

ВИДЕОМАГНИТОФОНЫ ДЛЯ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ И ПРИКЛАДНЫХ ТВ СИСТЕМ

Показана история создания и технические проблемы при разработке первого отечественного видеомангитфона КМЗИ для ТВ вещания, этапы развития видеозаписи от студийных видеомангитфонов до аппаратов для прикладных ТВ систем.

Ключевые слова: история видеомангитфонов, формат записи

Введение

История создания первого отечественного видеомангитфона (ВМ) в Ленинграде уходит в 50-е годы прошлого века. 24 декабря 1959 г. на ленинградском заводе «ЛЕНКИНАП» впервые в СССР был продемонстрирован экспериментальный образец первого отечественного видеомангитфона для телевизионного вещания. В тот день газета «Ленинградская правда» в статье «Ленинградский видеомангитфон» привела яркий комментарий – *«...создана аппаратура, которая ещё недавно была мечтой»*.

Однако до наступления этого события, фактически изменившего технологию телевизионного вещания, были ещё два года напряжённой исследовательской и инженерно-технической работы.

К середине 50-х годов мировой уровень техники регистрации электрических сигналов на магнитную ленту обеспечивал высококачественную запись звука в полосе частот до 20000 Гц и уже появились многодорожечные аппараты продольной магнитной записи для научных исследований, в которых при скорости движения ленты 3 м/с частотная характеристика достигала 3 МГц. Столь значительные успехи в технологии многодорожечной магнитной записи создавали уверенность, что эту технологию можно использовать и для регистрации широкополосных телевизионных сигналов. Известные фирмы *RCA, Bing Crosby, BBC* проводили интенсивные исследования методов продольной записи, основанных на частотном или временном делении широкополосного видеосигнала на N составляющих, которые записывались на нескольких продольных дорожках [1, 2]. Все экспериментальные аппараты, разработанные на этих принципах, имели общие недостатки, обусловленные самим способом многодорожечной магнитной записи:

- большой расход дорогостоящей магнитной ленты из-за высокой скорости записи и недопустимо большой диаметр катушек (более 500 мм);
- недопустимо большие временные ошибки при воспроизведении, вызванные нестабильной скоростью движения ленты;
- низкая разрешающая способность воспроизводимого изображения;
- ограниченное время записи (не более 15 минут).

В 1956 г. малоизвестная тогда фирма *AMPEX* продемонстрировала в США устройство видеозаписи с поперечно-строчным способом записи, в основе которого лежали два технических решения:

1. Высокая скорость записи (относительная скорость головка – лента), полученная за счёт вращения видеоголовок при медленном продольном движении ленты.

2. Широкополосная ЧМ с относительно низкой несущей частотой, обеспечившая согласование спектра видеочастот с полосой пропускания канала записи-воспроизведения ВМ.

В аппарате была использована лента шириной 50,8 мм, а четыре магнитные видеоголовки, расположенные под углом 90 град. по периферии диска диаметром 52,4 мм, вращались с частотой 250 Гц, записывая строчки поперёк ленты, движущейся со скоростью всего лишь 39,7 см/с [3]. Заметим, что устройство для записи сигналов вращающимся диском с коммутируемыми головками на широкой ленте путём деления её на поперечные полосы было предложено советским инженером Исуповым К. Л. ещё в 1932 г. для регистрации звука, но в то время оказалось не востребованным [4].

Приведённый краткий исторический обзор состояния работ в мире в области магнитной записи телевизионного изображения показывает, что к 1957 г., когда группа инженеров кинотелевизионной лаборатории завода «ЛЕНКИНАП» во главе с М. Г. Шульманом приступила к разработке установки для записи изображения, выбор способа записи был неоднозначным.

В результате анализа уровня отечественной техники магнитной записи, технологических возможностей промышленности и очевидной необходимости организации серийного производства аппаратуры было принято решение использовать поперечно-строчный способ записи, но на ленте более широкой – 70 мм, которая к тому времени уже была освоена химической промышленностью для профессиональной звукозаписи. Выбор ширины ленты для отечественного ВМ впоследствии стал предметом многочисленных дискуссий, но именно это решение позволило в кратчайшие сроки создать первый ВМ полностью на отечественных материалах и комплектующих изделиях. Применение широкой ленты не только обеспечило требования принятого в СССР телевизионного стандарта на полосу пропускания канала изображения 6,5 МГц, но и дало определённый технологический запас при серийном производстве аппаратов. Как следует из [5], утверждение некоторых авторов об увеличенном расходе ленты 70 мм по сравнению с лентой 50,8 мм ошибочно. Если исходить из условия достижения одной и той же разрешающей способности ВМ (6,5 МГц), то, при равной поперечной плотности записи, площадь ленты для записи одного ТВ кадра для обоих типов пленки оказывается практически одинаковой.

Закупка импортной магнитной видеоленты в объёмах, достаточных для производства аппаратуры видеозаписи и её эксплуатации на телецентрах, в то время не рассматривалась, т. к. видеолента и ряд других отсутствующих в стране комплектующих изделий не продавались в СССР и соцстраны,

поскольку, как и аппараты видеозаписи, были отнесены за рубежом к стратегическим товарам.

Видеомагнитофоны для телевизионного вещания

По мере развития техники телевидения и телефикации страны с её огромной территорией и несколькими часовыми поясами проблема оперативной консервации телепрограмм встала особенно остро. Настоятельно требовалась новая технология телевещания, которая бы обеспечила многократное воспроизведение событий и возможность компенсировать временные сдвиги между местом создания программы и местом наблюдения. Существующие в то время методы и аппаратура для киносъёмки с экрана кинескопа не обладали требуемой оперативностью и разрешающей способностью и были достаточно дороги. Решение виделось в записи на магнитную ленту.

Проблема магнитной записи изображения не ограничивалась выбором способа записи и ширины ленты. Для создания и последующего серийного производства принципиально нового изделия – видеомагнитофона – потребовалось провести ряд исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по направлениям:

- разработка новых магнитных материалов и видео головок с рабочим зазором 2...2,5 мкм для записи–воспроизведения в полосе частот до 12 МГц при ширине строчки записи порядка 0,3 мм;
- проектирование и разработка технологии производства прецизионного лентопротяжного механизма (ЛПМ) для транспортирования широкой магнитной ленты;
- разработка систем автоматического регулирования (САР) для точного прохождения вращающихся видео головок по узким строчкам записи;
- разработка прецизионного электродвигателя привода диска видео головок на 12000 об/мин;
- организация на предприятии Минхимпрома разработки специальной магнитной ленты для видеозаписи на прочной лавсановой основе, применение высокоэффективных магнитных порошков для записи коротких длин волн и отработка технологии их ориентированного полива.

Для решения столь масштабных задач к работе над созданием экспериментального ВМ, названного впоследствии КМЗИ (комплект магнитной записи изображения), были привлечены специалисты Всесоюзного научно-исследовательского кинофотоинститута (НИКФИ, руководитель работ проф. Тагер П. Г.), выполнившие теоретические расчёты ЛПМ и системы управления движением ленты, Всесоюзный научно-исследовательский институт электромеханики – разработка прецизионных электродвигателей, и Всесоюзный научно-исследовательский институт телевидения (ВНИИТ, руководитель работ Воробьёв В. Ф.), в котором были разработаны и изготовлены электронные системы синхронизации и частотной модуляции-демодуляции телевизионного сигнала.

Свой немалый вклад в создание первого видеомагнитофона внесли ЦКБ Минкультуры СССР, ЦНИИЧермет, киноплёночная фабрика № 3 –

в части разработки высокочастотных магнитных материалов для видео головок и магнитной видеоленты.

Благодаря хорошо скоординированной работе этих предприятий и высокому по тому времени производственно-технологическому уровню завода «ЛЕНКИНАП», экспериментальный образец первого ВМ был предъявлен Государственной комиссии уже в декабре 1959 г. В акте приёмки члены комиссии отметили *«проявленную инициативу и большой объём исследовательских, конструкторских и технологических работ, выполненных в творческом содружестве заводом «ЛЕНКИНАП», НИКФИ и ВНИИТ».*

Конструктивно этот ВМ состоял из пульта с прецизионным ЛПМ, видеоблоком с вращающимися головками, системами авторегулирования и питания и трёх стоек: в двух размещались электронные блоки систем синхронизации и частотной модуляции, разработанные ВНИИТ, а в третьей – три трёхфазных усилителя электропривода [6].

При подготовке аппарата к серийному производству был проведён ряд серьёзных доработок. В частности, переработана система электропривода БВГ и ведущего вала, благодаря чему три ламповых трёхфазных усилителя электропривода, которые занимали целую стойку, были заменены разработанными двумя двухфазными усилителями с трансформаторами, имевшими трёхстержневой магнитопровод, которые преобразовывали двухфазное напряжение в трёхфазное. Уменьшение размеров усилителей позволило разместить их в пульте КМЗИ под лентопротяжным механизмом и значительно сократить габариты стоек. Общий вид комплекта в серийном варианте представлен на рис. 1, блок вращающихся головок (БВГ) – на рис. 2. Кроме того, к началу серийного производства ЦНИИчермет разработал специально для видео головок новый магнитный сплав марки 10СЮ-ВИ на



Рис. 1. Первый отечественный серийный видеоманитофон КМЗИ-6
замену широко применяемого тогда альфенола. Это был важный вклад в отечественную видеозапись, т. к. изготовление магнитопровода видео головок

из нового сплава значительно улучшило эксплуатационные характеристики аппаратуры – ресурс видеоголовок и параметры канала изображения.

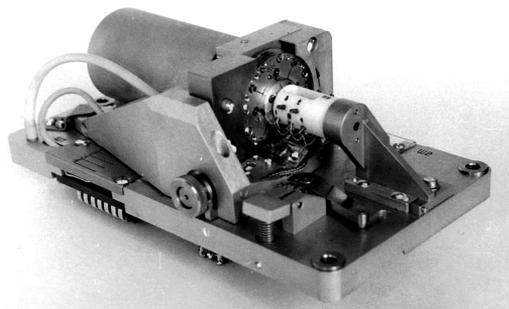


Рис. 2. Блок вращающихся головок

С 1961 г. на Ленинградской студии телевидения началось регулярное вещание с использованием видеомagneтофонов КМЗИ. В этом же году аппаратура успешно демонстрировалась на ВДНХ. За её создание завод «ЛЕНКИНАП» был награжден Дипломом почёта и Большой золотой медалью выставки.

В октябре 1962 г. впервые в СССР в экспериментальном порядке на Московском телецентре была произведена видеозапись цветного изображения по системе *СЕКАМ* на видеомagneтофоне КМЗИ. Воспроизведение цветного изображения демонстрировалось представителям Минсвязи, ГКРТ, ГКРЭ и получило положительную оценку. Заводу «ЛЕНКИНАП» и ВНИИТу было предложено приступить к серийному производству аппаратов КМЗИ [5].

Начиная с 1962 г., когда завод «ЛЕНКИНАП» вошёл в состав ЛОМО и было создано специализированное производство ВМ, аппараты стали выпускаться серийно под маркой КМЗИ-6 и к 1966 г. ими были оснащены более 30 телецентров страны. Технические характеристики КМЗИ-6 приведены в табл. 1.

Видеомagneтофоны КМЗИ-6 долгое время успешно работали на телестудиях Ленинграда, Москвы, Минска, Киева, Кишинёва, Тбилиси, Владивостока, Свердловска и в республиках Средней Азии. Общесоюзный семинар по результатам внедрения магнитной видеозаписи в телевизионное вещание СССР, проходивший в Минске в 1965 г., отметил, что аппараты КМЗИ-6 обеспечили широкое внедрение новой технологии производства телепрограмм, основанной на использовании видеомagneтофонов.

К этому времени, учитывая назревшую необходимость обмена видеозаписями, был разработан и изготовлена опытная партия видеомagneтофонов КМЗИ-12, которые при замене БВГ и блока неподвижных звуковых головок могли работать на ленте шириной 50,8 мм. Это была прелепбула к разработке видеомagneтофонов нового поколения, соответствующих требованиям международных стандартов.

На основе аппарата КМЗИ-6 были созданы несколько уникальных устройств для регистрации широкополосных радиосигналов с различными видами модуляции – КМЗС-2 (комплекты магнитной записи сигналов). В них использовался принцип прямой записи (без частотных преобразований) группового спектра сигналов в полосе частот до 12...13 МГц. Снабжённые дополнительной петлевой приставкой к ЛПМ, эти аппараты обеспечивали многократное воспроизведение наиболее информативного участка ленты и измерение параметров радиосигналов по окончании сеанса связи. Аппараты КМЗС-2 эксплуатировались в составе наземных комплексов космической радиосвязи как средства преддетекторной регистрации широкополосных сигналов.

В 1965 г. в рамках проекта «Большая Москва» коллектив СКБ видеозаписи ЛОМО вместе с ВНИИТом приступил к разработке ВМ следующего поколения для оснащения, в первую очередь, строящегося тогда крупнейшего в Европе Общесоюзного телецентра в Останкино. Видеомагнитофон «Электрон-2» (рис. 3) был разработан полностью на



Рис. 3. Видеомагнитофон «Электрон-2»

полупроводниковых приборах и материалах отечественного производства и защищен авторским свидетельством СССР [7]. При разработке новой модели был проведён большой объём исследовательских работ по лентопротяжным механизмам, системам авторегулирования, магнитным видеоголовкам, результаты которых были реализованы в видеомагнитофоне и доложены на первой Всесоюзной научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи [8–14].

Сигналограмма аппарата «Электрон-2» соответствовала международному стандарту, что обеспечивало взаимозаменяемость видеозаписей с ВМ других производителей, а новые технические решения:

- электронный монтаж видеозаписей;
 - микширование сигнала с ленты с сигналами других источников ТВ программ;
 - компенсация временных искажений в сигнале с ленты;
 - компенсация (замещение) выпадений сигнала из-за дефектов ленты,
- значительно расширили эксплуатационные возможности видеомагнитофонов.

Формат сигналограммы (расположение магнитных дорожек на ленте) ВМ «Электрон-2» показан на рис. 4 (верхний чертеж). На нижнем чертеже представлена сигналограмма аппарата КМЗИ-6.

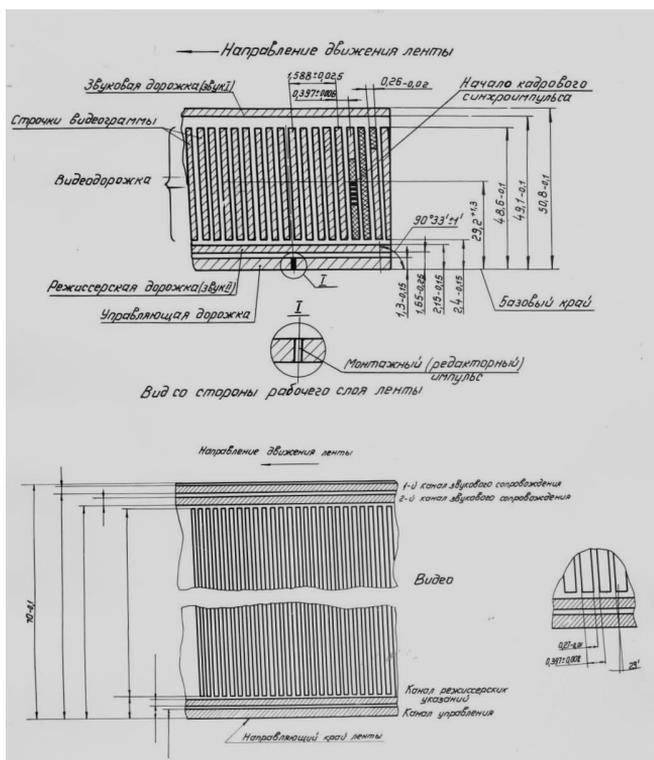


Рис. 4. Сигналограммы ВМ «Электрон-2» и КМЗИ-6

В середине 1967 г. партия ВМ «Электрон-2» в количестве 8-ми комплектов была изготовлена на ЛОМО и отправлена в Москву для оснащения четырёх аппаратных видеозаписи в Останкино. С этого времени началось серийное производство «Электрон-2», одновременно велись работы по совершенствованию систем ВМ, повышению качества изображения. Видеоманитофоны «Электрон-2» выпускались ЛОМО с 1967 г. по 1978 г., ими были оснащены телецентры Москвы и Ленинграда, крупные телецентры союзных республик СССР, а также профильные ВУЗы. К 1978 г., когда централизованные заказы Гостелерадио заметно сократились, руководство ЛОМО сочло нецелесообразным дальнейшее производство этих аппаратов и их выпуск был прекращён.

В 1981–83 гг. по заказу Гостелерадио на ЛОМО совместно с ВНИИТР (г. Москва) был реализован проект по созданию передвижной репортажной ТВ станции «Гранат-2», работающей в движении. В состав станции необходимо было ввести ВМ, предназначенный для записи репортажных новостей, с последующим их воспроизведением и монтажом в монтажных аппаратных телецентра.

При выборе стандарта записи были приняты во внимание следующие требования:

- видеофонограмма репортажного ВМ должна быть совместима со студийными видеомэгнитофонами;
- ВМ должен обеспечивать устойчивую работу при движении станции со скоростью до 40 км/час, т. е. в условиях воздействия транспортной тряски и вибраций;
- питание ВМ должно осуществляться от борт-сети станции или собственного автономного источника (аккумулятора);
- ВМ должен обеспечивать контрольное воспроизведение записанного видеоматериала для предварительного просмотра в полевых условиях;
- для экономии ленты в аппарате должен быть предусмотрен монтажный режим «Продолжение», при котором исключаются потери ленты на стыках отдельных фрагментов записи.

В результате анализа этих требований был выбран *B*-формат (наклонно-строчная сегментная видеозапись двумя вращающимися головками), т. к. к этому времени монтажные аппаратные крупных телецентров страны были оборудованы студийными ВМ типа *BCN-40/50* производства ФРГ, закупленными Гостелерадио для «Олимпиады-80». Другим важным фактором, определившим выбор формата записи, были условия взаимозаменяемости. Длина строчки записи на сигналограмме *B*-формата всего 80 мм (в отличие от *C*-формата, где длина строчки равна 411,5 мм), что в значительной мере упрощает взаимозаменяемость видеозаписей.

Аппарат ВМ-4101 (рис. 5) был изготовлен ЛОМО в количестве семи опытных образцов, из которых пять эксплуатировались в репортажных станциях «Гранат-2» на телецентрах Ленинграда и Таллина. В аппаратах



Рис. 5. Репортажный видеомэгнитофон ВМ-4101 со снятой верхней панелью

были реализованы все перечисленные выше требования. Испытания ВМ-4101 в реальных условиях работы станции «Гранат-2» с последующим монтажом в студии показали 100%-ную взаимозаменяемость видеозаписей с ВСН-40/50. Серийно ВМ-4101 не выпускался. Технические характеристики ВМ-4101 приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики видеомагнитофонов для телевизионного вещания производства ЛОМО

Характеристики	Модели видеомагнитофонов			
	КМЗИ-6	КМЗИ-12	Электрон-2	ВМ-4101 репортажный наклонно- строчная сегментная запись, В-формат
Способ записи/формат сигналограммы	поперечно- строчная запись	поперечно- строчная запись	поперечно- строчная запись, Q-формат	наклонно- строчная сегментная запись, В-формат
Количество головок	4	4	4	2
Ширина магнитной ленты, мм	70	50,8	50,8	25,4
Скорость ленты, см/с	38,1	39,7	39,7	24,3
Скорость записи, м/с	58,5	41,3	41,3	23,7
Максимальное время записи, мин, не менее	90	90	92	65
Канал изображения: полоса частот, МГц отношение сигнал/шум, дБ, не менее	6,5 38	6,5 40	6 40	5,5* 43*
Канал звукового сопровождения: полоса частот, Гц отношение сигнал/шум, дБ, не менее	50-12000 48	50-12000 48	31,5-16500 50	31,5-16000 * 55*
Потребляемая мощность, кВт, не более	3,5	3,5		Питание от борт-сети станции или от встроенного аккумулятора
Масса, кг				34
Габариты, мм			1305×700×1810	580×500×180

*при воспроизведении на студийных ВМ типа ВСН-40/50.

В дальнейшем, в середине 80-х годов, производство катушечных ВМ во всем мире, включая Советский Союз, стало заметно сокращаться. Наступало время кассетных профессиональных видеомагнитофонов – на пороге стоял *Betacam*. К сожалению, попытка разработки отечественного тележурна-

листочного комплекса (ТЖК) по формату записи *Betacam*, предпринятая ленинградским ВНИИТом в кооперации с киевским НПО «Маяк», закончилась на этапе ОКР только изготовлением опытных образцов ТЖК. Переход страны на новую, рыночную экономику, лишение ведущих предприятий отрасли государственной поддержки стало решающим ударом по отечественной, в том числе по ленинградской, видеозаписи.

Видеомагнитофоны для прикладных телевизионных систем

Широкое внедрение магнитной видеозаписи в телевизионное вещание, возможность консервации изображения с последующим воспроизведением в удобное время неизбежно стимулировали спрос на видеомагнитофоны для прикладных целей. Значительная потребность в малогабаритных, простых в эксплуатации и экономичных аппаратах видеозаписи возникла в различных областях науки и техники, медицине, транспорте, образовании, в кинопроизводстве и т. д. Заметное место в этом классе ВМ до появления кассетной видеозаписи занимал разработанный на ЛОМО в конце 60-х годов ВМ типа ВК-1/2 [15]. В этом аппарате для сокращения эксплуатационных расходов, которые в основном определяются стоимостью видеоленты, использован оригинальный полукадровый способ наклонно-строчной записи – записывается одно поле телевизионного кадра стандарта 625 строк/50 полей с последующим двойным считыванием его при воспроизведении для устранения мельканий [16]. Спаривание телевизионных строк на экране ТВ при воспроизведении устраняется надлежащим расположением видеоголовок, а именно: расположением их на вращающемся диске под углом порядка 180 градусов и смещением воспроизводящей по высоте на 0,08 мм. Принятый рациональный способ записи обеспечил непрерывную запись изображения в течение 120 минут на катушке диаметром 180 мм при скорости ленты 9,53 см/с.

Другой важной особенностью аппарата ВК-1/2 является кинематическая схема лентопротяжного механизма, выполненная по изобретению авторов разработки видеомагнитофона [17]. Оригинальная схема одноприводного ЛПМ позволила создать конструкцию аппарата со съёмным блоком записи ВК-1, который, благодаря наличию автономного электропривода обеспечивал репортажный режим работы в комплекте с малогабаритной телекамерой. Питание репортажного комплекта осуществлялось от встроенного в ВК-1 аккумулятора. Стационарная часть включала блоки канала воспроизведения, синхронный гистерезисный двигатель, системы авторегулирования, коммутации и питания. Для упрощения схемотехники телекамеры и уменьшения потребляемой мощности развёртка изображения в камере осуществлялась от датчиков строк и полей, расположенных на блоке вращающихся головок. Можно сказать, что это был первый отечественный тележурналистский комплекс (рис. 6).

В состав комплекса кроме телекамеры также входил переносной телевизор «Юность» со встроенной платой для подключения ВМ при записи телепрограмм и для просмотра видеозаписей на экране телевизора.



Рис. 6. Комплект ВМ ЛОМО ВК-1/2

Оригинальные технические решения, принятые при создании аппарата ВК-1/2, позволили существенно снизить стоимость комплекса при серийном производстве и обеспечить длительный спрос на эту продукцию. Для расширения эксплуатационных возможностей аппарата в 1974–75 гг. на ЛОМО были проведены работы по

записи сигналов цветного телевидения *СЕКАМ* 3Б на аппаратах ВК-1/2. Исследования на экспериментальной модели ВК-ЦТ показали, что при полукадровом способе записи чередование цветоразностных сигналов сохраняется, а сигнал цветовой синхронизации с ленты надлежащим образом управляет коммутатором канала цветности телеприёмника. Длительность цикла изменения фазы цветовой поднесущей хотя и увеличивается относительно стандарта *СЕКАМ*, однако визуальное качество воспроизводимого изображения при этом не ухудшается [18].

К середине 70-х годов спрос на чёрно-белые катушечные ВМ ЛОМО ВК-1/2 заметно упал, что было видно по затовариванию склада готовой продукции ЛОМО. Этому способствовали два фактора – начало с 1973 г. серийного производства катушечных ВМ типа «Электроника Л1-08», созданных на ЛНПО «Позитрон», и ориентация ведущих мировых производителей на кассетную видеозапись. В результате было принято решение о постановке на производство разработанного к тому времени цветного катушечного видеомагнитофона ВМ-403 на ленте 12,7мм, параметры которого обеспечивали запись сигнала *СЕКАМ* в полной полосе частот (рис. 7).



Рис. 7. Видеомагнитофон ВМ-403

Новая модель, благодаря простоте и надежности конструкции, широким эксплуатационным возможностям, хорошо отлаженной ещё на ВК-1/2 сервисной службе и высоким для аппаратов этого класса техническим характеристикам (табл. 2), ещё долгое время занимала нишу полупрофессиональных ВМ для замкнутых ТВ систем (медицина, научные исследования, учебные телецентры)

Таблица 2. Технические характеристики видеомагнитофонов для прикладных ТВ систем производства ЛОМО

Характеристики	Модели видеомагнитофонов	
	ВК-1/2	ВМ-403
Способ записи	полукадровая наклонно-строчная запись одной головкой	покадровая наклонно-строчная запись
Количество головок	режим записи – 1 режим воспроизведения – 2	2
Ширина магнитной ленты, мм	12,7	12,7 хромдиоксидная
Скорость ленты, см/с	9,53	19,03
Скорость записи, м/с	10,9	10,86
Максимальное время записи, мин, не менее	120	60
Канал изображения: разрешающая способность, твл, не менее отношение сигнал/шум, дБ, не менее	250 38	450 42
Канал звукового сопровождения: полоса частот, Гц отношение сигнал/шум, дБ, не менее	63...10000 –	63...120000 45
Масса, кг	носимый блок записи с аккумулятором – 7,5 ВМ с блоком записи – 18	38
Габариты, мм	370×370×210	600×430×320
Питание	220В, 50Гц в стационарных условиях; аккумуляторное для носимого узла записи	220В, 50Гц + 12 В

Заключение

Внедрение в 1960-е гг. в телевизионное вещание страны принципиально новых технических средств – видеомагнитофонов – коренным образом изменило технологию производства и доставки населению телепрограмм. Стала возможной предварительная запись программ в студии, оперативный монтаж и, при необходимости, перезапись отдельных фрагментов, что повысило художественный уровень телепередач. Новая прогрессивная технология дала и существенный экономический эффект, т. к. позволила отказаться от дорогостоящей съёмки с экрана кинескопа на киноплёнку. Наконец, была решена проблема разницы во времени между Москвой и удалёнными регионами страны – население этих регионов стало получать программы центрального телевидения в удобное для него время.

Важно отметить, что создание первых вещательных видеомагнитофонов послужило мощным стимулом для организации в государственном масштабе производства новых магнитных и полимерных материалов, прецизионных высокоскоростных электродвигателей, полупроводниковых приборов со специальными характеристиками, разработки новых методов и средств измерений, что стало основой для дальнейшего развития перспективной отрасли отечественного приборостроения.

Литература

1. Olsen H. F. *A system for recording and reproducing television signals*, RCA Review, March 1954.
2. Axon P. E. *The BBC VERA*, EBU Review, Part A. Technical 49, May 1959.
3. Ginsburg, Anderson and Dolby, *Video Tape Recorder Design*, JSMPTE, Vol. 66, No.4, April 1957.
4. Исупов К. Л. *Устройство для магнитной записи звука на ленте*. Авт. свид. СССР № 34173, заявл. 14.05.32, выдано 31.01.1934.
5. Шульман М. Г. *Этапы истории развития магнитной видеозаписи в СССР*. Сборник “Материалы 24-й конференции Санкт-Петербургского отделения РНК по истории и философии науки и техники”, вып. 19, СПб, 2003 г., с.408-412.
6. Кашерининов Р. М., Раковский В. В., Комар В. Г. *Установка для магнитной записи изображения*. Техника кино и телевидения, 1960 г., № 2, с. 57.
7. Александров И. М., Шульман М. Г., Чернат О. И., Ковцов В. П., Слуцкий И. А. *Свидетельство СССР на промышленный образец № 409*, выдано 16.05.1968 г.
8. Шульман М. Г. *Видеомагнитофон “Электрон-2”*. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 55.
9. Слуцкий И. А., Галкин Н. Б., Королёв Ю. В. *Исследование лентопротяжных механизмов видеомагнитофонов методом электромеханических аналогий*. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 55.
10. Костин В. А., Александров И. М. *Системы регулирования натяжения ленты в аппаратуре магнитной записи (видеомагнитофон Электрон-2)*. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 61.
11. Смусь В. С. *Временные искажения воспроизведённого сигнала из-за неоднородной деформации ленты в лентопротяжных механизмах с наклонно-*

строчной записью. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 74.

12. Александров И. М., Бернан А. И., Дубовик И. В. Магнитные головки повышенной надёжности для видеозаписи. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 111.

13. Смуь В. С., Тудер Г. С. Система авторегулирования фазового положения магнитного носителя в студийном видеомагнитофоне. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 118.

14. Смуь В. С., Стрюченко А. А. Система авторегулирования скорости вращения электропривода видеоголовок видеомагнитофона Электрон-2. Тезисы докладов первой научно-технической конференции по теории и технике магнитной записи. Киев, 1969, с. 119.

15. Шульман М. Г., Костин В. А., Никонов Е. Н., Баронин М. П. Малогабаритный видеомагнитофон ЛОМО типа ВК-1/2. Техника кино и телевидения, 1972, № 1, с. 38-45.

16. Шульман М. Г., Слуцкий И. А., Зимарин В. К. Способ магнитной записи и воспроизведения телевизионного сигнала. Авт.свид. СССР №209530 от 11.10.1965 г.

17. Слуцкий И. А., Локишин М. Г., Шульман М. Г. Малогабаритный видеомагнитофон. Авт.свид. СССР №285279 от 20.05. 1969 г.

18. Шульман М. Г., Баланин Л. Н., Алексеев А. В. Запись цветных ТВ сигналов на видеомагнитофоне ЛОМО типа ВК. Техника кино и телевидения, 1975, № 1, с. 51-55.

Статья поступила 23 марта 2010 г.