ВОПРОСЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

серия

ТЕХНИКА ТЕЛЕВИДЕНИЯ

2019 **вып. 3**

УДК 621.397.091

Кандидат техн. наук Л. Н. Баланин

ВИДЕОМАГНИТОФОНЫ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОСМОСЕ И НА ЗЕМЛЕ

Рассмотрено применение широкополосных устройств магнитной записи (УМЗ) по способу наклонно-строчной записи вращающимися головками, созданных на основе студийных видеомагнитофонов, для регистрации результатов научных исследований. Приведены конструктивные особенности и технические данные наземных и бортовых УМЗ.

Ключевые слова: устройство магнитной записи, системы связи, преддетекторная запись, безоператорный режим работы

Создание в конце 50-х годов прошлого века нового вида телевизионной техники – видеомагнитофонов (ВМ), кардинально изменило весь технологический процесс подготовки и распространения телевизионных программ на телецентрах. И не только на телецентрах. Появление широкополосных средств регистрации видеосигналов быстро привлекло внимание специалистов по наземным приемным комплексам космической радиосвязи, где в то время преобладали многодорожечные аппараты магнитной записи (АМЗ) с неподвижными головками. Полоса пропускания АМЗ не превышала 3 МГц. В то же время при использовании видеомагнитофона в режиме «прямая запись», т. е. без частотных преобразований в канале записи–воспроизведения, полоса частот расширяется до 12 – 15 МГц и ограничивается, в основном, волновыми потерями в системе «головка–лента». В зависимости от поставленной задачи и условий приема информации АМЗ включаются либо на выходе канала связи после устройств обнаружения и обратного преобразования сигналов (аппараты последетекторной записи), либо непосредственно на выходе радиоканала на промежуточной частоте (аппараты преддетекторной записи). В условиях жестких ограничений по продолжительности приема радиосигнала со спутника и отсутствия данных о параметрах сигнала (вид модуляции /кодирования, наличие шифрования и т. д.) технология преддетекторной записи является наиболее предпочтительной. В этом случае радиосигнал, принятый

в реальном времени, после преобразования на промежуточную частоту записывается на ленту для последующей идентификации данных. Как видно из рис. 1, преддетекторная запись может выполняться модуляционным способом (ЧМ запись) или способом прямой записи (без предварительной модуляции или кодирования), который наиболее эффективно использует широкую полосу частот системы «головка–лента» для регистрации принимаемых радиосигналов с угловой модуляцией.

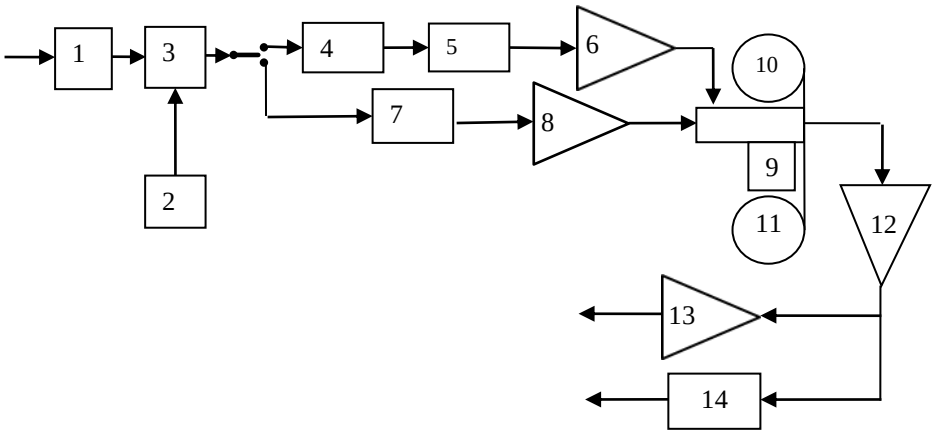

Рис. 1. Структурная схема преддетекторной записи
1 – усилитель высокой частоты; *2* – гетеродин; *3* – преобразователь частоты; *4* – фильтр нижних частот; *5* – частотный модулятор; *6, 8* – усилители записи; *7* – полосовой фильтр; *9* – блок вращающихся головок; *10, 11* – катушки подающая и приёмная; *12* – усилитель воспроизведения; *13* – усилитель выходной; *14* – частотный демодулятор

Аппаратура КМЗС-2

Интерес специализированных предприятий связи к широкополосным устройствам магнитной записи, усиленный успешной эксплуатацией прототипов в составе наземных приемных пунктов, определил разработку комплекта магнитной записи сигналов (КМЗС-2) на базе студийного видеомагнитофона КМЗИ-6, выпускаемого серийно Ленинградским оптико-механическим объединением (ЛОМО) в кооперации с Всесоюзным научно-исследовательским институтом телевидения (ВНИИТ, г. Ленинград) [1], [2].

На рис. 2 представлен полный комплект аппаратуры КМЗС-2, состоящий из пульта с кольцевой приставкой к лентопротяжному механизму (ЛПМ) и двух стоек. В пульте (рис. 3) размещаются: двигатели ЛПМ с системами авторегулирования, блок вращающихся видеоголовок, блок неподвижных головок для записи–воспроизведения звука и служебных данных, а также панель контроля и управления комплексом.

Трёхсекционная ламповая стойка, разработанная ВНИИТ, обеспечивает ЧМ-преобразования и формирование стандартных телевизионных сигналов при записи и воспроизведении. Отдельно стоящая стойка разработки ЦКБ ЛОМО выполняет преобразование принятых радиосигналов в режиме прямой записи. Стойка полностью выполнена на полупроводниковых приборах отече-

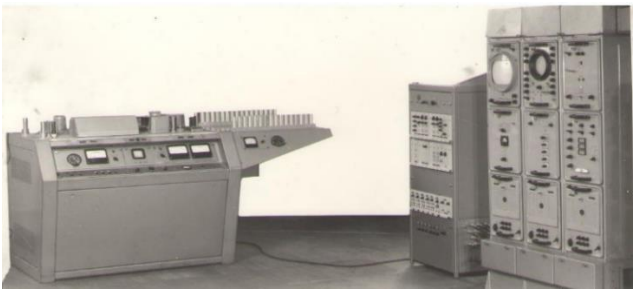

Рис. 2. Внешний вид комплекта магнитной записи сигналов КМЗС-2

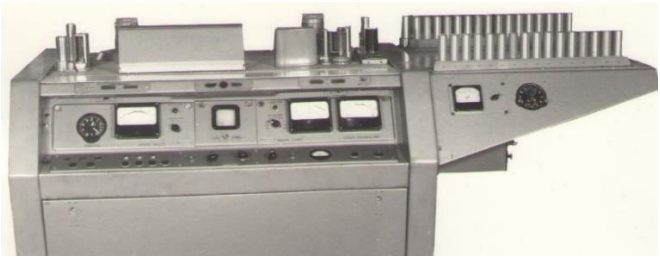

Рис. 3. Пульт КМЗС-2 с кольцевой приставкой

ственного производства. В целях унификации использован базовый конструктив студийного видеомагнитофона второго поколения ЭЛЕКТРОН-2. Комплект обеспечивает преддетекторную запись принимаемых радиосигналов в полосе частот 0,1…15 МГц в течение 90 минут. Для детального анализа данных, записанных на ленту во время сеанса связи, используется кольцевая приставка, обеспечивающая многократное воспроизведение заранее выбранного оператором участка магнитной ленты. Аппаратура КМЗС-2 в различных версиях изготавливалась под конкретный приемный пункт. В течение ряда лет успешно эксплуатировалась в составе наземных комплексов космической связи в Крыму (НИП-10), на Дальнем Востоке и в Прибалтике для регистрации телерадиосигналов с космических аппаратов.

3-х канальный бортовой видеомагнитофон-автомат

По мере внедрения телевизионной техники высокого разрешения в комплексы наблюдения поверхности Земли актуальной стала задача создания широкополосного устройства магнитной записи класса видеомагнитофон – автомат для долговременной безоператорной работы на борту КА. Источник ТВ сигналов – три синхронизированные бортовые телекамеры с разрешением 3000×2500 элементов, обеспечивающие необходимую ширину захвата местности. Стандартное решение – установить на борту 3 видеомагнитофона, – оказалось не приемлемым, т. к. в этом случае требуется практически не реализуемая точность работы систем автоматического регулирования скорости вращения диска видеоголовок и скорости движения магнитной ленты. Кроме того, пусковые характеристики трех лентопротяжных механизмов ВМ должны быть абсолютно одинаковые. Следует отметить, что цифровая микроэлектроника тех лет не могла обеспечить совмещение трех видеосигналов в реальном масштабе времени. Оптимальным по минимизации массы, габаритов и энергопотребления оказалось оригинальное техническое решение,

при котором в одном аппарате объединены три устройства видеозаписи путём установки на вращающемся диске одного видеоблока трёх комплектов видеоголовок. Проблема взаимного влияния магнитных строчек соседних каналов при многоканальной видеозаписи была решена путём оптимизации размеров сигналограммы по допустимому уровню переходных помех и максимальной поперечной плотности записи. Необходимый шаг записи для укладки трёх каналов информации на ленту обеспечивался за счёт взаимного расположения и точных механических регулировок положения видеоголовок по высоте относительно плоскости диска и по углу между зазорами головок. Учитывая продолжительный безоператорный режим работы ВМ, при проектировании были приняты меры по уменьшению износа магнитной ленты за счёт исключения режима «ПЕРЕМОТКА» на высокой скорости. Считывание сигнала осуществлялось на обратном ходу ленты с номинальной скоростью записи. Для этого видеоблок устанавливался на линии пересечения двух идентичных плат лентопротяжного механизма и симметрично по отношению к ним. При таком симметричном построении ЛПМ обеспечивалась одинаковая пространственная деформация участков магнитной ленты вдоль строчек записи при переходе от прямого хода к обратному, что обуславливало минимальные искажения временного масштаба на обратном ходу ленты.

Исследования искажений формы видеосигнала по переходной характеристике канала записи–воспроизведения при считывании сигнала на обратном ходу ленты показали, что основной причиной искажений является нелинейность ФЧХ устройств амплитудно-частотных предыскажений и коррекции в видеотракте. Для устранения этих искажений в видеотракт были введены фазочастотные корректоры, которые симметрировали его переходную характеристику в обоих направлениях движения ленты [3].

Основные тактико-технические характеристики ВМ приведены в таблице.

Таблица

Приоритетные показатели:	
– три широкополосных видеоканала – воспроизведение информации на прямом и обратном ходу ленты с номинальной скоростью – телеуправляемый видеомагнитофон-автомат	
Параметры: – полоса частот каждого канала, МГц – отношение сигнал/шум, дБ, не менее – время непрерывной записи, минут	 0…6,0 40 60
Габаритные размеры, мм: – видеомагнитофона – блока питания	 700×720×770 195×352×388
Масса, кг, не более: – видеомагнитофона – блока питания	 116 16,5
Потребляемая мощность от сети 27 В, ВА, не более	400

Общий вид бортового видеомагнитофона «РЕКОРД» со снятым кожухом видеоблока показан на рис. 4. На рис. 5 показано расположение блока вращающихся головок с заряженной в тракт ЛПМ лентой. Фотографии сделаны в Музее телевидения АО «НИИ телевидения».

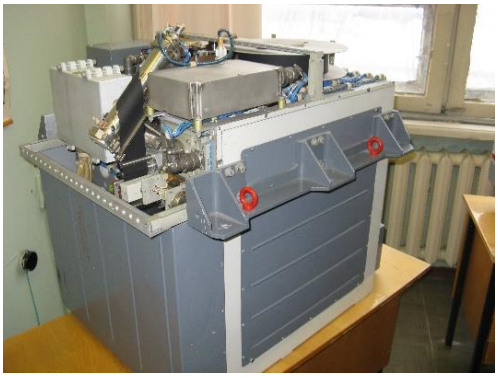

Рис. 4. Общий вид видеомагнитофона «РЕКОРД»

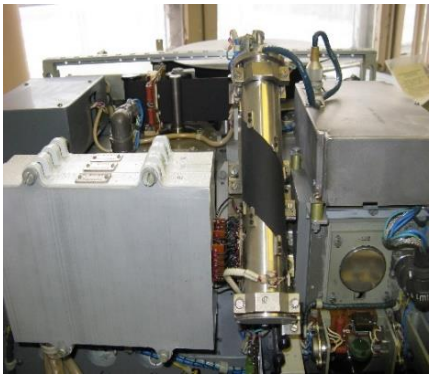

Рис. 5. Вид на блок вращающихся головок с заряженной лентой

ПАМЯТНИК
НАУКИ И ТЕХНИКИ

СЕРТИФИКАТ № 818

Настоящим удостоверяется,
что музейный предмет

Видеомагнитофон «Рекорд-11В510»
космической телевизионной системы («Лидер»)
трёхканальный

из фондов Музея телевидения
ФГУП «НИИ телевидения»,
г. Санкт-Петербург

признан памятником науки и техники
I категории

Памятник науки и техники
как национальное культурное достояние России
является объектом охраны государством
согласно действующему законодательству.
Сведения о памятнике включаются в Банк данных
«Памятники науки и техники России»

Сертификат выдан по решению Экспертного совета
при Политехническом музее г. Москва
от имени Ассоциации научно-технических музеев
Российского национального комитета
Международного совета музеев
Протокол № 16 заседания Экспертного совета от 16.11.2007 г.

Председатель Экспертного совета
Г.Г. Григорян

Рис. 6. Сертификат бортового видеомагнитофона «РЕКОРД»

Первые видеомагнитофоны «Рекорд» были установлены на космические аппараты и наземные приёмные пункты в 1979 году и в течение нескольких лет успешно эксплуатировались в составе телевизионных комплексов.

В 2007 г. решением Экспертного совета при Политехническом музее РФ трёхканальный видеомагнитофон «Рекорд-11В510» космической телевизионной системы «Лидер» признан памятником науки и техники первой категории с выдачей соответствующего Сертификата под номером 818 (рис. 6).

Заключение

К концу 50-х годов прошлого века, несмотря на интенсивные и дорогостоящие исследования ведущих зарубежных компаний, стало ясно, что существующая технология продольной магнитной записи неподвижными головками не отвечает требованиям к устройствам для регистрации широкополосных телерадиосигналов. Экспериментальные аппараты, основанные на

этом принципе записи, имели общие и, как оказалось, неустранимые недостатки: большой расход ленты, недопустимо большой диаметр катушки (более 500 мм), ограниченное время записи и другие. Особенно остро эта проблема стояла в крупных информационных системах, включающих участки спутниковых каналов связи. Кратковременность сеансов связи исключала оперативную обработку информации в реальном времени. Проблема была решена за счёт применения способа наклонно–строчной записи вращающимися головками. Аппараты магнитной видеозаписи, основанные на новом способе записи, стали единственным средством регистрации широкополосных (в том числе не телевизионных) сигналов непрерывно в течение длительного времени. Для наземных комплексов приёма и обработки информации очевидным и мало затратным решением была доработка серийных КМЗИ-6, выпускаемых ЛОМО в кооперации с ВНИИТ, для преддетекторной записи сигналов группового спектра. Полоса частот канала записи–воспроизведения в режиме прямой записи составляла от 0,1 МГц до 15 МГц. При этом в аппаратах сохранялся режим ЧМ записи стандартных телевизионных сигналов с полосой до 6 МГц. В наземных приёмных пунктах телевизионной системы «Лидер» для регистрации принимаемого ТВ изображения использовался бортовой 3-х канальный видеомагнитофон, что позволило существенно сократить стоимость разработки системы.

Благодаря внедрению в телевещательную отрасль технологии и оборудования наклонно-строчной магнитной видеозаписи удалось эффективно и в короткие сроки создать аппаратуру и решить задачи регистрации и хранения результатов научных исследований в специальных информационных системах.

Литература

1. *Ленинградские видеомагнитофоны. Вопросы радиоэлектроники, серия Техника телевидения. 2010. Вып.1. С. 72.*

2. *Баланин, Л. Н. Видеомагнитофоны для телевизионного вещания и прикладных ТВ систем / Л. Н. Баланин. Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника телевидения. 2010. Вып.1. С. 82.*

3. *Устройство записи и воспроизведения телевизионных сигналов на магнитной ленте / Баланин Л. Н., Кашерининов Р. М., Локшин М. Г., Осокин В. С., Суслонов С. А., Фраткин О. В., Фридман М. Г., Шульман М. Г. Авторское свидетельство СССР № 919159, приоритет изобретения 17.09.1979 г.*

Статья поступила 15 апреля 2019 г.