

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ СРЕДСТВ СВЯЗИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ ОРГАН НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
"ЭКОС"

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ
РАЗВИТИЯ ЗАРУБЕЖНОЙ ЦИФРОВОЙ БЫТОВОЙ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**

МОСКВА 1985



УДК /621.397.62+654.19+681.845+681.84.083.8/.037.372

Дается обзор современного состояния и тенденций дальнейшего развития зарубежной цифровой БРЭА. Рассматривается применение цифровых методов обработки сигналов в радиовещании, телевизионных приемниках, профессиональной и бытовой аппаратуре магнитной звукозаписи, электропроигрывающих устройствах. Приведено описание принципов работы, рассмотрены новые функциональные возможности, элементная база, вопросы стандартизации, прогноз спроса и выпуска цифровой БРЭА.

А в т о р ы: А.Д. Андреев, Г.М. Гайсенок, В.Е. Ракутин

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ
РАЗВИТИЯ ЗАРУБЕЖНОЙ ЦИФРОВОЙ БЫТОВОЙ
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

(Обзор по материалам зарубежной печати)

Москва 1985

СО Д Е Р Ж А Н И Е

В в е д е н и е	2
1. Цифровое радиовещание	2
2. Цифровые телевизионные приемники	5
3. Цифровая аппаратура магнитной звукозаписи	10
3.1. Профессиональная цифровая аппаратура звукозаписи	11
3.2. Бытовая цифровая аппаратура звукозаписи	13
4. Цифровые проигрыватели	21
Л и т е р а т у р а	29

В в е д е н и е

За последние годы зарубежными фирмами достигнуты успехи в использовании цифровых методов обработки сигналов во многих видах БРЭА. В 1977 г. разработаны первые опытные образцы цифровых проигрывателей и бытовых цифровых магнитофонов. В 1979–1980 гг. начался промышленный выпуск небольших серий профессиональных магнитофонов и ИКМ процессоров, выполненных в соответствии со стандартом EIAJ, для записи цифровых сигналов на видеомангнитофон; в 1982 г. поступили в продажу цифровые проигрыватели Compact Disc. В 1983–1984 гг. разработаны первые опытные образцы цифровых ТВ приемников и тюнеров, а с 1984 г. начаты первые передачи цифрового радиовещания в Японии. Ведутся разработки других видов цифровой БРЭА.

I. Цифровое радиовещание

В настоящее время для решения проблем, связанных с обеспечением высококачественного радио- и телевизионного вещания в широкой зоне обслуживания, за рубежом ведутся работы по созданию спутниковых систем вещания с цифровой передачей сигналов радиовещания и звукового сопровождения телевизионных программ с возможностью их непосредственного приема на индивидуальные параболические антенны диаметром не более 1 м. Использование спутника-ретранслятора и цифровых методов передачи сигналов позволяет существенно повысить качество приема в удаленных от передающей станции и недоступных для УКВ-ЧМ вещания областях; вести передачу из любых точек зоны обслуживания; увеличить число каналов вещания, а также передавать дополнительную информацию (фототелеграфную, символическую). Относительная простота и невысокая стоимость индивидуальных приемных устройств для непосредственного приема со спутника-ретранслятора (ориентировочно 800 долл., включая малогабаритный антенный блок) делают их вполне доступными для потребителя. Кроме того, сочетание спутниковой системы вещания с системами коллективного кабельного вещания с использованием общих антенных блоков позволяет обслуживать большое число абонентов.

По мнению специалистов, запуск одного спутника-ретранслятора в ФРГ позволит заменить около 500 наземных УКВ-ЧМ радиовещательных передатчиков, необходимых для охвата программами радиовещания всей территории страны. Технико-экономический анализ эффективности системы спутникового вещания, проведенный в Югославии, свидетельствует, что введение нового канала ТВ вещания через ИСЗ обойдется дешевле, чем при помощи наземных средств, например, в Скандинавии - в 4 раза, в Италии - в 2, а в Югославии - в 3 раза.

В 1977 г. на международной конференции по спутниковому вещанию (WARS-77) были регламентированы основные параметры спутниковых систем непосредственного вещания. В частности, в диапазоне 12 ГГц был определен спутниковый ствол вещания (11,7-12,7 ГГц), разбитый на каналы с полосой 27 МГц каждый. Качественные характеристики передаваемых сигналов ограничены соответствующими рекомендациями МККР.

В настоящее время существует ряд национальных и международных проектов, в которых намечены конкретные сроки запуска ИСЗ для непосредственного вещания (таб. I).

Т а б л и ц а I

План запуска спутников-ретрансляторов
для непосредственного вещания

Страна	Спутник	Число каналов	Мощность передатчика, Вт/канал	Масса, кг	Продолжительность действия, лет	Частота передачи/приема, ГГц	Год запуска
Япония	BS-2	2	100	350	5	14/12	1984
США	STC	3	185	649	7	-/12	1986
	RCA	6	230	1095	7	-/12	1986
	CBC	3	400	1051	7	-/12	-
ФРГ	TV-SAT	3	230	1000	7	17/12	1985
Франция	TDF-1	3	260	1000	7	17/12	1985
Великобритания	UK-SAT	2	200	600	5-7	14/12	1986
Австрия	AUSSAT	1	30	1140	7	14/12	1985

В 1984 г. с запуском спутника-ретранслятора BS-2 начата эксплуатация системы японской фирмы NHK. В системе (рис. I) в каждом из двух используемых каналов с полосой 27 МГц вместе с полным цветным видеосигналом ТВ программы предусмотрена передача четырех звуковых сигналов, один или два из которых используются в качестве звукового сопровождения телевидения, а остальные - в качестве сигналов моно- или стереофонического радиовещания. Аналоговые звуковые сигналы преобразуются в цифровые ИКМ сигналы и во времени уплотняются

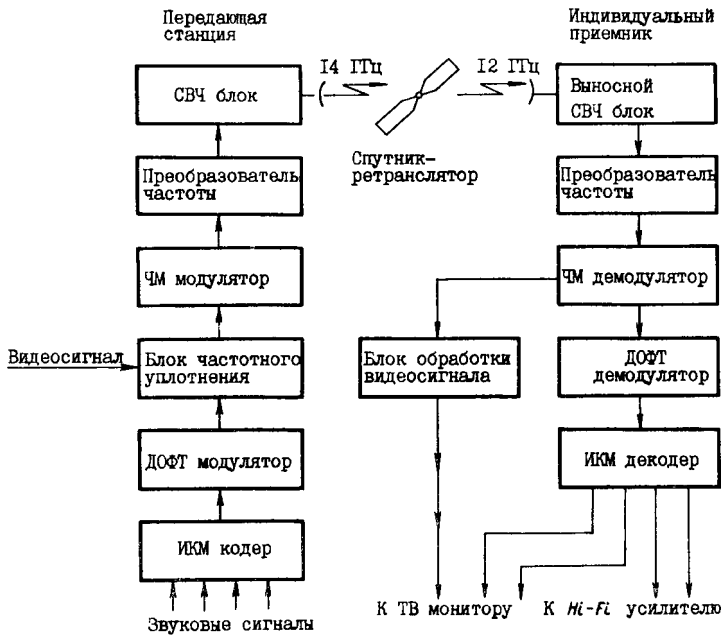


Рис. I. Структурная схема спутниковой системы вещания японской фирмы NHK

ся в комплексный ИКМ сигнал, который в свою очередь уплотняется по частоте с видеосигналом на поднесущей, промодулированной им методом двукратной ФРМ. Уплотненные видеосигнал и комплексный ИКМ сигнал передаются на основной несущей методом частотной модуляции.

В 1983 г. на выставке "Телеком-83" аппаратуру для системы непосредственного спутникового вещания продемонстрировала западногерманская фирма AHT. В системе в канале с полосой 27 МГц предусматривается передача 16 стереофонических программ радиовещания. Комплексный ИКМ сигнал, формируемый аналогично японской системе, передается на спутник непосредственно на основной несущей методом двукратной ФРМ. В табл. 2 приведены параметры японской и западногерманской систем по трактам передачи сигналов радиовещания.

Европейским союзом радиовещания (ЕВУ) в качестве стандартной предложена система непосредственного спутникового вещания (С-МАС/РАСКЕТ) с временным уплотнением ИКМ звукового сигнала в интервалах обратного хода строчной развертки телевизионного сигнала. Система обеспечивает передачу большого объема цифровой информации, что позволяет увеличить число звуковых сигналов по сравнению с системой фирмы NHK.

Параметры японской и западногерманской систем
по трактам передачи сигналов радиовещания

Технические параметры	Фирма NHK		Фирма ARD
	Режим А	Режим В	
Число звуковых сигналов	4	2	16
Полоса звуковых сигналов, кГц	15	20	15
Число разрядов квантования	14	16	14
Частота выборки, кГц	32	48	32
Скорость передачи, Мбит/с	2,048	2,048	2,048
Скорость передачи дополнительной информации, кбит/с	480	240	320
Коэффициент ошибки	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}
Отношение сигнал/шум, дБ	86	96	86
Разделение стереоканалов, дБ	80	96	86
Коэффициент нелинейных искажений, %	-	-	0,05

С 1984 г. ведущие радиоэлектронные фирмы Японии поставляют на рынок цифровые тюнеры и специальные антенны для приема сигналов непосредственного вещания со спутника BS-2, а западногерманская фирма Telefunken разработала прототип цифрового ИКМ тюнера для приема 16 стереофонических сигналов цифрового спутникового радиовещания.

2. Цифровые телевизионные приемники

Цифровые методы, успешно применявшиеся в профессиональной аппаратуре (цифровых корректорах временных искажений, преобразователях телевизионных стандартов, цифровых микшерных устройствах) и в аппаратуре управления телевизионными приемниками (устройствах дистанционного управления на инфракрасных лучах, цифровых синтезаторах частот для настройки на каналы, устройствах программирования включения и т.д.), начинают интенсивно внедряться в бытовую приемную телевизионную аппаратуру. Объединение цифровых устройств управления с цифровыми трактами изображения и звука позволяет говорить о принципиальной возможности изготовления цифрового телевизора. Реальным шагом в этом направлении стало создание в

1981 г. фирмой ITT Intermetall (Фрейбург, ФРГ) первых опытных образцов комплекта из пяти цифровых СБИС Digit-2000, выполняющих в цифровой форме обработку звукового и видеосигналов на участке от демодулятора до выходного каскада.

Цифровые методы обработки сигналов открывают перспективы дальнейшего повышения качества и надежности, а также расширения функционально-потребительских свойств цифровых ТВ приемников. Цифровые методы обработки видеосигналов по сравнению с аналоговыми позволяют:

- многократно перекодировать сигнал из одного стандарта цветного ТВ вещания в другой с сохранением высокого качества изображения;

- повысить уровень автоматизации формирования программ и их передачи;

- снизить уровень помех;

- создать ряд новых эффектов, основанных на возможностях цифровой памяти на кадр телевизионного изображения, в том числе стоп-кадра, кадра в кадре, увеличения и уменьшения масштаба изображения;

- принимать сигналы видеоинформационных систем;

- автоматизировать компенсацию ухудшения параметров компонентов в процессе длительной эксплуатации ТВ приемника;

- упростить эксплуатацию и контроль работы оборудования, а также технологию изготовления и ремонта ТВ приемника;

- повысить степень унификации оборудования путем широкого применения цифровых интегральных схем;

- сократить количество используемых компонентов;

- повысить надежность изделий за счет существенного сокращения числа дискретных элементов, уменьшения необходимых операций настройки при изготовлении и более полной автоматизации производства.

В настоящее время к недостаткам цифровых методов обработки следует отнести: относительно большую потребляемую мощность (вследствие больших размеров кремниевых кристаллов), собственное излучение (гармоники тактовой частоты), недостаточную разрешающую способность, малое отношение сигнал/шум в НЧ тракте.

Первый цифровой ТВ приемник с шасси Digivision для ТВ стандарта PAL (рис.2) продемонстрировало в 1983 г. западногерманское отделение фирмы ITT Schaub-Lorenz. В состав ТВ приемника входит комплект из пяти СБИС, в которых на одном кристалле размещаются несколько тысяч диодов и транзисторов и три дополнительные ИС, две из которых используются для обработки сигналов цветности и яркост-

ти ТВ стандарта NTSC, а третья - представляет собой декодер сигналов системы Teletext.

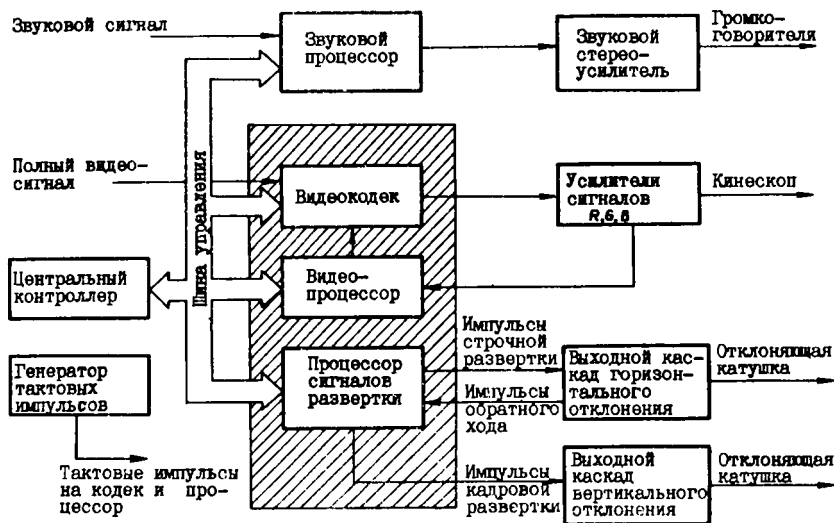


Рис.2. Структурная схема цифрового ТВ приемника на базе СБИС фирмы ИТТ

Основной из СБИС является центральная схема управления, координирующая все процессы в цифровой системе и содержащая, в частности, 8-разрядный микропроцессор, обеспечивающий работу инфракрасного пульта дистанционного управления, переключение диапазонов, настройку на каналы, хранение регулировочных параметров, управление микросхемами обработки звукового и видеосигналов, а также сигналов отклоняющей системы.

СБИС-видеопроцессор выполняет функции цветодокодера: получение цветоразностных сигналов, включение цветности, фазокомпаратора для цветовой поднесущей и линии задержки. Кроме того, видеопроцессор организует обмен данными с центральной системой управления, что позволяет получать оптимальные параметры в режимах регулировки и настройки. Так, стабильное качество изображения достигается за счет того, что в видеопроцессоре осуществляются дополнительное измерение темновых токов трех катодов кинескопа и совместная их обработка с введенными потребителем значениями контрастности, яркости и насыщенности цвета.

Вместе с видеопроцессором работает СБИС-видеокodeк, которая осуществляет АЦП-ЦАП видеосигнала и содержит RGB матрицу для преобразования цветоразностных сигналов и сигнала яркости в первичные R, G, B сигналы. С этой целью предусмотрены входы для

сигналов видеоинформационных систем, а также вспомогательные схемы для регулировки яркости и режима работы кинескопа. В некоторых приемниках Digivision СБИС-видеокодек позволяет принимать ТВ программы любого ТВ стандарта: PAL, МТЗС, ЗЕСАМ.

Обработка сигналов звукового сопровождения осуществляется в СБИС звукового процессора, представляющего собой прототип цифровых усилителей низкой частоты класса H_1-F_1 . В ней осуществляются преобразование стереофонических сигналов, регулировка громкости, тембра, автоматическое распознавание моно- и стереофонических сигналов и сигналов двухречевого звукового сопровождения. С выхода звукового процессора цифровые сигналы преобразуются в ШИМ сигнал и поступают на выходной усилитель. Для монофонических сигналов может искусственно создаваться псевдостереофонический эффект.

СБИС-процессор сигналов развертки выполняет функции разделения синхроимпульсов для формирования сигналов кадровой и строчной разверток.

В ТВ приемнике Digivision путем введения дополнительных 25 полукадров в каждой секунде кадровой развертки устраняется мерцание изображения, обусловленное использованием частоты 50 полукадров в секунду и питающего напряжения частотой 50 Гц.

Серийное производство цифровых приемников Digivision началось в конце 1983 г. на заводе фирмы Standart Electronik Lorenz в г. Бохуме. В 1984 г. планировалось выпустить 400 тыс. приемников. Модель Digivision содержит на 280 дискретных компонентов меньше, чем аналоговые модели, что повышает надежность аппаратов на 20-30%, позволяет автоматизировать производство, сократить время сборки на 30-40%. В 1985 г. трудоемкость сборки цифровых ТВ приемников уменьшится до 1,5 нормо-ч, а к 1990 г. - до 1 нормо-ч. В процессе сборки, испытаний и регулировки приемников применяются четыре ЭВМ и микрокомпьютер. За 8 ч устанавливаются 480 тыс. компонентов, а 60 тыс. контрольных операций выполняются за 25 с. Если для настройки аналогового ТВ приемника требовалось осуществить приблизительно 20 операций с помощью подстроечных потенциометров, конденсаторов, то в цифровом приемнике Digivision достаточно установить лишь напряжение питания для выходного каскада строчной развертки и высокое напряжение с помощью единственного подстроечного резистора. Для ремонта приемников создана микро-ЭВМ на КМОП БИС с использованием микропроцессора 8039, которая выполняет различные регулировочные операции, в том числе центровки изображения, линейности по вертикали, контрастности, цветонасыщенности и т.д. Цена этой ЭВМ 150 долл.

Исследованиями в области разработки цифровых ТВ приемников также заняты и другие фирмы. Фирма Motorola (США) подготовила к

выпуску набор аналого-цифровых СБИС серии System-4 (аналого-цифровая СБИС Sigma-IV на рис.2 заштрихована). Западногерманское отделение фирмы Philips Ind.разработало гибридную аналого-цифровую СБИС с цифровой кадровой памятью, цена 23 долл., выпуск схем намечен на 1985 г. Итальянская фирма SGS-Ates поставляет цифровой процессор системы отклонения. Фирма Sony продемонстрировала в 1983 г. цифровые ТВ приемники двух моделей. В приемнике с размером экрана по диагонали 56 см, работающем по европейскому стандарту PAL, используется комплект СБИС фирмы ITT в приемнике, работающем по стандарту NTSC, — СБИС собственной разработки. В этом приемнике за счет отдельной обработки сигналов яркости и цветности увеличиваются четкость по вертикали и, следовательно, резкость на границах растра. Благодаря наличию ЗУ для записи трех строк разложения число строк в каждом полукадре удваивается за счет повторного считывания строки, если на экране текст, или интерполяцией двух соседних строк, когда передается изображение, что снижает эффект чересстрочной структуры. Динамический гребенчатый фильтр устраняет такие погрешности изображения, как точечный растр, мерцания, искажения цвета, и увеличивает разрешающую способность по горизонтали.

Цифровые методы обработки также ускорят разработку ТВ приемников высокой четкости. Фирма Sony в 1984 г. представила экспериментальный ТВ приемник с размером экрана по диагонали 75 см и числом строк разложения 1050. Серийное производство таких ТВ приемников предполагается не ранее 1986 г. Дальнейшее улучшение качества изображения и расширение функциональных возможностей может быть достигнуто за счет введения кадрового ЗУ. При этом существенно повышается четкость изображения за счет интерполяции сигналов строчной развертки с формированием дополнительного набора строк разложения, которые располагаются между строками исходного сигнала.

В 1983 г. фирмой Valvo G.m.b.H. (ФРГ) создано цифровое ЗУ на ПЗС для покадровой записи изображения. Модели цифровых ТВ приемников с использованием кадрового ЗУ разработаны фирмами Sony и Hitachi.

В настоящее время стоимость цифровых ТВ приемников составляет 1000—1200 долл., что практически соответствует стоимости аналогового ЦТВ приемника с размером экрана по диагонали 67 см и стереофоническим звуковым сопровождением. Стоимость комплекта из пяти СБИС фирмы ITT составляет 20—30 долл. Фирма разработала более дешевый двухкристальный набор, опытные партии которого выпущены в 1984 г. Через два года после освоения серийного производства этого набора предполагается выпустить однокристалльный вариант, объединяющий основные функции обработки звукового и видеосигналов, а также функции дистанционного управления. С переходом на однокристалльный вариант

блока цифровой обработки сигналов стоимость цифрового телевизора снизится до уровня цен самых дешевых аналоговых моделей.

В 1984 г. не менее 5% общего объема производства телевизоров выпущено на базовом комплекте СБИС Digit-2000, а к 1992 г. 40% всего объема ЦТВ приемников составят цифровые модели.

3. Цифровая аппаратура магнитной звукозаписи

Технические параметры современных аналоговых магнитофонов, в которых используются прецизионные лентопротяжные механизмы, высококачественные магнитные ленты и головки, микропроцессоры для управления различными функциями и параметрами, довольно высоки и практически достигли своего предела. Дальнейшее совершенствование аналоговых аппаратов нерентабельно из-за технических ограничений, принципиально присущих аналоговому методу магнитной звукозаписи. Даже незначительное улучшение отдельных параметров сопряжено со значительным усложнением аппаратуры и, следовательно,

Т а б л и ц а 3

Сравнение аналогового и цифровых методов магнитной записи

Технические параметры	Магнитная звукозапись	
	цифровая	аналоговая (бытовые кассетные аппараты I класса)
Диапазон рабочих частот, Гц	0-20000 \pm 0,5 дБ	30-19000 \pm 3 дБ
Динамический диапазон, дБ	85 (I4 разрядов); 90 (I6 разрядов)	60-70; >80 с системами шумоподавления Dolby-C, dbx
Коэффициент нелинейных искажений, %	0,03	I,0
Коэффициент детонации, %	Определяется точностью кварцевого генератора	0,03-0,05
Перекрестные искажения между каналами, дБ	-50	-80
Время воспроизведения одной кассеты, мин	> I20 (360, Sony)	60-I20
Качество звука при многократной перезаписи	Не ухудшается	Каждая перезапись ухудшает отношение сигнал/шум на I,5-2 дБ, нелинейные искажения возрастают в I,5-2 раза

Технические параметры	Магнитная звукозапись	
	цифровая	аналоговая (бытовые кассетные аппараты I класса)
Монтаж программ	Электронный и ручной	Ручной
Взаимозаменяемость записей	Легкая	Затруднена (различные системы шумоподавления, разные типы лент)

с повышением ее стоимости и снижением надежности. Новые возможности по улучшению качества записи открывают цифровые методы. Сравнение аналогового и цифрового методов магнитной записи приведено в табл.3.

3.1. Профессиональная цифровая аппаратура звукозаписи

Работы в области цифровой магнитной звукозаписи ведутся с конца 60-х гг. многими зарубежными фирмами: Sony, Matsushita, Mitsubishi, ННК (Япония); ЭМ, Ampex, Soundstream (США); EMI, радиовещательная корпорация ВВС (Великобритания) и др. Первый студийный цифровой магнитофон с односторонней записью восьми звуковых каналов был разработан в 1972 г. японской радиовещательной корпорацией ННК. Фирма использовала магнитофон с четырьмя вращающимися головками и шириной ленты 50,4 мм. В настоящее время для студийных целей используют многодорожечный способ магнитной записи с неподвижной магнитной головкой.

Цифровые профессиональные магнитофоны выпуска 1982-1983 гг. имеют высокие технические параметры при расходе магнитной ленты и массо-габаритных показателях, не превышающих эти же параметры в аналоговых профессиональных магнитофонах. Это достигнуто за счет совершенствования технологии и элементной базы: были разработаны дешевые однокристалльные АЦП и ЦАП, интегральные схемы модуляции, улучшились характеристики носителей записи. Технические параметры профессиональных цифровых магнитофонов приведены в табл.4.

Наряду с цифровой аппаратурой звукозаписи зарубежными фирмами созданы другие виды цифровой аппаратуры, предназначенной для цифровых студий радиовещания и звукозаписи: устройства реверберации-модель DRE-2000 фирмы Sony; цифровые системы задержки ADD-1 фирмы Ampex, DDU-1500, Sony; цифровые блоки электронного монтажа программ DAE-1100, Sony, XE-1, Matsushita и др.

С 1980 г. фирмами США, Западной Европы и Японии начат промышленный выпуск небольших серий цифровой профессиональной аппарату-

Технические параметры профессиональных цифровых магнитофонов
на основе многоканальных магнитофонов

Страна, фирма	Модель	Год разра- ботки	Число кана- лов	Ширина ленты, мм	Ско- рость ленты, см/с	Час- тота диск- ретиз- ации, кГц	Число уров- ней кван- това- ния, бит	Плот- ность запи- си, бит/ мм	Полоса рабо- ты частот, Гц-кГц	Отно- шение сиг- нал/ шум, дБ	Коэф- фици- ент гар- мо- ник, %	Время записи (диа- метр катуш- ки, дюйм), ч	Мас- са, кг
<u>Япония</u>													
Sony	PCM-3324	1979 (выпуск 1983)	24	12,5	72,4; 66,5	48; 44,1	16	1650	20-20 ^{+0,5} _{-1,0} дБ	90	0,05	I (I4)	220
ННК	-	1983	2	6,25	19,05	48	16	-	20-20 ^{+0,5} _{-1,0} дБ	90	0,05	-	50
<u>ФРГ</u>													
Telefunken	MX-800	1982	32	25,4	76,2	48	16	-	20-20 ^{+0,5} _{-1,0} дБ	90	0,05	I (I4)	275
	MX-80	1982	2	6,25	38,0	48	16	-	20-20 ^{+0,5} _{-1,0} дБ	90	0,05	(I0)	80
<u>Швейцария</u>													
Studer	A808	1982	8	6,25	19,05	48; 44,1	16	-	20-20 ^{+0,5} _{-1,0} дБ	90	0,05	I (I4)	-

ры, предназначенной для создания программ. Многие модели используются в аппаратно-студийных комплексах радиовещательных корпораций США - CBS, Великобритании - BBC и др. Оригиналы полученных фонограмм могут быть также использованы для изготовления грампластинок и цифровых компакт-дисков. Основным препятствием для массового серийного выпуска цифровых магнитофонов является отсутствие международного стандарта.

На 74-й конвенции общества электроакустики AES, состоявшейся в октябре 1983 г., группа фирм, возглавляемая фирмой Sony (фирмы Studer, MCI и Matsushita), предложила ввести акроним DASH - цифровые магнитофоны с неподвижной головкой. Были предложены три варианта стандарта DASH для разных скоростей движения ленты. Стандарт на профессиональные цифровые магнитофоны будет утвержден в ближайший год.

3.2. Бытовая цифровая аппаратура звукозаписи

Разработки бытовых цифровых магнитофонов ведутся только японскими фирмами Sony, Sharp, Matsushita, Pioneer, Akai, Hitachi и др. Американские и западноевропейские фирмы занимаются разработкой в основном профессиональной цифровой аппаратуры звукозаписи. На первом этапе для записи цифровых сигналов для бытовых целей использовались видеоманитофоны с высокой скоростью записи, что позволяет записывать широкополосные сигналы.

ИКМ процессоры и цифровые магнитофоны с записью на видеокассету. В 1979 г. японской ассоциацией электронной промышленности EIAJ был принят стандарт EIAJ STC-007 на ИКМ процессоры, предназначенные для АЦ/ЦА преобразования звуковых сигналов и записи/воспроизведения их на стандартных бытовых видеоманитофонах Beta или VHS, имеющих наклонно-строчный принцип записи с двумя вращающимися видеоголовками. В соответствии с этим стандартом на протяжении последних лет выпускаются небольшие партии ИКМ процессоров или ИКМ процессоров и кассетных видеоманитофонов, выполненных в одном корпусе. Масса, габариты и стоимость этих моделей резко снизились за счет применения новой элементной базы. В АЦЦ и ЦАП вместо гибридных ИС стали использоваться монолитные ИС с лазерной настройкой, были разработаны специализированные БИС на кристаллах малых размеров. В конце 1981 г. фирма Sony выпустила самый малогабаритный ИКМ процессор PCM-F1, в котором по сравнению с предыдущей моделью PCM-10 масса уменьшена в 5, объем - в 8, стоимость - в 3 раза. Значительное уменьшение габаритов ИКМ процессоров позволило объединить в одном блоке процессор и кассетный видеоманитофон. Такие модели были выпущены в 1982-1983 гг. фирмами Technics (SV-P100) и Hitachi (PCM-V100; PCM-V300); они получили название цифровой или

ИКМ стереоприставки и по внешнему виду похожи на обычные аналоговые стереоприставки. В цифровых стереоприставках широко используются микропроцессоры для управления всеми режимами работы лентопротяжного механизма, поиска нужных участков программы, цифрового микширования. К одному ИКМ процессору можно подключать два видеомангитофона для прямой цифровой перезаписи. Технические параметры ИКМ процессоров приведены в табл.5.

В последние два года стоимость бытовых видеомангитовонов снизилась до 600-700 долл., в результате средняя стоимость цифрового магнитофона на видеокассетах составит около 1500 долл., что практически соответствует стоимости престижных аналоговых стереоприставок. Однако пока остается открытым вопрос о программном обеспечении цифровых магнитофонов; число записанных цифровых видеокассет, имеющих на рынке, невелико и их стоимость достаточно высока (45-50 долл.). Для решения этой проблемы необходимо разработать высокоскоростные дубликаторы.

Помимо создания цифровых магнитофонов, работающих на стандартной видеокассете Beta или VHS, ведутся исследования по применению мини-видеокассет. Впервые цифровой магнитофон на мини-видеокассете SVC демонстрировался японской фирмой Alpine в 1981 г. По габаритам эта кассета аналогична обычной компакт-кассете, но ширина ленты равна 6,25 мм.

На конференции по БРЗА в США в 1983 г. фирма Sony сообщила о разработке опытного образца цифрового магнитофона, работающего на видеокассете, габариты которой в 2 раза меньше габаритов обычной звуковой кассеты, время записи 3 ч. Скорость ленты составляет 1/8 скорости звуковых магнитофонов - 6 мм/с. Модель имеет высокую поперечную (90 дор/мм) и продольную (2440 бит/мм) плотность записи. В результате поверхностная плотность (20 Мбит/см²) в 6-10 раз выше, чем в цифровых аппаратах с фиксированными головками.

Параметры опытного образца цифрового магнитофона фирмы Sony

Принцип записи	наклонно-строчный с двумя видеоголовками
Угол охвата барабана лентой. . .	90°
Диаметр барабана	30 мм
Частота вращения барабана . . .	1800 об/мин
Длина каждой дорожки	23,5 мм
Угол наклона дорожек	6,3°
Расстояние между дорожками . . .	11 мкм
Ширина ленты	3,8 мм
Габариты кассеты	65x48x10 мм

Т а б л и ц а 5

Технические параметры ИКМ процессоров японских фирм

Фирма	Модель	Год разработки	ТВ стандарт	Число каналов	Частота дискретизации, кГц	Число уровней квантования, бит	Полоса рабочих частот, Гц-кГц	Отношение сигнал/шум, дБ (бит)	Коэффициент гармоник, % (бит)	Потребляемая мощность, Вт	Габариты, мм	Масса, кг	Стоимость, долл.
Sharp	RX-2	1982	NTSC, PAL	2	44,056 NTSC 44,1- PAL	I4	2-20±0,5 дБ	90	0,01	40	430x69x x283	5,0	1100
Sony	PCM-F1	1981	NTSC	2	44,056	I4	10-20±0,5 дБ	86 (I4) 90 (I6)	0,007 (I4) 0,005 (I6)	I7	205x80x x305	4,0	1900
	PCM-70I	1983	NTSC	2	44,056	I4	10-20±0,5 дБ	86 (I4) 90 (I6)	0,007 (I4) 0,005 (I6)	35	430x80x x375	8,3	1100
Technics	SV-110	1983	NTSC	2	44,056	I4	2-20±0,5 дБ	86	0,01	-	430x60x x310	6,5	800
Sansui	PC-X1 Tricode	1983	NTSC, PAL	2	44,056	I4	10-20±0,5 дБ	85	0,01	-	250x75x x300	4,3	1000

В 1983 г. на фестивале звука в г.Токио фирма Sansui демонстрировала опытный образец цифрового магнитофона DAT, в котором использован тот же формат записи, что и в 8-мм видеосистемах (кассетный видеоманитофон и ТВ камера конструктивно выполнены в одном блоке). Габариты мини-видеокассеты магнитофона DAT 90x40x14 мм, ширина ленты 6,25 мм, время записи 6 ч. В модели DAT имеется возможность поиска нужной записи при скорости, в 5 раз превышающей скорость в обычных кассетных стереоприставках.

Цифровые стереоприставки на компакт- и микрокассете. Опытные образцы цифровых стереоприставок, выполненных на обычной компакт-кассете, впервые были представлены в 1981 г. на выставке бытовой радиоаппаратуры в г.Токио фирмами Sharp, JVC, Sony, Sanyo и Pioneer. По сравнению с цифровыми магнитофонами, выполненными на базе кассетных видеоманитофонов, эти модели имеют более простой лентопротяжный механизм, возможность контроля при записи, надежны в эксплуатации. Их стоимость в среднем составляет 1600 долл. Прототипами ИКМ стереоприставок на компакт-кассете были цифровые стереоприставки на кассете Elcaset с шириной ленты 6,3 мм, которые демонстрировались на выставках в 1979-1981 гг. фирмами Sharp и Sanyo.

Все ИКМ магнитофоны на компакт-кассете несовместимы друг с другом, у них разные частота дискретизации, скорость ленты, число дорожек, формат записи. Запись осуществляется неподвижной многодорожечной магнитной головкой, обычной или выполненной по тонкопленочной технологии. Однако возможности обычных головок ограничиваются 8-10 дорожками, а тонкопленочные головки позволяют увеличить число дорожек до 18-38; кроме того, они имеют меньшие габариты и уменьшают перекрестные помехи между дорожками.

При многодорожечной цифровой записи на компакт-кассету используются три формата записи. При первом способе запись дорожек проводится в двух разных направлениях на двух половинах ленты, при втором - также в двух направлениях, но с чередованием дорожек, при третьем - в одном направлении по всей ширине ленты, при этом время записи сокращается в 2 раза. В опытных образцах разных фирм используются различные форматы многодорожечной записи. Фирма Sharp в первом образце RT-15 использовала третий способ, а в последней модели SX-3 - первый.

За период с 1982 по 1984 г. на международных выставках бытовой радиоэлектронной аппаратуры было представлено небольшое число новых моделей цифровых аппаратов на компакт-кассете. В основном это объясняется отсутствием единого стандарта и ведущимися до сих пор

пор спорам о целесообразности использования цифровых методов записи в бытовых магнитофонах. В модели СХ-3 скорость ленты снижена в 2 раза, введен автореверс, в результате время записи возросло в 4 раза (до 90 мин). Представляет интерес опытный образец цифрового аппарата на микрокассете, показанный фирмой Technics на выставке в г.Токио в 1982 г. Запись проводилась на новой ленте Angrom фирмы Matsushita, изготовленной методом вакуумного напыления магнитного слоя, частотный диапазон 20-30000 Гц (у металлизированных лент 20-20000 Гц). Толщина магнитного слоя ленты 0,1 мкм, основы ленты - 6 мкм, это позволяет увеличить ее длину в кассете на 20-30%. При скорости ленты 4,8 см/с время записи составило 45 мин с двух сторон. Параметры опытных образцов бытовых цифровых магнитофонов на компакт-, микро- и мини-видеокассете приведены в табл.6.

Продольная плотность записи в кассетных цифровых стереоприставках выше, чем в моделях на видеокассете (1400-3000 бит/мм), а поперечная - ниже. В результате поверхностная плотность записи кассетных цифровых приставок (0,42-1,48 Мбит/см²) ниже, чем цифровых приставок на видеокассете, но выше, чем в профессиональных катушечных цифровых аппаратах. На рис.3 сравниваются поверхностная, продольная и поперечная плотности записи всех цифровых звуковых магнитофонов; на рис.4 приведены данные по расходу ленты аналоговых и цифровых звуковых магнитофонов. Предполагается, что расход ленты цифровой звуковой аппаратуры не будет превышать расход ленты в современных микрокассетных магнитофонах. Опытные образцы

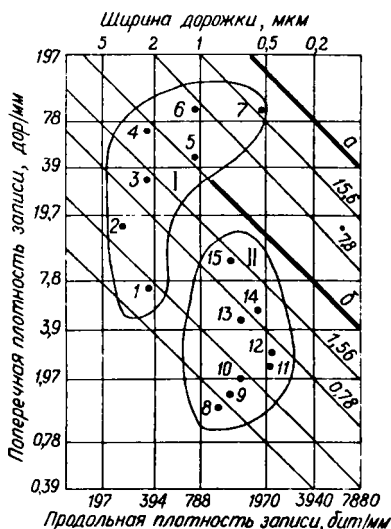


Рис.3. Поверхностная плотность записи:

I - магнитофоны с вращающейся магнитной головкой, предельное значение поверхностной плотности записи 30 Мбит/см² (а): I - PCM 1610, Sony; 2 - PCM (тип β-I), Sony; 3 - β-II; 4 - PCM-β1 (тип β-III), Sony; 5 - V8-SP; 6 - V8-LP; 7 - опытный образец на мини-видеокассете, Sony; II - магнитофоны с неподвижной магнитной головкой, предельное значение поверхностной плотности записи 3 Мбит/см² (б): профессиональные катушечные: 8 - 32-канальный, фирма 3M; 9 - 32-канальный, Mitsubishi; 10 - PCM 3324, Sony (1979 г.); бытовые на компакт-кассете следующих фирм: II - Pioneer; 12 - Sanyo; 13 - Sharp; 14 - JVC; 15 - Sony (1981 г.)

Технические параметры опытных образцов бытовых цифровых магнитофонов японских фирм
выпуска 1982-1983 гг.

Фирма	Модель	Тип кассеты	Скорость ленты, см/с	Тип головки, число дорожек	Частота дискретизации, кГц	Число уровней квантования, бит	Скорость информационного потока, Мбит/с	Плотность записи		Полоса рабочих частот, Гц-кГц	Отношение сигнал/шум, дБ	Время записи, мин	Масса, кг
								продольная, бит/мм	поверхностная, Мбит/см ²				
Sharp	CX-3	Компакт-кассета	4,8	Неподвижная тонкопленочная, 16+2	44,1	14	2,116	2950	1,42	2-20± ±0,5 дБ	90	90	10
Technics	-	Микро-кассета	4,8	Неподвижная, 12	32,0	10 (нелинейное)	-	-	-	20-15± ±1,0 дБ	85	45	-
Hitachi	DAT-12	Компакт-кассета	4,8	Неподвижная тонкопленочная, 22	44,1	16	-	-	-	20-20	95	45	-
Sony	-	Мини-видеокассета	0,6	Две вращающиеся видеоголовки	44,1	16	-	2440	20	2-20	90	180	-

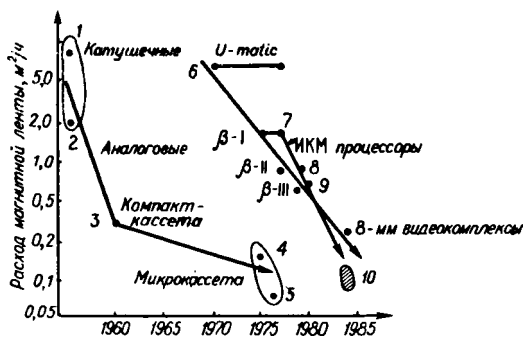


Рис. 4. Расход магнитной ленты в аналоговых и цифровых бытовых магнитофонах:
 1-9 — скорость ленты, см/с: 38; 19; 4,8; 2,4; 1,2; 9,5; 4; 2; 1,2 при ширине ленты, мм, соответственно: 6,3; 6,3; 3,8; 3,8; 3,8; 3,8; 19; 12,5; 12,5; 12,5; 10 — прогноз расхода ленты для аппаратуры звукозаписи

цифровых магнитофонов на компакт-кассете имеют пока небольшое время записи — 0,5–1,5 ч, тогда как модели на видеокассете — 2–6 ч. Дальнейшие работы ведутся в направлении увеличения плотности записи и снижения скорости ленты.

В табл. 7 приведен прогноз спроса до 1990 г. на цифровые магнитофоны и проигрыватели.

Несмотря на некоторые разногласия о целесообразности использования цифровых методов записи в бытовых магнитофонах, предпринимаются попытки их стандартизации. В июне 1983 г. состоялось первое заседание комитета по стандартизации DAT, который объединяет 74 фирмы и занимается стандартизацией бытовых цифровых магнитофонов. Рабочая группа А изучает аппараты со стационарной головкой, группа В — с вращающейся. В ближайшее время должно быть принято окончательное решение о выборе способа записи для бытовых цифровых магнитофонов. Следует также отметить, что фирма Sharp в своих моделях использует ту же систему кодирования, что и в цифровых проигрывателях на компакт-дисках фирмы Philips.

Прогноз спроса, опубликованный японской ассоциацией электронной промышленности EIAJ,
на цифровые магнитофоны и проигрыватели до 1990 г., тыс.шт.

Аппаратура	Страна	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Цифровые проигрыва- тели	Япония	30	100	200	380	650	970	1300	1600	1800
	США	-	35	140	360	720	1160	1640	2080	2460
	ФРГ	-	30	45	100	190	290	400	500	600
	Великобритания	-	20	25	45	80	140	190	240	290
	Франция	-	25	35	70	140	230	320	400	470
Цифровые звуковые магнитофоны	Япония	-	-	-	50	140	300	540	800	1080
	США	-	-	-	20	90	270	590	1030	1540
	ФРГ	-	-	-	-	20	50	120	210	310
	Великобритания	-	-	-	-	10	30	70	120	170
	Франция	-	-	-	-	20	50	110	190	290

4. Цифровые проигрыватели

На начальном этапе внедрения цифровой техники в БРЭА для цифровой записи звуковых сигналов в качестве широкополосных устройств записи и воспроизведения в сочетании с ИКМ процессорами использовались бытовые видеомагнитофоны. Наряду с этим во второй половине 70-х гг. начались интенсивные исследования возможности записи цифровых звуковых сигналов на оптический видеодиск и их воспроизведение с помощью видеопроекторов.

На выставке бытовой радиоаппаратуры в 1977 г. в г.Токио фирмы Mitsubishi, Sony, Teac, Hitachi демонстрировали цифровые звуковые диски (диаметр 30 см, время воспроизведения записи с одной стороны 60 мин) с оптическим считыванием звуковой информации в обычных видеопроекторах. В 1980 г. в результате сотрудничества фирм Philips (разработчика видеодиска) и Sony (разработчика методов оптической записи с высокой плотностью) в качестве стандартной была предложена система оптического воспроизведения цифровой записи звукового сигнала с цифрового компактного диска (диаметр 12 см, время воспроизведения записи с одной стороны 60 мин). На выставке БРЭА в 1982 г. основные радиоэлектронные фирмы Японии показали серийные модели цифровых проигрывателей, выполненных на базе цифровой системы, созданной фирмами Philips и Sony (табл.8). Одновременно фирмами CBS - Sony, Poligram и другими было выпущено около 300 наименований цифровых компактных дисков общим количеством 300-400 тыс.шт.

Т а б л и ц а 8

Основные технические параметры проигрывателей

Параметры	Проигрыватель	
	цифровой	аналоговый
Полоса частот, Гц	20-20000 (неравномерность ± 1 дБ)	30-20000 (неравномерность ± 3 дБ)
Динамический диапазон, дБ	90	60
Отношение сигнал/шум, дБ	90	60
Коэффициент нелинейных искажений, %	0,03	1-2
Разделение стереоканалов, дБ	90	30-40

Следует отметить и такие преимущества цифровых проигрывателей перед аналоговыми, как практическое отсутствие детонации и увеличение срока службы носителя, что обеспечивает высокую надежность системы в целом.

Особенности конструкции и схемотехники цифровых проигрывателей.

На компактном диске в отличие от обычной грампластинки цифровой сигнал записывается от внутреннего края к внешнему в виде продолговатых выступов, получивших название информационных питов. Питы формируются на одной из поверхностей прозрачного пластика с последующим напылением на нее отражающего алюминиевого слоя.

Вращение компактного диска осуществляется с переменной угловой скоростью, обеспечивающей постоянную линейную скорость считывания информации. Так, при облучении лазерным лучом дорожки ввода частота вращения диска равна 519 об/мин, а при облучении дорожки вывода она уменьшается в 2,5 раза и составляет 204 об/мин. Одинаковая частота вращения диска при записи и воспроизведении цифровой информации обеспечивается с помощью кадрового синхросигнала, записываемого на диск и имеющего точность, равную точности сигнала кварцевого генератора.

Запись цифрового сигнала производится лазерным лучом, фокусируемым на плоских участках отражающего слоя компактного диска с глубиной фокусировки ± 1 мкм (высота информационных питов 0,11 мкм). Поскольку в точке фокусировки площадь светового пятна, образуемого лучом, составляет лишь $1,44 \cdot 10^{-6}$ от площади светового пятна, образуемого этим лучом на верхней поверхности диска, то неглубокие дефекты и пыль на верхней поверхности диска не влияют на качество записи.

В цифровом проигрывателе при воспроизведении записи считывание сигнала с компактного диска осуществляется вследствие отражения проецируемого лазерного луча с различными коэффициентами от плоских участков слоя (100%) и информационных питов (30%). При этом на выходе блока оптического считывания формируется непрерывный электрический сигнал с амплитудой, соответствующей интенсивности лазерного луча, отраженного от диска. Однако в процессе считывания возникают искажения воспроизводимого сигнала из-за расфокусировки лазерного луча и смещения его от центра дорожки записи.

Для устранения этого явления в цифровых проигрывателях используются различные системы автоматического слежения. Принцип действия систем заключается в смещении объектива блока оптического считывания ортогонально поверхности компактного диска сигналом расфокусировки и параллельно поверхности диска сигналом отклонения дорожки записи.

Формирование сигнала расфокусировки реализуется на основе методов астигматизма, обнаружения предельного угла и использования опорной призмы. По методу астигматизма (рис. 5) изменение расстояния между отражающей поверхностью компактного диска и объективом трансформируется в изменение формы светового пятна. Последнее образует-

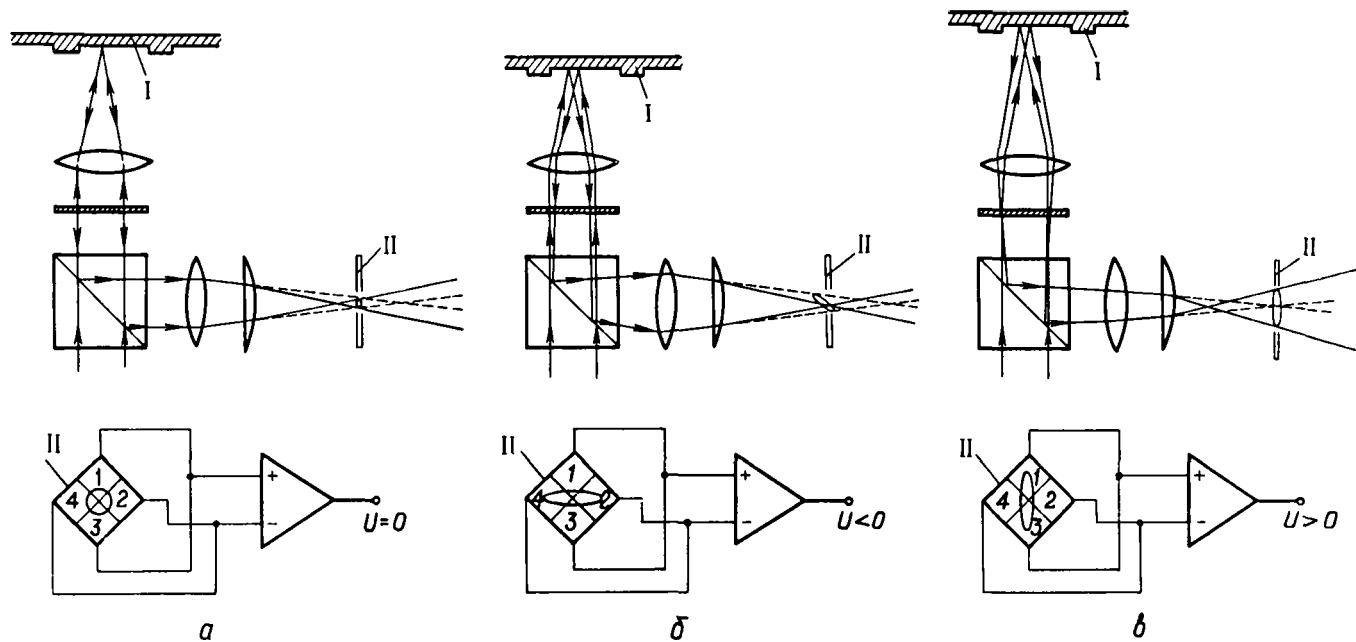


Рис.5. Схема системы слежения с использованием метода астигматизма:
 а - состояние фокусировки; б, в - состояние расфокусировки; I - отражающая поверхность компактнго диска; II - четырехпозиционный фотодиод; 1, 2, 3, 4 - светочувствительные секции; U - сигнал управления

ся на поверхности четырехсекционного фотодиода лучом, отраженным от диска. В соответствии с формой светового пятна формируется сигнал управления определенной полярности и амплитуды, в результате этого объектив блока оптического считывания приближается к поверхности диска или удаляется от нее.

По методу обнаружения предельного угла (рис.6) сигнал управления формируется с помощью двух фотодиодов, облучаемых отраженным от диска лучом, через прямоугольную призму с предельными острыми углами. При расфокусировке считывающего луча угол падения отраженного луча на преломляющую поверхность призмы отличается от предельного и вследствие неравномерного облучения фотодиодов формируется сигнал управления.

При фокусировке с использованием опорной призмы при отклонении расстояния между отражающей поверхностью диска и объективом от заданного неравномерное облучение двух фотодиодов реализуется с помощью опорной призмы, установленной в фокусе конденсорной линзы отраженного луча (рис.7). В этом случае сигнал управления формируется аналогично выше описанным методам.

Построение системы слежения для автоматического совмещения считывающего луча с центром дорожки записи осуществляется на основе следующих методов: трех световых пятен (трехлучевой), пушпульного, гетеродинного, обнаружения временной разницы (однолучевые).

В системе, построенной по методу трех световых пятен и ранее применяемой в видеопроекторных фирме Pioneer, лазерный луч расщепляется на три световых: один (центральный) является считывающим лучом, а два других — следящими. Световые пятна, образуемые этими лучами на отражающей поверхности диска (рис.8), расположены на одной прямой под некоторым углом к направлению дорожки записи. При отклонении дорожки записи вправо или влево следящие лучи неравномерно отражаются от поверхности диска и с различной интенсивностью облучают фотодиоды. В результате этого формируется сигнал управления, с помощью которого осуществляется горизонтальное смещение объектива до точного совмещения считывающего луча с центром дорожки записи.

Рассмотренный метод реализуется посредством простой электрической схемы. Однако он имеет существенные недостатки, заключающиеся в необходимости формирования трех световых лучей и точного поддержания их проекций на одной прямой, что значительно усложняет конструкцию оптического блока считывания.

Для упрощения блока оптического считывания применяются однолучевые методы слежения, простейшим из которых является пушпульный.

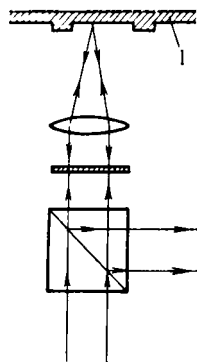


Рис.6. Схема системы слежения с использованием метода обнаружения предельного угла:

а - состояние фокусировки; б, в - состояние расфокусировки; I - отражающая поверхность компактного диска; I, 2 - фотодиоды; θ - предельный угол

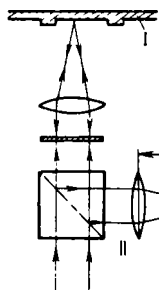
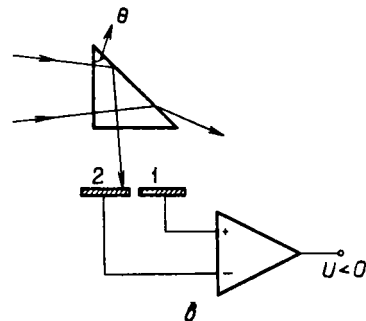
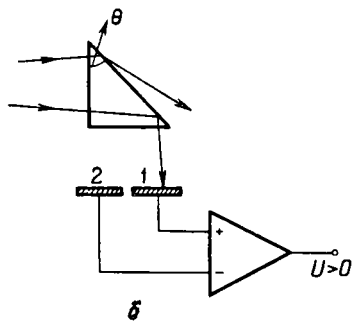
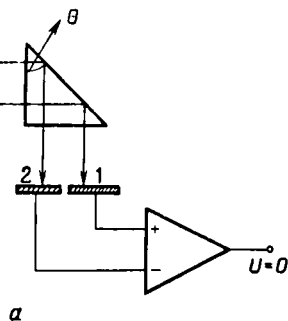
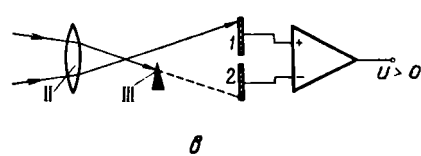
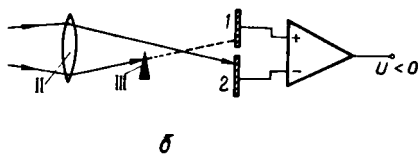
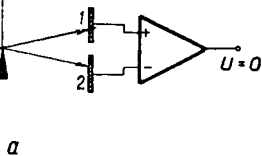


Рис.7. Схема системы слежения с использованием метода опорной призмы:

а - состояние фокусировки; б, в - состояние расфокусировки; I - отражающая поверхность компактного диска; II - конденсаторная линза; III - опорная призма; I, 2 - фотодиоды; f - фокусное расстояние



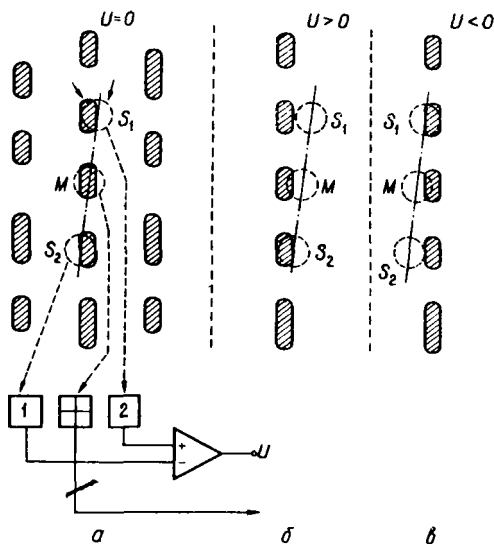


Рис.8. Метод трех пятен:

а - состояние совмещения дорожки со считывающим лучом; **б**, **в** - состояния отклонения дорожки от считывающего луча; 1, 2 - фотодиоды; S_1 , S_2 - проекции следящих лучей; M - проекция считывающего луча

При таком методе средняя интенсивность отраженного луча регистрируется с помощью двух фотодиодов, расположенных в направлении, ортогональном направлению звуковой дорожки. Однако в случае некомпактного диска, у которого высота информационных пиков точно равна $1/4$ длины волны считывающего луча, система, построенная по пушпульному методу, становится неэффективной. Отраженный световой луч при отклонении от звуковой дорожки остается симметричным относительно фотодиодов и сигнал управления не формируется. При использовании гетеродинного метода данное явление не возникает. При этом в блоке оптического считывания применяется четырехсекционный фотодиод с диагональным соединением светочувствительных секций. Сигнал управления, формируемый в указанном блоке, соответствует разности фаз напряжений суммы и разности сигналов диагонально соединенных секций фотодиода.

Метод обнаружения временной разности представляет собой модификацию гетеродинного метода: сигналы диагонально соединенных секций фотодиода преобразуются в прямоугольные импульсы, а сигнал,

соответствующий их временной разности, используется как управляющий. В системе слежения, построенной на основе такого метода, даже при флюктуациях линейной скорости в процессе поиска программы формируется стабильный сигнал слежения, что позволяет увеличить скорость поиска программы.

Одним из основных узлов цифровых проигрывателей, определяющих их технические характеристики и стоимость, являются ЦАП.

Цифроаналоговое преобразование информационного сигнала в разработанных цифровых проигрывателях осуществляется способами сложения напряжений, сложения токов и интегрирования напряжения.

В цифроаналоговых преобразователях, в которых применяются первые два способа, выходной аналоговый сигнал образуется посредством сложения единичных напряжений и токов, соответствующих двоичным разрядам преобразуемого цифрового сигнала. При этом точность преобразования обычно определяется точностью источников напряжений и токов младших разрядов. Так, для обеспечения требуемой точности при изготовлении преобразователей с числом разрядов, равным и большим 12, используются лазерные методы обработки элементов, что существенно повышает стоимость преобразователей.

В преобразователях с интегрированием напряжения, в которых напряжение выходного аналогового сигнала формируется посредством заряда емкости в течение интервалов времени, соответствующих коду цифрового сигнала, точность преобразования определяется быстродействием управляющего счетчика на логических элементах. Такие преобразователи, изготовленные с использованием методов полупроводниковой технологии, имеют сравнительно низкую стоимость.

Для подавления шумовых составляющих выходного аналогового сигнала, образуемых в ЦАП при взаимном наложении высокочастотных составляющих аналогового сигнала и спектральных составляющих сигнала выборки (44,1 кГц), на выходе ЦАП в большинстве моделей цифровых проигрывателей используются сглаживающие НЧ фильтры Чебышева 9, 10 и 11-го порядков, имеющие частоту среза 20 кГц. Однако большая температурная нестабильность и наличие боковых лепестков в частотной характеристике этих фильтров приводят к фазовым искажениям звукового сигнала, что отрицательно сказывается на естественности его звучания.

Для решения этой проблемы фирмой Philips был разработан метод избыточной выборки (частота 176,4 кГц) с использованием НЧ фильтра Бесселя 3-го порядка, имеющего частоту среза 30 кГц.

Примеры конструктивных и схемотехнических решений, использованных в реальных моделях цифровых проигрывателей, приведены в табл. 9.

Параметры, конструктивные и схемотехнические решения, используемые в цифровых проигрывателях

Фирма	Модель	Число лучей	Метод слежения за дорожкой	Метод фокусировки	Число рядов ЦАП	Метод цифро-аналогового преобразования	НЧ фильтр		Число программ памяти	Время поиска программ, с
							Порядок	Тип		
Sony	CDP-101	3	Трехлучевой	Использование астигматизма	16	Интегральный	9-й	Чебышева	0	-
Toshiba	XR-Z90	I	Обнаружение временной разницы	Обнаружение предельного угла	16	"	II-й	"	8	I
Hitachi	DAD-1000	3	Трехлучевой	Использование астигматизма	16	Сложение напряжений	-	"	15	5
Trio	L-03DP	I	-	Обнаружение предельного угла	16	Интегральный	II-й	"	8	I
Mitsubishi	DP-101	I	Гетеродинный	То же	16	Сложение напряжений	II-й	"	30	3
Denon	DCD-2000	3	Трехлучевой	Использование астигматизма	16	То же	-	"	15	5
Matsushita	SL-P10	3	"	То же	16	" "	-	"	63	4
Onkyo	DAD-01	3	"	" "	16	Интегральный	9-й	"	16	6
NEC	CD-803	I	Гетеродинный	Обнаружение предельного угла	16	Сложение напряжений	-	-	99	3
Pioneer	P-D1	I	"	То же	16	Сложение токов	9-й	Чебышева	16	2
Yamaha	CD-1	I	"	" "	16	Интегральный	-	"	16	-
Marantz (Philips)	C-63	I	Пушпульный	Использование опорной призмы	14	Сложение токов	3-й	Бесселя	99	2-4

Характерное для цифровой аппаратуры снижение стоимости цифровых проигрывателей (с 800–1000 долл. в 1982 г. до 400–600 долл. в 1984 г.), а также увеличение объема выпуска компактных дисков и расширение их ассортимента увеличивает спрос потребителей на эту аппаратуру. По данным японских фирм-изготовителей цифровых проигрывателей, в 1983 г. было продано 75–80 тыс. таких приборов; предполагается, что в 1984 г. общий объем их продаж возрастет в 2 раза и составит 150 тыс. шт. Если в 1983 г. 1/4 объема продаж всех проигрывателей (включая аналоговые) составляли цифровые, то к 1987 г. объем их продаж составит 2/3.

Л и т е р а т у р а

Цифровое радиовещание

Дэмпиа кагаку, 1983, № II, с.121–127.

Хосо гидзэцу, 1983, № 3, с.123–125; № 4, с.93–97.

Тэрэбидзён гаккайси, 1983, № II, с.935–941.

Материалы IV международного симпозиума "Форум-83", ч. II, т. II, с. 2.10.1.1–2.10.9.8.

Цифровые телевизионные приемники

Электроника, 1983, № 14, р.75, 76; № 16, р.28–30.

JEI, 1983, № 10, р.32, 50.

Popular Science, 1984, № 6, р.56–63.

Функсчау, 1983, № 7, с.3, 47–52; 1984, № 5, с.14, 15.

JEJ, 1983, № 1071, р.10.

Функтешник, 1983, № 5, с.189–197; 1984, № 9, с.379, 380.

ЖЕЕ, 1983, № 202, р.27.

Цифровая аппаратура магнитной звукозаписи

ЖЕЕ, 1982, № 3, р.67–71; 1983, № 3, р.55–58.

Перспективы фирм Sony, Telefunken по цифровой звукозаписи 1982–1983 гг.

Audio, 1983, № 3, р.26–28; № 4, р.12, 13, 60–63; № 7, р.58, 60, 62; № 10, р.53; 1984, № 1, р.34–36; № 2, р.12, 13.

Electronic design, 1982, № 1, р.131–141.

Хосо гидзэцу, 1982, т.35, № 1, с.77–81.

Дэнси гидзэцу, 1982, т.24, № 3, с.51–56.

Дэмпиа кагаку, 1982, № 3, с.70–92; 1983, № 12, с.173.

Hi-Fi news and record review, 1981, № 12, р.115–117; 1983, № 3, р.28, 41; № 4, р.34, 35; 1984, № 1, р.21; № 2, р.21.

Journal of SMPTE, 1981, № 8, р.669–677.

ЖЕИ, 1981, № 1, р.30; № II, р.34, 36; 1982, № 3, р.64; 1983, № 10, р.38; № 12, р.13.

S t e r e o r e v i e w, 1983, № 9, p.16, 30.
F u n k s c h a u, 1983, № 2I, S.57, 58.
А Е У, 1984, № I, p.55; № 5, p.20.
S t e r e o p l a y, 1984, № 2, S.51.
Х о с о г и д з ю ц у, 1982, № II, с.139-147.
Н i - F i a n d m u s i c a l A m e r i c a, 1983, № 4, p.43, 44.
I B E, 1984, № I94, p.7-12, I6-19, 27-34.

Цифровые проигрыватели

М у с э н т о д ж и к а н, 1982, № II, с.18-27; 1983, № 8, с.144-147
Д э м п а к а г а к у, 1983, № 8, с.6,7.
А Е У, 1984, № 5, p.64,65.
У р, 1984, № 7, S.33.
Н i - F i - S t e r e o p h o n i c, 1983, № 3, S.240-257.

Современное состояние и тенденции развития зарубежной бытовой
радиоэлектронной аппаратур: (Обзор), 1985, I - 3I

Редакторы: Г. П. Д в о р е ц к а я, Э. Н. К о н д р а ш и н а

Технический редактор Л.П. Суходолова

Корректор Л.В. Куракина

Сдано в набор 16.01.85	Подписано в печать 12.02.85	03074
Формат 60x90/16	Печать офсетная Печ.л.2,0	Уч.-изд.л.2,3
Заказ 87	Цена 20 коп.	Тираж 1550
		Индекс 4928

ЦООНТИ "ЭКОС"