизаторы вторичных источников питания и другой аппаратуры промышленной электроники.

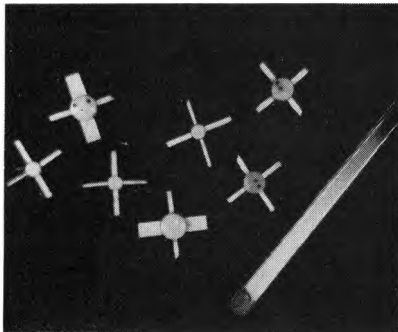
Для реализации минимальных (до 20—30 нс) времен переключения запуск приборов КП912 нужно проводить от генераторов с малым выходным сопротивлением ($R_{\text{Г}} \ll 50 \text{ Ом}$). Это требует разработки специальных схем запуска. Достаточно простой схемой является эмиттерный повторитель на комплементарных мощных ВЧ и СВЧ биполярных транзисторах.

Статья поступила 12 ноября 1982 г.

УДК 621.382.3

И.П.Андрюхов, С.А.Иноземцев, Г.Э.Корнильев, М.А.Ушаков

СЕМЕЙСТВО СВЧ МАЛОШУМЯЩИХ n-p-n КРЕМНИЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ



Разработка серии СВЧ малошумящих транзисторов, работающих в диапазоне частот 1—7 ГГц, позволила создать базовую конструкцию СВЧ малошумящих транзисторов, реализованную на основе эллипсной технологии.

Транзисторы КТ372, КТ391, КТ3115, КТ3124, КТ3132, составляющие серию СВЧ малошумящих транзисторов, находят широкое применение в приемо-усилительной технике СВЧ диапазона (системах связи, радиолокации, радионавигации, радиоастрономии, в физированных антенных решетках, гибридных усилителях, СВЧ детекторах, гетеродинах, смесителях и др.); быстродействующей аналоговой широкополосной технике (операционных и измерительных усилителях, осциллографах быстрых процессов, усилителях широкополосных сигналов в световолоконных приемниках с малым коэффициентом шума); сверхбыстродействующей дискретной технике (АЦП и ЦАП, логических устройствах и оперативных ЗУ малой емкости).

Разработка СВЧ структур этой серии осуществлена за счет применения новейших технологических методов изготовления полупроводниковых приборов на основе эллипсной техники: ионного легирования, прецизионной фотолитографии, ионно-химического и плазмохимического травления. Основные электрические параметры транзисторов приведены в табл. 1. Корпуса транзисторов выполнены в виде закрытых металлокерамических держателей с гибкими полосковыми выводами. Основные габаритные размеры корпусов приведены в табл. 2. Используемые конструкции корпусов надежно защищают приборы от внешних механических, а корпус КТ23 и от климатических воздействий. Минимальное расстояние от места пайки (сварки) выводов до кристаллодержателя — 2 мм. При обеспечении надежного отвода тепла от вывода допускается пайка

Таблица 1

Тип транзистора	Диапазон рабочих частот, ГГц	Высокочастотные параметры	
		коэффициент шума $K_{ш\min}$, дБ	оптимальный коэффициент усиления по мощности $K_{\rho y}$, дБ
КТ372	1-3	3,5 на $f = 1$ ГГц	12 на $f = 1$ ГГц
КТ391	1-4	$\leq 4,5$ на $f = 3,6$ ГГц	$> 6,0$ на $f = 3,6$ ГГц
КТ3115	1-6	< 5 на $f = 5$ ГГц; $< 3,6$ на $f = 4$ ГГц	> 5 на $f = 5$ ГГц; > 6 на $f = 4$ ГГц
КТ3124	2,25-6	< 5 на $f = 6$ ГГц	> 4 на $f = 6$ ГГц
КТ3132	1-7	1,5-2 на $f = 2,25$ ГГц; $< 2,5$ на $f = 3,6$ ГГц	10 на $f = 2,25$ ГГц; 7 на $f = 3,6$ ГГц

выводов на расстоянии 1 мм от кристаллодержателя, а при температуре пайки не выше 160°C — до 0,2 мм.

Значения паразитных параметров корпусов транзисторов серии приведены в табл. 3. (Данные для индуктивности приведены для длины внешнего вывода, равной нулю).

На основе анализа физической модели СВЧ малошумящего транзистора предложена малосигнальная эквивалентная схема (рис. 1). На схеме штриховой линией выделена область собственного кристалла, сплошной — тело кристаллодержателя. По контуру сплошной линии и за ее пределами условно показаны сосредоточенные

Таблица 2

Тип транзистора	Тип корпуса	Габаритные размеры, мм		
		диаметр	высота	длина вывода
КТ372	КТ23	3,6	1,7	5
КТ391	КТ22	3	1,8	4,5
КТ3115	КТ22	3	1,8	4,5
КТ3124	КТ21	2	1	4,5
КТ3132	КТ21	2	1	4,5

Примечание. КТ23 — герметичный корпус, остальные — малогабаритные металлокерамические держатели, рассчитанные на общую герметизацию схемы.

паразитные элементы корпуса $C_{бэ}$, $C_{кэ}$, $C_{бк}$, $L_э$, $L_б$, $L_к$. Их значения приведены выше (см. табл. 3). $L_б$ и $L_э$ — индуктивности монтажных соединений

Таблица 3

Тип корпуса	Емкость, пФ			Индуктивность выводов, нГн		
	входная	выходная	проходная	эмиттерный	базовый	коллекторный
КТ23	0,45	0,5	0,06	0,05	0,35	0,35
КТ22	0,18	0,28	0,04	0,15	0,3	0,3
КТ21	0,18	0,28	0,06	0,06	0,2	0,2

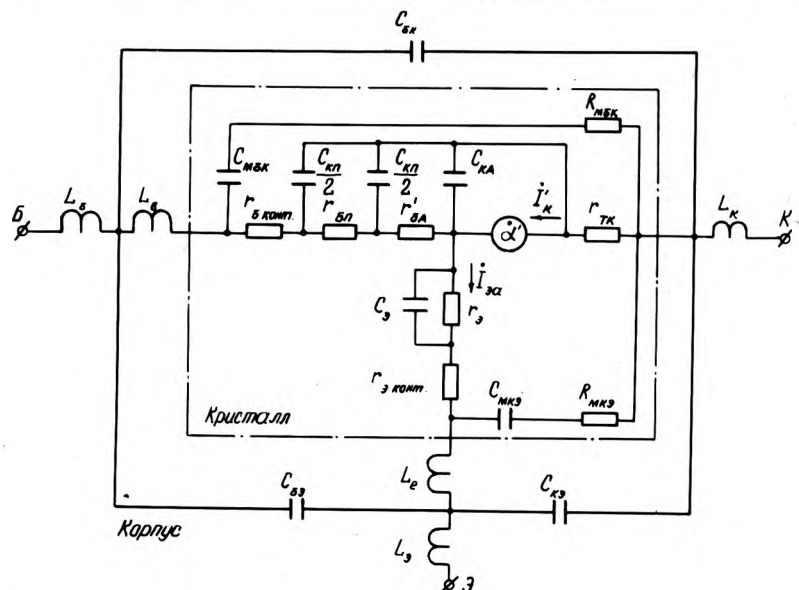


Рис. 1. Малосигнальная эквивалентная схема СВЧ транзистора (с общим эмиттером)

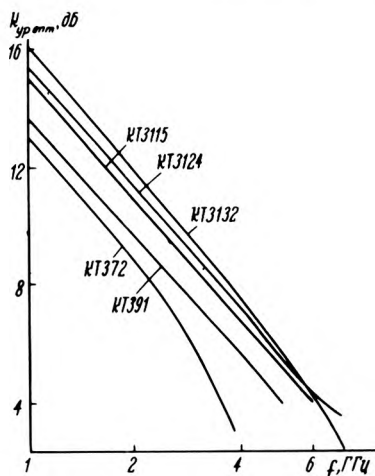


Рис. 2. Зависимость оптимального коэффициента усиления по мощности от частоты при $U_{кв} = 7$ В, $I_э = 3$ мА (для KT3132) и $I_э = 5$ мА (для остальных)

полосков корпуса с контактными площадками базы и эмиттера, соответственно. $L_в$ имеет в среднем значения 0,5—0,6 нГн, а $L_е$ в зависимости от типа корпуса меняется от 31 нГн (КТ23) до 0,13 нГн (КТ22).

Режимно-зависимым параметром, показанным на схеме, является емкость коллекторного перехода

$$C_k = (C_{ка} + C_{кп}) = C'_k \sqrt{\frac{7,7 [В]}{U_{кб} [В] + 0,7 [В]}}$$

~ 0.1 пФ,

где C'_k — емкость при $U_{кв} = 7$ В (рабочий режим).

Динамическое сопротивление эмиттера $r_э = \frac{26}{I_э [мА]}$, Ом. Опти-

мальным режимом по току для транзистора КТ3132 является 3 мА ($r_э = 8,7$ Ом), для других транзисторов серии — $I_э = 5$ мА, ($r_э = 5,2$ Ом); $U_{кб} = 7$ В для всех типов транзисторов.

Распределенное сопротивление области базы представлено на эквивалентной схеме цепью сосредоточенных элементов — сопротивлением области активной базы $r'_{ба}$, пассивной базы $r_{бп}$ и базового контакта

$r_{бконт}$. Изменение значений этих параметров отражает различную организацию структу-

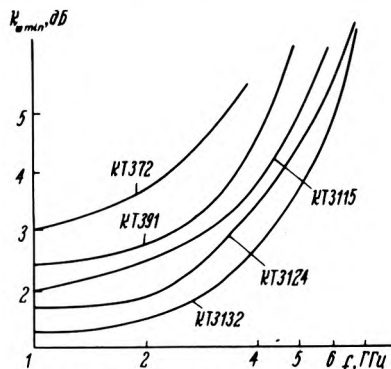


Рис. 3. Зависимость минимального коэффициента шума от частоты (режим аналогичен приведенному на рис. 2)

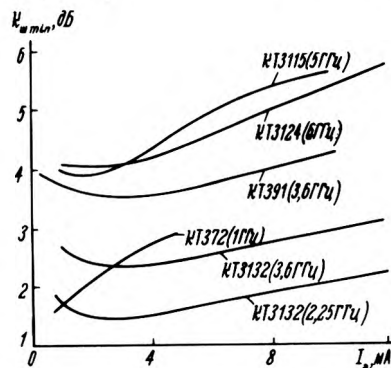


Рис. 4. Зависимость минимального коэффициента шума от тока эмиттера

ры транзисторов (табл. 4). Изменение сопротивления активной базы связано в основном с уменьшением ширины эмиттера, а уменьшение сопротивления пассивной базы — с увеличением плотности расположения элементов структуры. Высокочастотные характеристики транзисторов данной серии приведены на рис. 2—5.

Предельно допустимые режимы эксплуатации транзисторов при $T_{окр}$ от -60 до $+125^\circ\text{C}$

Максимальное допустимое постоянное напряжение, В	
коллектор — база	10—15
коллектор — эмиттер при $R_{эб} \leq 1$ кОм	10—15
эмиттер — база	1—3
Максимально допустимый постоянный ток коллектора, мА	
КТ372, КТ391, КТ3115	10
КТ3124, КТ3132	8

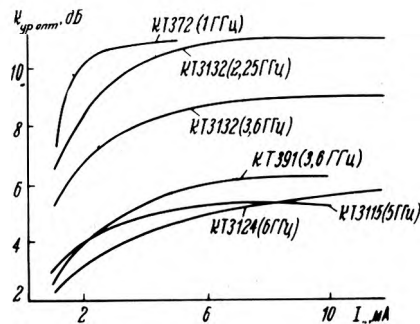


Рис. 5. Зависимость оптимального коэффициента усиления по мощности от тока эмиттера

Таблица 4

Тип транзистора	Ширина эмиттера, мкм	Плотность расположения элементов структуры (шаг), мкм	Сопротивление базы, Ом	
			активной $r'_{ба}$	пассивной $r_{бп}$
КТ372	2	12	12	12
КТ391	1,2	7,2	4	3
КТ3115	1	6,8	6	5
КТ3124	0,6—0,8	6	3,7	2,2
КТ3132	0,6—0,8	5	1,8	2

Таблица 5

Тип транзистора	Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность, мВт	
	при $T_{окр}$ до 125°C	при $T_{окр}$ до 85°C
КТ372	50 (до 100°C)	25
КТ391	70	50
КТ3115	70	35
КТ3124	70	35
КТ3132	70	35

Максимально допустимая постоянная мощность, рассеиваемая на коллекторе, для транзисторов серии в диапазоне температур до 85 и до 125°C приведена в табл. 5. Совмещение двух предельных режимов эксплуатации транзисторов не допускается.

Статья поступила 9 февраля 1982 г.

УДК 621.382.3:546.28

А.А. Богомяков, В.И. Фирсов

МОЩНЫЙ КРЕМНИЕВЫЙ ТРАНЗИСТОР КТ834

Высоковольтный составной транзистор КТ834А,Б,В, выполненный по схеме Дарлингтона (рис. 1), предназначен для работы в схемах управления двигателями, вторичных ис-

точниках питания, преобразователях напряжения, линейных стабилизаторах тока и напряжения, электронных системах зажигания автомобилей, ключевых схемах аппаратуры ши-

рокого применения. Использование составного высоковольтного транзистора позволяет значительно увеличить максимальный ток коллектора, определяемый h_{219} , с сохранением

высокого $U_{кэ, max}$. Сопротивления R_1 и R_2 , шунтирующие эмиттерные переходы транзисторов T_1 и T_2 , увеличивают стабильность схемы, предотвращая возрастание токов утечки

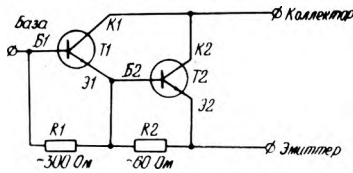


Рис. 1. Электрическая схема высоковольтного составного транзистора КТ834А,Б,В

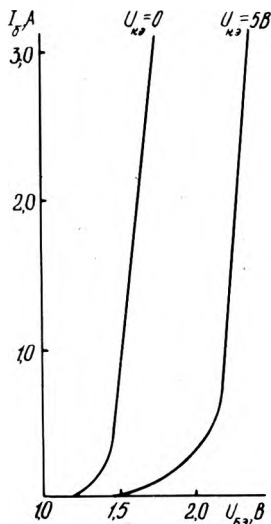


Рис. 2. Входная характеристика транзистора КТ834 А,Б,В

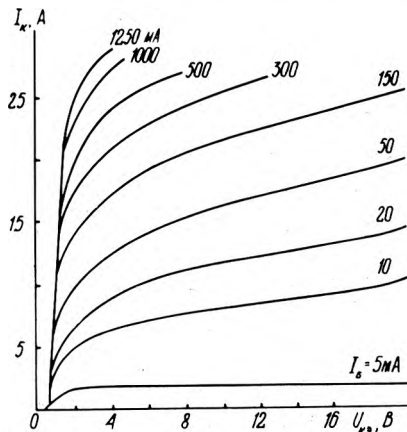


Рис. 3. Выходная характеристика транзистора КТ834 А,Б,В

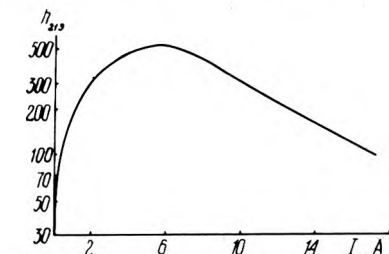


Рис. 4. Зависимость коэффициента усиления от тока коллектора при $U_{кэ} = 5В$

Основные электрические параметры при $T_{корп} = 25 \pm 10^\circ C$

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра		
	Минимальное	Типовое	Максимальное
Обратный ток коллектор-эмиттер при $R_{бэ} = 100 \text{ Ом}$, мА			
КТ834А ($U_{кэ} = 500 \text{ В}$)	0,01	0,2	3
КТ834Б ($U_{кэ} = 450 \text{ В}$)	0,01	0,2	3
КТ834В ($U_{кэ} = 400 \text{ В}$)	0,01	0,2	3
Статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером при $I_{к} = 5 \text{ А}$, $U_{кэ} = 5 \text{ В}$	150	500	3000
при $I_{к} = 10 \text{ А}$, $U_{кэ} = 5 \text{ В}$	60	250	1250
Обратный ток эмиттера при $U_{эб} = 5 \text{ В}$, мА	10	25	50
Напряжение насыщения коллектор-эмиттер при $I_{к} = 15 \text{ А}$, $I_{б} = 1,5 \text{ А}$, В	1,2	1,5	2,0
Граничное напряжение при $L = 25 \text{ мГн}$, $I_{к} = 0,1 \text{ А}$			
КТ834А	400	450	490
КТ834Б	350	400	440
КТ834В	300	340	375
Время спада при $I_{к,нас} = 10 \text{ А}$; $I_{б,нас} = I_{б,зап} = 1 \text{ А}$; $U_{кк} = 250 \text{ В}$; $U_{бэ,орг} = -5 \text{ В}$, мкс	-	-	1,2

Таблица 2

Предельно допустимые режимы эксплуатации

Наименование параметра	Значение параметра		
	КТ834А	КТ834Б	КТ834В
Максимально допустимое постоянное напряжение коллектор - эмиттер при $R_{бэ} = 100 \text{ Ом}$, В	500	450	400
Максимально допустимое импульсное напряжение коллектор - эмиттер при $t_{ф} > 2 \text{ мкс}$, $R_{бэ} = 100 \text{ Ом}$, В	400	350	300
Максимально допустимое постоянное напряжение эмиттер-база, В	8	8	8
Максимально допустимый постоянный ток коллектора, А	15	15	15
Максимально допустимый импульсный ток коллектора при $\tau_{и} \leq 500 \text{ мкс}$, $\theta \geq 100$, А	20	20	20
Максимально допустимый постоянный ток базы, А	3,5	3,5	3,5
Максимально допустимый импульсный ток при $\tau_{и} \leq 500 \text{ мкс}$, $\theta \geq 100$, А	7	7	7
Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность коллектора при $T_{корп} \leq 25^\circ C^*$, Вт	100	100	100

* При $T_{корп} > 25^\circ C$ $P_{к, max}$ снижается в соответствии с формулой $P_{к, max} = \frac{T_{п, max} - T_{корп}}{R_{thjc}}$, где R_{thjc} - тепловое сопротивление переход-корпус определяется из области максимальных режимов.

ки, что особенно важно при $T_{корп} = 100^\circ C$. Введение в схему сопротивлений R_1 и R_2 способствует также увеличению максимально допустимого напряжения коллектор-эмиттер.

На рис. 2—4 приведены характеристики транзистора Дарлингтона. Выше приведены основные электрические параметры и предельно допустимые режимы эксплуатации транзистора (табл. 1 и 2).

Кристалл изготавливается на монокристаллическом кремнии

по меза-планарной технологии. Транзистор (масса не более 22 г) оформлен в металлокерамическом корпусе КТ9 ГОСТ 18472-78, рассчитанном на работу при температуре корпуса от -40 до $+100^\circ C$. Транзистор необходимо применять с теплоотводом. Для улучшения теплового контакта рекомендуется наносить на нижнее основание корпуса транзистора полиметилсилоксановую жидкость ПМС-100 ГОСТ 13032-77.

Статья поступила 1 марта 1982 г.

УДК 621.382.3.029.64

Р.Н.Виноградов, С.Б.Вихрова, В.М.Ломанович, Б.Ф.Найда

СВЧ МАЛОШУМЯЩИЙ p-p-p ТРАНЗИСТОР КТ3123

Высокая граничная частота, низкий коэффициент шума, малая коллекторная емкость при достаточно высокой допустимой рассеиваемой мощности обеспечивают широкое применение транзистора КТ3123 в малошумящих и широкополосных усилителях, быстродействующих импульсных схемах, например, токовых ключах с фронтами импульсов до 0,2 нс.

Кристалл транзистора изготавливается на pp^+ -эпитаксиальной кремниевой структуре, состоящей из семи эмиттеров шириной по два микрона. База транзистора создается диффузией мышьяка из ионолегированного слоя с глубиной залегания перехода 0,3 мкм, эмиттер — диффузией бора на глубину 0,15 мкм. Применение двойной системы металлизации молибден-алюминий с 4%-ной добавкой меди обеспечивает высокую устойчивость транзистора к электродиффузии и электромиграции при больших плотностях эмиттерного тока.

Три группы транзисторов выпускаются в двух конструктивных исполнениях: КТ3123АМ, БМ, ВМ — в пластмассовом корпусе КТ-29 диаметром 5 мм, КТ3123А-2, Б-2, В-2 — в малогабаритном металлокерамическом корпусе КТ-22 диаметром 3 мм, позволяющем использовать транзисторы в гибридных микросхемах.

Основные электрические параметры приведены в таблице, типовые зависимости параметров транзисторов КТ3123А от электрических режимов — на рис. 1—4.

Транзистор КТ3123 может использоваться и как дополняющий к существующим СВЧ p-p-p транзисторам.

Предельно допустимые режимы эксплуатации транзисторов

КТ3123А, Б		КТ3123В	
Напряжение, В			
коллектор-база	15	10	
коллектор-эмиттер	12	10	
эмиттер-база	3	3	
Ток коллектора, мА			
постоянный	30	30	
импульсный	50	50	
Мощность рассеяния коллектора при температуре от - 60 до +25°C, мВт			
	150	150	

* При температуре выше 25°C мощность снижается линейно на 1 мВт/°C.

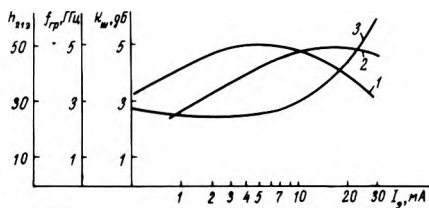


Рис. 1. Зависимости основных параметров транзистора от тока эмиттера: 1 — статического коэффициента передачи тока h_{21} при $U_{кэ} = 10$ В; 2 — граничной частоты $f_{гр}$ при $U_{кэ} = 10$ В; $f = 0,3$ ГГц; 3 — коэффициента шума $K_{ш}$ при $U_{кэ} = 10$ В; $f = 1$ ГГц; $R_r = R_{опт}$

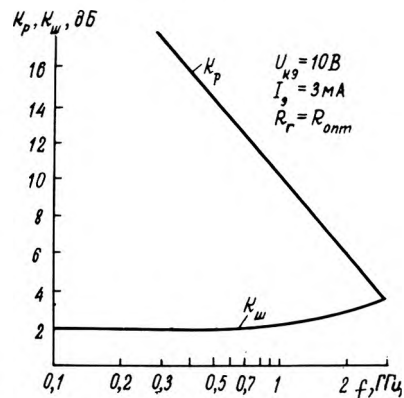


Рис. 2. Зависимости коэффициента шума $K_{ш}$ и коэффициента усиления по мощности $K_{р}$ при минимальном коэффициенте шума от частоты

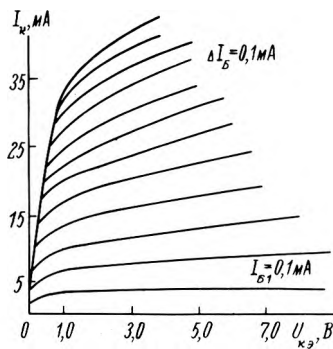


Рис. 3. Типовые выходные характеристики

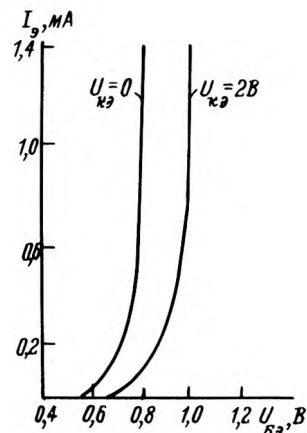


Рис. 4. Типовые входные характеристики

Параметры	КТ3123А,Б			КТ3123В		
	мин.	тип.	макс.	мин.	тип.	макс.
Пробивное напряжение, В						
коллектор — база при $I_k = 25$ мкА	15	20	30	10	15	20
коллектор — эмиттер при $R_{эб} = 10$ кОм, $I_k = 25$ мкА	12	20	25	10	15	20
Обратный ток коллектора при $U_{кб} = 15$ В (гр. А,Б), $U_{кб} = 10$ В (гр. В), мкА	0,001	0,01	25	0,001	0,01	25
Статический коэффициент передачи тока при $I_э = 10$ мА, $U_k = 10$ В	20	40	120	20	40	120
Граничная частота передачи тока при $I_э = 10$ мА, $U_k = 10$ В, ГГц	4	5	7	3	3,5	5
Коэффициент шума при $I_э = 3$ мА, $U_k = 10$ В, $f = 1$ ГГц, дБ	2(А) 2,5(Б)	2,4(А) 3(Б)	3(А) 4(Б)	2	2,4	3
Коэффициент усиления по мощности при $I_э = 3$ мА, $U_k = 10$ В, $f = 1$ ГГц, дБ	5	10	13	5	10	13
Емкость коллекторного перехода при $U_k = 10$ В, $f = 30$ МГц, пФ	0,5	0,67	1,0	0,5	0,7	1,0

Широкополосный усилитель постоянного тока, созданный на дополняющей паре p-p-p транзистора КТ3123 и p-p-p транзистора КТ3101, обеспечивает полосу пропускания от 0 до 1,5 ГГц с коэффициентом шума 3,5 дБ и выходной мощностью 2,5 мВт.

УДК 621.373.826.038.8

А. Н. Дрожжин, Л. Н. Михайлова

АКУСТООПТИЧЕСКИЙ ДЕФЛЕКТОР ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ЗНАКОФОРМИРОВАТЕЛЯ

Высокая эффективность дифракции при малом времени переключения луча, простота конструкции, малая энергоёмкость обеспечат широкое применение прибора в системах оптической связи и обработки информации.

В системах записи информации сфокусированным лазерным излучением используется комбинация высокоразрешающего зеркального дефлектора и быстродействующего акустооптического дефлектора (АОД), отклоняющего луч на 7—9 позиций [1]. Поскольку для получения компактности конструкции системы используются маломощные лазеры, основными требованиями, предъявляемыми к АОД, являются высокая эффективность дифракции, малая потребляемая мощность, простота схемы управления и конструкции. Всем этим требованиям отвечает разработанный АОД на жидкости с нижеуказанными параметрами:

Центральная частота, МГц	..... 25±2
Эффективность дифракции на центральной частоте, %	..... не менее 65
Номинальное напряжение, В	..... не более 12,5
Ширина полосы частот, МГц	..... не менее 6,5
Активная составляющая входного сопротивления на центральной частоте, Ом	..... 35—65
Оптическое пропускание АОД на длине волны $\lambda = 0,63$ мкм, %	..... не менее 80
Разрешение по критерию Рэлея при световой апертуре 3 мм, положений луча	..... 13
Время переключения луча, мкс	..... 2

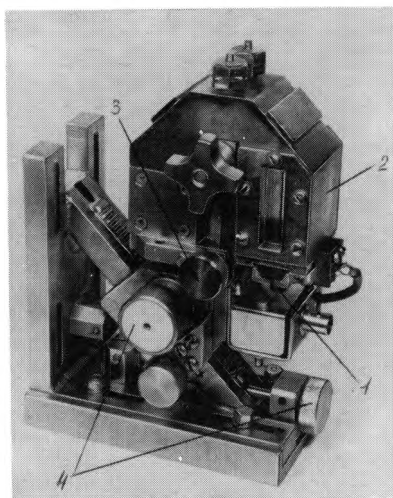
Принцип действия АОД основан на взаимодействии световой и акустической волн, распространяющихся со скоростью звука в жидкости. Световая волна дифрагирует на бегущей дифракционной решетке ультразвуковой волны, возбуждаемой пьезопреобразователем. Угол отклонения дифрагированного света линейно зависит от частоты ультразвука [2].

Дефлектор (см. рисунок) состоит из возбуждателя, корпуса АОД, механизмов линейных и угловых перемещений

корпуса. Возбудитель представляет собой пьезопреобразователь, выполненный из пластины монокристалла ниобата лития полуволновой толщины с обкладками из железоникелевого сплава. Пьезопреобразователь крепится с помощью металлической связки на основе припоя ПРИОМ к металлизированной поверхности стеклянного клина, который выполняет роль согласующего материала для уменьшения отражения ультразвуковой волны от границы раздела жидкости и пьезопреобразователя, а также для подавления отраженных от границы раздела жидкость—стекло вторичных волн ультразвука. Пьезопреобразователь при подаче на него ВЧ напряжения возбуждается, и ультразвуковая волна через металлическую связку и стеклянный клин проходит в рабочую жидкость АОД.

Корпус выполнен из металла, внутри корпуса находятся полости для прохождения УЗ волны, а также стеклянные окна для пропускания лазерного излучения. При работе АОД корпус выполняет роль радиатора. Для гашения УЗ волны в корпусе имеется ловушка, представляющая собой цилиндрическую полость.

Точная юстировка взаимного расположения световой и УЗ волн осуществляется с помощью механизмов регулиров-



Акустооптический дефлектор: 1 — возбуждатель; 2 — корпус; 3 — механизмы регулировки угла поворота корпуса; 4 — механизмы линейного перемещения

ки угла поворота корпуса (настройка на угол Брэгга) и механизмов линейного перемещения для совмещения лазерного луча с объемом УЗ волны.

В качестве рабочей жидкости в АОД используется 17%-ный раствор этилового спирта в дистиллированной воде, что позволяет исключить зависимость угла отклонения АОД от температуры [3].

Разработанный АОД может применяться во всем диапазоне прозрачности рабочей жидкости (0,34—1,06 мкм). При расчете эффективности дифракции для диапазона длин волн можно воспользоваться соотношением

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} \right)^2, \quad \text{где}$$

η_1 — значение эффективности дифракции на длине волны λ_1 , η_2 — значение эффективности дифракции на длине волны λ_2 . При соответствующем выборе внешней оптической схемы возможно применение АОД в качестве дефлектора и модулятора света [4, 5].

Прибор может найти применение для многоканальной параллельной записи информации на светочувствительном слое в системах оптической связи и обработки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрожжин А.Н., Михайлова Л.Н., Шошин В.М. Устройство отображения информации, использующее термооптический эффект в жидких кристаллах.— Оптико-механическая промышленность, 1981, № 5, с. 20.
2. Корпел А.Д. и др. Использование акустической системы отклонения и модуляции когерентного света для создания телевизионного изображения.— ТИИЭР, 1966, т. 54, № 10, с. 225.
3. S y n a k R o m u a l d. International Conf. on Optical Computing in Research and Developments. Oct. 1977 (Венгрия).— 261 с.
4. Дрожжин А.Н., Михайлова Л.Н. Устройство восстановления голограмм с применением ультразвукового дефлектора света.— Электронная техника. Сер. Микроэлектронные устройства. 1980, вып. 2(20), с. 92.
5. Лазерное телевизионное воспроизводящее устройство/А.Н.Дрожжин, Л.А.Косовский, Л.Н.Михайлова, К.И.Чаморовский.— Квантовая электроника, 1975, т.2, № 10, с. 2353.

Статья поступила 18 декабря 1982 г.

УДК 621.373.826.038.823

В.П.Дураев, П.Г.Елисеев, Е.Т.Неделин, В.И.Швейкин

ОДНОМОДОВЫЙ ГЕТЕРОЛАЗЕР С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,3 МКМ

Одномодовые инжекционные гетеролазеры, излучающие на длине волны 1,3—1,55 мкм, являются наиболее перспективными источниками когерентного излучения [1]. Обычно инжекционные лазеры работают в многомодовом режиме генерации [2]. Это объясняется сложностью получения размеров канала-волновода, соизмеримых с размерами излучаемой волны, необходимых для обеспечения одномодового режима генерации. Один из перспективных вариантов одномодового гетеролазера — лазер так называемой зарощенной мезаполосковой конструкции [3, 4].

Создан одномодовый гетеролазер зарощенной мезаполосковой конструкции на основе InGaAsP/InP, работающий в непрерывном режиме на длине волны 1,3 мкм при комнатной температуре. Поперечное сечение гетеролазера представлено на рис. 1. Электрическая изоляция обеспечивается встречным p-n переходом в боковых слоях InP, а также изолирующим слоем SiO₂ на верхней поверхности гетероструктуры. Ширина мезаполоска в активной области составляет 2—4 мкм, толщина — 0,3 мкм. Следовательно, размеры излучающей области лазера (0,3х2 мкм) практически приближаются к точечным источникам. Картина ближнего поля излучения лазера представляет собой одно излучающее пятно (рис. 2).

Лазерные характеристики исследовались в непрерывном и в

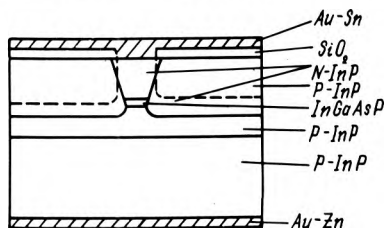


Рис. 1. Структура активного элемента зарощенного мезаполоскового лазера

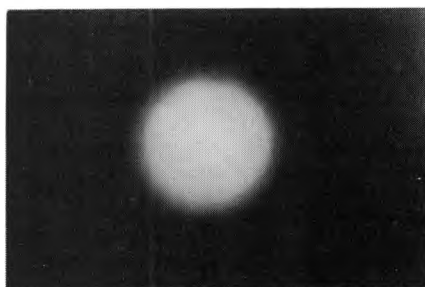


Рис. 2. Картина ближнего поля излучения лазера

импульсном режимах, различие в пороговом токе составляло не более 3—5 мА, минимальная величина порогового тока — 14 мА (рис. 3, а). Ватт-амперная характеристика линейна, спектр излучения зарощенного мезаполоскового гетеролазера, работающего в непрерывном режиме при I=40 мА и T=300 К, представляет одночастотный спектр генерации (рис. 3, б).

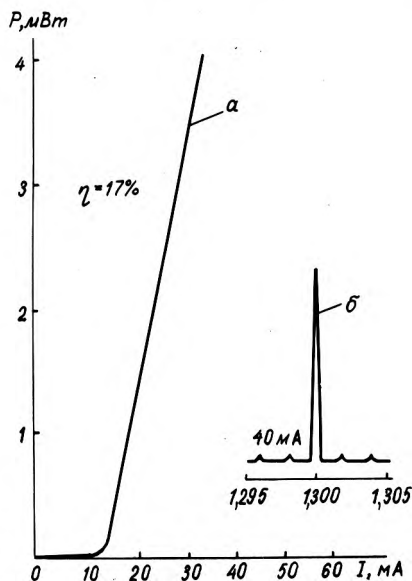


Рис. 3. Ватт-амперная характеристика (а) и спектр излучения (б) лазера

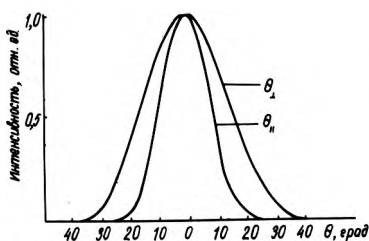


Рис. 4. Угол расходимости в плоскости, параллельной и перпендикулярной p-n переходу

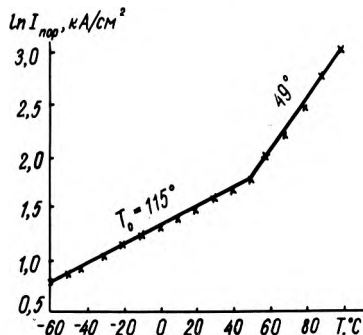


Рис. 5. Температурная зависимость пороговой плотности тока лазера

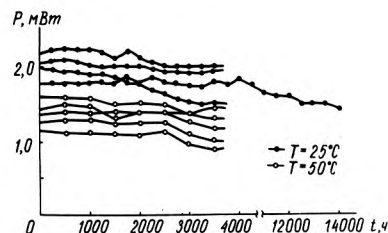


Рис. 6. Ресурс работы гетеролазеров при температуре 25 и 50°C

Следует отметить также высокую степень линейной поляризации лазерного излучения (0,98). Угловое распределение излучения (рис. 4) в плоскости, перпендикулярной и параллельной p-n переходу, равно соответственно 36° (θ_⊥) и 25° (θ_{||}) и близко к дифракционному. Из картин ближнего поля и расходимости луча в плоскости, параллельной p-n переходу, видно, что в зарощенном мезаполосковом лазере не происходит возбуждения поперечных мод порядка выше нулевого. Расходимость излучения симметрична относительно нормали к плоскости зеркала. Зависимость пороговой плотности тока от температуры в диапазоне -50 ÷ +90°C представлена на рис. 5. Результаты испытаний на ресурс работы показаны на рис. 6.

Зарощенные мезаполосковые лазеры на основе InGaAsP/InP с длиной волны излучения 1,3 мкм благодаря хорошим пространственно-временным, спектральным и ресурсным характеристикам могут найти широкое применение в различных отраслях науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hsich I.I., Rossi I.A., Donnelly I.P. Room-temperature CW operation of GaInPAs/InP DH lasers emitting at 1,3 μm. — Appl.Phys.Lett., 1976, vol. 28, N 12, p. 709—711.
2. Инжекционный лазер на основе InP—GaInAsP/М.Г.Васильев, В.П.Дураев, Л.С.Лосюкова и др. — Электронная промышленность, 1981, вып. 5—6, с. 36—37.
3. Buried stripe GaInPAs/InP DH lasers prepared by using meiback method/H.Kano, K.Oe, S.Ando, K.Suqiyama. — Jap.J.Appl.Phys., 1978, vol. 17, N 10, p. 1887.
4. Гетеролазеры GaInPAs/InP на основе зарощенной мезаполосковой структуры, работающие в непрерывном режиме при комнатной температуре на длине волны 1,24—1,28 мкм /В.В.Безотосный, Л.М.Долгинов, П.Г.Елисеев и др. — Квантовая электроника, 1980, т. 7, № 9, с. 1990—1992.

Статья поступила 24 декабря 1982 г.

УДК 621.382.2:546.28

Л.А.Акулюшин, П.С.Олексюк, Ф.В.Продан, В.Г.Самойленко

КРЕМНИЕВЫЙ ДИОД С НАКОПЛЕНИЕМ ЗАРЯДА КД630

Кремниевые меза-эпитаксиально-планарные диоды с накоплением заряда типов КД630А,Б предназначены для формирования импульсов амплитудой до 60 В при длительности фронта 0,6—0,8 нс. Конструктивно диоды оформлены в металлокерамический корпус КД-106. Масса — не более 0,3 г. Диапазон рабочих температур от -60 до +125°С. Типовые зависимости диодов представлены на рис. 1 и 2.

Основные электрические параметры при $T_{окр} = 25 \pm 10^\circ\text{C}$

	КД630А	КД630Б
Постоянное прямое напряжение диода ($I_{пр} = 38 \text{ мА}$), В, не более	1,2	1,2
Эффективное время жизни неосновных носителей заряда диода ($I_{пр} = 10 \text{ мА}$, $U_{обр.и} = 10 \text{ В}$), нс, не менее	100	60
Время выключения диода ($I_{пр} = 3-10 \text{ мА}$, $U_{обр.и} = 10 \text{ В}$), нс, не более	0,4	0,3
Общая емкость диода ($U_{обр} = 0 \text{ В}$), пФ, не более	5,5	5,5
Постоянный обратный ток диода, мА, не более при $U_{обр} = 50 \text{ В}$, $T_{окр} = 25^\circ\text{C}$	10^{-2}	10^{-2}
	$T_{окр} = 125^\circ\text{C}$	10^{-1}
при $U_{обр} = 65 \text{ В}$, $T_{окр} = 25^\circ\text{C}$	10^{-2}	
	$T_{окр} = 125^\circ\text{C}$	10^{-1}

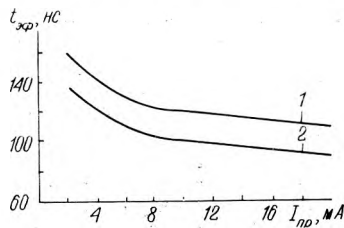


Рис. 1. Зависимость эффективного времени жизни неосновных носителей заряда диодов от прямого тока при температуре окружающей среды $25 \pm 10^\circ\text{C}$ и импульсном обратном напряжении 10 В: 1 — для диодов КД630А; 2 — для диодов КД630Б

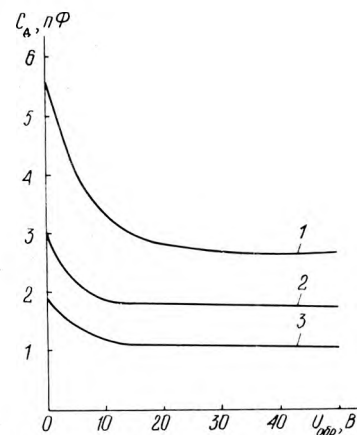


Рис. 2. Зависимость общей емкости диодов КД630А, КД630Б от постоянного обратного напряжения при температуре окружающей среды $25 \pm 10^\circ\text{C}$: 1, 3 — границы зоны 95%-ного разброса; 2 — медианное значение

Предельно допустимые значения электрических режимов эксплуатации

	КД630А	КД630Б
Максимально допустимое импульсное обратное напряжение диода при $t_{имп} \leq 10 \text{ мс}$, скважности не менее 2 и $T_{окр} = -60 \div +125^\circ\text{C}$, В	65	50
Максимально допустимый постоянный ток диода, мА при $T_{окр} = -60 \div +60^\circ\text{C}$	100	100
при $T_{окр} = 125^\circ\text{C}$	30	30
Максимально допустимый импульсный прямой ток диода при $t_{имп} \leq 10 \text{ мс}$ и скважности 2, мА при $T_{окр} = -60 \div +60^\circ\text{C}$	200	200
при $T_{окр} = 125^\circ\text{C}$	60	60

В диапазоне температур 60—125°С параметры меняются линейно. При работе диода в импульсном режиме эффективное значение прямого тока не должно превышать $I_{пр.ср. макс}$.

Статья поступила 10 мая 1982 г.

УДК 621.374.3.049.77

А.Д.Воронин, А.В.Прибыльский

ДВОЙНОЙ j—K ТРИГГЕР

Наиболее распространенным типом триггера, применяемого для построения пересчетных, буферных и других схем автоматики и вычислительной техники, является триггер j—k типа. Для упрощения построения таких схем целесообразно иметь один из входов триггера инверсным. Такой особенностью обладает микросхема К133/155ТВ15, представляющая собой j—k триггер со входами «сброс», «установка» и инверсным входом К (рис. 1). Временная диаграмма работы триггера представлена на рис. 2. Ниже приведена таблица истинности.

Микросхема изготавливается по планарно-эпитаксиальной технологии с изоляцией p-n

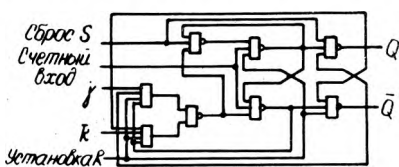


Рис. 1. Функциональная схема j—k триггера

переходом. Получение динамических параметров достигается наличием тонких эпитаксиальных пленок (5—6 мкм). Оптимизация технологического процесса позволила получить активную структуру транзистора с параметрами $\beta = 40 \div 80$ при $U_{кэ} = 8 \div 12 \text{ В}$. Ниже приведены основные параметры триггера:

Выходное напряжение В «лог.0»	0,4
«лог.1»	2,4
Ток потребления, мА	30
Рабочая частота, МГц	33

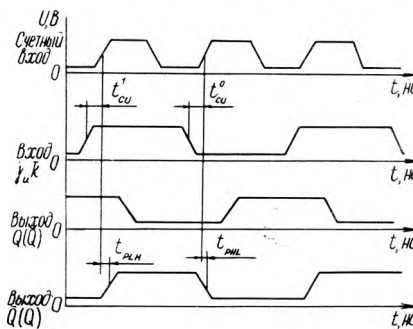


Рис. 2. Временная диаграмма работы триггера в счетном режиме: $t'_{cu} = t'_{cu} \geq 10 \text{ нс}$

Таблица истинности

Входы			Выходы			
Сброс	Установка	Счетный вход	j	k	Q	Q̄
0	1	X	X	X	1	0
1	0	X	X	X	0	1
0	0	X	X	X	1*	1*
1	1	↑	0	0	0	1
1	1	↑	1	0	Счетный режим	
1	1	↑	0	1	Q ₀	Q̄ ₀
1	1	↑	1	1	1	0
1	1	0	X	X	Q ₀	Q̄ ₀

* Неустойчивое состояние

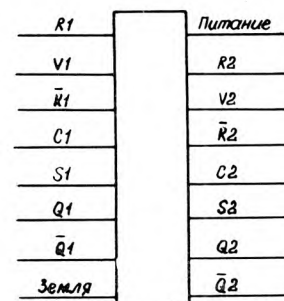


Рис. 3. Разводка двойного триггера

Микросхема выполняется в трех вариантах: в 16-выводном плоском металлокерамическом корпусе типа 401.16-21, керамическом корпусе типа 2103.16-1,

пластмассовом DIP-корпусе. В корпус заключены два независимых триггера, имеющих общие шины питания (рис. 3). По уровням входных и вы-

ходных сигналов микросхема совместима с TTL-схемами промышленных серий.

Статья поступила 13 марта 1982 г.

УДК 615.471:616--073.7:616.33

АВТОНОМНЫЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА



Предназначен для электро-стимуляции при лечении больных с послеоперационными парезами и хроническими формами нарушения моторной активности желудочно-кишечного тракта. В отличие от существующих электростимуляторов выполнен в виде автономной проглатываемой больной капсулы, позволяющей воздействовать электрическими импульсами поэтапно на все отделы желудочно-кишечного тракта.

После проглатывания капсулы электрические импульсы, воздействуя на стенки ки-

шечника, вызывают появление ответной реакции в виде волны перистальтики, которая продвигает электростимулятор и содержимое кишки в дистальные ее отделы, на них подается очередная серия импульсов и процесс повторяется.

Техническая характеристика

Длительность стимулирующего импульса, с $(5-7) \cdot 10^{-3}$
 Длительность пачки импульсов, с 0,32—0,45
 Период следования стимулирующего импульса, с $(20-28) \cdot 10^{-3}$
 Период следования пачек импульсов, с 2,56—3,6
 Амплитуда импульса тока через нагрузку, мА 12
 Амплитуда импульсов напряжения на нагрузке, В 4,5
 Напряжение питания, В 4,5
 Масса электростимулятора, г ... 5,5
 Габариты, мм 11x22,5

Автономный электростимулятор состоит из корпуса, имеющего два отсека для источника питания, и электронной схемы. Корпус выполнен из двух металлических полу-

сфер, являющихся электродами. Для уменьшения поляризации положительный электрод покрыт пленкой серебра. Источником питания служат три последовательно соединенных элемента СЦ-21. Электронная схема электростимулятора выполнена по гибридной технологии и имеет генератор стимулирующих импульсов на комплементарных МОП-схемах 765 серии. В настоящее время ведутся работы по переводу всей схемы в один кристалл.

Электростимулятор прост в применении и не вызывает неприятных и болезненных ощущений у пациентов, не ограничивает их деятельности, не требует госпитализации и стационарного лечения. Проведенные медико-биологические исследования показали высокую эффективность автономного электростимулятора.

В.Ф. Агафонников, Г.Ц. Дамбаев
 В.И. Кобозев, Г.Г. Кулинич,
 В.В. Пекарский, О.С. Попов,
 С.С. Поталенков

Статья поступила 25 ноября 1982 г.

УДК 615.471:617.7

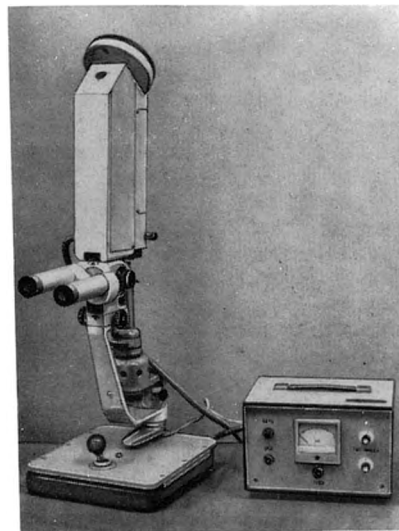
ЛАЗЕРНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕТИНАЛЬНОЙ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

Классические методы исследования функций глаза, в том числе различные способы определения остроты и поля зрения, основываются на отражении объектов на сетчатку. При этом большое влияние на получение четкого изображения на сетчатке оказывает состояние глазных сред. Этого недостатка лишен метод лазерной ретинометрии, что обусловлено хорошей фокусировкой лазерных лучей в узловой плоскости глаза при наличии в мутных средах микроскопически малых прозрачных областей.

С учетом требований, предъявляемых к клиническому прибору для определения остроты зрения с помощью указанного метода (малые размеры и устойчивость к различного рода вибрациям, возможность определения точки входа лучей в изу-

чаемый глаз, сканирования излучением по зрачку и изменения направления интерференционных полос), разработан лазерный ретинометр (см. рисунок).

В качестве источника излучения в нем использован гелий-неоновый лазер ЛГ-66, работающий в одномодовом режиме генерации и характеризующийся достаточной временной стабильностью характеристик. Деление лазерного луча происходит при отражении от поверхностей плоскопараллельных пластин, образующих воздушный зазор, ширина которого задается металлическим кольцом с заданной толщиной. Все интерференционные элементы расположены на диске, поворачивая который можно менять ширину интерференционных полос. Для изменения направления интер-



Экспериментальный образец прибора для измерения ретиальной остроты зрения

ференционных полос на 180° в оптический тракт прибора встроена призма Дове. Мощность излучения может быть снижена в два и четыре раза с помощью нейтральных светофильтров. Излучение фокусируется на роговице глаза пациента объективом с фокусным расстоянием 100 мм, что позволяет использовать прибор как приставку к стандартной целевой лампе типа ШЛ-56 без ее доработки. Излучение направляется в глаз пациента с помощью поворотного зеркала, расположенного в «мертвой зоне» микроскопа целевой лампы.

Техническая характеристика

Измеряемый диапазон ретиальной остроты зрения, отн. ед. 0,01—1,5
Поле зрения, град не менее 5,5
Длина волны лазерного излучения, мкм 0,63
Плотность мощности лазерного излучения на роговице, мкВт/см не более 50
Время проведения измерений для одного пациента, мин не более 3
Габариты, мм
оптического блока ... 440x160x70
блока питания 260x190x170
Масса, кг
оптического блока не более 3
блока питания не более 4

Применение лазерного ретинометра, апробированного при обследовании пациентов с различными заболеваниями глаз (в том числе: с аномалией рефракции — 170 чел., дегенерацией сетчатки — 302, помутнением хрусталика — 89, помутнением хрусталика и дегенерацией сетчатки — 72, помутнением хрусталика и глаукомой — 109, помутнением роговицы — 12) показало, что данные ретинометрии могут успешно использоваться для предоперационного прогноза, при лечении патологии сетчатки, при коррекции оптики глаза и для контроля при лечении различных поражений воспринимающего аппарата и зрительного нерва.

Ретинометр компактен, прост в эксплуатации, не требует специальной подготовки медицинского персонала, что позволит применять его в глазных кабинетах поликлиник, специализированных глазных учреждениях, а также в работе экспертных комиссий.

В.П.Выжелевский, В.Ф.Изотова,
К.А.Курашева, Л.Б.Решникова,
П.И.Сапрыкин, Г.Н.Тархов,
В.А.Цуканов, Л.П.Шубочкин.

Статья поступила 24 декабря 1982 г.

ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

УДК 687.327.2

С.Я.Журавлев, А.М.Мелкумян, С.А.Мкртчян

ДИНАМИЧЕСКОЕ ЗУПВ ЕМКОСТЬЮ 64 КБАЙТ СО СХЕМОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ

Плата динамического запоминающего устройства с произвольной выборкой содержит четыре блока памяти емкостью 16 кбайт каждый, схему формирования управляющих сигналов, дешифратор и коммутатор адреса, счетчик регенерации, дешифратор блока ЗУПВ.

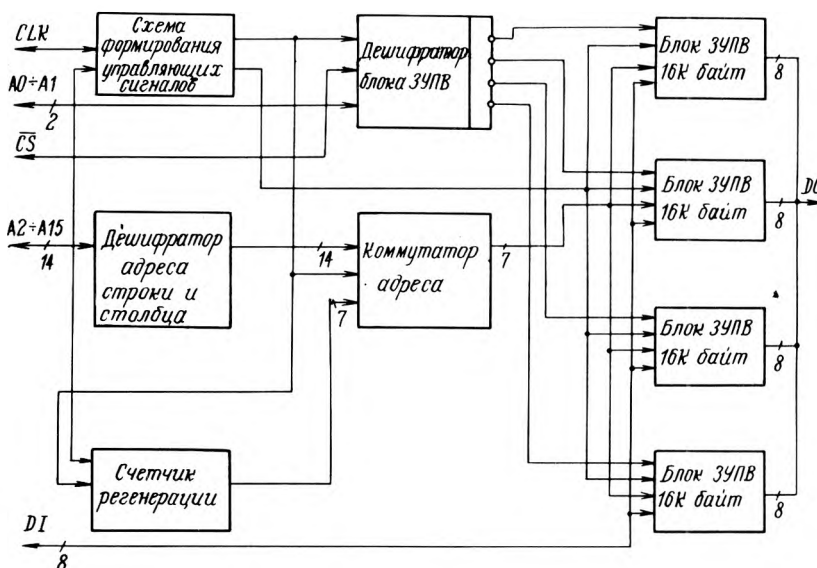
Объем памяти, байт 65536
Период регенерации, мс не более 2
Длительность цикла, мкс
записи не менее 0,4
считывания не менее 0,6
Время выборки, мкс не более 0,4
Напряжение источников питания, В ... $12 \pm 5\%$, $5 \pm 10\%$; $-5 \pm 5\%$
Потребляемые токи, А
от источника +12 В ... не более 1,2
от источника +5 В ... не более 0,8
от источника -5 В ... не более 0,008
Габаритные размеры, мм 252x143x12

Блоки памяти ЗУПВ выполнены на восьми микросхемах К565РУЗА каждый. Информация записывается в память или считывается из памяти центральным процессором ЭВМ или другим устройством обработки информации при выполнении двух циклов обращения к памяти: «Считывание» и «Запись» 8-разрядного слова.

Схема формирования управляющих сигналов (СФУС) представляет собой 6-разрядный регистр, тактируемый частотой 10 МГц, стабильностью не менее 10^{-6} . Выходы регистра формиру-

ют управляющие сигналы выбора строк (RAS), выбора столбцов (CAS), записи-считывания (WE), а также сигналы для логических схем управления. Для организации надежной работы ЗУПВ через каждые 0,6 мкс происходит установка СФУС в начальное состояние. Все логические схемы адресации и управления построены на микросхемах серии К155. На информационных выходах блоков ОЗУ в неактивном состоянии, режимах записи и регенерации обеспечивается состояние высокого импеданса, что позволяет объединить по выходам все блоки памяти и уменьшить число элементов схем управления.

Адресные входы всех блоков памяти ЗУПВ соединены параллельно. В любой момент времени операции записи и считывания осуществляются с одним из четырех блоков. Выбор того или иного блока памяти производится при подаче на входы A0 и A1 ЗУПВ двоичного номера блока. Эта комбинация синхронизируется сигналом CAS (варьируется время его подачи) для обеспечения высокого импеданса на выходах блоков, находящихся в неактивном состоянии. Пока на входе CS присутствует высокий логический уровень, в плате ЗУПВ осуществляется регенерация. Наличие отдельного входа CS позволяет объединить несколько плат ЗУПВ в устройстве обработки информации без



Структурная схема ЗУПВ

ввода дополнительных связей. Состояние входа WE сигнализирует схемам управления ЗУПВ о том, какие операции следует выполнять.

Регенерация микросхем памяти заключается в выполнении 128 циклов считывания при адресации по строкам и осуществляется каждые 2 мс, что исключает потери хранимой информации. Регенерация выполняется всегда, когда нет обращения к памяти со стороны центрального процессора, т.е. на входе CS присутствует высокий логический уровень. Счетчик регенерации представляет собой синхронный 7-разрядный двоичный счетчик, тактируемый частотой 1,66 МГц. Период регенерации составляет 77 мкс, что обеспечивает более 20 обращений к каждой строке в течение 2 мс.

При обращении центрального процессора к памяти значение сигнала на входе CS переходит в низкое логическое состояние. В течение одного периода сигнала CLK состояние СФУС не определено. В это же время происходит останов счетчика регенерации на одной из регенерируемых строк. Через 100 нс после изменения сигнала на входе CS все логические элементы управления устанавливаются в исходное состояние и начинается выполнение операций записи или считывания.

Выполнение того или иного действия обуславливается состоянием входа WE. Зависимость выполнения операций в ЗУПВ от состояния входов платы приведена в таблице.

Входы ЗУПВ			Выходы ЗУПВ	Действия, осуществляемые в ЗУПВ
CS	WE	CLK		
1	•	0/1	Высокий импеданс	Регенерация
0	0	0/1	То же	Запись в блок № (1*2*3*4)
0	1	0/1	Активное состояние	Считывание из блока № (1*2*3*4)

*Неустойчивое состояние.

С момента изменения сигнала CS на входах дешифратора адреса строки и столбца (ДАСС) присутствует 14-разрядный адресный код. Для обеспечения заданных временных соотношений при мультитексовой записи адреса в СФУС вырабатываются разрешающие сигналы.

В режиме записи информационные выходы микросхем памяти принимают состояние высокого импеданса. При считывании информации выходы переходят из состояния с высоким импедансом в активное состояние через время, равное времени выборки. В активном состоянии информационные выходы остаются до момента перехода

сигнала CAS в высокое логическое состояние. Считывание информации происходит без ее разрушения.

На выходах ДАСС в качестве инвертора использованы транзисторные ключи для обеспечения минимального времени задержки распространения сигналов выбора адреса.

Плата ЗУПВ может применяться для построения мини- и микроЭВМ, реализованных на микропроцессорных комплектах, имеющих входные и выходные сигналы, совместимые с TTL ИС и тактовую частоту не менее 10 МГц. Наличие в плате ЗУПВ входа выбора платы CS позволяет простыми средствами (в частности с помощью дешифратора) создавать системную память практически неограниченного объема. Осуществление регенерации непосредственно в плате делает ее независимой от типа центрального процессора.

ЛИТЕРАТУРА

Основы построения технических средств ЕС ЭВМ на интегральных схемах.— М. Радио и связь, 1981, с. 201—202.

Платы оперативной памяти с повышенной плотностью компоновки для машин фирмы DEC (Cambex Corp.)— Электроника (пер. журн. «Electronics», 1981, т. 54, № 19, с. 101—103.

Статья поступила 16 февраля 1983 г.

УДК 681.327.67

А.С.Лушников, А.Б.Однолько, В.И.Соломоненко, Г.А.Широков

ДИНАМИЧЕСКОЕ ЗУПВ К565РУ5 ЕМКОСТЬЮ 64 К

СБИС К565РУ5Б,В,Г,Д — запоминающее устройство с произвольной выборкой (ЗУПВ) динамического типа с организацией 65536*1. По всем входам и выводу микросхема К565РУ5 совместима с TTL уровнями и запитана от одного источника 5В ±10%. Максимальное время выборки для группы К565РУ5Б составляет 120 нс, наибольшая потребляемая мощность в режиме максимальной частоты обращения — 250 мВт, в режиме хранения — 20 мВт. Использование мультитексирования 16 адресных сигналов на 8 адресных входов позволило выполнить СБИС в 16-выводном DIP-корпусе шириной 7,5 мм. Назначение выводов показано на рис. 1.

СБИС К565 изготовлена по двухуровневой поликремниевой n-канальной МДП-технологии, обеспечивающей минимальные размеры элементов 2,5 мкм и кристалла 22,2 мм². По режимам работы микросхема полностью совместима с динамическими ЗУПВ К565РУ3, КР565РУ6*информационной емкостью 16 К, что облегчает переход на запоминающее устройство большей информационной емкости (дополнительный адрес А7 подключен к выводу 9, вывод 1 не задействован). Временные

диаграммы работы ЗУПВ в режимах считывания и записи аналогичны временным диаграммам БИС КР565РУ6.

Ниже приведены статические параметры СБИС К565РУ5:

- Напряжение питания, В 4,5—5,5
- Входной уровень, В
- лог. "1" не менее 2,4
- лог. "0" не более 0,8
- Ток потребления, мА
- при t_{RC} = 230 нс не более 45(Б); 35(В,Г); 30(Д)
- при RAS = CAS = лог. "1" 4
- Входной ток, мкА от -10 до +10
- Выходной ток утечки (при высоком импедансе), мкА от -10 до +10
- Выходной уровень, В
- лог. "1" при I_{нагр} = -2 мА не менее 2,4
- лог. "0" при I_{нагр} = 4 мА не более 0,4
- Емкость нагрузки, пФ не более 50

Наличие двух внешних строб-импульсов RAS и CAS, запускающих внутренние цепи (строки или столбцы) в определенной временной последовательности обеспечивает нормальное функционирование схемы. Границу правильного функционирования определяет параметр t_{RCD} мин.

Входное число D_{in}, которое записывается в выбранный элемент памяти, воспринимает

ся входным регистром — защелкой при переходе в активное состояние (лог. "0") сигналов WE и CAS, если при этом уровень RAS — активный. Тот из сигналов CAS или WE, который принимает активное состояние позже, является стробом для числа D_{in}. Это позволяет выбирать способ тактирования в цикле записи. Если в цикле записи вход WE находится на низком (активном) уровне до отрица-

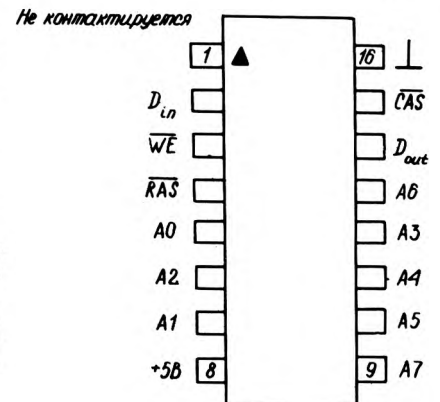


Рис. 1. Назначение выводов СБИС К565РУ5

*Полупроводниковое запоминающее устройство КР565РУ6 емкостью 16 К/В.П.Беспалов, А.С.Ильющенков, А.И.Макаров и др.— Наст. вып., с. 38.

тельного перехода \overline{CAS} (режим "ранней" записи), то время установления и удержания входного числа отсчитывается от уровня отрицательного перехода \overline{CAS} , при этом выход остается в состоянии высокого импеданса в течение всего цикла обращения. Если записываемое входное число D_{in} не подготовлено ко времени установления \overline{CAS} ("поздняя запись") или если необходимо осуществить цикл считывания — модификация — запись (RMW), то установление \overline{WE} должно быть задержано относительно \overline{CAS} . В этом случае время установления и удержания входного числа отсчитывается от уровня отрицательного перехода \overline{WE} .

Уровень считываемого числа не инвертируется относительно записываемого. Установившееся при считывании состояние лог. "0" или лог. "1" сохраняется на выходе до тех пор, пока \overline{CAS} не перейдет в неактивное состояние, что приводит к установлению на выходе состояния высокого импеданса независимо от состояний остальных управляющих входов. Длительность активного состояния \overline{CAS} микросхемы К565РУ5 в отличие от К565РУ3 не ограничена, что позволяет осуществлять регенерацию информации накопителя только сигналом \overline{RAS} без изменения состояния выходного буфера. Страничный режим работы ЗУПВ К565РУ5 обеспечивается последовательными обращениями к адресам столбцов при неизменном адресе строки. Время выборки первого обращения определяется как t_{RAC} или t_{CAS} (в зависимости от значения t_{RCD}), время выборки последующих обращений — t_{CAS} . В страничном режиме достигается значительное повышение скорости действия ЗУПВ, внутри цикла допускается любая комбинация режимов считывания, записи и RMW.

Регенерация информации всех динамических элементов памяти накопителя осуществляется при помощи 128 циклов обращения с использованием всех комбинаций строчных адресов А0—А6 каждые 2 мс. Регенерация по этим адресам охватывает 512 элементов памяти и производится в любом режиме обращения при стробировании строчных адресов сигналом \overline{RAS} . Однако эта функция проще выполняется в режиме "только \overline{RAS} ". В этом режиме требуется, чтобы 7 адресов, используемых для регенерации, были определены на адресных входах к моменту установления низкого уровня сигнала \overline{RAS} . Проводя тактирование сигналом \overline{RAS} с последовательным установлением 128 строчных регенерационных адресов, можно осуществлять регенерацию при статическом уровне на входе

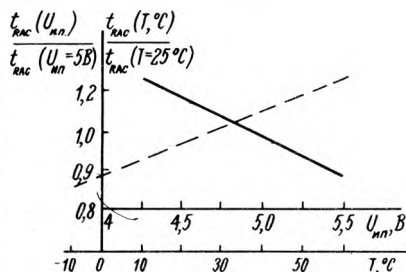


Рис. 2. Зависимости времени выборки от напряжения питания при $T=25^\circ\text{C}$ (сплошная линия) и температуры при $U_{н.п.}=5\text{ В}$ (штриховая линия)

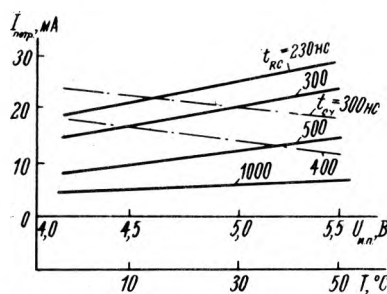


Рис. 3. Зависимости тока потребления от напряжения питания $U_{н.п.}$ (сплошные линии) и температуры при $U_{н.п.}=5,5\text{ В}$ (штриховая линия)

\overline{CAS} . При этом выход находится в состоянии высокого импеданса, если уровень \overline{CAS} соответствует лог. "1" в течение тактирования сигналом \overline{RAS} . Если сигнал \overline{CAS} остался на уровне лог. "0" после цикла обращения, предшествовавшего циклу "только \overline{RAS} ", то выход остается в том состоянии, которое установилось в предыдущем цикле обращения. Эту последнюю особенность можно использовать для организации режима "скрытой" регенерации, когда повторные установления активного состояния \overline{RAS} при активном \overline{CAS} стробируют регенерацию по очередным строчным адресам, в то время как на выходе сохраняется число, считанное в первом цикле \overline{RAS} .

Цепь \overline{CAS} , стробирующая адресный регистр, тракты вывода и записи информации, запускается только в том случае, если произошел переход сигнала \overline{CAS} с высокого уровня на низкий при активном состоянии сигнала \overline{RAS} (при $t_{RCD} \geq t_{RCD\text{ мин}}$). В том случае, когда цепь \overline{CAS} не запускается (в том числе в режиме "скрытой" регенерации), на

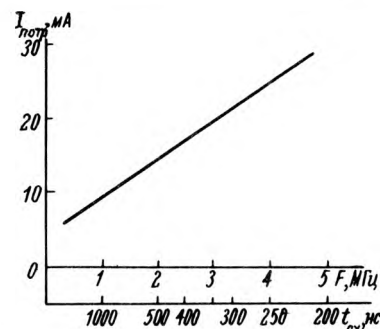


Рис. 4. Зависимость тока потребления от частоты обращения при $T=25^\circ\text{C}$, $U_{н.п.}=5,5\text{ В}$

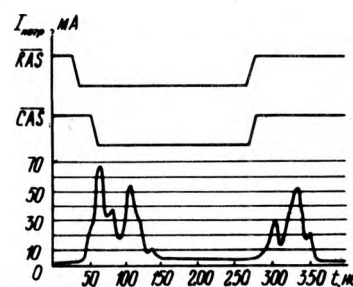


Рис. 5. График тока потребления при $T=25^\circ\text{C}$, $U_{н.п.}=5,5\text{ В}$

входах \overline{WE} и D_{in} допустимы произвольные уровни.

На рис. 2—4 показаны зависимости основных параметров от напряжения питания, температуры и частоты обращения.

При эксплуатации ЗУПВ необходимо уделять внимание вопросу устранения импульсных входных помех. Входные логические уровни (0—0,8 В, 1—2,4 В) должны превышать пиковые значения импульсных помех.

Элементы развязки по питанию необходимо выбирать так, чтобы пиковые значения выбросов на выводе питания относительно вывода земли СБИС при ее функционировании не выходили за пределы зоны $5 \pm 10\%$. Для расчета развязки на рис. 6 приведен график изменения тока потребления в цикле обращения.

Для правильного функционирования ЗУПВ после включения питания требуется пауза не менее 2 мс с последующей подачей 16 тактов в режиме записи, считывания или регенерации.

Статья поступила 19 февраля 1982 г.

УДК 681.327.2

В. П. Беспалов, А. С. Ильюшенко, А. И. Макаров, В. Д. Мещанов, В. П. Миронов, Н. А. Телицын

ДИНАМИЧЕСКОЕ ЗУПВ КР565РУ6 ЕМКОСТЬЮ 16 К

Микросхема КР565РУ6 информационной емкостью 16 К с одним источником питания обеспечивает время выборки для группы Б не более 120 нс, потребляемую мощность в режиме обращения — 100 мВт, в режиме хранения — 20 мВт. Совместима с ТТЛ ИС по всем входам и выходу.

Интегральное полупроводниковое динамическое запоминающее устройство с произвольной

выборкой (ЗУПВ) КР565РУ6 16Кх1 предназначена для построения блоков памяти ЭВМ и устройств автоматики. Для питания микросхемы используется один источник с напряжением $5 \text{ В} \pm 10\%$. Период регенерации — 2 мс.

Малая потребляемая мощность позволила разместить кристалл ЗУПВ большой информационной емкости в 16-вывод-

ном пластмассовом корпусе шириной 7,5 мм. Назначение выводов представлено на рис. 1.

Кристалл ЗУПВ содержит накопитель, выполненный на основе однотранзисторных ячеек памяти, систему считывающих усилителей, дешифраторы адреса строки и столбца, мультиплексированный адресный регистр, устройства ввода и вывода информации и схему синхро-

низации и управления перечисленными узлами. Запоминающее устройство изготовлено по *n*-канальной МДП-технологии с одним уровнем поликремния. Минимальные размеры элементов составляют 2,5 мкм, площадь кристалла — 3,05x4,4 мм².

Микросхема КР565РУ6 позволяет реализовать режим записи (рис. 2), режим считывания (рис. 3), страничный режим за-

писи, страничный режим считывания, режим считывание-модификация—запись (RMW), режим регенерации по сигналу RAS. В таблице приведены параметры временных диаграмм микросхемы.

В ЗУПВ использована схема «стробируемого CAS, т.е. события в цепи, определяемой сигналом CAS, запрещаются до прихода разрешающего сиг-

нала, вырабатываемого одним из формирователей цепи RAS. Такой режим работы позволяет подавать внешний сигнал CAS, как только истекло время t_{RAH} и код адреса строки на адресных входах изменился на код адреса столбца.

При работе ЗУПВ в режиме считывания информация появится на выходе через время t_{RAC} . Если задержка между сигналами RAS и CAS

Наименование параметра	КР565РУ6Б		КР565РУ6В		КР565РУ6Г	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
Длительность цикла, не считывая или записи t_{cy}	230	—	280	—	360	—
считывание—модификация—запись t_{RMW}	290	—	355	—	460	—
страничного режима t_{cp}	140	—	170	—	240	—
Время выборки, не относительно сигнала RAS						
t_{RAC} относительно сигнала CAS	—	120	—	150	—	200
t_{CAC}	—	70	—	90	—	120
Время сохранения выходной информации относительно сигнала CAS t_{off} , не	0	30	0	40	0	50
Длительность фронтов (нарастания и спада) t_T , не	3	50	3	35	3	35
Время восстановления сигнала, не						
RAS t_{RP}	100	—	120	—	150	—
CAS t_{CPN}	30	—	40	—	50	—
CAS t_{cp} (страничный режим)	60	—	70	—	110	—
Длительность сигнала, не						
RAS t_{RAS}	120	10000	150	10000	200	10000
CAS t_{CAS}	70	10000	90	10000	120	10000
записи t_{WP}	35	—	45	—	80	—
Время удержания, не						
сигнала RAS t_{RSH}	70	—	90	—	120	—
адреса строки t_{RAH}	15	—	20	—	30	—
адреса столбца t_{CAH}	25	—	35	—	45	—
сигнала считывания t_{RCH}	15	—	20	—	30	—
сигнала записи t_{WCH}	45	—	55	—	80	—
сигнала D_{in} t_{DCH}	30	—	40	—	50	—
сигнала D_{in} относительно сигнала WE t_{DWH}	30	—	40	—	50	—
Время установления, не						
сигнала CAS относительно сигнала RAS t_{RCD}	25	50	30	60	40	80
адреса строки t_{ASR}	0	—	0	—	0	—
адреса столбца t_{ASC}	0	—	0	—	0	—
сигнала считывания t_{RCS}	0	—	0	—	0	—
сигнала записи t_{WCS}	0	—	0	—	0	—
сигнала D_{in} t_{DS}	0	—	0	—	0	—
сигнала D_{in} относительно сигнала WE t_{DWS}	0	—	0	—	0	—
Время записи, не						
по сигналу RAS t_{RWL}	55	—	70	—	95	—
по сигналу CAS t_{CWL}	55	—	70	—	95	—
Задержка сигнала WE относительно сигнала CAS (режим RMW) t_{CWD} , не	70	—	90	—	120	—
Период регистрации t_{REF} , мс	—	2	—	2	—	2

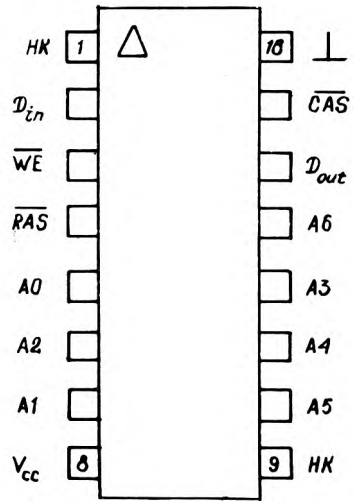


Рис. 1. Назначение выводов микросхемы КР565РУ6

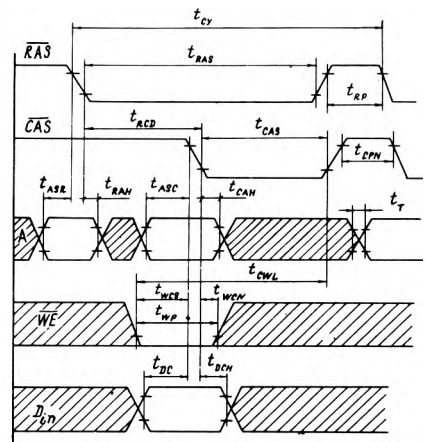


Рис. 2. Режим записи

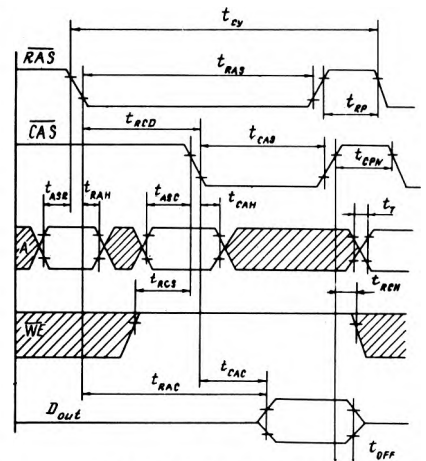


Рис. 3. Режим считывания

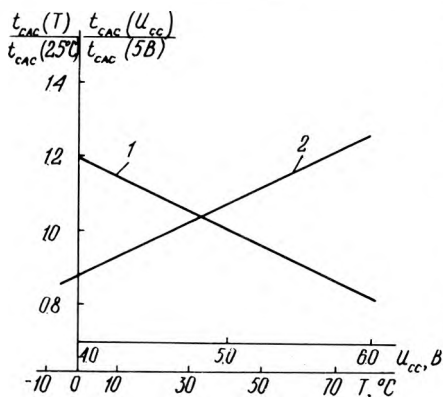


Рис. 4. Зависимость нормализованного времени выборки от напряжения питания (1) и от температуры (2)

$t_{RC} > t_{RCD(max)}$, то нормальное функционирование схемы не нарушается, но время выборки в этом случае увеличится на величину разности $t_{RC} - t_{RCD(max)}$. Считанная информация не инвертируется по отношению к записанной.

Записываемая информация, подаваемая на вход схемы D_{in} фиксируется устройством ввода при переходе сигнала WE в активное состояние (низкий уровень). При этом, если сигнал WE переходит в активное состояние раньше, чем сигнал CAS, время установления и время удержания входной информации отсчитываются относительно сигнала CAS.

Ниже приведены статические параметры микросхемы КР568РЕ1 в диапазоне температур от -10 до +70°C.

Статические параметры микросхемы в диапазоне температур от -10 до +70°C

- Напряжение питания, В 4,5-5,5
- Входной уровень (на всех входах), В
 - "лог.1" не менее 2,4
 - "лог.0" не более 0,8
- Ток потребления, мА
 - в режиме обращения ($t_{cy} = 230$ нс) не более 20
 - в режиме хранения не более 4
- Входной ток по каждому входу, мкА от -10 до +10
- Выходной ток утечки (при высоком импедансе), мкА.. от -10 до +10
- Выходной уровень, В
 - "лог.1" при токе нагрузки 2 мА не менее 2,4
 - "лог.0" при токе нагрузки 4 мА не более 0,4
- Емкость нагрузки, пФ не более 100

На рис. 4 показаны зависимости параметров от напряжения питания и температуры.

В источнике напряжения питания должна быть предусмотрена емкостная развязка. Для правильного функционирования ЗУПВ после подключения источника питания требуется пауза не менее 2 мс и далее — 16 циклов работы в любом из режимов.

Статья поступила 22 апреля 1982 г.

УДК 681.327.2

В.Б.Буй, В.П.Сидоренко, А.Г.Солод

СТАТИЧЕСКОЕ ПЗУ КР568РЕ1 ЕМКОСТЬЮ 16 К

Постоянное запоминающее устройство КР568РЕ1 (К568РЕ1) с полной дешифровкой адреса, информационной емкостью 16384 бит, организацией 2048x8 разрядов совместимо по входам и выходам с уровнями ТТА (рис. 1). Предназначено для использования в микропроцессорных системах для хранения программ и подпрограмм, в качестве преобразователей кодов, генераторов символов.

Выборка выходного слова осуществляется 11-разрядным кодом, подаваемым на адресные входы А0-А10. Восемь выходных усилителей стробируются по входу «Выбор ИС» (ВИС). Информация проходит на выходные клеммы D0-D7 только при подаче на вход ВИС уровня «лог. 0», при подаче на вход ВИС уровня «лог. 1» на выходах ИС реализуется высокоимпедансное «третье» состояние.

Основные электрические параметры в диапазоне температур от -10 до +70°C

Напряжение питания, В

U_{SS1} 12 ± 10%

U_{SS2} 5 ± 10%

Ток потребления, мА

I_{SS1} не более 12

I_{SS2} не более 11

Потребляемая мощность P_{SS} , мВт

..... не более 220

Ток утечки на выходе I_{LO} , мкА

..... не более 8

Напряжение "лог. 0", В

сигнала выходной информации U_{OL} , адреса U_{AL} , выбора U_{CSL} не более 0,4

Напряжение "лог. 1", В

сигнала выходной информации U_{OH} , адреса U_{AH} , выбора U_{CSH} не менее 2,4

Выходной ток, мА

"лог. 0", I_{IL} не более 0,45

"лог. 1", I_{IH} не более 0,025

Время выборки при $C_H = 100$ пФ, нс

адреса t_{AA} не более 390

разрешения t_{AC} не более 220

Время цикла t_C , нс не менее 400

Напряжение помехи U_N , В не более 0,2

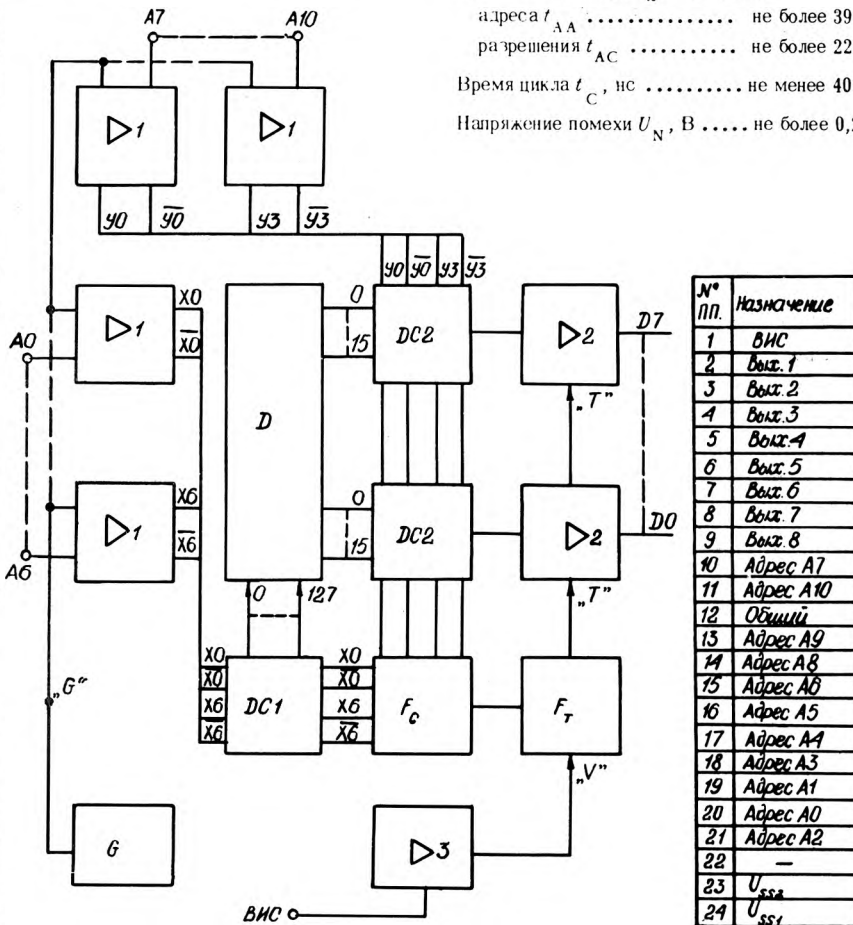


Рис. 1. Структурная схема ПЗУ: D — накопитель, 1 — усилитель-формирователь адресных сигналов, DC1 — дешифратор строк, DC2 — дешифраторы столбцов, 2, 3 — усилители считывания и «выбор ИС» (ВИС), F₀ — формирователь сигнала смены, G — генератор высокого уровня и смещения подложки, F₁ — формирователь тактирующего сигнала

Предельно допустимые значения электрических режимов эксплуатации

Напряжение источников питания, В

U_{SS1} не более 14

U_{SS2} не более 6

Входное напряжение на адресных входах ВИС, В

U_1^+ не более 5,5

U_1^- не более 1,2

Емкость нагрузки C_L , пФ не более 500

Микросхемы К568РЕ1 и КР568РЕ1 выполнены по *n*-канальной поликремниевой технологии в керамическом (тип 405.24-2) и пластмассовом (тип 2120, 24-3) корпусах с одинаковой разводкой (см.рис. 1). Запоминающим элементом служит МДП-транзистор, выполненный с «тонким» либо с «толстым» (в зависимости от предъявляемых требований) подзатворным диэлектриком. Размер кристалла законченной схемы ПЗУ - 4,0х4,2 мм.

Временная диаграмма входных и выходных сигналов изображена на рис. 2.

Применение БИС ПЗУ КР568РЕ1 в системах обработки

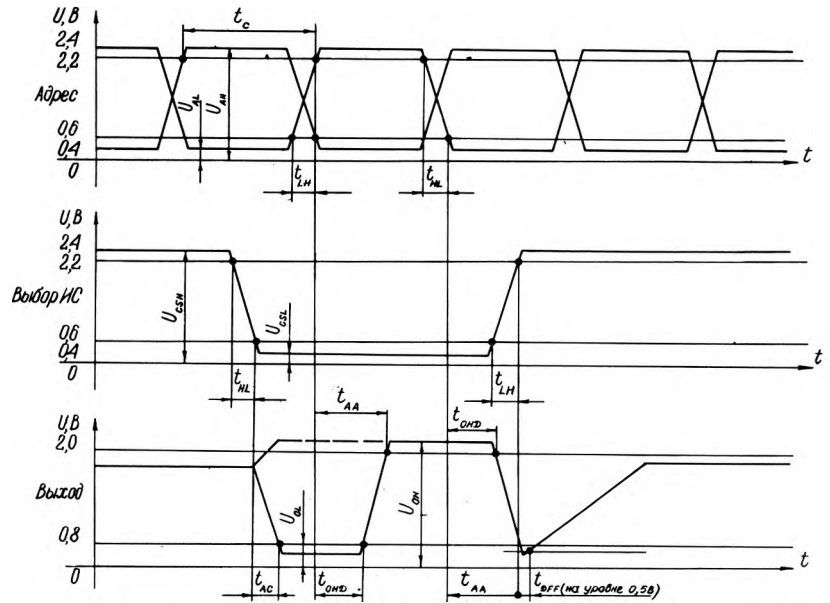


Рис. 2. Временная диаграмма входных и выходных сигналов ИС

данных, измерительной аппаратуре, бытовых изделиях обеспечивает повышение быстродействия и надежности, снижение габаритов, массы, потребляемой мощности, стоимо-

сти. Экономия от применения микросхемы в телеграфных аппаратах составляет 400 руб. на одну ИС.

Статья поступила 14 февраля 1982 г.

УДК 681.17327.2—185.4

Н.М.Закроева, А.В.Малинин, А.Г.Черных

СТАТИЧЕСКОЕ ОЗУ КР537РУЗ ЕМКОСТЬЮ 4К

Свойство КМОП БИС ОЗУ сохранять информацию при пониженном напряжении питания (до 1,3 В) позволяет использовать микросхему в блоках ЗУ с резервным питанием для устройств промышленного и бытового назначения с ограниченным энергетическим ресурсом.

ОЗУ типа КР537РУЗ емкостью 4096 бит содержит на одном кристалле матричный накопитель, входные и выходной буферы, дешифраторы строки и столбца, разрядную схему, усилитель считывания-записи, схему управления. Функционирование микросхемы поясняется нижеприведенной таблицей и временными диаграммами (рис. 1).

Входы			Выход	Рабочее состояние микросхемы
ВК	РЗ	Вх		
1	X	X	Третье состояние	Режим хранения информации
0	0	1	Третье состояние	Запись "лог. 1"
0	0	0	Третье состояние	Запись "лог. 0"
0	1	X	"0" или "1"	Считывание

X - состояние на входе безразлично

В качестве запоминающей ячейки выбран стандартный шеститранзисторный элемент с управляющими *n*-канальными транзисторами. Схема дешифраторов состоит из квазистатических элементов И-НЕ, инвер-

тора и *p*-канального транзистора обратной связи. Введение последнего позволило снять ограничение по длительности импульса «Выборка кристалла» и таким образом соединить достоинства статической и динамической схем. В усилителе считывания-записи информация использована схема триггерного типа, отличающаяся устойчивой работой и простотой компоновки. Для исключения ошибок во временной диа-

грамме включения усилителя при считывании информации в микросхему введен дополнительный столбец «фиктивных ячеек», который вырабатывает стробирующий импульс включения усилителя. Схема выходного буфера рассчитана на три состояния. Третье состояние (высокий импеданс) позволяет легко объединять микросхемы КР537РУЗ по выходам. Отличительной особенностью схемы выходного буфера - является

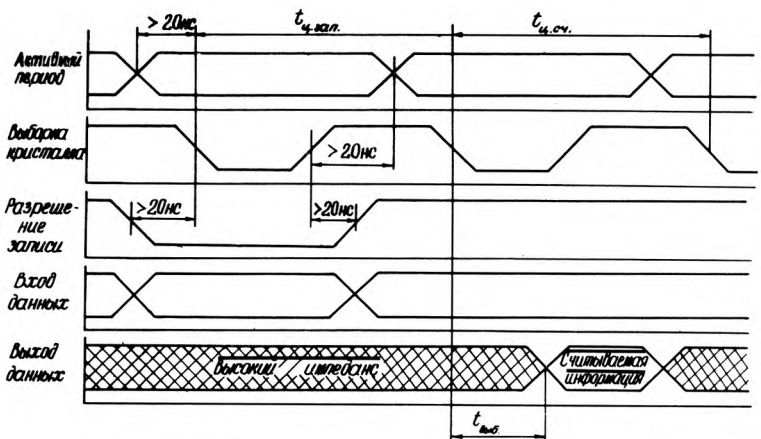


Рис. 1. Временные диаграммы работы микросхемы КР537РУЗ

наличие биполярного *p-p* транзистора, который существенно повышает нагрузочную способность микросхемы. По уровням выходных сигналов микросхема согласуется непосредственно с ТТЛ-схемами серий K155, K134, K555, K136. Изготовление биполярного транзистора осуществляется в едином технологическом цикле и не усложняет изготовление КМОП микросхемы.

Конструктивно микросхема оформлена в 18-выводном пластмассовом корпусе типа 2107.18—1 по ГОСТ 17467-71. Кристалл в корпусе крепится с помощью клея. Площадь кристалла микросхемы составляет 15,6 мм². Расположение выводов микросхемы KP537PY3 показано на рис. 2.

Микросхема изготовлена по КМОП-технологии с молибденовым затвором и изоляцией методом локального окисления кремния с использованием нитридной маски. Для увеличения плотности компоновки элементов использована двухуровневая разводка со «скрытыми контактами» к исток-стоковым

Основные технические характеристики в диапазоне температур от -10 до +70°C

Напряжение источника питания, В... 5 ± 10%

Максимальная потребляемая мощность, мкВт

в статическом режиме ≤ 275

в динамическом режиме ($f_p = 1$ МГц) ≤ 27,5 · 10²

Входное напряжение, В

"лог. 1" ≥ -0,4

"лог. 0" ≤ 0,4

Входной ток, мкА

"лог. 1" ≤ 1,0

"лог. 0" ≤ -1,0

Ток утечки на выходе, мкА

"лог. 1" ≤ 5,0

"лог. 0" ≤ -5,0

Выходной ток, мА

"лог. 1" ($U_{\text{вых}} = 2,4$ В) > 2

"лог. 0" ($U_{\text{вых}} = 0,4$ В) ≥ 3,2

Минимальное напряжение питания в режиме хранения, В -1,3

Ток потребления в режиме хранения при $U_{\text{и.п}} = 1,5$ В (10%), мкА ≤ 1,0

Время выборки, нс ≤ 350

Время цикла считывания, нс ≤ 500

Время записи, нс ≤ 300

Относительная влажность окружающей среды при $T_{\text{окр}} = 25^\circ\text{C}$, % 98

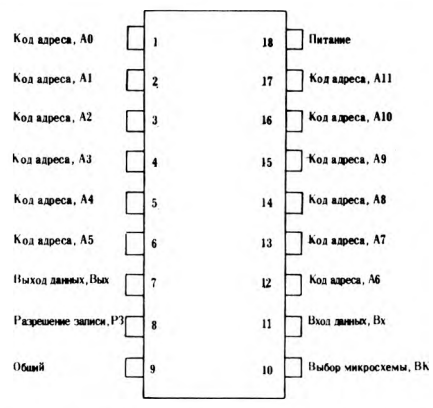


Рис. 2. Схема расположения выводов микросхемы KP537PY3

областям. При изготовлении микросхемы применяются плазмохимические процессы, используется ионная имплантация для образования *p*-кармана, истоков стоковых областей *p*- и *n*-канальных транзисторов.

Статья поступила 29 января 1982 г.

УДК 681.327.26

А.Н.Бочков, И.П.Лазаренко, Ю.В.Минков, В.Н.Уросов

СТАТИЧЕСКОЕ СОЗУ К132РУ4 ЕМКОСТЬЮ 1 К

БИС К132РУ4 — сверхоперативное запоминающее устройство (СОЗУ) статического типа емкостью 1024 бит с типовым временем выборки 18 нс и потребляемой мощностью 250 мВт, изготавливаемое по *n*-канальной МОП-технологии.

Получение высоких параметров БИС К132РУ4 по быстродействию и потребляемой мощности обеспечивается благодаря выполнению микросхемы по синхронному (тактируемому) принципу, т.е. для обращения в режиме записи или считывания после предварительной установки адресов и данных в истинное состояние на кристалл необходимо подать сигнал разрешения \overline{CE} . При этом информация сохраняется в СОЗУ в любом статическом состоянии неограниченное время.

Функциональная схема СОЗУ приведена на рис. 1. Многофазный управляющий генератор запускается сигналом разрешения \overline{CE} и стробирует в определенной временной последовательности элементы информационного тракта кристалла, которые предварительно приводятся в состояние, обеспечивающее максимальную скорость установления уровней "лог.0" или "лог.1". Элементы схемы выполнены по динамическому принципу, т.е. на основе использования потенциалов, временно хранящихся на емкостях специально выполненных конденсаторов, а также на паразитных емкостях узлов и шин. Этот принцип позволяет свести к минимуму, а во многих случаях и устранить потребление элементами схемы тока в статическом или квазистатическом

состояниях. Адресные регистры строк и столбцов содержат по пять адресных формирователей (АФ), представляющих собой

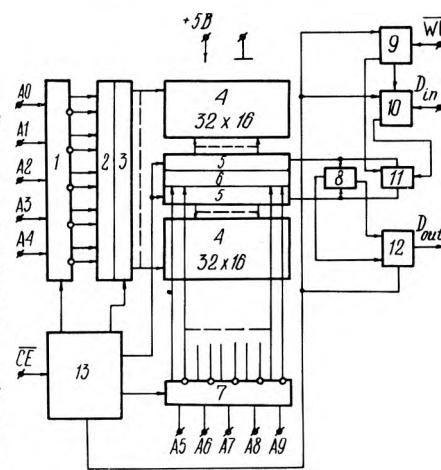


Рис. 1. Функциональная схема БИС К132РУ4: 1 — адресный регистр строк; 2 — дешифратор строк; 3 — 32 ключа выборки строк; 4 — матричный накопитель; 5 — 64 ключа выборки столбцов; 6 — дешифратор столбцов; 7 — адресный регистр столбцов; 8 — усилитель считывания; 9 — формирователь сигнала записи; 10 — регистр входных данных; 11 — устройство ввода; 12 — устройство вывода; 13 — многофазный управляющий генератор

динамические чувствительные стробируемые схемы. При выполнении операции записи или считывания осуществляется переход сигнала разрешения \overline{CE} с уровня "лог. 1" на уровень "лог. 0". В момент этого отрицательного перепада срабатывают все входные и адресные регистры, которые выполняют также функции защелок и сохраняют принятую информацию до момента обратного перехода. С момента перехода сигнала \overline{CE} на уровень "лог. 1" внутренние схемные узлы приводятся в исходные состояния для следующего срабатывания кристалла.

К началу установления сигнала разрешения \overline{CE} должны быть подготовлены истинные логические уровни сигналов адреса, записи-считывания \overline{WE} и входных данных D_{in} (рис. 2). После установления сигнала разрешения все упомянутые сигналы должны удерживаться в течение времени t_{AH} для захвата их входными защелками, после

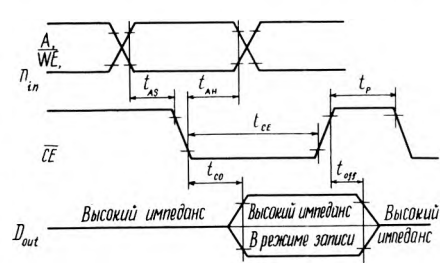


Рис. 2. Временные диаграммы работы микросхемы в режимах записи и считывания

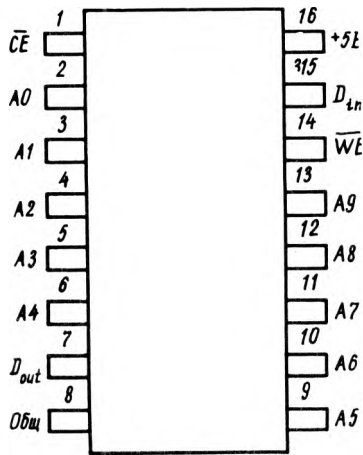


Рис. 3. Назначение выводов БИС К132РУ4

чего эти сигналы могут принимать произвольные состояния. Спустя время выборки t_{CO} после установления сигнала разрешения в режиме считывания ($\overline{WE} = \text{«лог.1»}$) на выходе D_{out} устанавливается считанная информация, которая удерживается на выходе после конца обращения в течение вре-

мени t_{off} . В режиме записи ($\overline{WE} = \text{«лог.0»}$) выход остается в состоянии высокого импеданса, который имел место в паузе между обращениями, что позволяет использовать общую шину данных. Цикл обращения складывается из длительности сигнала разрешения \overline{CE} , длительности восстановления (паузы) t_P и двух длительностей фронтов сигнала разрешения \overline{CE} . Ниже представлены основные, временные и статические параметры СОЗУ:

- Время установления адреса t_{AS} , нс не менее 0
- Время удержания, нс
- адреса t_{AH} не менее 5
- выходной информации t_{off} не менее 7
- Время выборки t_{CO} , нс 18
- Длительность сигнала разрешения t_{CE} , нс 18
- Время восстановления t_P , нс 7-20
- Ток потребления, МА
- при $t_{CE} = 20$ нс, $t_P = 10$ нс 35-80
- в режиме хранения при статическом уровне «лог.1» на входе \overline{CE} 10-40

- Входное напряжение, В
- «лог. 0» 0,8
- «лог. 1» 2,2
- Выходной ток, МА
- «лог. 0» при $U_{вых}^c = 0,4$ В 10
- «лог. 1» при $U_{вых}^1 = 2,4$ В 5
- Входная емкость каждого выхода, пФ .. 3-6
- Входные токи по каждому выводу при напряжении на выводах относительно общего «0» +6 В, мкА 10
- Выходная емкость вывода D_{out} в режиме хранения, пФ 4-7
- Выходной ток в режиме хранения при напряжении на выводе D_{out} от 0 до 6 В, мкА 10
- Напряжение питания, В 4,5-5,5
- Емкость нагрузки, пФ 50

БИС К132РУ4 выпускается в пластмассовом 16-выводном DIP-корпусе с вертикальным расположением выводов (рис. 3).

Наличие третьего состояния (высокого выходного импеданса) в режиме хранения позволяет осуществлять наращивание памяти путем непосредственного объединения выводов.

Статья поступила 23 февраля 1982 г.

УДК 681.327.066

А.П.Голубев, В.Н.Неклюдов, С.А.Фастов, Ю.И.Щетинин

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЕ ОЗУ К155РУ7 ЕМКОСТЬЮ 1К

ТТЛ ОЗУ емкостью 1024 бит предназначено для построения блоков памяти наращиванием емкости по словам и разрядам с применением внешних логических устройств. Совместима с ТТЛ схемами серий К131, К155, К555, К556, К589.

Микросхема К155РУ7 — быстродействующее оперативное запоминающее устройство ТТЛ типа с организацией 1024x1. Выходной усилитель выполнен по схеме с тремя состояниями. Накопителем является матрица элементов памяти с организацией 32 строки на 32 столбца. Принцип работы микросхемы поясняется таблицей истинности. В режиме запрещения выборки (по входу РВ подано напряжение «лог.1») обеспечивается режим хранения, при этом выходной усилитель находится в третьем состоянии (выходной ток равен нулю, потенциал выхода определяется нагрузкой).

Таблица истинности (для положительной логики)

Состояние входов			Д _{вых}	Режим
РВ	РЗ	Д _{вх}		
1	x	x	3 с	Хранения
0	0	0	3 с	Запись "0"
0	0	1	3 с	Запись "1"
0	1	x	Д _{вых}	Считывание

x — состояние на входе безразлично;
3 с — третье логическое состояние.

В режиме записи (на РВ и РЗ — «лог.0») в адрес, выбранный необходимой комбинацией входных сигналов дешифраторов, записывается информация с информационного входа Д_{вх}, выход также находится в третьем состоянии. В режиме считывания (РВ — «лог.0», РЗ — «лог.1») на выходе считывается информация из выбранной ячейки в прямом коде.

Повышение быстродействия микросхемы достигается применением схемных решений во внутренних узлах на основе ЭСЛ схем. Согласование внутренних ЭСЛ схем с входными и выходными ТТЛ уровнями осуществляется преобразователями логического уровня ТТЛ—ЭСЛ и ЭСЛ—ТТЛ. Схема входного буфера приведена на рис. 1, элементы конечной цепи выходного усилителя — на рис. 2. В качестве элемента памяти шести использована ячейка на двухэмиттерных транзисторах с нелинейной коллекторной нагрузкой. В микросхеме используется принцип переключения токов с объединением разрядных эмиттеров ячеек и эмиттеров транзисторов усилителей записи-считывания (УЗС) по разрядным шинам.

Для уменьшения длительности импульса записи производится повышение потенциала на одной из шин разряда при одно-

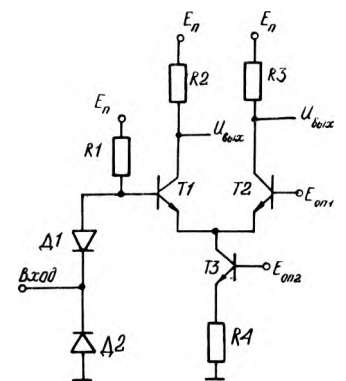


Рис. 1. Схема входного буфера

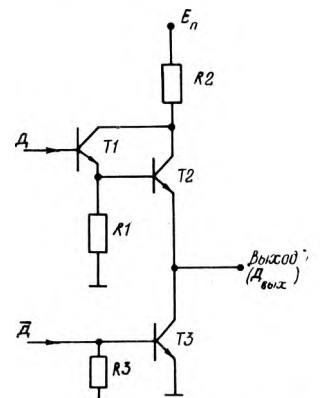


Рис. 2. Схема конечной цепи выходного усилителя

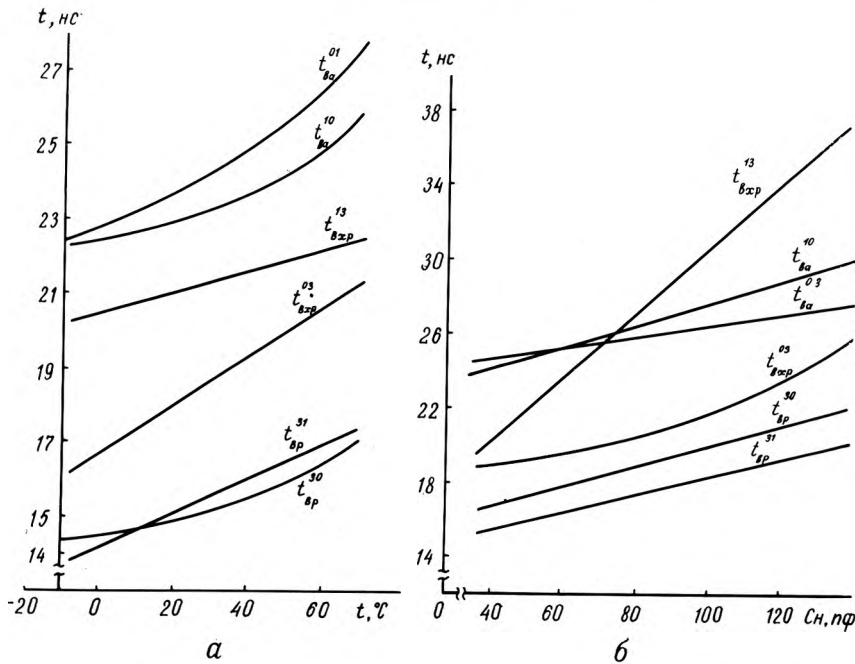


Рис. 3. Зависимости динамических параметров от температуры окружающей среды (а) и от емкости нагрузки (б)

- Ток потребления при $U_{и.п} = 5,25 \text{ В, мА}$ не более 160
- Входной ток, мА
 - "лог. 0" при $U_{и.п} = 5,25 \text{ В, } U_{вх} = 0,4 \text{ В}$ не менее -0,4
 - "лог. 1" при $U_{и.п} = 5,25 \text{ В, } U_{вх} = 4,5 \text{ В}$ не более 0,04
- Выходное напряжение, В
 - "лог. 0" при $U_{и.п} = 4,75 \text{ В, } I_{н} = 16 \text{ мА}$ не более 0,45
 - "лог. 1" при $U_{и.п} = 4,75 \text{ В, } I_{н} = 5,2 \text{ мА}$ не менее 2,4
- Напряжение на антивзвонном диоде при $U_{и.п} = 4,75 \text{ В, } I_{вх} = -10 \text{ мА, В}$ не менее -1,5
- Время выборки, нс
 - адреса ($t_{в.а}$)
 - при $C_{н} = 30 \text{ пФ}$ не более 45
 - разрешения ($t_{в.р}$)
 - при $C_{н} = 30 \text{ пФ}$ не более 35
 - записи ($t_{в.з}$) не более 35
 - хранения ($t_{в.хр}$) не более 35

Зависимости основных динамических параметров от температуры окружающей среды и емкости нагрузки приведены на рис. 3. Изменения этих параметров от напряжения питания находятся в пределах ± 2 нс. Микросхема выпускается в 16-выводном пластмассовом корпусе типа 238-16-2 с вертикальным двухрядным расположением выводов.

Статья поступила 19 мая 1982 г.

временном понижении потенциала на другой шине в зависимости от типа записываемой информации. Микросхема ОЗУ изготовлена по технологии с боковой диэлектрической изоляцией и пристеночным эмиттером транзистора, что позволило достичь высокой степени

интеграции и повысить быстродействие схемы. Элемент памяти имеет размер 2520 мкм^2 , кристалл законченной микросхемы — $3,4 \times 2,1 \text{ мм}$. Ниже приведены основные электрические параметры микросхемы К155РУ7 в диапазоне температур от -10 до $+70^\circ\text{C}$ при $U_{и.п} = 5\text{В} \pm 5\%$.

УДК 681.327.28 — 529

Ю.И.Щетинин

МОДЕРНИЗАЦИЯ БИПОЛЯРНОГО ППЗУ ЕМКОСТЬЮ 1К

Снижение сопротивления тракта программирования, новое схемотехническое решение ячейки памяти позволили повысить надежность, программируемость и быстродействие микросхемы.

ППЗУ серии КР556 находят широкое применение в генераторах алфавитно-цифровых символов и преобразователях кода в вычислительных устройствах с микропрограммным управлением, для хранения, табличного поиска данных и выполнения математических операций. Появление микропроцессорных комплектов БИС, позволяющих создавать заказные вычислительные и управляющие устройства с микропрограммным управлением, расширяет сферы применения ППЗУ [1].

Модернизированный вариант ППЗУ КР556РТ4 — микросхема КР556РТ4А — представляет собой постоянное запоминающее устройство с электрическим программированием емкостью 1024 бит с организацией 256 че-

тырехрядных слов. Основные узлы схемы: запоминающая матрица, адресные формирователи, дешифраторы строк и столбцов, мультиплексоры, усилители считывания и схемы программирования (рис. 1).

Запоминающая матрица выполнена на 33 многоэмиттерных транзисторах (МЭТ), в каждом из которых содержится по 34 эмиттера. Включение их по схеме с общим коллектором позволяет разместить все транзисторы в одном изолированном кармане кристалла, что существенно снижает занимаемую матрицей площадь.

Программируемые элементы на основе пленок никеля и хрома толщиной $0,03 \text{ мкм}$ включены между эмиттерами транзисторов матрицы и разрядными шинами. Наличие перемычки соответствует напряжению «лог.0» на выходе усилителя считывания. Конфигурация плавкой перемычки выбрана с учетом анализа программиро-

вания элементов ППЗУ на основе тонких пленок [2]. Плавкая перемычка прямоугольной формы позволила реализовать для микросхемы КР556РТ4А транзисторную ячейку размером 900 мкм^2 (рис. 2), что в 2,5 раза меньше, чем в первоначальном варианте ППЗУ. Размер активной части плавкой перемычки составляет $3 \times 3 \text{ мкм}^2$. В новой ячейке сведены к минимуму площади активных и пассивных областей, а впервые предложенное использование двух базовых контактов на один бит позволило вдвое повысить эффективность использования эмиттера. При четырехмикронных допусках ячейка позволяет реализовать ППЗУ емкостью до 16 Кбит, а при переходе на двух- и трехмикронные допуски — до 64 Кбит.

Дополнительная защита плавкой перемычки межслойным диэлектриком обеспечивает высокую надежность в условиях повышенной влажности.

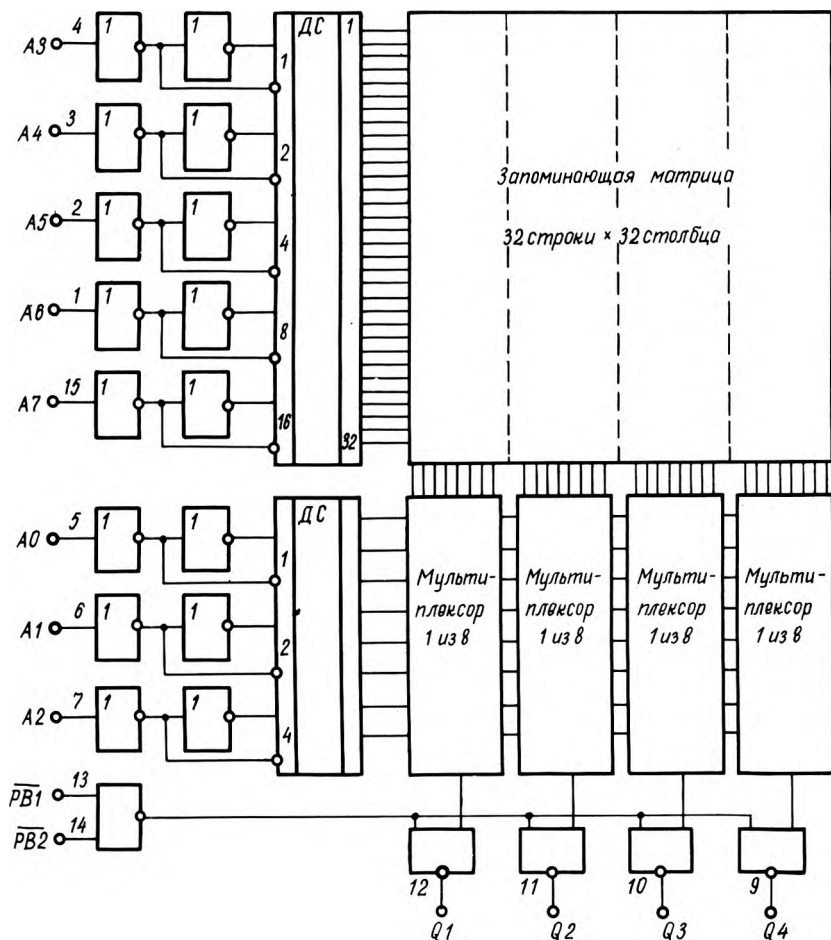


Рис. 1. Функциональная схема ППЗУ KR556PT4A емкостью 1024 бит

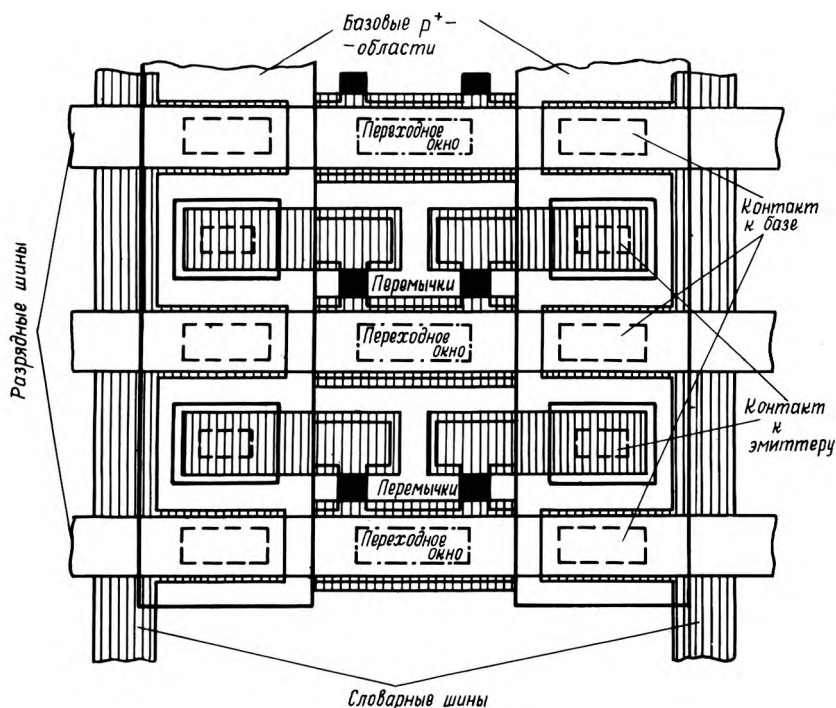


Рис. 2. Конструкция фрагмента матрицы

Адресные формирователи служат для получения прямых и инверсных значений адресного кода. Они выполнены по схеме входного вентиля типа ТТЛ с диодами Шотки с входным эмиттерным повторителем на p-n-p транзисторе [3].

Процесс записи информации в схему представляет собой избирательное разрушение плавких перемычек. До программирования все эмиттеры транзисторов запоминающей матрицы соединены с разрядными шинами и, следовательно, при обращении по любому адресу на всех выходах имеется одинаковая информация, соответствующая сигналу «лог.0». Это затрудняет проведение контроля схемы в условиях производства, так как не позволяет проверить правильность работы всех функциональных узлов схемы, в частности, адресных формирователей, дешифраторов строк и столбцов, мультиплексоров. Для контроля правильности работы этих узлов матрица содержит дополнительную строку и два дополнительных столбца, которые используются при разбраковке кристаллов на пластине [4] и не доступны потребителю. До поступления к потребителю 96 плавких перемычек подвергаются программированию на каждом кристалле.

Для повышения выхода годных кристаллов схема содержит одну резервную строку, которая в процессе зондовых испытаний может быть подключена вместо дефектной.

ППЗУ отличается от стандартных микросхем тем, что последняя операция — программирование — реализуется разработчиком аппаратуры. Точность соблюдения режимов программирования обеспечивает высокий выход годных на данной операции и безотказную работу при эксплуатации.

На рис. 3 для сравнения приведены тракты программирования микросхем KR556PT4A и KR556PT4.

Модернизация микросхемы за счет новых конструктивных решений позволила:

- снизить сопротивление тела коллектора транзистора Т3 и уменьшить подаваемое на коллектор напряжение с 15 В до 12,5 В, отсоединив вывод PB2 от матрицы. Наличие напряжения 15 В на входе PB2 не влияет на программирование и, следовательно, микросхемы KR556PT4A можно программировать на аппаратуре для ИС KR556PT4 без доработки;

- заменить диффузионную словарную шину на металлическую;

- снизить напряжение «лог.0», подаваемого в режиме программирования на базу вы-

ходного транзистора мультиплектора Т4, что позволило исключить диоды Д2, Д3 и перевести программирующий транзистор Т5 в режим насыщения;

— уменьшить сопротивление тела коллектора транзисторов Т4 и Т5;

— повысить коэффициент усиления транзистора Т3 при больших плотностях тока благодаря его исполнению с двумя базовыми контактами, а также снизить падение напряжения на переходе база-эмиттер.

Наиболее существенным отличием является повышение напряжения на входе дешифратора строк. Для схемы КР556РТ4 это напряжение определялось стабилизаторами на выходе адресных формирователей. На рис. 3а показан один из них на элементах R3, Д4. Выходное напряжение такого стабилизатора определяется напряжением пробоя перехода база-эмиттер транзистора, поддерживаемым стабилитроном Д4, и составляет 7,6 В. Для схемы КР556РТ4А входное напряжение дешифратора представляет собой сумму напряжений пробоя перехода база-эмиттер, падения напряжения на прямом смещенном переходе база-эмиттер, напряжения логического нуля адресного формирователя и составляет 9 В. Это позволило увеличить ток через программируемую перемычку почти на 20 мА. В целом при модернизации микросхемы программирующий ток увеличился с 35 до 70—80 мА, т.е. более чем в два раза.

Режим программирования микросхем КР556РТ4А, КР556РТ4

Режим программирования	Длительность импульса, мкс	Число импульсов
Нормальный	25	1000
Форсированный	10*	100
Дополнительный	25	40—100

Примечание. Во всех режимах скважность импульсов — не менее 10. Фронт импульсов $t_{\phi} = 300—500$ нс.

Информация о длительности и числе подаваемых импульсов в режиме программирования приведена в таблице. Наличие дополнительного режима при программировании обусловлено следующим явлением.

Температура плавления никель-хрома составляет около 1450°C. Если коэффициент усиления выходного транзистора мультиплектора мал, то программирование осуществляется слабым импульсом и данная температура не будет достигнута. Программирование будет осуществляться медленно за счет окисления никель-хрома кислородом из окружаю-

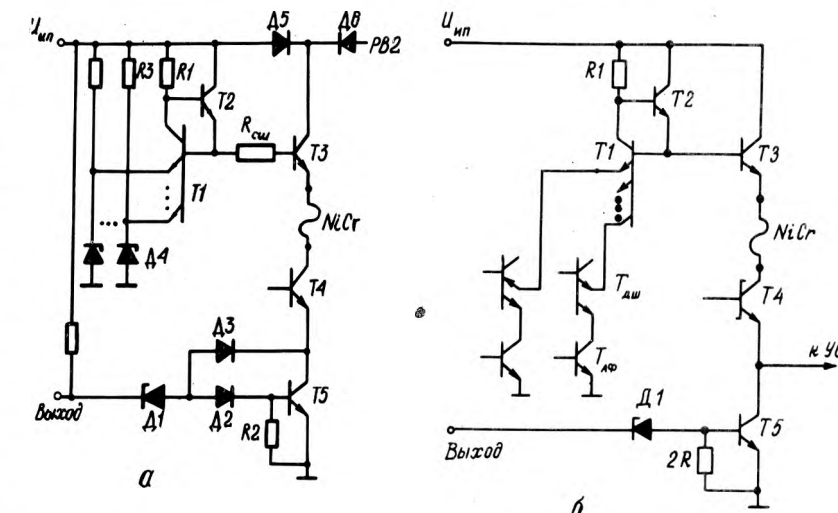


Рис. 3. Тракт программирования ПЗУ КР556РТ4 (а) и КР556РТ4А (б)

щего окисла. При этом вполне возможно, что перемишка, воспринимаемая усилителем считывания при нормальных условиях как запрограммированная, с увеличением чувствительности усилителя считывания при более высоких температурах или с увеличением напряжения питания будет восприниматься как незапрограммированная. Для предотвращения этого явления, а также для реализации ускоренного режима тренировки запрограммированных перемишек методика программирования микросхем серии КР556 предусматривает подачу дополнительной серии из 40—100 импульсов после фиксации усилителем момента пережигания (дополнительный режим). Микросхема КР556РТ4А содержит схему повышения чувствительности усилителя при программировании, что позволяет сократить число тренировочных импульсов до нескольких единиц и повысить скорость программирования.

Следовательно, основным результатом модернизации ПЗУ явилось повышение программируемости и быстродействия. Типовое значение программируемости микросхемы КР556РТ4 составляет 70%. Специальные испытания программируемости микросхемы КР556РТ4А на выборке 1000 образцов показали программируемость выше 97%. Это означает, что разработчики радиоаппаратуры могут программировать ПЗУ группами от 16 до 32 приборов после установки на печатные платы. Это позволит сократить количество типовых элементов замены.

Совершенствование конструкции ячейки памяти, исключение диффузионных каналов и уменьшение площади активных компонентов позволило уменьшить время выборки адреса с 70 нс (для КР556РТ4) до 45 нс (для КР556РТ4А) в диапа-

зоне температура от -10 до +70°C. Одинаковое со старой микросхемой конструктивное исполнение с полной взаимозаменяемостью по статическим параметрам, сохранение цены, более высокий коэффициент программируемости и более высокая надежность микросхемы КР556РТ4А позволили при использовании новой микросхемы в устройствах обработки информации повысить их быстродействие, надежность и снизить себестоимость.

ЛИТЕРАТУРА

- Березенко А.И., Корягин А.Н., Щетинин Ю.И. Микропроцессорный комплект биполярных БИС.— В сб.: Микроэлектроника и полупроводниковые приборы/Под ред. А.А.Васенкова, Я.А.Федотова.— М.: Радио и связь, 1977, вып. 2, с. 80—94.
- Некоторые механизмы программирования элементов ПЗУ на основе тонких пленок/Ю.И.Щетинин, З.А.Штейнград, Е.Н.Иванов, В.Б.Быстрова.— В сб.: Микроэлектроника и полупроводниковые приборы/Под ред. А.А.Васенкова, Я.А.Федотова.— М.: Радио и связь, 1981, вып. 6, с. 121—132.
- Схемотехника микропроцессорного комплекта БИС ТГА с диодами Шоттки/Ю.И.Щетинин, А.И.Березенко, В.И.Базанов, Б.А.Марков.— В сб.: Микроэлектроника и полупроводниковые приборы/Под ред. А.А.Васенкова, Я.А.Федотова.— М.: Радио и связь, 1979, вып. 4, с. 56—62.
- Щетинин Ю.И., Митин В.А. Проектирование и контроль интегральных полупроводниковых ПЗУ с произвольной таблицей истинности.— В сб.: Микроэлектроника и полупроводниковые приборы/Под ред. А.А.Васенкова, Я.А.Федотова.— М.: Радио и связь, 1976, вып. 1, стр. 40—50.

Статья поступила 10 ноября 1982 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ

УДК 681.335.2

А.-И.К.Марцинкявичус, Р.Л.Пошюнас

ОСОБЕННОСТИ СХЕМОТЕХНИКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОАНАЛОГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ К594ПА1

Использование в источниках тока с двучинным взвешиванием резисторных матриц взвешенного и лестничного типов, транзисторов с площадями эмиттеров, пропорциональных токам соответствующих разрядов, выполнение схемы формирования опорного напряжения в виде петли обратной связи, наличие резисторов обратной связи и другие схемотехнические особенности обеспечили высокую технологичность преобразователя К594ПА1, быстродействие, линейность, стабилизацию параметров от внешних воздействий, возможность работы в различных режимах.

Развитие цифровых методов обработки сигналов предполагает применение преобразователей формы информации (ПФИ), связывающих аналоговые величины с цифровыми вычислительными машинами [1]. К преобразователям подобного назначения относится микросхема К594ПА1, которая представляет собой 12-разрядный цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) двоичного параллельного цифрового кода в постоянный ток [2]. Преобразователь может быть превращен в ЦАП с выходом по напряжению подключением к нему операционного усилителя. Структурная схема ЦАП (рис. 1) включает в себя источники токов (ИТ), схему формирования опорного напряжения, токовые ключи, схему сдвига входных уровней [3]. Прибор содержит три группы элементов, связанных между собой на выходе делителями тока. Каждая группа — четырехразрядный ЦАП с суммированием токов, существенным преимуществом которого является возможность достижения максимального быстродействия [4]. Выходной ток первого 4-разрядного ЦАП, содержащего транзисторы T_1, T_2 и резисторы $R_1 - R_4$, и образующего старшие разряды, непосредственно поступает на выход прибора. Выходные токи двух других ЦАП ($T_3 - T_{12}, R_5 - R_{12}$), образующих младшие разряды, поступают на выход через делители тока с коэффициентом деления 1:16 и 1:128, построенные на резисторах R_{15}, R_{17} и R_{16}, R_{18} . Резисторы R_{19} и R_{20} служат для образования цепи обратной связи операционного усилителя при использовании ЦАП в режиме с выходом по напряжению, резистор R_{21} — для смещения операционного усилителя в режиме биполярного сигнала на выходе. Отслеживающий усилитель U , транзисторный датчик T_d , резисторы $R_{эТ}$ и R_d образуют схему формирования опорного напряжения, задающую смещение на общую базовую шину всех ИТ. Такая структура позволяет строить многоразрядные ЦАП [5]. Двоичное взвешивание разрядных токов каждого из рассмотренных ЦАП, выполняемое в эмиттерных цепях транзисторов ИТ с использованием резисторных матриц взвешенного типа в старших разрядах (1-8) и лестничного типа $R-2R$ — в младших разрядах, позволило применить в резисторных матрицах резисторы с диапазонами значений сопротивлений 1:4 вме-

сто 1:2048 в матрицах с прямым взвешиванием.

Схема формирования опорного напряжения, образующая замкнутую петлю обратной связи, позволяет компенсировать погрешности преобразования, источниками которых являются температурные изменения сопротивлений резисторов матрицы, падений напряжений на эмиттерных переходах транзисторов ИТ и их коэффициентов передачи тока, изменения разрядных токов, вызванные колебаниями напряжения питания (параметры транзисторов ИТ и резисторов матриц с высокой степенью точности идентичны параметрам транзистора T_d и резистора R_d и имеют тот же характер изменений от воздействующих факторов). Для структуры ЦАП с рассмотренной схемой формирования опорного

на эмиттерных переходах вне зависимости от тока разряда и достичь необходимой линейности [7].

Токовый ключ (рис. 2) построен на дифференциальной паре транзисторов T_3 и T_4 , $n-p-n$ типа, схема сдвига уровня — на транзисторах T_1 и T_2 , $p-p$ типа. В процессе переключения токового ключа обеспечивается постоянство потенциала в точке соединения эмиттеров транзисторов T_3 и T_4 , чем достигается высокое быстродействие [8]. При этом также не происходит изменение мощности рассеяния коллектора транзистора $T_{ИТ}$, что устраняет явление так называемого термического запаздывания [7]. Постоянство разности потенциалов между шинами смещения ИТ и базового смещения ключей также позволяет поддерживать постоянным напряжением на коллекторе транзистора $T_{ИТ}$, что ис-

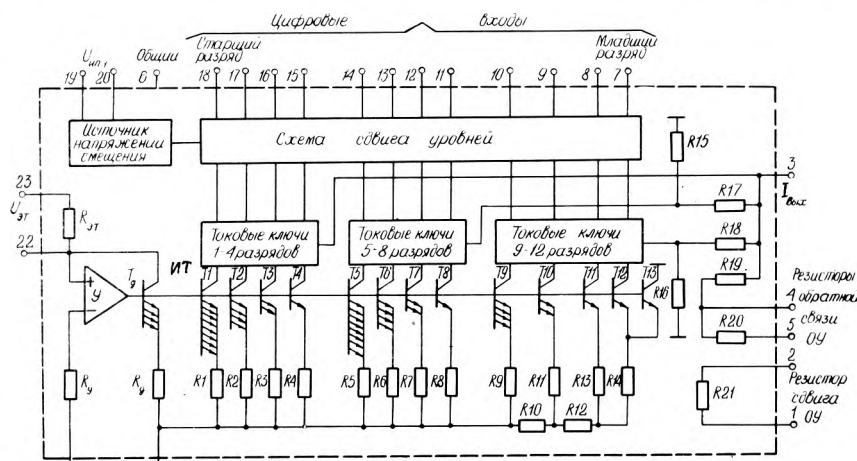


Рис. 1. Структурная схема ЦАП К594ПА1

напряжения [6] справедливы следующие выражения для коллекторных токов транзисторов ИТ:

$$I_{K1} = 8I_{ЭТ} (\alpha_1/\alpha_s) + \alpha_1(U_{бэ5} - U_{бэ1})/R,$$

$$I_{K2} = 4I_{ЭТ} (\alpha_1/\alpha_s) + \alpha_2(U_{бэ4} - U_{бэ1})/2R$$

и т.д., где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_s$ — коэффициенты передачи тока транзисторов $T_1, T_2, T_d, U_{бэ1}, U_{бэ2}, U_{бэ5}$ — падения напряжения на их эмиттерных переходах. Отсюда следует, что на величину токов разрядов непосредственно влияют разбросы коэффициентов передачи тока транзисторов ИТ и падений напряжения на их открытых эмиттерных переходах. Для поддержания постоянной плотности тока через эмиттерные переходы в ИТ с двучинным взвешиванием применены транзисторы с площадями эмиттеров, пропорциональными токам соответствующих разрядов, что позволяет сохранить постоянным падение напряжения

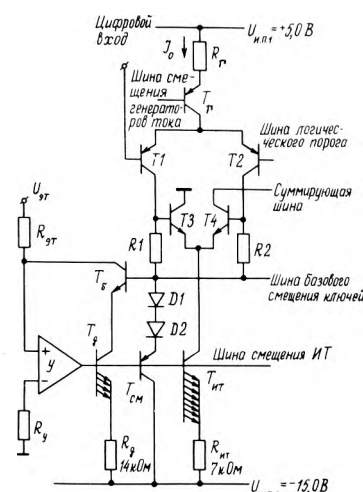


Рис. 2. Токовый ключ со схемами сдвига уровней и формирования опорного напряжения

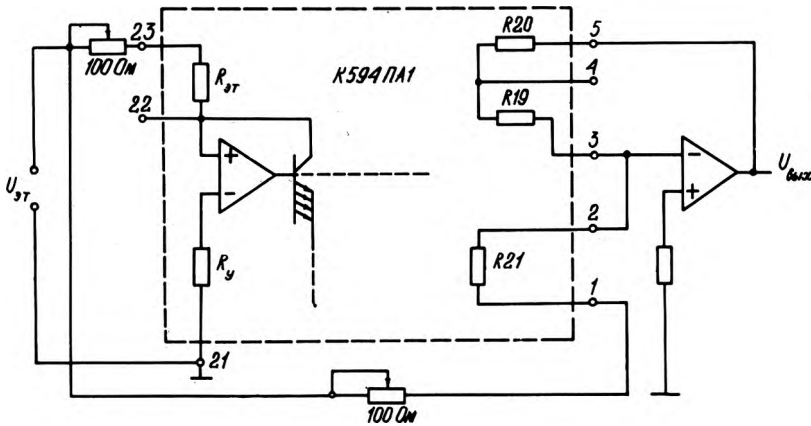


Рис. 3. Схема включения ЦАП К594ПА1 в режиме с выходом по напряжению

ключает изменения разрядного тока от колебаний питающего напряжения [9]. Для обеспечения идентичности режима работы транзистора-датчика режиму работы транзисторов ИТ в коллекторную цепь транзистора Т_д включен буферный транзистор Т_б.

Как было указано выше, наличие резисторов обратной связи R₁₉ и R₂₀ и резистора сдвига операционного усилителя R₂₁ (см.рис.1) позволяет осуществлять выбор необходимого режима работы прибора К594ПА1. Для работы ЦАП в режиме однополярного сигнала, резисторы обратной связи образуют цепь обратной связи ОУ через сопротивления 10,5 и 2,5 кОм, в зависимости от типа применяемого ОУ. Подключением инвертирующего входа ОУ к источнику эталонного напряжения через резистор R₂₁, создается режим биполярного сигнала на выходе (рис. 3), где фун-

кции знакового разряда обеспечивает старший разряд. Таким образом, прибор можно использовать в целом ряде режимов с выходом по напряжению. В этих режимах влияние температурных коэффициентов сопротивления резисторов обратной связи, смещения и резистора R_{ЭТ} проявляется противофазно, что позволяет создавать стабильные ЦАП с выходом по напряжению. При использовании ЦАП с выходом по току выходной ток будет изменяться в соответствии с температурным коэффициентом резистора R_{ЭТ}. В этом режиме возможно подключение к выводу 22 через внешний резистор с необходимым ТКС источника эталонного напряжения, стабильность и точность установки которого обеспечит стабильность выходного тока ЦАП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вопросы проектирования преобразователей формы информации/ Под ред. А.И.Кондалева — Киев: Наукова думка, 1977.— 242 с.
2. Абрайтис В.Б., Климашас К.Ю., Марцинкявичюс А.-И.К. Цифроаналоговый преобразователь К594ПА1.— Электронная промышленность, 1981, вып. 2, с. 49—50.
3. Микроэлектронные цифроаналоговые и аналогово-цифровые преобразователи информации/Под ред. В.Б.Смолова.— Л.: Энергия, 1976.— 336 с.
4. Обзоры по электронной технике: Схемы микроэлектронных цифроаналоговых преобразователей с суммированием токов/В.В.Малинин.— М.: ЦНИИ «Электроника», 1977. Вып. 3(47).— 43 с.
5. Маршалл, Браун. Построение цифроаналогового преобразователя средствами интегральной технологии.— Электроника. Пер.журн. США «Electronics», 1972, № 20, с. 64—69.
6. Schulz R.A. Monolithic Current-Switch DAC Improvements.— IEEE Journal of Solid-State Circuits, 1976, vol. SC-11, N 2, p. 338—341.
7. Мэддокс. Монолитная ИС разрядных ключей с токовым управлением для цифроаналоговых преобразователей.— Электроника. Пер.журн. США «Electronics», 1974, № 7, с. 53—61.
8. Багацкий В.А. и др. Динамические характеристики одноразрядного ЦАП с транзисторным ключом.— В кн.: Преобразователи формы информации и средства передачи данных.— Киев: ИК АН УССР, 1981, с. 32—39.
9. Пат.3961326 (США).

Статья поступила 4 января 1982 г.

УДК 681.335.2

В.М.Арсеньев, А.А.Гусаров, А.А.Мухин, Ю.Ф.Смирнов, Б.Р.Янкилевич

АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ К572ПВ1

АЦП последовательного приближения К572ПВ1 осуществляет преобразование входного аналогового сигнала в выходной цифровой код за n+1 период тактовой частоты.

Аналогово-цифровой преобразователь К572ПВ1 А,Б,В изготовлен по КМОП-технологии активных элементов, совмещенной с технологией тонкопленочных резисторов. Размер кристалла 3,5x5,4 мм, корпус типа 4134.48-2. Функциональная электрическая схема АЦП приведена на рис. 1.

Сдвигающий регистр и регистр последовательного приближения изменяют выходной сигнал ЦАП, последовательно приближая его к величине входного аналогового сигнала. При их равенстве цифровой код на входе ЦАП соответствует цифровой величине сигнала на входе АЦП.

Основные характеристики АЦП

Разрядность, бит	12
Нелинейность, %	
группа А	±0,05
группа Б	±0,1
группа В	±0,2
Дифференциальная нелинейность, %	
группа А	±0,1
группа Б	±0,2
группа В	±0,4
Погрешность коэффициента передачи, %	±3
Ток потребления, мА	
I _{и.п.1}	3
I _{и.п.2}	5
Напряжение питания, В	
U _{и.п.1}	5
U _{и.п.2}	15
Опорное напряжение, В	10,24

Согласование преобразователя с ТТЛ- и КМОП-схемами осуществляется выбором напряжения источника питания U_{и.п.1}: для ТТЛ-схем оно составляет 5В, а для КМОП-схем равно

напряжению питания данной КМОП-серии.

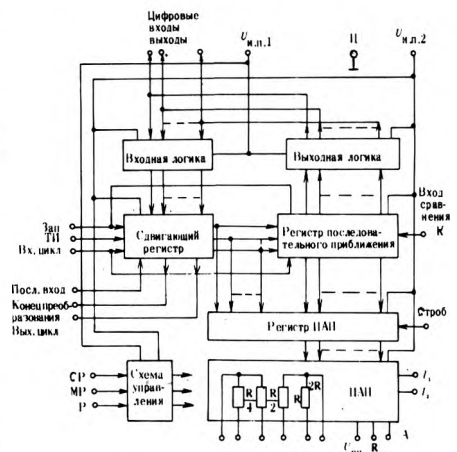


Рис. 1. Схема электрическая функциональная

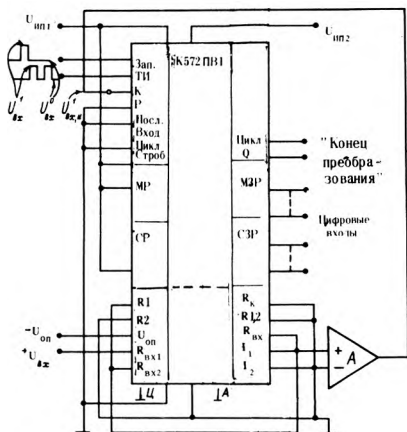


Рис. 2. Схема включения в режиме АЦП с компаратором напряжения

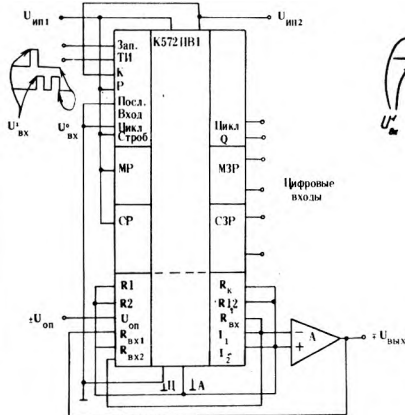


Рис. 3. Схема включения в режиме ЦАП

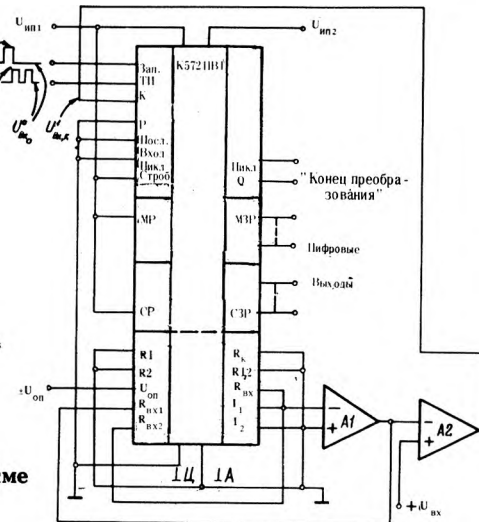


Рис. 4. Схема включения в режиме АЦП с операционным усилителем и компаратором напряжения

Режим работы	Информационные цифровые выходы	Входы управления			Вход стробирования ЦАП
		СР	МР	Р	
АЦП	1-12	1	1	0	1
	1-4	1	0	0	
	5-12	0	1	1	
	Разомкнутые	0	0	0	
ЦАП	1-12	1	1	1	1
	1-4	0	1	0	
	5-12	1	0	0	
Хранение в регистре ЦАП	-	-	-	-	0

го преобразователя с внешним операционным усилителем; режим параллельного вывода-ввода цифровой информации на 12-разрядную шину данных и параллельный побайтовый вывод-ввод на 8-разрядную шину данных.

Управление микросхемой при различных режимах работы приведено в таблице.

В схеме включения БИС K572PB1 в режиме АЦП (рис. 2) используется резистор R, входящий в состав БИС. При таком включении достигается большая скорость преобразования, так как непосредственно используется токовый выход ЦАП. Внешний компаратор осуществляет функцию сравнения

входного аналогового сигнала с выходным сигналом ЦАП. Схема включения БИС K572PB1 в режиме ЦАП приведена на рис. 3.

В тех случаях, где скорость не является превалярующей, можно проводить сравнение между аналоговыми напряжениями. Здесь выходной ток ЦАП с помощью добавочного операционного усилителя преобразуется в напряжение (рис. 4). При таком применении снижается требование к чувствительности компаратора.

Статья поступила 18 января 1982 г.

УДК 681.335.2

Н.И.Байбуз, В.А.Волков, Л.А.Коледов, В.М.Сухов, Ю.В.Тимкин

БЛОК АЦП ПОВЫШЕННОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ НА БЕСКОРПУСНЫХ ТОНКОПЛОЧНЫХ ГИС

Блок АЦП, выполненный по последовательно-параллельной конвейерной схеме, обеспечивает преобразование входного двуполярного напряжения в девятиразрядный код с высокими точностными и динамическими характеристиками.

Аналого-цифровой преобразователь предназначен для использования в составе автоматических систем. Обеспечивает дискретизацию и квантование широкополосных сигналов, представленных в виде знакопеременного напряжения постоянного тока. Преобразователь может найти применение в устройствах исследования, регистрации и обработки быстропротекающих процессов и измерительной техники.

АЦП построен по последовательно-параллельной конвейерной

схеме [1], которая включает в себя 10 функциональных узлов (рис. 1): ПВМ — панель выделения модуля входного напряжения; ПВЗ-1, ПВЗ-2, ПВЗ-3 — панели устройств выборки и запоминания; ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3 — панели взвешивания; ПК-1, ПК-2 — панели ключей; ПУ — панель управления.

Полный цикл преобразования входного напряжения включает в себя три такта, в каждом из которых определяются три разряда выходного кода. Первая ступень преобразования выполнена на панелях ПВЗ-1, ПВ-1, ПК-1, вторая — на панелях ПВЗ-2, ПВ-2, ПК-2, третья — на панелях ПВЗ-3, ПВ-3. Применение фиксации напряжения устройствами выборки и запоминания ПВЗ-1...

ПВЗ-3 позволило значительно уменьшить период дискретизации блока АЦП за счет организации конвейерного способа работы ступеней преобразователя. Для этого в панель управления ПУ, вырабатывающую импульсы управления работой блока, введены промежуточные регистры хранения выходных кодов первой и второй ступеней преобразования.

Панель ПВМ выполняет функции определения полярности входного напряжения и выделения модуля его мгновенной величины, т.е. осуществляет двухполупериодное выпрямление входного сигнала с высокой линейностью. Панель ПВЗ-1 предназначена для дискретизации во времени напряжения входного сигнала и фиксации (запоминания) его

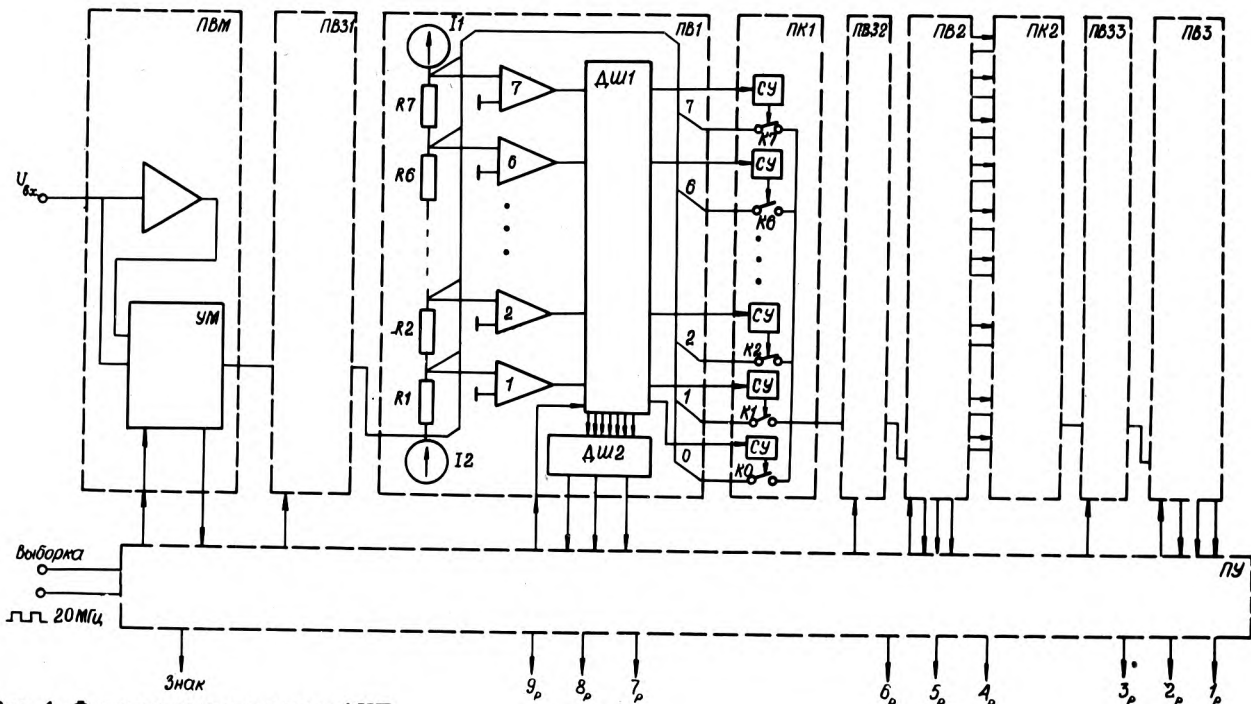


Рис. 1. Функциональная схема АЦП

величины на заданное время. Панель взвешивания ПВ-1 представляет собой аналого-цифровой преобразователь параллельного типа, выполненный на компараторах 1—7. На отводах делителя R1—R7 за счет протекания через него выходных токов генераторов тока I1, I2 входное напряжение оказывается смещенным на величину кванта, соответствующего шкале трехразрядного АЦП. Компараторы 1—7 осуществляют сравнение напряжений на отводах резисторного делителя с нулевым (земляным) потенциалом. Дешифратор ДШ-1 преобразует унитарный код с выходов компараторов в позиционный код, управляющий через схемы управления СУ панели ПК-1 ключами К0—К7. Дешифратор ДШ-2 служит для преобразования позиционного кода с выходов ДШ-1 в двоичный код. Уровни выходного кода совместимы с ТТАШ схемами.

Использование ряда схемных решений, сочетающих применение интегральных схем в корпусном исполнении и бескорпусных ГИС, герметизируемых в составе блока, позволило значительно снизить влияние паразитных индуктивностей и емкостей электрических связей и обеспечить в широком диапазоне температур стабильность характеристик блока. Применение на выходе блока АЦП устройства выделения модуля сигнала позволило значительно снизить аппаратный объем преобразователя, увеличить быстродействие, получить постоянную крутизну преобразования для входных напряжений разных полярностей. Основой этого устройства является ГИС устройства модуля УМ (рис. 2), представляющая собой амплитудный детектор [2] на дифференциальном каскаде T1, T2, на входы которого поступает парафазный сигнал. В области малых входных сигналов, когда линейность характеристики детектирования существенно искажается за счет нелинейности вольт-амперной характеристики p-n переходов, изменяется ток транзистора T7, что вызывает изменение тока, протекающего

через резистор R6, создающего компенсирующее падение напряжения на нем. Подстраивая величину резистора R6, можно получить практически полную компенсацию нелинейности выходной характеристики устройства в широкой полосе пропускания (порядка 50 МГц). Для определения полярности входного напряжения в цепи коллекторов транзисторов T3, T4 подключается компаратор, выполненный по схеме триггера-защелки, опрашиваемый при переходе устройства выборки и запоминания ПВ3-1 в режим запоминания.

Необходимая дифференциальная линейность характеристики преобразования обеспечивается установлением в течение 50 нс перед каждой выборкой режима «обнуления», при котором компенсируется ошибка, обусловленная смещениями нуля выходных характеристик устройств ПВ3-1, ПВ3-2, ПВ3-3.

Конструкция блока позволяет проводить лазерную подгонку резисторов ГИС во время настройки отдельных панелей и при сопряжении их характеристик друг с другом в составе блока. Герметичный корпус блока позволяет осуществлять ремонтные работы и повторную его герметизацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтияров Г.Д., Малинин В.В., Школин В.Б. Аналого-цифровые преобразователи.— М.: Советское радио, 1980.— 280 с.

2. А.с. 718884. Амплитудный детектор/Ю.В.Тимкин, Т.А.Гамаюнова.— Оpubл. в Б.И., 1980, № 8.

Статья поступила 13 декабря 1982 г.

Технические характеристики АЦП в диапазоне температур от -50 до +65°С

Разрядность выходного двоичного кода	9+1 (знак)
Период дискретизации, нс	350
Амплитуда входного сигнала, В	± 2,55
Крутизна преобразования, мВ/сл.кода	5 ± 1%
Дифференциальная нелинейность, %	0,2
Погрешность смещения нуля электрическая, мВ	5
температурная, мкВ/°С	± 50
Апертурное время, пс	200
Потребляемая мощность, Вт	20
Габариты, мм	110 × 195 × 175
Масса, кг	4

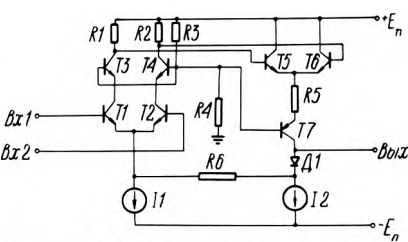


Рис. 2. Электрическая схема ГИС устройства модуля

УДК 681.327.2:621.3.049.77

В.П.Гольцов, А.Р.Рютель, А.А.Саганенко, У.К.Соха, Р.В.Тийкмаа

МИКРОСХЕМА КР1100СК2 — УСТРОЙСТВО ВЫБОРКИ И ХРАНЕНИЯ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА

В современных системах обработки и преобразования аналоговых сигналов все шире применяются устройства выборки и хранения (УВХ), которые служат для запоминания и хранения мгновенного значения входного сигнала в виде аналогового напряжения. В диапазоне входных напряжений $\pm 5В$ УВХ обеспечивают выборку аналогового сигнала за 5 мкс и хранение напряжения в течение 50 мс при общей погрешности менее 0,1%.

Основное применение устройства находят совместно с аналого-цифровыми преобразователями в случае, когда недопустимо изменение напряжения во время его преобразования в код. Схемы позволяют трансформировать спектр быстроменяющегося сигнала в более низкочастотную область, обеспечивая тем самым возможность высокочастотного преобразования сигналов, изменяющихся с большой скоростью.

УВХ целесообразно использовать в системах временного уплотнения аналоговых сигналов, сбора и распределения данных, в цифровой телефонии и т.д.

Интегральная микросхема КР1100СК2 изготовлена по планарно-эпитаксиальной технологии. Кристалл размерами 1,7x2,1 мм содержит около 140 элементов: вертикальные *n-p-n* и *p-n-p* транзисторы, *p-n-p* транзисторы с боковой инжекцией, полевые *p*-канальные транзисторы с управляющим *p-n* переходом, супер-бета транзисторы *n-p-n* типа, стабилитроны, резисторы и т.д.

Устройство выборки и хранения состоит из входного усилителя, ключевой схемы, схемы управления, выходного усилителя (рис. 1). Диоды *D1*, *D2* включены в цепь обратной связи входного усилителя и препятствуют переходу его в режим насыщения при отклонении входного напряжения от напряжения на выходе в режиме хранения. Входной усилитель представляет собой операционный усилитель (ОУ) на биполярных транзисторах, входные каскады которого выполнены в виде эмиттерных повторителей на супер-бета транзисторах *n-p-n* типа, что определяет высокое входное сопротивление ОУ (более 10 МОм) и малые входные токи (десятки наноампер). Аналоговая ключевая схема изготовлена на ком-

плементарных биполярных транзисторах, в ней используется последовательно — параллельное включение элементов. Схема управления (СУ) обеспечивает токовое управление ключами. Выходной усилитель выполнен в виде операционного усилителя, охваченного 100%-ной отрицательной обратной связью, с входными каскадами на *p*-канальных полевых транзисторах.

Для уменьшения входного тока полевого транзистора управление им осуществляется только по верхнему затвору. При использовании 100%-ной отрицательной обратной связи обеспечивается коэффициент усиления $K_{yc} = 1$ и напряжение смещения в режиме выборки $U_{см} \leq 3$ мВ. В УВХ применен внешний навесной конденсатор хранения емкостью от 0,2 до 1000 нФ.

Чем больше емкость конденсатора, тем дольше он будет хранить выбранное напряжение без существенного измене-

ния последнего и тем меньше будут динамические ошибки УВХ, определяемые прямым прохождением сигнала в режиме хранения и переносом заряда. Однако увеличение емкости конденсатора приводит к увеличению времени выборки и уменьшению полосы пропускания устройства. Рекомендуется применять конденсаторы с фторопластовой изоляцией типа ФТ.

Микросхема КР1100СК2 конструктивно оформлена в 14-выводном пластмассовом корпусе 201.14-1.

Основные электрические характеристики микросхемы при $T = 25^\circ C$ и $U_{и.п} = \pm 12 В$ приведены в таблице. Уровни управляющих сигналов согласованы с уровнями ТТЛ логики: режим выборки соответствует уровню логической единицы, режим хранения — уровню логического нуля.

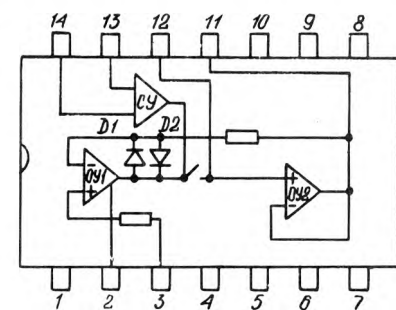


Рис. 1. Функциональная схема устройства выборки и хранения КР1100СК2 с 14 выводами: 1 — питание (+12 В); 2 — балансировка напряжения смещения; 3 — вход; 4 — питание (-12 В); 5—10 — свободные выводы; 11 — выход; 12 — емкость хранения; 13 — вход СУ2; 14 — вход СУ1

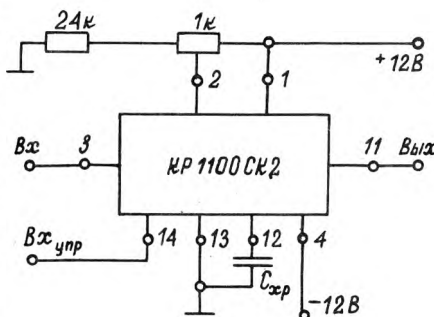


Рис. 2. Типовая схема включения микросхемы КР1100СК2

Наименование параметра	Значение параметра		
	минимальное	типичное	максимальное
Время выборки при $C_{xp} = 1000$ пФ, $\epsilon = 0,1\%$, мкс	—	5	10
Апертурная задержка при $C_{xp} = 1000$ пФ, нс	—	100	250
Коэффициент усиления, K_u	1	1	1
Прямое прохождение сигнала в режиме хранения при $C_{xp} = 10$ нФ, $U_{вх} = 5 В$, $f = 1$ кГц, дБ	-80	-90	
Перенос заряда при $C_{xp} = 10$ нФ, $U_{вх} = 0$, мВ	—	0,5	2
Скорость изменения выходного напряжения в режиме хранения при $C_{xp} = 1000$ пФ, $U_{вх} = -5 В$, В/с	—	0,2	5
Время установления в режиме хранения при $C_{xp} = 1000$ пФ, $U_{вх} = -10 В$, $\epsilon = 0,1\%$, мкс	0,4	0,8	
Ток потребления при $U_{вх} = 0$, мА	—	4,5	6,5
Напряжение смещения при $U_{вх} = 0$, мВ	—	5	30

Типовая схема включения ИС КР1100СК2 в качестве устройства выборки и хранения представлена на рис. 2.

Малое время выборки УВХ не требует использования большой емкости конденсатора хранения, такая емкость необходима для длительного хранения сигнала с высокой точностью (рис. 3), т.е. длительное хранение и малое время выборки являются альтернативными требо-

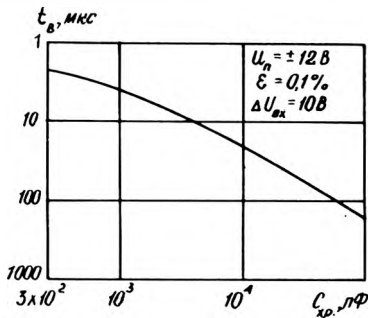


Рис. 3. Зависимость времени выборки от емкости конденсатора хранения

ваниями. Эта задача решается соединением двух схем выборки и хранения (рис. 4). Первая схема УВХ содержит малую емкость, вторая — большую. Вторая схема осуществляет пезапись сигнала с первой и длительное хранение выбранного напряжения.

Функциональная схема системы сбора данных, в состав которой входит устройство выборки и хранения, показана на

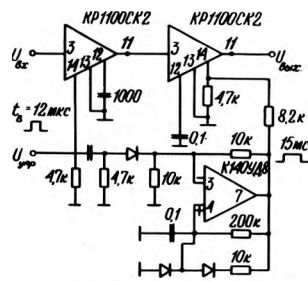


Рис. 4. Схема уменьшения скорости изменения выходного напряжения в режиме хранения в 10² раз

рис. 5. По командам схемы управления мультиплексор осуществляет последовательное подключение нескольких датчиков аналоговых сигналов к входу УВХ, которое запоминает мгновенное значение аналогового сигнала и хранит его в виде напряжения в течение времени преобразования аналогово-цифрового преобразователя.

Мощность потребления микросхемы линейно зависит от напряжений источников пита-



Рис. 5. Функциональная схема системы сбора данных

ния, изменение которых в широком диапазоне практически не влияет на ток потребления.

Апертурная задержка и скорость изменения выходного напряжения в режиме хранения в диапазоне температур от -10 до +70°C изменяются незначительно.

Микросхема КР1100СК2 найдет самое широкое применение в преобразователях аналоговой информации, к которым предъявляются повышенные требования по быстрдействию и динамической точности.

Статья поступила 14 апреля 1982 г.

УДК 681.335.2

Ю.В.Агрич, М.Р.Алдерс, Б.Н.Иванов, Б.М.Куценко, А.А.Мухин, Ю.Ф.Смирнов

АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КР572ПВ2

Разработка БИС КР572ПВ2 (К572ПВ2) на основе стандартной КМОП-технологии с поликремниевым затвором, позволяющей объединить на одном кристалле основные аналоговые и цифровые схемы для построения измерительных приборов с цифровым отсчетом, является новым направлением в создании элементной базы малогабаритных цифровых измерительных приборов.

Аналогово-цифровой преобразователь интегрирующего типа КР572ПВ2 (К72ПВ2) обеспечивает пропорциональность выходного кода среднему значению входного напряжения за фиксированный период времени. По принципу построения АЦП (рис. 1) относится к преобразователям с поочередным (двойным) интегрированием измеряемого и опорного напряжений. В схеме предусмотрена автоматическая аналоговая коррекция нуля и автоматическое определение полярности входного сигнала. Цифровое преобразование осуществляется по формуле

$$M = 1000 \frac{U_{вх}}{U_{оп}}$$

где $U_{вх}$ — величина входного сигнала; $U_{оп}$ — величина опорного напряжения.

БИС КР572ПВ2 выполняется в пластмассовом прямоугольном корпусе типа 2123.40-2, К572ПВ2 — в металлокерамическом планарном типа 4134.48-2. Функциональное назначение выво-

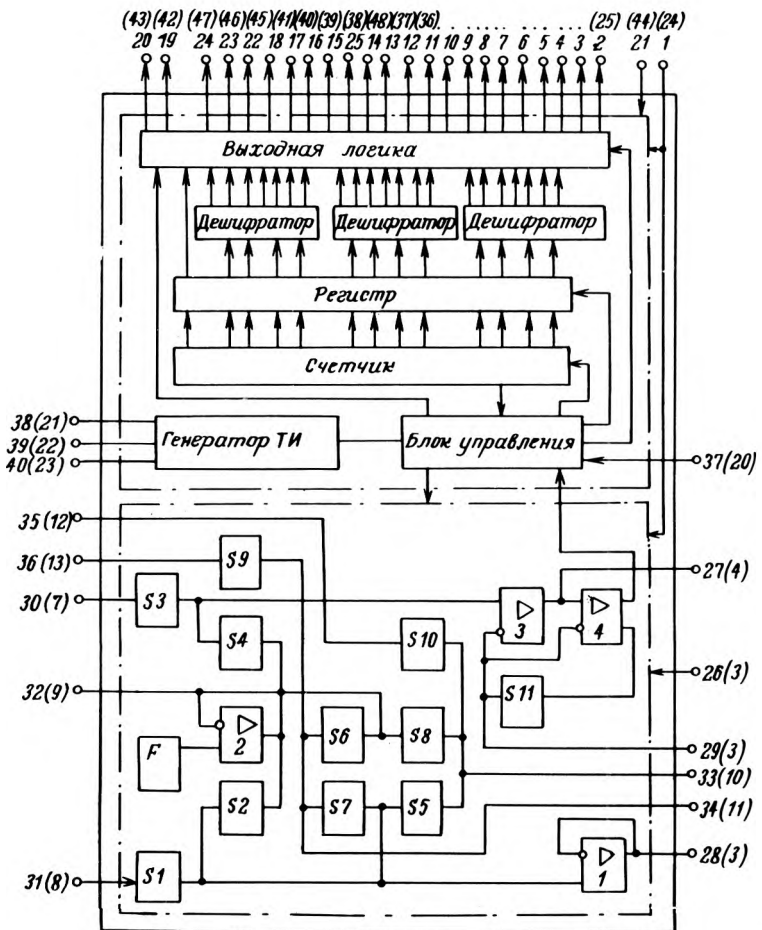


Рис. 1. Функциональная схема

Таблица назначения выводов

Номер вывода		Наименование
КР572	К572	
1	24	Напряжение питания $U_{п1}$
2	25	Цифровой выход $d1$
3	26	Цифровой выход $c1$
4	27	Цифровой выход $b1$
5	28	Цифровой выход $a1$
6	29	Цифровой выход $f1$
7	30	Цифровой выход $g1$
8	31	Цифровой выход $e1$
9	32	Цифровой выход $a10$
10	33	Цифровой выход $c10$
11	34	Цифровой выход $b10$
12	35	Цифровой выход $a10$
13	36	Цифровой выход $f10$
14	37	Цифровой выход $e10$
15	38	Цифровой выход $d100$
16	39	Цифровой выход $b100$
17	40	Цифровой выход $f100$
18	41	Цифровой выход $e100$
19	42	Цифровой выход $bc1000$
20	43	Цифровой выход $g1000$
21	44	Общий
22	45	Цифровой выход $g100$
23	46	Цифровой выход $a100$
24	47	Цифровой выход $c100$
25	48	Цифровой выход $g10$
26	3	Напряжение питания $U_{п2}$
27	4	Конденсатор интегратора
28	5	Регистр интегратора
29	6	Конденсатор автокоррекции
30	7	Аналоговый вход 1 (-)
31	8	Аналоговый вход 2 (+)
32	9	Аналоговый выход
33	10	Опорный конденсатор
34	11	Опорный конденсатор
35	12	Опорное напряжение (-)
36	13	Опорное напряжение (+)
37	20	Контрольный вход
38	21	Конденсатор генератора ТИ
39	22	Регистр генератора ТИ
40	23	Генератор ТИ

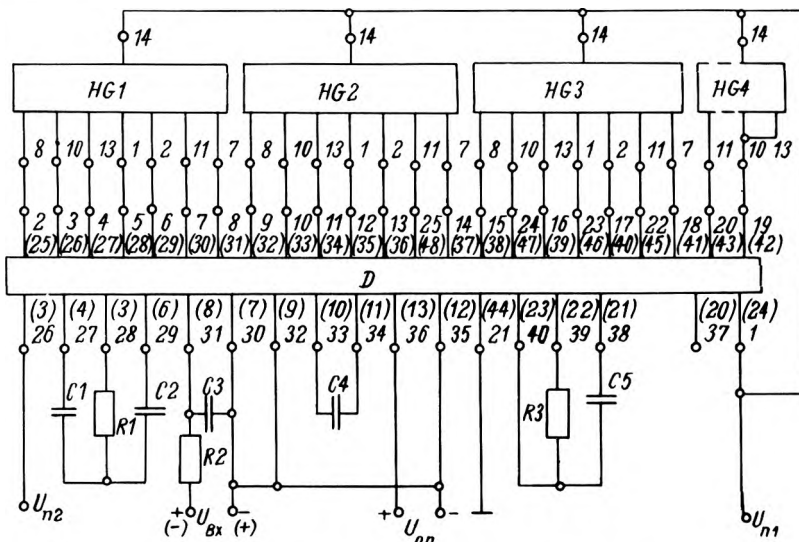


Рис. 2. Основная схема включения АЦП

дов микросхемы приведено в таблице.

Основная схема включения АЦП (рис. 2) предусматривает подключение микросхемы к

Основные характеристики микросхемы при $T_{окр} = -10 \div +70^\circ\text{C}$

- Диапазон входных сигналов, В $\pm 0,1999$ и $\pm 1,999$
- Опорное напряжение, В $+0,1$ и $+1,0$
- Напряжение источника питания, В $U_{ип1}$ $+5 \pm 5\%$
- $U_{ип2}$ $-5 \pm 5\%$
- Погрешность преобразования, ед. счета (макс.) от ± 1 до ± 5
- Подавление синфазной составляющей, мкВ/В 50
- Выходные токи, мА 5
- Ток утечки по входу, нА 2

цифровым индикаторам типа АЛС324Б. Для повышения стабильности частоты $f_{такт}$ может быть использован кварцевый резонатор, подключаемый между выводами 39 (22) и 40 (23). Элементы R3 и C5 при этом не используют. При работе от внешнего тактового генератора тактовые импульсы подаются на вывод 40 (23). Выводы 38 (21) и 39 (22) при этом не используют.

Подключение внешних элементов (конденсаторов, резисторов, светодиодных цифровых индикаторов) обеспечивает выполнение функции измерительного прибора, работающего по принципу двойного интегрирования.

Статья поступила 4 марта 1982 г.

УДК 681.335.2

В.М.Арсеньев, А.А.Гусаров, И.Э.Зеленко, Ю.Ф.Смирнов, В.М.Тулуевский, Я.Э.Рушко

ЦИФРОАНАЛОГОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ К572ПА2

12-разрядный умножающий цифро-аналоговый преобразователь К572ПА2 сочетает выполнение операций двух- и четырехквadrантного умножения с операциями записи и хранения цифровой информации.

Преобразователь К572ПА2 (рис. 1) выполнен по КМОП-технологии изготовления активного кристалла и тонкопленочной технологии изготовления резисторов токового делителя типа R-2R в корпусе 4134.48-2. Повышение точности характеристик ЦАП достигается путем функциональной подстройки лазером.

Схема включения ЦАП в режиме двухквadrантного умножения (рис. 2) предусматривает использование двухполярного источника опорного напряже-

ния, а в качестве цифрового кода — двоичного, либо униполярных кодов, дополняющих двоичный.

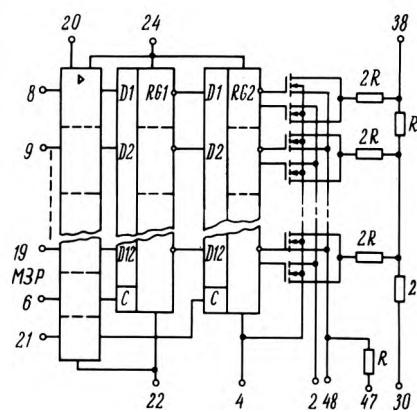


Схема включения ЦАП в режиме четырехквadrантного умножения (рис. 3) содержит двухполярный источник опорного напряжения и использует биполярный двоичный код на цифровом входе.

НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ:

- 2 — аналоговый выход 2; 4 — аналоговый общий;
- 6 — вход регистра 1; 8...19 — цифровые входы 1 (СЗР)...12 (МЗР); 20 — питание $U_{ип1}$; 21 — вход регистра 2; 22 — цифровой общий;
- 24 — питание $U_{ип2}$; 30 — вывод конечного резистора матрицы; 38 — опорное напряжение; 47 — вывод резистора обратной связи; 48 — аналоговый выход 1

Рис. 1. Электрическая функциональная схема

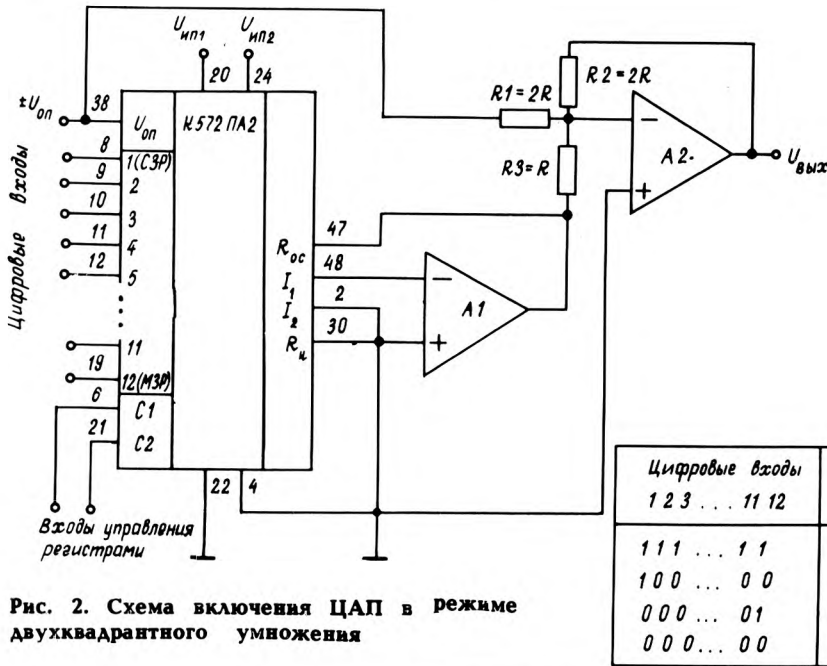


Рис. 2. Схема включения ЦАП в режиме двухквadrатного умножения

Основные электрические параметры

- Разрядность, бит 12
- Дифференциальная нелинейность, %
 - группа А $\pm 0,025$
 - группа Б $\pm 0,05$
 - группа В $\pm 0,1$
- Погрешность коэффициента преобразования, % $\pm 0,5$
- Ток потребления, мА
 - $I_{пот1}$ 2
 - $I_{пот2}$ 2
- Время установления выходного тока, мкс 15
- Напряжение питания, В
 - $U_{ип1}$ 5
 - $U_{ип2}$ 15
- Опорное напряжение, В 10,24

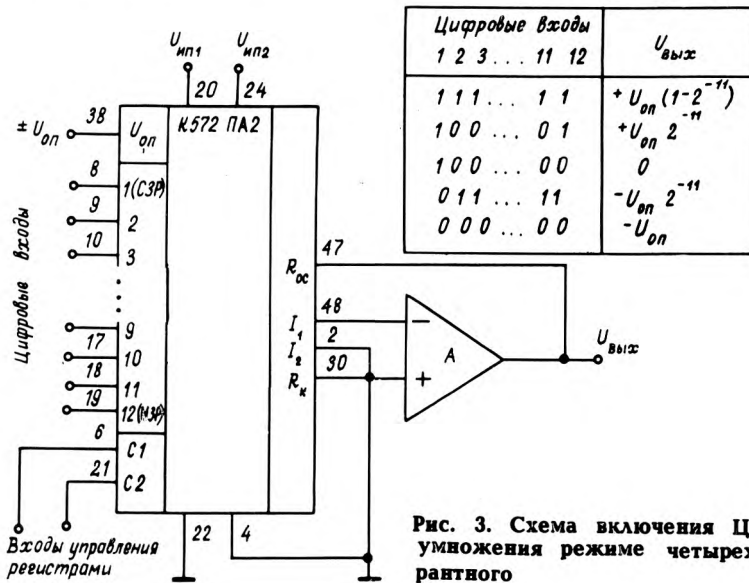


Рис. 3. Схема включения ЦАП в умножения режиме четырехквadrатного

Выполняемая функция	Логические входы управления регистрами ЦАП	
	RG1 (вывод 6)	RG2 (вывод 21)
Запись данных в RG1, хранение предыдущих данных в RG2	1	0
Запись данных из RG1 в RG2, хранение данных в RG1	0	1
Прямое прохождение данных через RG1, RG2	1	1

Запись и хранение цифровой информации осуществляется с помощью двух регистров, управление которыми происходит по двум отдельным входам в соответствии с таблицей. Согласование преобразователя с ТТЛ и КМОП схемами осуществляется выбором напряжения источника питания.

Статья поступила 18 января 1982 г.

ЭП СООБЩЕНИЯ ЭП

У ПЛЕНУМ ЦК ПРОФСОЮЗА РАБОЧИХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Состоявшийся 9 февраля 1983 г. V Пленум ЦК профсоюза обсудил задачи отраслевых профсоюзных организаций по укреплению трудовой дисциплины и улучшению условий труда на производстве.

В докладе председателя ЦК профсоюза В.И.Иванова и выступлениях отмечалось, что трудовые коллективы отраслей промышленности намечают конкретные меры по созданию обстановки нетерпимости к каждому нарушению производственной, трудовой и общественной дисциплины. Вместе с тем указывалось, что профсоюзные комитеты предприятий и организаций мало уделяют внимания вопросам улучшения условий труда, нарушениям законных прав

и интересов трудящихся, воспитанию рабочей молодежи, деятельности общественных отделов кадров и товарищеских судов. Важнейшими факторами, обеспечивающими укрепление дисциплины и порядка на производстве, говорилось на Пленуме, являются развитие движения за коммунистическое отношение к труду, внедрение бригадных форм организации и стимулирования труда, оплаты по конечному результату, забота о социально-бытовых нуждах трудящихся.

Пленум определил пути дальнейшего совершенствования стиля и методов работы профсоюзных комитетов, подчеркнул необходимость наполнения борьбы за дисциплину большим содержанием.

ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

УДК 621.317.799:621.375.087.9.049.77

В.Р.Авакян, Э.А.Давитян

ДВУХПОСТОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРЕЦИЗИОННЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Установка, предназначенная для измерения и контроля электрических параметров операционных усилителей постоянного тока с периодической компенсацией дрейфа смещения (ОУ ПКД), разработана на базе унифицированных блоков и приборов серии "Гамма", объединенных интерфейсом ввода-вывода (см. рисунок). Представляет собой двухпостовую контрольно-измерительную си-



Техническая характеристика установки

Ток потребления, мА	$\dots\dots\dots(10^{-10}) \pm (0,02 I_x + 0,002 I_k^*)$
Напряжение смещения нуля и ЭДС смещения, мкВ	$\dots\dots\dots(10^{-5} \cdot 10^9) \pm (0,02 U_x + 2) \pm (0,02 U_x + 10)$
Входные токи, пА	$\dots\dots\dots(10^{-2} \cdot 10^9) \pm (0,025 I_x + 0,01 I_k)$
Коэффициент ослабления синфазного входного сигнала	$\dots\dots\dots(10^4 - 10^6) \pm 10\%$
Коэффициент влияния нестабильности источника питания на ЭДС смещения, мкВ/В	$\dots\dots\dots(0,1 - 10^3) \pm 10\%$
Коэффициент усиления ОУ с периодической компенсацией дрейфа $K_y = K_{y1} \cdot K_{y2} \dots$	$\dots\dots\dots(10^2 - 10^3) \pm 2,5\% (K_{y1}) \pm 5\% (K_{y2})$
Ток короткого замыкания, мА	$\dots\dots\dots(0,5 - 30) \pm (0,02 I_x + 0,02 I_k)$
Максимальное входное напряжение, В	$\dots\dots\dots(1 - 50) \pm (0,02 U_x + 0,01)$
Температурный коэффициент напряжения смещения нуля, мкВ/град	$\dots\dots\dots(0,1 - 100) \pm (0,02 \frac{\Delta U}{\Delta T} + 0,05)$
Температурный коэффициент разности входных токов, пА/град	$\dots\dots\dots(1 - 1000) \pm (0,025 \frac{\Delta(I_x)}{\Delta T} + 0,05)$
Производительность установки на одном посту, схем/ч	$\dots\dots\dots$ не менее 300

* I_k — конечное значение диапазона измерения.

стему, управляемую от ЭВМ "Электроника 100-25", конструктивно выполненную в виде стойки управления, двух контрольно-измерительных постов для измерения статических и дрейфовых параметров.

Стойка управления содержит магистральный канал связи для сопряжения ЭВМ с установкой, шестиканальный таймер для выдержек времени, блок, обеспечивающий включение установки, а также защитные устройства от поражения током.

В контрольно-измерительный пост входит пульт управления, три программируемых источника напряжения, цифровой вольтметр, измерительный блок, блок семейства с блоком балансировки, сменные блоки для контактирования и коммутации цепей различных типов ОУ, блок интерфейса.

Контрольно-измерительный пост может работать автономно, совместно с зондовой установкой, автоматом контактирования и сортировки микросхем, а также с проходной камерой. При подключении комплекса АКСМ-10-8 к контрольно-измерительному посту установка обеспечивает измерение дрейфовых параметров ОУ.

Измерение, разбраковка и классификация ОУ на пластине и в корпусах производится при нор-

мальной и крайних температурах. Результаты измерения параметров ОУ ($E_{CM}, \Delta I_{VX}$) при нормальной температуре заносятся в память ЭВМ и после измерения в проходной камере при крайних температурах диапазона используются для расчетов дрейфовых параметров $E'_{CM}/\Delta T, \Delta(\Delta I_{VX})/\Delta T$. Объем памяти — значения параметров 100 шт. приборов.

Особые требования при измерении параметров прецизионных ОУ предъявляются к конструированию входных цепей измерителя (сопротивлений утечки и термо-ЭДС коммутирующих и соединительных элементов входных цепей, реле, контактирующих устройств, кабелей и т.д.). Во входных цепях установки применены реле с выравниванием температуры выводов герконов, термо-ЭДС которых менее 0,5 мкВ. Качественное контактирование обеспечивает контактирующее устройство с рабочим током не менее 10^{-12} А, контактным сопротивлением не более 0,1 Ом, сопротивлением изоляции между выводами и корпусом не менее 10^{13} Ом и электростатическим экраном.

Для измерения параметров ОУ ПКД в установке используется вспомогательный усилитель, расположенный в блоке балансировки, состоящий

из суммирующего и буферного каскадов, который обеспечивает измерение трех видов логарифмических амплитудно-частотных характеристик.

С целью увеличения стабильности измерения параметров ОУ напряжение с выхода вспомогательного усилителя поступает на вход прецизионного интегрирующего преобразователя приращения (ИПП), обеспечивающего режим интегрирования постоянного напряжения в диапазоне ± 10 В и режим приращения — интегрирования и вычитания двух уровней напряжений в диапазоне ± 10 В.

Режим работы, время интегрирования, команды "УстО", "Пуск" и "Конец измерения" задаются программой. При измерениях параметров ОУ контролируется наличие паразитной генерации на выходе ОУ, нахождение выходов вспомогательного усилителя и устройства ИПП в линейной зоне, балансировка ОУ, компенсация напряжения смещения тока утечки через изоляцию контактирующего устройства.

Установка может быть использована для измерения параметров практически всех типов ОУ и найти широкое применение на предприятиях, изготавливающих операционные усилители, и на входном контроле у потребителей.

Статья поступила 7 декабря 1982 г.

УДК 621.317.72.083.6

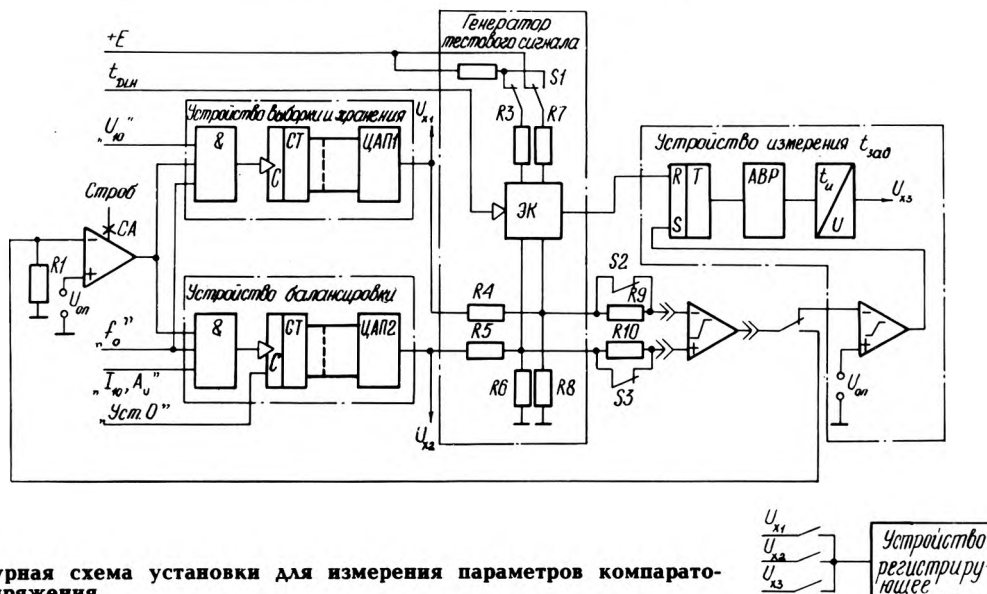
Я.Т.Вейналд, А.С.Очков, Ю.В.Троицкий

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОМПАРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Установка предназначена для автоматической разбраковки и классификации по основным электрическим параметрам интегральных компараторов напряжения (КН). Измерение и классификация статических и динамических параметров КН осуществляется в едином цикле. Структурная схема

установки приведена на рисунке. В таблице приведены технические характеристики установки.

В установке применены методы автоматической балансировки КН на основе схем кодоимпульсного уравнивания с использованием интегральных цифроаналоговых преобразователей, которые обеспечивают прецизионную балансировку всех типов компараторов, в том числе и с мощным ТТЛ-выходом. Аналогичные схемы применены для преобразования основных параметров компараторов напряжения в цифровой эквивалент, чем достигается повышение помехоустойчивости и точности измерительных схем.



Структурная схема установки для измерения параметров компараторов напряжения

Наименование параметра	Диапазон измерений	Погрешность
Ток потребления, мА	0,01-160	$\pm 1\%$
ЭДС смещения, мВ	± 10	$\pm(0,01 E_{\text{см}} + 0,03)$
Входной ток, мкА	0,05-16	$\pm(0,01 I + 0,03)$
Коэффициент усиления, дБ	40-90	± 2
Коэффициент ослабления синфазного входного сигнала, дБ	40-90	± 2
Выходное напряжение высокого и низкого уровней, В	± 16	$\pm(0,01 U + 0,01)$
Времена задержки включения и выключения, нс	1-100	$\pm(0,05 t + 0,3)$

Установка снабжена выносным специализированным адаптером для измерения статических параметров быстродействующих КН в климатических камерах.

Измерение времен задержки включения и выключения КН осуществляется методом непосредственного отсчета временных интервалов $t_{\text{ДНЛ}}$ и $t_{\text{ДНЛ}}$ с их временным преобразованием и статическим усреднением. Быстродействующие импульсные устройства выполнены на основе лавинных транзисторов, туннельных диодов и диодов Шоттки.

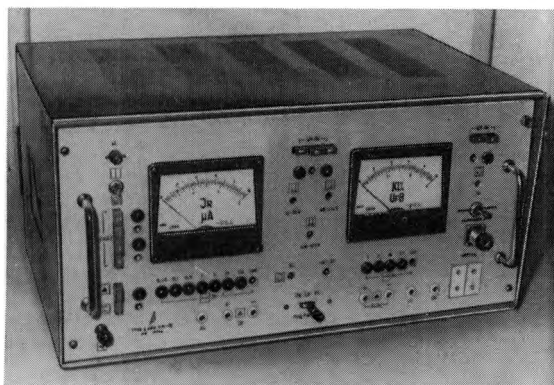
Статья поступила 10 мая 1982 г.

УДК 621.317.799:621.383

О. В. Сучков

АППАРАТУРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИСПО-3М предназначен для контроля коэффициента передачи по току, входного напряжения, темнового тока фотоприемника, сопротивления гальванической развязки оптронов.



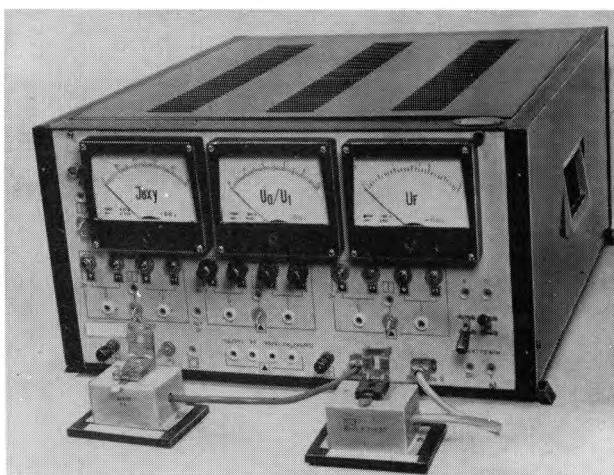
Техническая характеристика

Диапазон измерения коэффициента передачи по току, %	$(0,3-100) \pm 5\%$
Диапазон измерения входного напряжения, В	$(1-5) \pm 3\%$
Диапазон измерения темнового тока фотоприемника, мкА	$(0,01-100) \pm 5\%$
Диапазон измерения сопротивления гальванической развязки, Ом	$(10^5-10^9) \pm 15\%$
Диапазон задания входных токов, мА	0,5-20
Диапазон задания обратного смещения на фотоприемник, В	1-150

В состав прибора входят измеритель входного напряжения, генератор прямого тока, измерители коэффициента передачи по току и темнового тока фотоприемника, блок автоматики, источник обратного смещения на фотоприемник, блок питания.

Измерение сопротивления гальванической развязки осуществляется по каналу измерения темнового тока фотоприемника. Блок автоматики обеспечивает автоматический выбор пределов измерения.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИСПКУ-2 предназначен для контроля выходного напряжения «лог. 0», выходного напряжения «лог. 1» и входного напряжения оптоэлектронных ключей.



Техническая характеристика

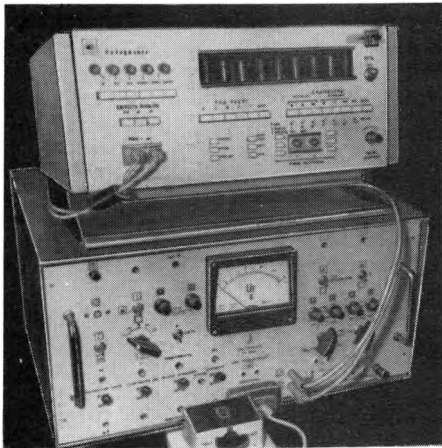
Диапазон измеряемых напряжений, В	
выходного напряжения «лог. 0» ($U_{\text{вых}}$)	$(0,1-0,5) \pm 3\%$
выходного напряжения «лог. 1»	$(2,4-5) \pm 3\%$
входного напряжения	$(1-3) \pm 3\%$
Диапазон задания токов нагрузки, мА	
втекающего в режиме «лог. 0» на выходе микросхемы	1-30
вытекающего в режиме «лог. 1» на выходе микросхемы	0,15-3
Диапазон задания входных токов, мА	
в режиме «лог. 0» на выходе микросхемы	1-25
в режиме «лог. 1» на выходе микросхемы	0,1-3

В состав прибора входят генераторы прямого тока и токов нагрузки, измерители входного и выходного напряжений, блок питания.

На ИСПКУ-2 можно также осуществлять контроль статических параметров интегральных усилителей, являющихся комплектующими элементами оптоэлектронных ключей.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИСПОЛК-2 совместно с цифровым универсальным измерительным прибором ЦУИП предназначен для контроля входного напряжения, тока утечки, начального остаточного напряжения, сопротивления открытого линейного ключа переключателей оптоэлектронных логических сигналов.

ИСПОЛК-2 является блоком задания режима, коммутатором электрических цепей и измерителем входного напряжения.



Техническая характеристика

Диапазон измеряемых напряжений входного напряжения, В	1—5(±3%)
начального остаточного напряжения, мВ	0,05—100(±10%)
Диапазон измерения сопротивления открытого линейного ключа, Ом ...	10—1000(±10%)
Диапазон измерения токов утечки, мкА	0,02—100(±10%)

На ИСПОЛК-2 и ЦУИП можно также осуществлять контроль статических параметров интегропрерывателей, являющихся комплектующими переключателей оптоэлектронных логических сигналов.

Аппаратура нашла широкое применение на входном контроле оптронов и оптоэлектронных интегральных микросхем.

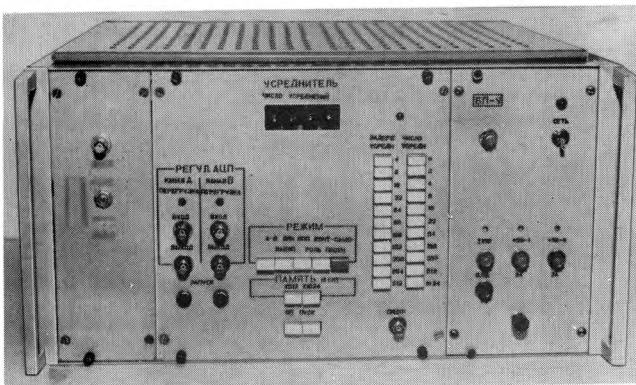
Измерители отмечены на ВДНХ СССР серебряной и бронзовой медалями.

Статья поступила 4 августа 1982 г.

УДК 621.377.6

Р.С. Петухов, Л.Л. Светличная

УСРЕДНИТЕЛЬ МАЛЫХ СИГНАЛОВ



Прибор предназначен для выделения слабых периодических сигналов с малой величиной отношения сигнал-шум. Принцип действия основан на цифровом накоплении с последующим усреднением большого числа реализаций аналого-периодического сигнала.

Усреднитель представляет собой двухканальный прибор, осуществляющий одновременно обра-

ботку двух сигналов. Прибор обеспечивает преобразование сигнала из аналоговой формы в цифровую с частотой квантования 100 кГц, запоминание в памяти прибора 1024 точек сигнала, накопление (суммирование) 2^n сигналов ($n = 1 \div 10$), усреднение сигналов, преобразование сигналов из цифровой формы в аналоговую, вывод обработанных сигналов на осциллограф или самописец. Скорость вывода сигнала на самописец в 10^4 раз меньше скорости вывода сигнала на осциллограф.

Ниже приведены технические характеристики прибора:

Число каналов	2
Разрядность	8
Число точек разбиения сигнала	1024
Частота квантования, кГц	100
Объем памяти каждого канала, бит	1024×18
Количество усреднений	2^n ($n = 1, 2, \dots, 10$)
Амплитуда входного сигнала, В	0—10
Задержка начала обработки входного сигнала, мкс	(4, 8, 16, 32, 64, 96, 128, 198, 256, 384, 512) × 10
Габариты, мм	480 × 240 × 460
Мощность источника питания, Вт	30

В усреднителе предусмотрена возможность вывода обработанного сигнала по точкам с произвольным временем обращения к прибору (время обращения задается извне). Возможна последовательная обработка сигнала в каналах А и В, при этом объем памяти объединенного канала увеличивается вдвое и число измеряемых точек возрастает до 2048. Прибор может найти широкое применение при различных физических исследованиях и измерениях, требующих выделения слабых сигналов из шума, его можно использовать как накопитель информации с последующим ее выводом.

Статья поступила 17 января 1982 г.

УДК 534.647:62173.049.77

И.А. Кибалко, А.И. Фролов

АППАРАТУРА ДЛЯ ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Высокая чувствительность и стабильность измерений разработанных виброметров обеспечивают возможность исследования динамических характеристик ИЭТ и их конструктивных элементов с размерами не менее $5 \cdot 10^{-5}$ м и на значительном (до 10 м) расстоянии от объекта.

Бесконтактные оптические методы измерений [1] являются наиболее универсальными при исследовании динамических характеристик изделий микроэлектроники (механических резонансных частот и амплитуд колебаний). Для прецизионного измерения амплитуд колебаний разработаны два виброметра: для измерения динамических характеристик изделий, имеющих линейные размеры не менее $5 \cdot 10^{-5}$ м (рис. 1, а) на основе метода точной фокусировки [2], и для исследования характеристик

изделий в составе узлов или блоков РЭА, удаленных на расстояние до 10 м от объекта исследования (рис. 1, б). Точность измерений $\pm 5\%$.

Виброметр, работающий по методу точной фокусировки (рис. 2, а), состоит из гелий-неонового лазера ОКГ-13, коллиматора, светоделителя, оптической системы, диафрагмы, фотоприемника, элек-

тронного блока, выдающего информацию о параметрах вибрации исследуемого изделия. При перемещении изделия в направлении распространения света изменяется угол сходимости отраженного светового луча, что приводит к изменению диаметра отраженного луча в плоскости диафрагмы и фотоприемника, преобразующего изменение интен-

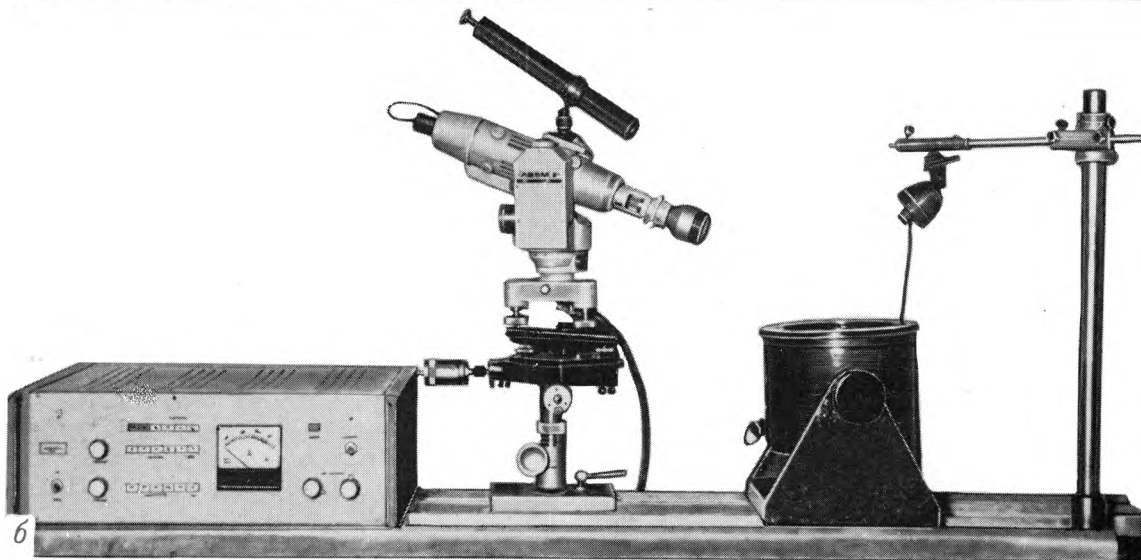
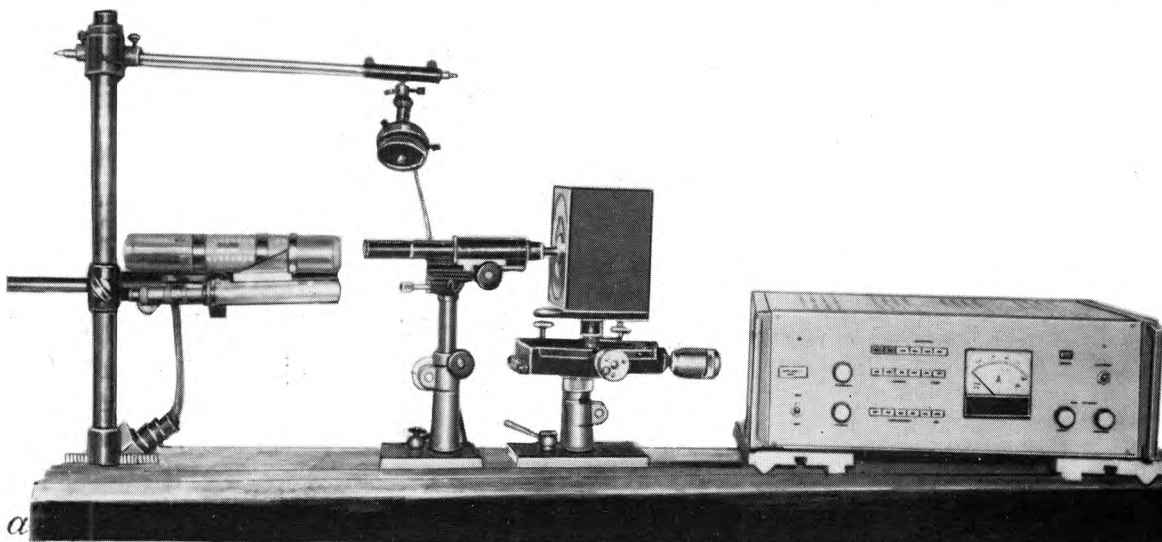


Рис. 1. Виброметр на основе метода точной фокусировки (а) и пространственной модуляции (б)

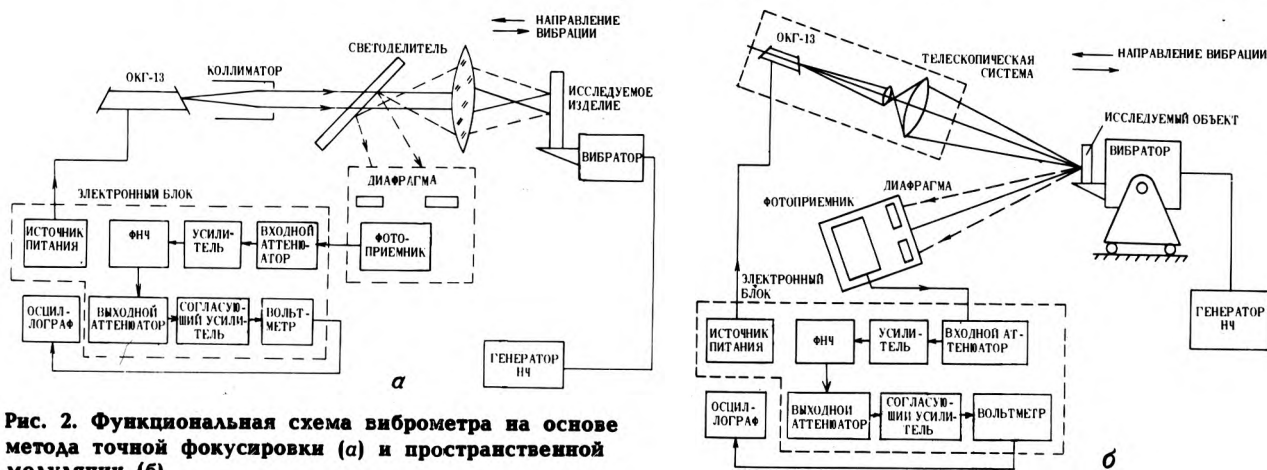
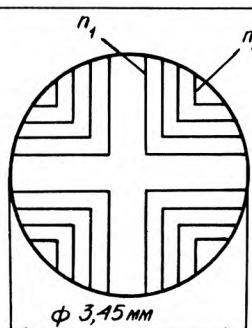
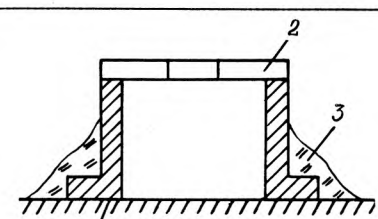


Рис. 2. Функциональная схема виброметра на основе метода точной фокусировки (а) и пространственной модуляции (б)

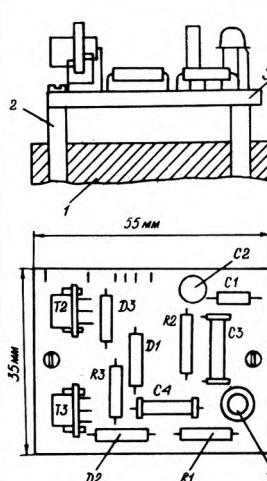
Результаты исследований сеточных узлов

Таблица 1

Схема внешнего вида сеточного узла	Условия крепления при исследовании	Количество ламелей	Толщина ламелей, мм	Номер ламели, n	Резонансная частота, кГц
 <p>$\phi 3,45 \text{ мм}$</p> <p>n — номер ламели</p>	 <p>↑ ↓ Направление вибрации</p> <p>1 — платформа вибратора; 2 — сеточный узел; 3 — "пидеин" — вакуум-заливочный состав</p>	7	0,1	6	25
		12	0,04	7	24,5
				9	15,1
				10	17,65
				11	19,65
				12	22,5

Результаты исследований резонансных частот ИЭТ в составе блока РЭА

Таблица 2

Наименование объекта	Условия крепления	Резонирующий элемент	Резонансная частота, кГц
Радиоэлектронный модуль	 <p>↑ ↓ Направление вибрации</p> <p>1 — платформа вибратора; 2 — крепежный винт; 3 — печатная плата;</p> <p>$T_1 - T_3; D_1 - D_3; C_1 - C_4;$ $R_1 - R_3$ — исследуемые изделия</p>	Транзисторы	
		T_1	1,66
		T_2	0,45
		T_3	0,45
		Диоды	
		D_1	3,0
		D_2	2,7
		D_3	2,8
		Резисторы	
		R_1	1,5
		R_2	1,2
		R_3	5,1
		Конденсаторы	
		C_1	0,4; 0,525; 0,8; 1,05
C_2	0,48; 0,95; 1,6		
C_3	0,35; 0,425; 0,85		
C_4	0,24; 0,31; 0,47; 0,95; 1,15		

сивности отраженного от изделия светового потока в переменный электрический сигнал.

Электронный блок содержит входной аттенюатор, входной усилитель, фильтр нижних частот, выходной аттенюатор, согласующий усилитель, вольтметр. Информация о параметрах движения объекта считывается по шкале вольтметра или выводится в аналоговой форме на осциллограф. В электронный блок вмонтирован источник питания гелий-неонового лазера.

Второй виброметр, предназначенный для дистанционных исследований изделий (рис. 2, б), состоит из гелий-неонового лазера типа ОКГ-13, теле-

скопической системы, фотоприемника, электронного блока, выдающего информацию о параметрах вибрации исследуемого объекта.

В виброметре реализован метод пространственной модуляции светового потока, вызванной вибрацией изделия [3]. Фотоприемник преобразует изменение интенсивности падающего светового потока в переменный электрический сигнал, который поступает на электронный блок. Информация о параметрах вибрации изделия считывается по шкале вольтметра электронного блока или выводится в аналоговой форме на осциллограф. Ниже приведены технические характеристики виброметров, разработанных на основе метода точной фокусировки (ТФ) и пространственной модуляции (ПМ):

	ТФ	ПМ
Максимальный зазор между изделием и оптическим вибропреобразователем, м	.....0,1	10
Минимальные линейные размеры исследуемых изделий, м	..... $5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Диапазон частот, Гц	..... 20–30000	20–15000
Измеряемое перемещение, м	..... $1 \cdot 10^{-7}$	10^{-6}

В качестве примеров, иллюстрирующих работу виброметров, в табл. 1, 2 приведены результаты исследований механических резонансных частот конструктивных элементов изделий и ИЭТ в составе блока РЭА первым и вторым методами.

Разработанные виброметры благодаря своей простоте и малой чувствительности к внешним механическим воздействиям могут найти применение для контроля качества сборки изделий по стабильности их механических резонансных частот в процессе совершенствования технологии изготовления изделий микроэлектроники и малогабаритных блоков РЭА.

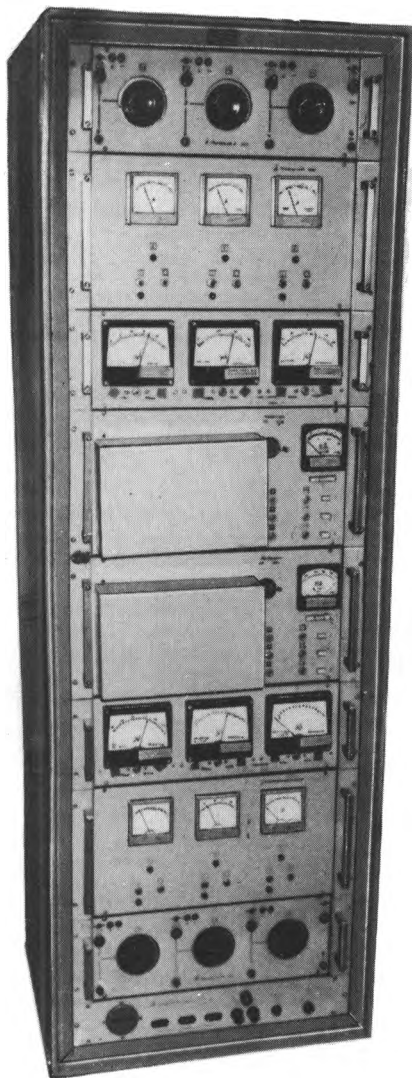
ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор по электронной технике: Когерентно-оптические методы измерения параметров механических колебаний/А.В.Вышемирский, В.А.Сидельников.— М., 1979.— Вып. 15, Сер. 1. Электроника СВЧ.— 61 с.
2. А.с.761847 (СССР). Устройство для бесконтактно-го измерения линейных перемещений и резонансных частот изделий/И.А.Кибалко и др.— Оpubл. в Б.И., 1980, № 33.
3. А.с.297062 (СССР). Фотоэлектрический измеритель смещений/Д.А.Гречинский и др.— Оpubл. в Б.И., 1971, № 9.

УДК 621.317.799:621.316.543.029.64.019.3

В.А.Егоренков, А.Л.Зайцев

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МОЩНЫХ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫХ СВЧ ДИОДОВ



Техническая характеристика

Рабочая частота, МГц	50
Пределы регулирования мощности рассеивания на диоде, Вт	5-30
Погрешности установки уровня испытательной мощности, %	10
Дифференциальное сопротивление испытуемых диодов, Ом	0,5-1
Пределы регулирования прямого тока диода, мА	5-100
Число одновременно испытуемых приборов	6

Установка предназначена для определения показателей надежности мощных переключаемых СВЧ *p-i-n* диодов в режиме рассеивания мощности высокой частоты при нормальной температуре корпуса диодов. Установка состоит из задающего кварцевого генератора, усилителя мощности, двух направленных ответвителей падающей и отраженной мощности с индикаторами, устройства согласования волнового сопротивления

тракта с дифференциальным сопротивлением испытуемого диода, регулируемого источника прямого тока через диод. Конструктивно установка выполнена в виде одной стойки.

Проведение испытаний СВЧ диодов при мощности рассеяния на диоде более 10 Вт в режиме постоянного тока или на промышленной частоте не представляется возможным, так как конструкция диода не рассчитана на длительное протекание соответствующего прямого тока. Испытания в СВЧ диапазоне сложны [1]. Предлагаемый переход на диапазон радиочастот оказался возможным вследствие того, что экспериментально было подтверждено постоянство дифференциального сопротивления *p-i-n* диодов в диапазоне частот от 20-30 МГц до рабочих частот диодов.

Устройство согласования волнового сопротивления тракта, равного 50 Ом, с дифференциальным сопротивлением испытуемых диодов (0,5-1,0 Ом) представляет собой полосковую укороченную (по сравнению с $\lambda/4$) линию с волновым сопротивлением 6-8 Ом. Ширина "полоски" составила 8-10 см. Такая линия обладает потерями в точке подключения к испытуемому диоду 0,08-0,1 Ом [2].

Разработанная установка позволяет определить показатели надежности как при воздействии максимальной рассеиваемой мощности, так и при ступенчатых испытаниях, выявляющих технологический запас изделий по ряду параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Ю.Ф. Установка для испытаний полупроводниковых СВЧ диодов.— Электронная промышленность, 1978, вып. 4, с. 46.
2. Малорацкий А.Г., Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях.— М.: Советское радио, 1972

Статья поступила 4 августа 1982 г.

УДК 535.241.13

В.Б.Багликов, Н.В.Иодко, В.В.Колчин, Т.В.Петрова, В.И.Саньков

ОХЛАЖДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО МОДУЛЯТОРА СВЕТА

Охлаждающее устройство на базе стандартных термоэлектрических батарей обеспечивает охлаждение до температур порядка 215 К объекта средних размеров, например, рабочего элемента пространственно-временного модулятора света на основе кристалла ДКДР.

Охлаждающее устройство может применяться для исследования при пониженных температурах работы матриц и линеек фотоприемников, нелинейных оптических кристаллов и других приборов, требующих ввода и вывода оптического излучения от охлаждаемого объекта.

Созданная ранее конструкция охлаждающего устройства для пространственно-временного модулятора света (ПВМС) на базе трехкаскадной термоэлектрической батареи (ТЭБ), собранной из от-

дельных полуэлементов диаметром 6 мм [1], при длительной эксплуатации показала надежность и удобство в работе. Однако применение в ТЭБ жестких эпоксидных компаундов затруднено, так как в режиме "охлаждение—отогрев" с перепадом температур до 70–80 К при длительной эксплуатации в клеевых эпоксидных соединениях возникают микротрещины из-за различия коэффициентов теплового расширения входящих в конструкцию ТЭБ материалов, что приводит к постепенному увеличению теплового сопротивления клеевых слоев и уменьшению максимального перепада температур. Поэтому была создана конструкция охлаждающего устройства на базе стандартных микроохладителей ТЭМО-6 с применением эластичных теплопроводных материалов для сборки. Конструкция охлаждающего устройства приведена на рисунке. Вакуумируемый объем, образованный медным теплообменником, корпусом и крышкой, откачивается через штуцер. Ввод и вывод излучения осуществляются через окна. Разрежение порядка 0,5 Па исключает конвективную теплопередачу и запотевание оптических окон. Первый каскад ТЭБ состоит из восьми, а второй — из двух микроохладителей ТЭМО-6. Электрически все микроохладители соединены последовательно. Между каскадами расположена тепловыравнивающая медная пластина. Охлаждаемый объект размещается в медной матрице, имеющей окно для освещения размером 33×33 мм. Температура матрицы контролируется при помощи хромель-копелевой термопары. Охлаждение горячего спая первого каскада ТЭБ осуществляется проточной водой, циркулирующей по спиральной канавке теплообменника.

Для сборки охлаждающего устройства использован эластичный кремнийорганический компаунд "Виксинт У-2-28" с порошком окиси алюминия в качестве теплопроводного наполнителя. Этим компаундом приклеены не только микроохладители к теплообменнику, тепловыравнивающей пластине и матрице, но и вклеены оптические окна. Такая склейка сохраняет эластичность и герметичность объема во всем диапазоне рабочих температур и не создает механических напряжений в соединяемых деталях. При необходимости соединенные детали могут быть разделены. Теплопроводность примерно соответствует теплопроводности пасты КИТ-8.

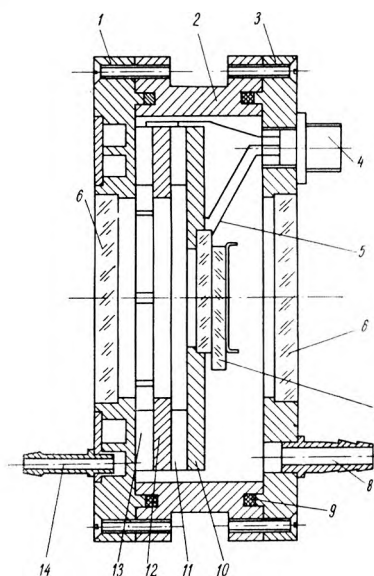
Для выбора схемы ТЭБ были экспериментально исследованы каскадированные батареи на базе микроохладителей ТЭМО с числом каскадов от двух до четырех и различным числом элементов в каскадах.

Многокаскадность увеличивает максимальный перепад температур, улучшает экономичность ТЭБ и ряд других параметров [2], однако при сохранении поперечных габаритов устройства (площади первого каскада) увеличение числа каскадов резко уменьшает холодопроизводительность ТЭБ, возрастает крутизна ее нагрузочной характерис-

тики, что приводит к значительному повышению температуры матрицы при увеличении тепловой нагрузки. Поэтому экспериментально для охлаждающего устройства была избрана схема двухкаскадной ТЭБ с соотношением числа микроохладителей в каскадах 4:1. Такая батарея имеет небольшую площадь первого каскада, высокую механическую прочность и, что самое важное, более пологую нагрузочную характеристику, чем многокаскадные батареи. Как показал эксперимент, при соотношении числа элементов в каскадах 5:1 и более увеличивается потребляемая мощность и поперечные габариты батареи без существенного понижения температуры матрицы. Изменение соотношения до 3:1 вызывает перегрузку первого каскада ТЭБ теплом, выделенным во втором каскаде. Общий перепад температуры на такой двухкаскадной ТЭБ уменьшается, и для достижения необходимой температуры матрицы возникает необходимость в установке третьего каскада. Однако трехкаскадная батарея с соотношением числа элементов в каскадах 9:3:1 имеет значительно большие габариты и потребляемую мощность.

Питание ТЭБ осуществлялось от специального блока, состоящего из стабилизированного выпрямителя и усилителя ЭДС термопары, управляющего выходным напряжением стабилизатора. Блок позволяет одновременно измерять ток и напряжение питания ТЭБ и температуру охлаждаемой матрицы. Точность поддержания этой температуры на заданном уровне $\pm 0,3$ К. При отключении цепи обратной связи выходное напряжение блока регулируется вручную.

Основными характеристиками охлаждающего устройства являются зависимости температуры



Конструкция охлаждающего устройства: 1 — теплообменник; 2 — корпус; 3 — крышка; 4 — разъем; 5 — термопара; 6 — оптическое окно; 7 — рабочий элемент ПВМС; 8 — штуцер для откачки; 9 — уплотнительная прокладка; 10 — матрица; 11 — тепловыравнивающая пластина; 12 — микроохладители второго каскада ТЭБ; 13 — микроохладители первого каскада ТЭБ; 14 — штуцер теплообменника

матрицы ТЭБ и напряжения на ТЭБ от величины тока питания. При температуре охлаждающей воды 288 К минимальная температура матрицы без нагрузки составляет 215 К и достигается при токе 5,5–6 А. Размещение на матрице рабочего элемента ПВМС приводит к незначительному (на 1,5 К) повышению температуры матрицы. Потребляемая ТЭБ мощность при этом составляет около 130 Вт. Вольт-амперная характеристика батареи линейна, за исключением начального участка. Сопротивление ТЭБ из десяти микроохладителей составляет примерно 4 Ом. Для дальнейшего понижения температуры матрицы применялось раздельное питание каскадов батареи. Первый каскад питался от отдельного стабилизированного источника, а второй каскад — от блока. При токах питания первого и второго каскадов 7 и 5 А соответственно температура матрицы понижается до 210 К.

Испытания охлаждающего устройства показали, что в диапазоне токов питания 3–6 А стадио-

нарная температура матрицы без нагрузки достигается через 12–15 мин, а с рабочим элементом ПВМС — через 20–25 мин.

Таким образом, применение микроохладителей серии ТЭМО и эластичных теплопроводных композитов позволило создать простое по конструкции и технологичное охлаждающее устройство с небольшими габаритами и рабочими токами, умеренным энергопотреблением для охлаждения оптоэлектронных приборов средних размеров до температур 210–215 К.

ЛИТЕРАТУРА

1. Термoeлектрический холодильник — термостат для пространственно-временного модулятора света/В.Б.Багликов, Г.В.Бочин, В.И.Бутырский и др.— Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРТО, 1979, вып. 2, с. 82–87.
2. В а й н е р А.А. Каскадные термоэлектрические источники холода.— М.: Сов.радио,— 1976.— 136 с.

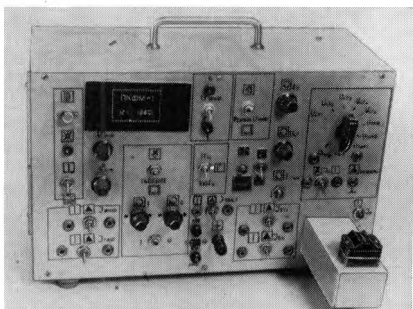
Статья поступила 13 декабря 1982 г.

РЕКЛАМА · ЭП · РЕКЛАМА

УДК 621.317.799:621.383.932

В.Б.Бальзовский, О.В.Сучков

ПРИБОР ПКФМ-1 ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДИКАТОРОВ



Основные технические характеристики ПКФМ-1

На информационном входе	
Уровень лог. "0", В	0,1–0,5
Уровень лог. "1", В	2,4–5
Частота следования импульсов, кГц	10
Сквозность	2
На входе гашения	
Уровень лог. "0", В	0,1–0,5
Уровень лог. "1", В	2,4–5
Частота следования импульсов, кГц	10
Длительность, мкс	0–20
На тактовом входе	
Частота следования импульсов, кГц	10
Сквозность	2
На входах столбцов	
Амплитуда сигнала, В	3–6
Частота следования импульсов, Гц	1; 100
Сквозность	5
Напряжение питания логической схемы индикатора, В	
	4,5–5,5
Напряжение питания прибора, В	
	220 ±10 %
Потребляемая мощность, Вт	
	2
Габаритные размеры, мм	
	400×200×240
Масса, кг	
	5

Предназначен для задания электрических режимов при визуальном контроле функционирования индикаторов. Контролируемый индикатор включает в себя четыре светодиодные матрицы, каждая из которых состоит из 35 светодиодов, размещенных в семи строках и пяти столбцах, и два соединенных последовательно 14-разрядных регистра. Включение любого из 140 светодиодов может быть осуществлено подачей заданного кода в сдвиговый регистр и напряжения на определенный столбец.

Основные узлы прибора выполнены на основе интегральных микросхем серии К155. Контактное устройство для подключения индикаторов к прибору изготовлена на основе унифицированного контактного устройства типа УКУ-14К1.

Предусмотрена возможность записи информации лог. «0» или лог. «1» в регистр сдвига в ручном режиме.

При подключении к ПКФМ-1 прибора ЦУИП можно проконтролировать: токопотребление по тактовому входу $I_{\text{такт.0}}$ и $I_{\text{такт.1}}$, по входу информации $I_{\text{инф.0}}$ и $I_{\text{инф.1}}$, по входу гашения $I_{\text{гаш.0}}$ и $I_{\text{гаш.1}}$, по столбцам $I_{\text{ст.0}}$ и $I_{\text{ст.1}}$; токи нагрузки на выходе индикатора $I_{\text{вых.0}}$ и $I_{\text{вых.1}}$; напряжение на выходе индикатора $U_{\text{вых.0}}$ и $U_{\text{вых.1}}$.

Прибор может быть использован на входном контроле индикаторов у потребителя.

Статья поступила 16 декабря 1982 г.

УДК 539.234:621.52

Б.Г. Васецкий, В.Ф. Ивакин, Л.К. Ковалев,
Э.А. Лукин, В.А. Шишкин

УСТАНОВКА ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ПЛЕНОК В ВАКУУМЕ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО ИСПАРЕНИЯ

Установка с двухкаскадным излучателем на АИГ с Nd имеет систему сканирования лазерного луча по мишени, обеспечивающую ее равномерный расход и систему защиты от запыления оптического ввода в вакуумную камеру. Эти системы увеличивают ресурс работы установки.

В производстве изделий квантовой электроники для получения пассивных тонкопленочных структур (многослойных диэлектрических интерференционных, контактных, теплопроводящих) и различного рода защитных покрытий применяются испарительные системы с электронно-лучевым нагревом, магнетронные и плазмодуговые. Эпитаксиальные пленочные структуры сверхмалых толщин (2–35 нм) и сложного стехиометрического состава, регулируемого в процессе осаждения, которые применяются для активных элементов, можно получать в сверхвысоком вакууме методами молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) [1, 2] и импульсного испарения исходного материала излучением лазера [3–5].

МЛЭ предполагает осаждение пленочных структур со сложной стехиометрией из нескольких источников, которые имеют отдельные для каждого источника системы термостабилизации и контроля состава пара, поступающего на подложку в условиях сверхвысокого вакуума (10^{-7} – 10^{-8} Па) [6]. Однако сложность таких систем сдерживает их широкое использование в промышленности, а применение термического нагрева ограни-

чивает выбор исходных материалов по температуре испарения (до 1500°C) и возможность получения многослойных структур, включающих высокотемпературные материалы.

В отличие от МЛЭ при импульсном лазерном испарении сохраняется стехиометрия состава испаряемого материала и высокие импульсные скорости осаждения. Характерными параметрами, по которым можно сравнить эти методы, являются плотность частиц пара (скорость осаждения) и энергия частиц в потоке пара (скорость движения частиц в потоке пара).

Основные характеристики процессов импульсного лазерного испарения и МЛЭ

	Импульсное лазерное испарение	МЛЭ
Плотность частиц пара, см^{-3}	$\geq 10^{16}$ (в импульсе) [8]	$\leq 10^{14}$ [2]
Энергия частиц, эВ	> 14 [3, 4]	0,2 [7]
Скорость осаждения (GaAs), нм/мин	0,15–30 (средняя) 10^5 – 10^6 (в импульсе) [3]	≤ 10 [2, 8]
Минимальная толщина сплошной пленки на гетерогенной подложке, нм	< 2 [3]	> 10 [8]
Максимальная температура испарения исходного материала, $^{\circ}\text{C}$	3500	1500
Температура эпитаксии GaAs на GaAs, $^{\circ}\text{C}$	280–450*	510–560 [8]

* Данные, полученные авторами.

Плотность и энергия частиц пара при лазерном испарении ограничены максимальным тепловым потоком (10^5 Вт/см²), который устанавливается на подложке при конденсации и соответствует началу реиспарения [9].

Характеристики лазеров и технологических процессов испарения

Тип лазерного излучателя	Режим работы	Длина волны, нм	Длительность импульса, с	Энергия излучения в импульсе, Дж	Частота повторения, Гц	Плотность мощности излучения, Вт/см ²	Материал испаряемой мишени	Толщина пленки за импульс, нм	Средняя скорость конденсации, нм/мин	Литература
Неодимовое стекло	Модулируемая добротность	1060	$3 \cdot 10^{-6}$	1–3	1–2	$5 \cdot 10^4$ – $5 \cdot 10^6$	GaAs	0,3	10,0	[3]
	Свободная генерация	1060	$1 \cdot 10^{-3}$	10–100	0,3	$5 \cdot 10^4$ – $5 \cdot 10^6$	GdSe	$1 \cdot 10$ – $2 \cdot 10^2$	1,0–10,0	[3]
CO ₂ -лазер	Непрерывный	106000	–	30 Вт	–	10^4 – 10^6	SiO ₂	–	9,0	[14]
TEA-CO ₂ лазер	Свободная генерация	10600	$2 \cdot 10^{-7}$	3	1	$5 \cdot 10^7$	SiO ₂	1,0	0,1	[3]
АИГ с импульсной накачкой	Свободная генерация	1060	$1 \cdot 10^{-4}$	$(5+8) \cdot 10^{-2}$	12,5–100	$(1-100) \cdot 10^6$	GaAs	0,01	6–40	*
	Модулируемая добротность	1060	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$(3+6) \cdot 10^{-1}$	12,5–100	$(1 \div 10) \cdot 10^6$	GaAs	до 0,4	6–40	*

* Данные получены авторами.

Метод лазерного испарения [3–5; 7; 9–13] позволяет

- с большой точностью регулировать толщину пленки (до монослоя),
- получать весьма малую толщину сплошной пленки (до 1–3 нм),
- проводить реактивное испарение материалов в среде активных газов при давлении до 10^{-1} Па,
- получать многослойные структуры на основе высокотемпературных материалов.

Методу свойственны также

- отсутствие фракционного испарения летучих компонентов сложных соединений,
- уменьшение температуры эпитаксии монокристаллических пленок на 200–250°C по сравнению с методом термического испарения и МЛЗ,
- высокая адгезия и чистота состава пленок,
- высокая импульсная скорость осаждения.

Недостатком метода лазерного испарения по сравнению с резистивным, электронно-лучевым и ионным является низкая производительность, которая объясняется большой скважностью следования коротких наносекундных импульсов лазерного излучения, приводящей к низким средним скоростям осаждения пленок.

В таблице представлены сравнительные характеристики лазеров, используемых для процесса испарения в вакууме. В их числе лазер на АИГ, работающий в режиме модулированной добротности, который обеспечивает испарение без жидкой фазы [7]. Другой лазер на АИГ (работающий в режиме свободной

генерации) для испарения мало пригоден, поскольку при его использовании образуется капельная фаза.

Первые три типа лазеров, приведенные в таблице, обеспечивают малые скорости осаждения пленок.

ТЕА-СО₂ лазер характеризуется тем, что его излучение имеет длину волны 1060 мм, следовательно, он может быть применен для испарения как диэлектриков, так и металлов.

Установки, которые применяются для осаждения тонких пленок методом лазерного испарения [4, 12–14], не имеют систем сканирования лазерного луча по поверхности мишени, защиты оптического ввода от обратного запыления и ряда других устройств, увеличивающих ресурс работы оборудования.

Таковыми системами и устройствами оснащена разработанная установка с двухкаскадным излучателем на АИГ с Nd³⁺, который работает в импульсном режиме с модулируемой добротностью и имеет следующие выходные параметры:

- длина волны $\lambda = 1060$ мм;
- энергия в импульсе до 0,3 Дж;
- длительность импульса не более 20 нс;
- расходимость излучения по уровню 0,1 не более 12 мрад;
- частота следования импульсов 12,5; 25; 50 Гц.

Установка (рис. 1) состоит из вакуумной системы, вакуумной технологической камеры, оптической системы лазерного испарительного тракта, защитной камеры, системы электропитания и управления установкой и системы охлаждения.

Вакуумная система (рис. 2) включает в себя откачной агрегат и систему напуска газа.

Откачной агрегат обеспечивает в технологической камере предельное давление 10^{-6} Па.

Вакуумная технологическая камера имеет форму чечевицы с максимальным внутренним диаметром 380 мм. Такая форма дает возможность разместить большое количество вводов и механизмов – на крышке и внутри самой камеры. При вскрытии камеры обеспечивается легкий доступ ко всем ее элементам, что значительно облегчает ее обслуживание.

В качестве подложкодержателя используется девятипозиционная карусель.

Распыляемые материалы помещаются на карусель мишени, которая имеет восемь фиксированных позиций, что дает возможность распылять восемь различных материалов, включая высокотемпературные.

Лазерное излучение в вакуумную камеру вводится через оптический вакуумный ввод.

Очистка подложек непосредственно перед напылением осуществляется с помощью источника



Рис. 1. Внешний вид установки с лазерным испарителем

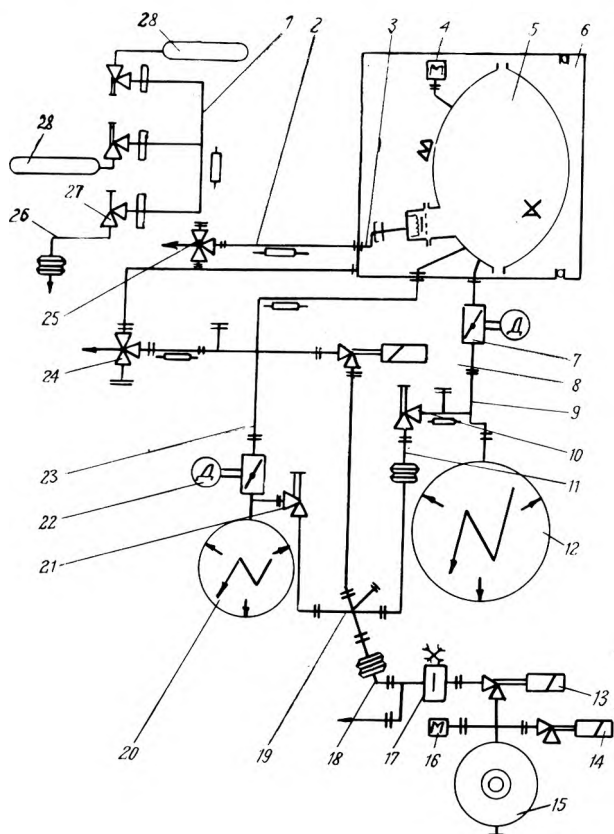


Рис. 2. Вакуумная система: 1, 2, 3, 9, 11, 18, 19, 23, 26 — трубопроводы; 4, 16 — преобразователи манометрические; 5 — камера вакуумная; 6 — камера защитная; 7 — затвор; 8, 13 — клапаны электромагнитные; 10, 21 — вентили; 12 — насос магнитоэлектрический; 14 — клапан напускной; 15 — насос механический; 17 — ловушка; 20 — насос магнитоэлектрический; 22 — затвор; 27 — клапан; 28 — баллон

ионов с энергией 100–600 эВ при плотности тока 0,5 мА/см².

В одном из шкафов размещены блоки управления лазером и источником ионов, в другом — блоки управления вакуумной установкой и программное управление лучом лазерного излучателя.

На установке были получены многослойные омические контакты инжекционного лазера с контактным сопротивлением $< 5 \cdot 10^{-5}$ Ом·см², а также углеродные маски для глубокого ионного и ионно-химического травления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cho A. Y., Arthur I. R. Molecular beam epitaxy. — Progress in Solid-State Chemistry, 1975, vol. 10, part 3, p. 157–191.
2. Cho A. Y. Recent developments in molecular beam epitaxy (MBE). — J. Vac. Sci. Technol., 1979, vol. 16, N 2, p. 275–284.
3. Гапонов С.В., Салашенко Н.Н. Вакуумное напыление пленок с помощью лазеров. — Электронная промышленность, 1976, вып. 1(49), с. 11.
4. Шукла А.А., Днепровский В.Г., Дудолов А.Г. Получение тонких слоев с помощью лазерного излучения. — Зарубежная электронная техника, 1973, № 24, с. 38–66.
5. Днепровский В.Г., Банков В.Н. Получение тонкопленочных слоев в вакууме с помощью излучения оптических

квантовых генераторов. — Зарубежная радиоэлектроника, 1978, № 9(1), с. 133–136.

6. Etienne P., Massies I., Sinh N. Molecular beam system controlled by quadrupole mass spectrometer. — J. of Phys. E: Scientific Instr., 1977, vol. 10, N 11, p. 1153–1155.

7. Афанасьев Ю.В., Крохин О.Н. Газодинамическая теория воздействия излучения лазера на конденсированные вещества. — Труды ФИАН, 1970, т. 52, с. 118.

8. Molecular Beam Epitaxy — Ed. by Brian R. Pamplin School of Physics: Univ. of Bath, England: Pergamon Press. — Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt. — 1980.

9. Рыкалин Н.П., Углов А.А., Зуев Н.В. Получение пленок и покрытий с использованием концентрированных источников энергии. — Физика и химия обработки материалов, 1979, № 1, с. 3–11.

10. Пат. 2083740 (Франция).

11. Пат. 1562286 (Франция).

12. Особенности роста пленок веществ, испаренных излучением импульсных лазеров / З.П. Бекетова, С.В. Гапонов, Б.С. Каверин и др. — Электронная техника, Сер. 10. Квантовая электроника, 1975, № 1, с. 81.

13. О возможностях получения эпитаксиальных толстых пленок полупроводниковых соединений с помощью ОКГ излучения. — Ю.А. Быковский, А.Г. Дудолов, В.П. Козленков, П.А. Леонтьев. — ЖТФ, 1977, т. 47, вып. 8, с. 1798–1799.

14. Поздняк Н.Н., Мыльников В.С. — Напыление диэлектрических пленок с помощью излучения непрерывного CO₂-лазера. — ЖТФ, 1979, т. 49, вып. 1, с. 186–189.

Статья поступила 16 февраля 1981 г.

НОВАЯ
КНИГА

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ:
ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС**

Коффрон Дж.

Пер. с англ. — М.: Мир, 1983 (III кв.) — 30000 экз.

Руководство по проектированию микропроцессорных систем на базе стандартных наборов распространенных семейств микропроцессоров 8080, 8085, Z80 и 6800. Детально анализируются особенности архитектуры и функционирования микропроцессоров и систем на их основе, обсуждаются преимущества и недостатки конкретных технических решений. Главное внимание уделено компоновке и испытаниям аппаратных средств. Изложение иллюстрируется значительным числом примеров построения реальных микропроцессорных систем. Для специалистов, связанных с проектированием систем обработки данных на базе микропроцессоров.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 621.38.019.3.003.13

В.П.Багин, А.П.Шулус

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИБОРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Современный уровень развития техники предъявляет высокие требования к надежности радиоэлектронной аппаратуры и ее элементов. Поэтому разработка экономически обоснованных способов повышения надежности элементов аппаратуры приобретает все большее значение. Повышение надежности и долговечности приборов электронной техники может быть достигнуто различными способами, связанными с конструкцией, производством и эксплуатацией.

Устранение дефектов конструкции, совершенствование ее и разработка новых типов приборов являются основными направлениями конструктивного метода повышения надежности. Существенное значение при этом имеет информация об отказах, поступающая из сферы эксплуатации.

Производственные методы направлены на обеспечение стабильности технологических процессов, при которых удается получить надежные приборы. Проведение контрольных испытаний приборов позволяет выявлять причины отказов в процессе производства и разрабатывать конкретные мероприятия по совершенствованию технологических процессов.

Эксплуатационные методы повышения надежности предусматривают строгое соблюдение режимов эксплуатации, изменение коэффициентов нагрузки на прибор или облегчение температурных условий работы.

Сопоставление затрат, связанных с осуществлением вышеперечисленных методов, с расходами на техническое обслуживание аппаратуры, укомплектованной более надежными элементами, позволяет судить об экономической целесообразности повышения надежности полупроводникового прибора. Для этого определяется минимум приведенных годовых затрат

$$W_{п.г} = C + E_n K,$$

где C — годовые текущие затраты в сфере производства и эксплуатации; E_n — норма эффективно - сти капитальных вложений (принимается равной 0,2); K — единовременные капитальные затраты, связанные с изготовлением прибора и эксплуатацией.

Разность приведенных затрат, вычисленных для базового и проектируемого вариантов, даст го-

довой экономический эффект от внедрения более надежного прибора

$$\Delta W_{эф} = W_{п.г.б} - W_{п.г.п.}$$

Определение текущих затрат. Текущие затраты C складываются из затрат, связанных с производством прибора и его эксплуатацией:

$$C = Z_{п} + Z_{э}.$$

Повышение надежности полупроводникового прибора, независимо от способа (производственного или конструктивного), требует совершенствования технологии изготовления (введения дополнительных контрольных и производственных операций, новых материалов, приспособлений и оборудования). Все это влияет на себестоимость прибора. Определение изменения себестоимости прибора подсчитывается по изменяющимся элементам затрат (с учетом потерь от брака).

Меняющиеся производственные затраты на годовую программу (B приборов) рассчитываются по формуле:

$$Z_{п.в} = Z_{м} + Z_{р} + Z_{доп.р} + Z_{эл} + Z_{ж} + Z_{в} + Z_{а} + Z_{ап} + Z_{о} + Z_{б},$$

где $Z_{м}$ — затраты при внедрении новых материалов и изменений норм расхода; $Z_{р}$ — затраты на основную заработную плату рабочих; $Z_{доп.р}$ — затраты на дополнительную зарплату; $Z_{эл}$ — затраты на электроэнергию для технологических целей; $Z_{ж}$ — затраты на воду, масло для производственных целей; $Z_{в}$ — затраты на инертные газы и сжатый воздух; $Z_{а}$ — амортизационные отчисления от оборудования; $Z_{ап}$ — отчисления на амортизацию зданий; $Z_{о}$ — затраты, связанные с износом технологической оснастки; $Z_{б}$ — затраты на брак (с учетом исправимого брака).

Для того, чтобы сравнить текущие затраты в производстве и эксплуатации, рассчитываются текущие затраты на один прибор:

$$Z_{п.уд} = \frac{Z_{п.в}}{B}.$$

Затем вычисляются затраты на производство $n_{эл}$ приборов, комплектующих единицу данного типа аппаратуры:

$$Z_{п} = Z_{п.уд} \cdot n_{эл}.$$

Текущие затраты, связанные с эксплуатацией прибора в аппаратуре, рассчитываются по формуле

$$Z_{э} = Z_{у.н} + Z_{пр} + Z_{у},$$

где $Z_{у.н}$ —затраты, связанные с устранением неисправностей, возникающих из-за отказов данного типа приборов в процессе эксплуатации аппаратуры; $Z_{пр}$ —стоимость простоя; $Z_{у}$ — стоимость ущерба, вызванного отказом аппаратуры и невыполнением поставленной перед ней задачи.

При расчете текущих затрат $Z_{э}$ учитываются только расходы, находящиеся в прямой зависимости от надежности прибора. Если установлено, что эксплуатация более надежного прибора влечет за собой увеличение периодичности профилактических работ, то в сумму $Z_{э}$ следует включить и затраты на профилактику.

Затраты $Z_{у.н}$ рассчитываются, исходя из стоимости одного ремонта по устранению неисправности и числа отказов за время работы аппаратуры:

$$Z_{у.н} = C_{рем} \cdot m_{эл}.$$

Стоимость одного ремонта $C_{рем}$ состоит из затрат на поиск неисправности, на материалы для ремонта, стоимости всех ремонтных операций, настройки и регулировки восстанавливаемой аппаратуры.

Количество отказов $m_{эл}$ рассчитывается по формуле

$$m_{эл} = n_{эл} \cdot \lambda_{эл} \cdot t_{раб},$$

где $\lambda_{эл}$ —интенсивность отказов прибора; $t_{раб}$ — время работы аппаратуры в год.

Убытки $Z_{пр}$, обусловленные простоями аппаратуры во время текущих ремонтов, могут выражаться через стоимость одного часа работы аппаратуры и количество часов простоя:

$$Z_{пр} = p \cdot t_{п}.$$

Стоимость 1 ч работы аппаратуры

$$p = \frac{\sum S_{эксп}}{t_{раб}},$$

где $\sum S_{эксп}$ —сумма эксплуатационных затрат на техническое обслуживание аппаратуры за год. В эту сумму входят годовые затраты на основную и дополнительную зарплату обслуживающего персонала, текущие ремонты, профилактику, контрольные мероприятия, техническую подготовку к работе.

Время простоя аппаратуры в течение текущих ремонтов из-за отказов приборов находят по формуле

$$t_{п} = m_{эл} \cdot r_{в},$$

где $r_{в}$ —среднее время устранения неисправности для прибора данной группы. Эта величина определяет ремонтпригодность аппаратуры и включает в себя время обнаружения отказа, подготовки инструмента и приборов, отыскания неисправности, замены или восстановления отказавшего прибора или узла, послеремонтной регулировки и настройки аппаратуры и во многом зависит от квалификации обслуживающего персонала и организации

системы ремонта. Значение $r_{в}$ для данной группы приборов может быть получено только на основе эксплуатационных данных.

Ущерб, наносимый выходом из строя аппаратуры из-за отказа полупроводникового прибора $Z_{у}$, зависит от типа аппаратуры. Для некоторых типов аппаратуры величина $Z_{у}$ может быть очень высокой. При определении $Z_{у}$ возникают известные трудности, так как не всегда ведется учет затрат, вызванных отказом аппаратуры. Однако для каждого конкретного случая и определенного типа аппаратуры стоимость ущерба в первом приближении может быть определена. Так, для радиолокационной станции прекращение поиска цели может быть оценено величиной материального ущерба от разрушающего действия объекта поиска.

Таким образом, текущие затраты в производстве и эксплуатации

$$C = Z_{п} + Z_{э} = (Z_{п.уд} \cdot n_{эл}) + (C_{рем} \cdot m_{эл}) + (p \cdot t_{п}) + Z_{у}.$$

Определение капитальных затрат. Капитальные затраты K складываются из единовременных затрат на повышение надежности прибора в производстве и эксплуатации:

$$K = K_{п} + K_{э}.$$

Капитальные затраты в производстве $K_{п}$ для базового варианта определяют по формуле

$$K_{п.б} = K_{уд} \cdot n_{эл},$$

где $K_{уд}$ —удельные капитальные затраты, равные $K_{об} / B$ ($K_{об}$ —единовременные затраты на оборудование).

Для проектируемого варианта удельные капитальные затраты рассчитываются по формуле:

$$K_{уд.п} = \frac{K_{об.п} + K_{р}}{B},$$

где $K_{р}$ —единовременные затраты на разработку приборов повышенной надежности.

$$\text{Откуда } K_{п.п} = K_{уд.п} \cdot n_{эл}.$$

Единовременные капитальные затраты потребителя $K_{э}$ должны учитывать в сравниваемых вариантах цену аппаратуры $Ц_{А}$, капитальные затраты на запасные приборы $K_{з.п}$, затраты на резервирование $K_{рез}$ основного комплекта аппаратуры:

$$K_{э} = Ц_{А} + K_{з.п} + K_{рез}.$$

Цена комплекта аппаратуры находится в прямой зависимости от цен на комплектующие элементы и возрастает в зависимости от изменения затрат на приобретение приборов повышенной надежности. Тогда $Ц_{Ап} = Ц_{Аб} + (\beta - 1) \cdot ц \cdot n_{эл}$,

где $Ц_{Ап}$ —цена комплекта аппаратуры на прибор

рах повышенной надежности; $C_{АБ}$ — цена комплекта аппаратуры на базовых приборах; β — относительное увеличение цены на прибор с повышенной надежностью; μ — оптовая цена базового прибора.

Относительное увеличение цены β может быть вычислено по формуле

$$\beta = \left(\frac{\lambda_{эл.б}}{\lambda_{эл.п}} \right)^\alpha,$$

где $\lambda_{эл.б}$ — интенсивность отказов базового прибора; $\lambda_{эл.п}$ — интенсивность отказов прибора с повышенной надежностью; α — коэффициент, зависящий от уровня разработки и производства, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \ln \frac{Z_{уд.п}}{Z_{уд.б}} / \ln \frac{\lambda_{эл.б}}{\lambda_{эл.п}},$$

где $\frac{Z_{уд.п}}{Z_{уд.б}}$ — прирост производственных затрат на достижение повышенной надежности; $\frac{\lambda_{эл.б}}{\lambda_{эл.п}}$ — прирост надежности.

Если цена аппаратуры на базовых приборах неизвестна, то увеличение цены аппаратуры будет рассматриваться как дополнительные капитальные затраты по проектируемому варианту:

$$C_{д} = (\beta - 1) \cdot \mu \cdot n_{эл}.$$

Капитальные затраты $K_{зп}$, связанные с приобретением запасных приборов, учитываются в своей изменяющейся части, зависящей от числа отказов приборов данного типа. Увеличение надежности приборов влечет за собой уменьшение числа отказов, а следовательно, и числа ремонтов аппаратуры.

Число запасных приборов рассчитывается по формуле

$$Z_{зп} = n_{эл} \cdot \lambda_{эл} \cdot t_{раб}.$$

Для малого числа приборов и непродолжительного времени работы аппаратуры число запасных приборов рассчитывается исходя из ожидаемого количества отказов и вероятности наличия запасных приборов α в момент возникновения потребности в них. Для того, чтобы эта вероятность была не менее заданной, $Z_{зп}$ следует определять на основании закона Пуассона.

Ожидаемое среднее количество отказов за время работы аппаратуры вычисляется по формуле

$$n_{ср} = n_{эл} \cdot \lambda_{эл} \cdot t_{раб}.$$

Тогда вероятность возникновения k или более отказов

$$P_k = 1 - \sum_{k=0}^{Z_{зп}} \frac{1}{k!} \cdot n_{ср}^k \cdot e^{-n_{ср}}.$$

Выбираем такие вероятности P_{k-1} и P_k , при

которых соблюдалось бы соотношение $P_{k-1} > 1 - \alpha \geq P_k$. Тогда $Z_{зп} = k$.

Для определения P_{k-1} и P_k можно воспользоваться таблицами интегрального распределения Пуассона.

Таким образом, капитальные затраты на приобретение запасных приборов $K_{зп} = \mu \cdot Z_{зп}$.

Цена одного прибора с повышенной надежностью по проектируемому варианту $\mu_{п} = \mu + (\beta - 1) \cdot \mu$.

Затраты на резервирование предусматривают замену отказавшего комплекта аппаратуры запасным. В зависимости от того, какая часть системы заменяется резервной, различают поэлементное, групповое и общее резервирование. Применение резервирования вызывает значительное удорожание аппаратуры, увеличивает потребляемую ею мощность, затраты на ремонт и хранение. Поэтому резервирование может оправдать себя только в том случае, если велика стоимость материального ущерба, вызванного отказом аппаратуры. Расчет капитальных затрат на резервирование $K_{рез}$ производится только в том случае, если применение в аппаратуре более надежных приборов влечет за собой сокращение или ликвидацию резерва.

Количество устройств M , необходимых для достижения надежности системы P_H , рассчитывается по формуле общего резервирования:

$$P_H = 1 - (1 - P)^M,$$

где P — вероятность безаварийной работы единицы аппаратуры.

$$\text{Откуда } M = \frac{\lg(1 - P_H)}{\lg(1 - P)}.$$

Капитальные затраты на резервирование можно оценить величиной стоимости M устройств по формуле

$$K_{рез} = C_A \cdot M.$$

Следовательно, капитальные затраты, связанные с производством и эксплуатацией прибора

$$K = K_{п} + K_{э} = K_{уд} \cdot n_{эл} + C_A + K_{зп} + K_{рез}.$$

Таким образом, суммы приведенных годовых затрат на базовую и проектную аппаратуру рассчитываются соответственно по формулам:

$$W_{пгб} = [Z_{б.уд} \cdot n_{эл} + C_{рем} \cdot m_{эл.б} + p \cdot t_{пб} + Z_{уб}] + E_H \cdot [K_{уд.б} \cdot n_{эл} + C_{АБ} + K_{зпб} + K_{рез.б}];$$

$$W_{пгп} = [Z_{п.уд} \cdot n_{эл} + C_{рем} \cdot m_{эл.п} + p \cdot t_{пп} + Z_{уп}] + E_H \cdot [K_{уд.п} \cdot n_{эл} + C_{Ап} + K_{зпп} + K_{рез.п}].$$

Годовой экономический эффект, полученный от повышения надежности полупроводникового прибора, определится из формулы как сумма разностей (экономии или перерасходов) по отдельным

элементам затрат:

$$\Delta W_{\text{пр}} = [\Delta Z_{\text{пуд}} \cdot n_{\text{эл}} + C_{\text{рем}} \cdot \Delta m_{\text{эл}} + p \cdot \Delta t_{\text{пр}} + \Delta Z_{\text{у}}] + E_{\text{н}} [\Delta K_{\text{уд}} \cdot n_{\text{эл}} + \Delta C_{\text{А}} + \Delta K_{\text{зпп}} + \Delta K_{\text{рез}}].$$

Ниже приведен пример расчета годового экономического эффекта от разработки и внедрения в производство полупроводникового диода повышенной надежности.

Повышение надежности диода влечет за собой повышение надежности устройства с 0,9 до 0,98.

Годовой выпуск разрабатываемых диодов $B_{\text{н}} = 50000$ шт.

Для проведения расчета необходимо выбрать прибор, который по своим параметрам и применению может служить базой для сравнения.

Первый этап расчета — сравнение текущих затрат при производстве полупроводниковых приборов по базовому и новому вариантам.

Суммарные текущие затраты, связанные с производством и эксплуатацией прибора, $C = Z_{\text{п}} + Z_{\text{э}}$.

Базовый прибор имеет себестоимость 7,5 руб., изготавливается по диффузионно-сплавной технологии на кремнии с выходом годных 40%. Новый прибор изготавливается по планарной технологии на арсениде галлия. Для расчета дополнительных текущих затрат на производство нового прибора определяются:

1. Годовые затраты, связанные с применением новых материалов:

$$Y_{\text{М}} = (C_1 \cdot N_1 - C_2 \cdot N_2) \cdot B_{\text{н}},$$

где C_1 и C_2 — цены на единицу материала для базового и нового прибора; N_1 и N_2 — нормы расхода материалов на единицу выпуска годной продукции в килограммах (на 1000 шт. приборов):

— для базового прибора $C_1 = 2000$ руб. за 1 кг, $N_1 = 33$ г на 1000 шт. (0,033 кг);

— для нового прибора $C_2 = 10000$ руб. за 1 кг, $N_2 = 15,1$ г на 1000 шт. (0,0151 кг).

$$Y_{\text{М}} = (2000 \cdot 0,033 - 10000 \cdot 0,0151) \cdot 50 = -4,25 \text{ (тыс.руб.)}$$

(знак минус указывает на дополнительные затраты при применении нового материала).

2. Годовые затраты (или перерасход) на внедрение планарной технологии, снижающей выход годных до 30%:

$$Y_{\text{В}} = \frac{C_1 (P_{\text{н}} - P_{\text{б}}) \cdot B_{\text{н}}}{P_{\text{н}} \cdot P_{\text{б}}} \cdot 100,$$

где C_1 — нормативная себестоимость базового прибора, равная 3 руб.; $P_{\text{н}}$, $P_{\text{б}}$ — процент выхода годных базовых и новых приборов, соответственно.

$$Y_{\text{В}} = \frac{3(30-40) \cdot 50000}{30 \cdot 40} \cdot 100 = -125 \text{ (тыс.руб.)}$$

3. Затраты на применение нового спецоборудования, увеличивающего расход электроэнергии:

$$Y_{\text{эл}} = C \cdot (D_1 T_1 K_1 - D_2 T_2 K_2),$$

где C — цена одного израсходованного киловатт-часа электроэнергии, рассчитанная по одноставочному тарифу, равная 7,6 руб. за 1000 кВт/ч; $D_1 = 22,0$ тыс. кВт и $D_2 = 30,0$ тыс. кВт — установленные мощности электропотребителей по базовому и новому варианту; T_1 и T_2 — годовые фонды времени (с учетом сменности $T = 4220$ ч); $K_1 = K_2 = 0,8$ — коэффициент использования оборудования;

$$T_1 K_1 = T_2 K_2 = 4220 \text{ ч} \cdot 0,8 = 3,376 \text{ (тыс.ч)}$$

$$Y_{\text{эл}} = 7,6 (22,0 \cdot 3,376 - 30,0 \cdot 3,376) = -0,2 \text{ (тыс.руб.)}$$

4. Годовая экономия от снижения трудоемкости:

$$Y_{\text{А}} = (A_1 - A_2) \cdot \text{ч} \cdot B_{\text{н}},$$

где A_1 и A_2 — трудоемкости изготовления 1000 шт. базовых и новых приборов, равные соответственно 850 и 750 нормо-ч; ч — часовая тарифная ставка (равная в нашем примере 0,407 руб.).

$$Y_{\text{А}} = (850 - 750) \cdot 0,407 \cdot 50 = 2,035 \text{ (тыс.руб.)}$$

Экономия основной и дополнительной заработной платы составляет

$Y_3 = 2,035 \cdot 1,08 = 2,2$ (тыс.руб.) (Дополнительная зарплата исчисляется в процентном отношении от основной зарплаты. Этот процент по отрасли равен 8).

Всего экономия по зарплате равна $2,2 \cdot 1,067 = 2,35$ (тыс.руб.) (6,7% — величина отчислений на соцстрах).

5. Затраты, связанные с увеличением годовых амортизационных отчислений:

$$Y_{\text{ам}} = K_{\text{п}1} \frac{N_{\text{а}1}}{100} - K_{\text{п}2} \frac{N_{\text{а}2}}{100},$$

где $K_{\text{п}1}$ и $K_{\text{п}2}$, равные 150 и 310 тыс.руб., — первоначальные стоимости базового и нового оборудования; $N_{\text{а}1}$ и $N_{\text{а}2}$ (10 и 12%) — нормы годовых амортизационных отчислений по видам основных фондов;

$$Y_{\text{ам}} = 150 \cdot \frac{10}{100} - 310 \cdot \frac{12}{100} = -22,2 \text{ (тыс.руб.)}$$

Таким образом, алгебраическая сумма по всем изменяющимся статьям текущих затрат в сфере производства представит собой экономию (или перерасход) при внедрении новой технологии производства более надежного прибора:

$$Z_{\text{п}} = Y_{\text{М}} + Y_{\text{В}} + Y_{\text{эл}} + Y_{\text{А}} + Y_{\text{ам}} = -4,25 - 125 - 0,20 + 2,35 - 22,2 = -149,3 \text{ (тыс.руб.)}$$

Полученная отрицательная величина годовой экономии в данном примере характеризует дополнительные текущие затраты на изготовление 50 тыс.шт. более надежных диодов.

Удельные дополнительные текущие затраты на один прибор

$$Z_{\text{п.уд}} = \frac{149,3}{50,0} = 3 \text{ (руб.)}$$

Зная себестоимость базового прибора (7,5 руб.), найдем себестоимость нового прибора:

$$Z_{п.уд.н} = 7,5 + 3 = 10,5 \text{ (руб.)}$$

Определим текущие затраты на производство одного комплекта приборов

$$Z_{пк} = Z_{п.уд} \cdot n_{эл}$$

где $n_{эл}$ — количество приборов, комплектующих единицу данного типа аппаратуры, равное 500 шт. приборов.

Для базового варианта $Z_{пкб} = 7,5 \cdot 500 = 3750$ (руб./шт.).

Для нового варианта $Z_{пкн} = 10,5 \cdot 500 = 5250$ (руб./шт.).

Найдем текущие затраты на эксплуатацию одного комплекта приборов:

$$Z_{э} = Z_{ун} + Z_{пр} + Z_{у}$$

$$Z_{ун} = C_{рем} \cdot m_{эл} = n_{эл} \cdot \lambda_{эл} \cdot t_{раб}$$

где $m_{эл}$ — количество отказов по вине данного типа приборов; $t_{раб}$ — время работы аппаратуры в год (8750 ч).

Величина $m_{эл}$ для базового варианта $m_{элб} = 500 \cdot 2,02 \cdot 10^{-5} \cdot 8750 = 89$ (отк.).

Для нового варианта $m_{элн} = 500 \cdot 0,11 \times 10^{-5} \cdot 8750 = 5$ (отк.).

Стоимость одного ремонта $C_{рем}$ по средне-статистическим данным заказчика составляла 20 руб. Таким образом затраты, на устранение отказов

— для базового прибора $Z_{унб} = 20 \cdot 89 = 1780$ (руб.),

— для нового прибора $Z_{унн} = 20 \cdot 5 = 100$ (руб.).

Убытки, обусловленные простоями аппаратуры в текущих ремонтах $Z_{пр}$, выражаются через стоимость одного часа обслуживания аппаратуры и количество часов простоя: $Z_{пр} = p \cdot t_{п}$ (руб.).

Количество часов простоя определяется по формуле:

$$t_{п} = m_{эл} \cdot r_{в}$$

где $r_{в}$ — среднее время устранения неисправности для данной группы прибора, равное 0,5 ч;

$t_{пб} = 0,5 \cdot 89 = 44,5$ (ч);

$t_{пн} = 0,5 \cdot 5 = 2,5$ (ч).

Стоимость одного часа обслуживания аппаратуры p находим делением суммы эксплуатационных расходов по обслуживанию аппаратуры на время работы аппаратуры в год (по данным из эксплуатации)

$$p = \frac{\sum S_{эки}}{t_{раб}} = \frac{200,0}{8750} = 22,8 \text{ (руб./ч)}$$

Следовательно, для базового варианта

$Z_{прб} = 22,8 \cdot 44,5 = 1013,6$ (руб.); для нового варианта $Z_{прн} = 22,8 \cdot 2,5 = 57$ (руб.).

Стоимость материального ущерба определяется лишь в том случае, если отказ прибора данного типа влечет за собой выход из строя аппаратуры в целом. Для нашего примера $Z_{у} = 0$.

Текущие затраты в сфере эксплуатации в расчете на один комплект приборов составляют:

— для базового прибора $Z_{эб} = 1780 + 1013,6 + 0 = 2794,6$ (руб.);

— для нового прибора $Z_{эн} = 100 + 57 + 0 = 157$ (руб.).

Таким образом, текущие затраты на один комплект приборов в сфере производства и эксплуатации для двух вариантов соответственно равны:

$$C_{б} = Z_{пкб} + Z_{эб} = 3750 + 2794,6 = 6544,6 \text{ (руб.)}$$

$$C_{н} = 5250 + 157 = 5407 \text{ (руб.)}$$

Годовая экономия текущих затрат в расчете на один комплект приборов $C_{б} - C_{н} = 6544,6 - 5407 = 1138$ (руб.); на программу $B_{н} = 50$ тыс.шт. —

$$1138 \cdot \frac{50000}{500} = 113,8 \text{ (тыс.руб.)}$$

Определим дополнительные капитальные затраты:

— в сфере производства на разработку диода и на спецоборудование для базового и нового приборов составляют $K_{осн} = 150$ тыс.руб. и $K_{п} = K_{разр} + K_{осн} = 50 + 310 = 360$ (тыс.руб.);

— в сфере эксплуатации $K_{эк} = C_{А} + K_{зп} + K_{рез}$.

Цена аппаратуры на базовых приборах равна 10,0 тыс.руб.; цена аппаратуры с новыми приборами выше:

$$C_{Ан} = C_{Аб} + (\beta - 1) \cdot u_1 \cdot n_{эл}$$

Величина β вычисляется по формуле

$$\beta = \left(\frac{\lambda_{б}}{\lambda_{п}} \right)^{\alpha}$$

где α — коэффициент, зависящий от

уровня разработки и производства:

$$\alpha = \ln \frac{Z_{уд.п}}{Z_{уд.б}} / \ln \frac{\lambda_{б}}{\lambda_{п}}$$

Найдем α и β

$$\alpha = \ln \frac{10,5}{7,5} / \ln \frac{2,02 \cdot 10^{-5}}{0,11 \cdot 10^{-5}} = \frac{\ln 1,4}{\ln 18,4} = 0,12$$

$$\text{Тогда } \beta = \left(\frac{2,02 \cdot 10^{-5}}{0,11 \cdot 10^{-5}} \right)^{0,12} = 1,42$$

Следовательно, цена нового диода будет равна $u_2 = 9 \cdot 1,42 = 12,8$ руб., а цена аппаратуры на

новых приборах $C_{АН} = 10,0 + (12,8 - 9,0) \cdot 500 = 11,9$ (тыс.руб.).

Найдем капитальные затраты $K_{ЭП}$ по формуле

$$K_{ЭП} = \eta \cdot Z_{ЭП},$$

где $Z_{ЭП} = m_{ЭП}$ (число отказов в год из-за приборов данного типа):

– для базового варианта $K_{ЭПб} = 9 \cdot 89 = 0,80$ (тыс.руб.);

– для нового варианта $K_{ЭПн} = 12,8 \cdot 5 = 0,06$ (тыс.руб.).

Третью составляющую формулы – капитальные затраты на резервирование $K_{рез}$ – определим как $K_{рез} = C_A \cdot M$, где M – количество резервирующихся устройств, равное $\frac{\ln(1-P_H)}{\ln(1-P)}$, где

P_H – надежность системы, равная 0,99; P – вероятность безаварийной работы аппаратуры.

Для базового варианта

$$M_б = \frac{\ln(1-0,99)}{\ln(1-0,9)} = \frac{-4}{-2,3} \approx 2.$$

Для нового варианта

$$M_н = \frac{\ln(1-0,99)}{\ln(1-0,98)} = \frac{-4}{-4} = 1.$$

Капитальные затраты $K_{рез}$ по вариантам составляют:

$K_{рез,б} = 10,0 \cdot 2 = 20$ (тыс.руб.); $K_{рез,н} = 11,9 \times 1 = 11,9$ (тыс.руб.).

Следовательно, капитальные вложения в сфере эксплуатации на один комплект аппаратуры равны:

$K_{ЭКб} = 10,0 + 0,8 + 20 = 30,8$ (тыс.руб.); $K_{ЭКн} = 11,9 + 0,06 + 11,9 = 23,86$ (тыс.руб.).

Экономия капитальных вложений в сфере эксплуатации в расчете на одно устройство равна $23,86 - 30,8 = -6,94$ (тыс.руб.), а на программу 50000 50 тыс.шт. – $6,94 \cdot \frac{50000}{500} = -694$ (тыс.руб.).

Дополнительные капитальные затраты в сфере производства и эксплуатации $K = 210 - 694 = -484$ (тыс.руб.), т.е. за счет повышения надежности приемных устройств объем капитальных вложений с учетом двух сфер уменьшается.

Экономический эффект от повышения надежности приборов рассчитывается по формуле $W = E - 0,2 \cdot \Delta K$.

Для нашего примера

$$W = 113,8 - (0,2 - 484) = 210,6 \text{ (тыс.руб.)}.$$

Срок окупаемости капитальных затрат не определяется вследствие того, что объем капитальных вложений по новому варианту уменьшается.

Статья поступила 9 сентября 1982 г.

ЭП РЕКЛАМА

НАСТОЛЬНО-КАРМАННЫЕ

Электронные часы

ЭЛЕКТРОНИКА 2·11



Малогабаритные электронные кварцевые часы на жидкокристаллическом индикаторе предназначены для показания текущего времени (в часах, минутах, секундах) и для выдачи звукового сигнала (в режиме будильника) в заранее установленное время с возможностью трехкратного повторения звукового сигнала через каждые 5 минут либо через каждый час.

Точность хода при $T=20^\circ\text{C} (\pm 5^\circ)$, с/сутки ± 1
 Рабочий интервал температур, $^\circ\text{C}$ от 5 до 40
 Электропитание элемент типа А-316
 Минимальное напряжение питания, В 1,35
 Ток при напряжении 1,5 В и выключенном звуковом сигнале, мкА < 10
 Продолжительность работы (с включением звукового сигнала один раз в сутки), мес > 12
 Габаритные размеры, мм $85 \times 60 \times 18$
 Масса, г 100

УСТРОЙСТВО для контроля оптической толщины прозрачных пленок

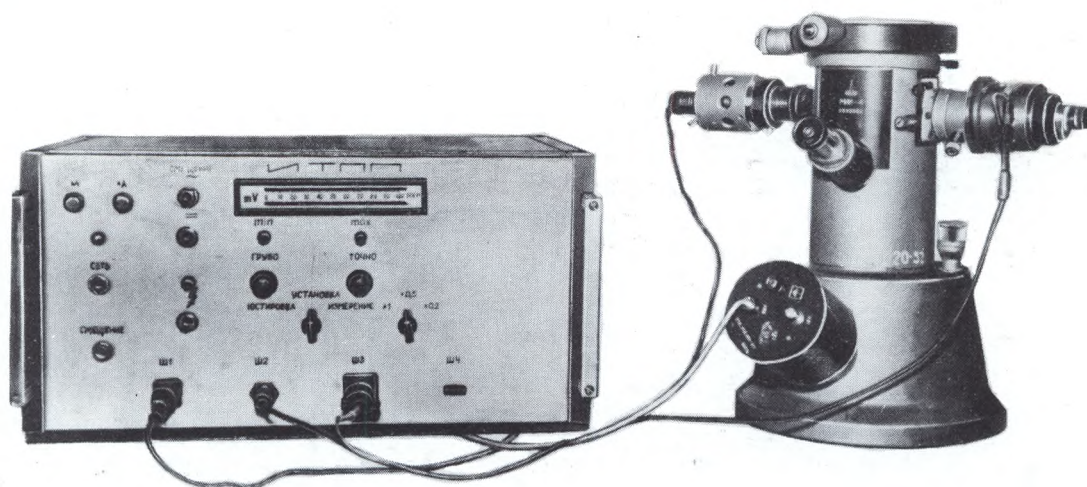
Применяется для контроля оптической толщины прозрачных пленок в диапазоне 1—10 мкм (с точностью $\pm 0,15$ мкм) на прозрачной и непрозрачной подложке.

В устройстве использован стандартный микроинтерферометр МИИ-4 для формирования двух систем интерференционных полос (от внешней поверхности пленки и границы пленка—подложка). Сдвиг между центрами обеих систем полос (между ахроматическими полосами) измеряется путем введения в опорное плечо интерферометра калиброванной разности хода. С помощью модулятора, который введен в опорное плечо интерферометра, и фотоэлектрического умножителя, помещенного в выходном зрачке и снабженного щелевой диафрагмой, интерференционная картина преобразуется в фотоэлектрический сигнал. В блоке индикации проис-

ходит усиление и фильтрация сигнала, а также фиксация центров ахроматических полос в каждой системе. В режиме измерения на модулятор подается постоянное напряжение смещения и фиксируется его значение, при котором сдвиг интерференционной картины равен расстоянию между двумя системами полос. Измеренное при этом напряжение пропорционально толщине пленки. Калибровка проводится путем измерения зависимости смещения модулятора от напряжения в монохроматическом свете.

Фотоэлектрическое преобразование и электронная обработка сигнала обеспечивают надежную работу устройства даже в случае, когда материалы пленки и подложки близки по свойствам и контраст интерференционной картины очень мал.

В.П.Бабенко, С.И.Барабанов, В.А.Горбаренко,
Н.Н.Евтихийев, Г.Р.Левинсон



Ответственные за выпуск Т.М. Вакуленко, Л.И. Жукова
Художник В.А. Чернецов
Технический редактор Г.М. Корнеева
Корректоры А.В. Смирнова, Л.П. Данченкова



Подписано в печать 19.04.83
Т-09606 Формат 60x90/8 Объем 9 п.л.
Уч.—изд. л. 12 Индекс 3833 48 статей, 4 реф.
Заказ 426 Тираж 4480 Цена 2 руб. 90 коп.

Производственно-издательский отдел ЦНИИ «Электроника»
Москва, 117415, проспект Вернадского, 39