

## Памяти Сидзуо Такано – Мистера VHS

77-48211/442788

# 09, сентябрь 2012

Самохин В. П.

УДК.929

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

[svp@iu3.bmstu.ru](mailto:svp@iu3.bmstu.ru)

## Памяти Сидзуо Такано – Мистера VHS

*Каждое поколение оставляет свой след в истории человечества, тем более заметный, чем более совершенными были доступные тогда технические средства записи и хранения информации. Видеомагнитофоны формата VHS (Video Home System) были созданы в Японии молодыми энтузиастами под руководством Сидзуо Такано (Shizuo Takano, 1923 – 1992), вопреки намерениям управляющей компании. До компьютеров и DVD, кассеты VHS были основным носителем видеоматериалов. За 1976...2006 годы было выпущено более 900 млн видеомагнитофонов VHS во всем мире*



静雄高野 (Shizuo Takano)

### ВВЕДЕНИЕ

В 1961 году фирмой AMPEX, основанной в Редвуд-Сити (Калифорния) под руководством русского инженера Александра Матвеевича Понятова (1892 – 1980), был создан первый видеомагнитофон (ВМ) с наклонно-строчной записью. Он послужил прототипом аналогичных аппаратов нескольких форматов, в том числе U-Matic, Betamax и VHS, разработанных в Японии на основе патентов, принадлежащих AMPEX.

История создания ВМ формата VHS формально связана с достижениями японской компании JVC (Victor Company of Japan), но его разработали вопреки намерениям руководства этой компании. Разработчиков VHS держали на задворках и даже хотели уволить. Никто тогда не мог даже представить, что они разработают бытовой ВМ и одержат

победу в беспрецедентной борьбе за мировое лидерство в сложнейшей области техники. В этой истории тесно переплелись решительность специалистов, угроза их увольнения, интрига секретности замыслов и привлечения союзников. В результате “лишние люди – обуза компании” создали стандарт VHS, перевернувший не только их судьбу, но и изменивший мировосприятие повсюду.

**Компания JVC (Victor company of Japan)** основана в 1927 году и изначально была японским подразделением американской корпорации Victor Talking Machine. В 1929 году Радиокорпорация Америки (RCA) купила Victor Talking Machine, тогда самого крупного производителя фонографов и записей для них, и она стала называться RCA-Victor. С 1930 года JVC – практически самостоятельная японская компания, специализирующаяся на выпуске проигрывателей и грампластинок с собачкой Ниппером на этикетках, благодаря которым получает мировую известность. В 1935 году Victor выходит на рынок приемников, но ее инженеры мечтали о воплощении более крупных проектов. Поэтому они внимательно следили за работами Кенджио Такаянаги (Kenjiro Takayanagi, 1899-1990), создающего японское телевидение.

В 1926 году Такаянаги сумел передать на экран модифицированной трубки Брауна изображение иероглифа, а в 1930 году продемонстрировал разработанную им модель электронного телевидения императору Хирохито. Вскоре стало известно о том, что русский ученый В.К. Зворыкин, работающий в RCA, возглавляемой тогда выходцем из России Дэвидом Сарновым, изобрел кинескоп, создающий очень четкое изображение. Такаянаги посетил США, где познакомился со Зворыкиным и его изобретением, а в 1935 году продемонстрировал улучшенную модель телевидения.

В 1937 году группу Такаянаги пригласили на работу в Исследовательский институт Национальной вещательной компании (NHK) для подготовки телевизионной трансляции токийских Олимпийских игр 1940 года. Здесь командой Такаянаги была разработана



Профессор Takayanagi



Иероглиф на экране трубки

передающая станция, а инженерами JVC совместно с компанией NHK и Такаянаги в 1939 году был создан первый японский телевизор. Возникли реальные перспективы дальнейших успехов в области телевидения, но их перечеркнула вторая мировая война.

После войны сотрудничество JVC с Такаянаги возобновилось, и в 1946 году он со своими соратниками перешел в компанию JVC, где был назначен генеральным менеджером отделения телевизионных исследований. Под его руководством в 1958 году создан первый в Японии цветной телевизор и усилились исследования в области магнитной видеозаписи. В 1973 году Такаянаги становится вице-президентом, а затем главным консультантом JVC.

### СИДЗУО ТАКАНО – МИСТЕР VHS

Так стали величать Такано сослуживцы и специалисты по видеотехнике, и ему принадлежит главная роль в практических достижениях на этом направлении.

Такано родился в 1923 году в Иокогаме. После окончания в 1943 году Технического колледжа в Хамамацу, профессором которого был Такаянаги, по специальности «точное машиностроение» он был призван инженером в военно-морской флот, где прослужил 2 года. После окончания войны он пришел в компанию Victor (Иокогама, 1946), где сначала занимался кинопроекторами.

В 1970 году Такано был назначен начальником отдела, занимающегося сборкой и распространением катушечных ВМ. Этот отдел был коммерчески убыточным из-за частых поломок и возвратов покупателями таких аппаратов, и ему грозила ликвидация. В то время компания Victor переживала тяжелый кризис. Ходили слухи, что начальнику этого отдела удастся продержаться в своем кресле не больше года.



**Истина в вине.** На одной из улиц Канагавы – района Иокогамы – располагалось питейное заведение, куда после работы любили заглянуть служащие. С предприятия Victor, расположенного в 100 метрах, сюда каждый день стал приходить и напиваться седовласый мужчина 47 лет. Это был Сидзуо Такано, отдел которого называли обузой компании, и в нем царил уныние. Покрыть расходы на зарплату персоналу 220 человек бола нечем. Кредит, который следовало вернуть головной компании, достиг 1 млрд иен.



Оценив ситуацию, Такано пришел к выводу, что выходом из положения может быть только создание надежного видеомэгнитофона, доступного по цене массовому потребителю, и перестал ходить в питейное заведение. Для достижения успехов на этом направлении следовало тщательно изучить мировой опыт выпуска аналогичной продукции за рубежом и разработать стратегию победы, но создание бытового ВМ позволило бы завладеть огромным рынком, оцениваемым тогда в 500 млрд. иен.

Лидером в этой борьбе за этот рынок в Японии была компания Sony, которая, используя новейшие технологические достижения, стремилась стать ведущей в мире. Ее успехи были широко известны, и в то время компания Sony считалась лучшим местом работы для выпускников технических вузов.

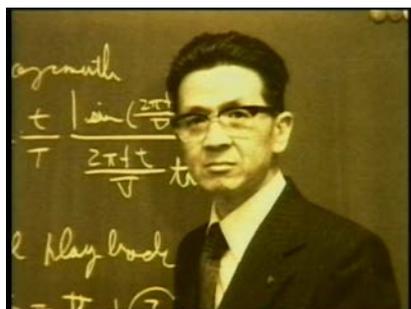


**Как это было.** Компания Victor, переживавшая в 1972 году кризис управления, решила отказаться от разработки новых видов продукции и сосредоточиться на продаже и модернизации уже существующей аппаратуры для предприятий. Поэтому 50 специалистов, в том числе Юма Сираиси (Yuma Shiraishi), которого называли правой рукой Такаянаги, были переведены из телевизионного отделения в отдел Такано. Они были расстроены, что их с исследований перевели на убыточное производственное направление. Но Такано, увидев их, с воодушевлением произнес: «Мне досталось сокровище, о котором нельзя было и мечтать». Он поделился с Сираиси замыслом самостоятельной разработки бытовой видеоаппаратуры, причем с минимальным числом участников, чтобы об этом не узнало руководство компании.

В апреле 1972 года была организована небольшая группа разработчиков «Проект X», в которую по рекомендации Сираиси вошли Ёсихико Оота (Yoshihiko Oota, 29 лет, инженер, занимающийся видеотехникой с 18 лет) и Хироюки Умэда (Hiroyuki Umeda, 24 года, конструктор опытных образцов новой продукции). Начался поединок, в процессе которого молодые специалисты, считавшиеся в компании дармоедами, в полной мере проявили свою квалификацию, целеустремленность и силу воли.



Osamu Oosone (2001 год)



Yuma Shiraiishi (1972 год)



Hiroyuki Umeda (2001 год)



Yoshihiko Oota (2001 год)



Sadao Momma (2001 год)

Пришлось, например, отделу, численность которого увеличилась до 270 человек, переходить на хозрасчет, чтобы зарабатывать средства на существование и проектирование. И все это под постоянным нажимом руководства компании, требующего на 30% сократить численность отдела, так как его задолженность по кредитам достигла 3 млрд. иен. Но Такано не пошел на увольнение своих сотрудников, а рассказал о своем проекте главному бухгалтеру отдела Осаму Оосонэ (Osamu Oosone), попросив его защитить отдел от нажима сверху. И тот проявил чудеса изобретательности, вводя в заблуждение руководство компании по вопросу перспективы реализации существующих ВМ и добывания средств.

Необходимо также было привлечь производство для изготовления деталей точной механики, без чего реализация проекта была бы невозможной. Такано удалось договориться об этом с Садао Момма (Sadao Momma), начальником небольшого завода точного машиностроения в Иокогаме, заманив его в упомянутое питейное заведение и прибегнув, кроме уговоров, к “бомбе” (так называют в Японии называют смесь пива и виски). В результате Момма поверил в перспективу, отказавшись от более выгодных заказов, и доверив тем самым Такано судьбу своих 50 сотрудников.

Для того, чтобы пустить пыль в глаза руководству компании, Такано создал сектор по сбыту из 20 специалистов своего отдела и сказал им: «Добудьте свою зарплату, продавая видеоаппаратуру». Став на время торговцами, эти специалисты получили ценнейшие данные о том, какая именно аппаратура интересует потребителя. Они были дилетантами в торговле и получали эти сведения, настойчиво предлагая видеоаппаратуру предприятиям, а также известным людям и обычным семьям.

В результате стало понятно, что большинство людей хотели бы видеть ВМ компактным и позволяющим делать продолжительную запись фильмов и спортивных соревнований. Так как у промышленных видеомэгниетофонов время записи составляло 1 час, группа «Проект X» поставила себе цель обеспечить двухчасовую запись.

**На финише.** В декабре 1974 года стало известно об успехах Sony в разработке бытового ВМ Betamax. Его размеры были гораздо меньше, чем у катушечных аналогов, при высоком качестве изображения и времени записи в течение часа. Но это только подстегнуло созданную Такано группу: все дружно перешли на сверхурочную работу, Сираиси похудел на 10 кг..., и в августе 1975 года, спустя три месяца от начала продаж ВМ Betamax, подготовка опытного образца ВМ VHS, который был на 5 кг легче Beta, была завершена!

Рынок бытовых приборов и техники всегда очень конкурентный, и компании скрывают друг от друга свои лучшие разработки. Но Сидзуо Такано понял, что для превращения ВМ в бытовой прибор нужно не конкурентное соревнование, а совместные усилия нескольких компаний. «Важно распространить в обществе стандарт VHS! Одной компании это не по силам» – таким был девиз Такано в тот период. Чтобы добиться признания нового формата, необходимы были союзники, и Такано пошел на беспрецедентный шаг. Он решил предложить опытный образец видеомэгниетофона без всяких условий другим фирмам.

3 сентября 1975 года опытный образец ВМ VHS продемонстрировали Коносукэ Мацусита (Konosuke Matsushita), президенту компании Matsushita. Реакция была однозначной: "Beta – это товар, за который можно дать сто очков, а VHS заслуживает все 150!"



**K. Matsushita и S. Takano (1975 год)**

Затем был установлен контакт с компанией Hitachi, которая тогда отказалась от собственной разработки и собиралась выпускать ВМ Beta. Там удивились тому, что им дают без всяких условий опытный образец продукции. "Это было немыслимым для общества, в котором велась конкурентная борьба вокруг бытовой электротехники. Такано поверил нам и дал аппаратуру. Мы подумали: отлично, с его людьми можно работать", – записал в дневнике Энджи Миямото (Anji Miyamoto), начальник отдела компании Hitachi. Такано стал обходить и другие крупные фирмы-производители (позднее к их числу присоединились Akai, Mitsubishi, Sharp и др.) и призывал создать межфирменную группу для распространения видеоаппаратуры VHS. В результате удалось объединить лучшие разработки во время невероятной конкуренции для того, чтобы люди во всем мире могли смотреть у себя дома

покупные и свои видеозаписи при невысоких затратах. Все это сыграло решающую роль в грядущей победе VHS над видеомагнитофонами конкурирующих форматов.

На заключительной стадии работы над опытным образцом велись днем и ночью. В редкие свободные минуты Такано уединялся в своем саду, где выращивал бонсаи – карликовые сосны. С проектом связали свои судьбы все 270 его подчиненных. В случае поражения

он собирался подарить им по одной такой сосне, принеся тем самым свои извинения.

**Мир в ожидании прорыва.** Середину 70-х годов, предшествующую появлению формата VHS, можно охарактеризовать, как период ожидаемого во всем мире прорыва в области бытовой видеотехники. В то время уже выпускались в Европе и осваивались в СССР ВМ форматов VCR, VCR LP и SVR фирм Philips и Grundig с блоком вращающихся головок (БВГ) диаметром 105 мм. Кассеты с катушками ленты на одинаковом уровне (компланарной) для них не было, а была только двухэтажная, что усложняло механизм заправки ленты в лентопротяжный механизм (ЛПМ) кассетных моделей. Эти ВМ не оснащались ТВ тюнерами, не обеспечивали записей по собственному таймеру и беспроводного дистанционного управления, требовали деликатного обращения и отличались низкой ремонтопригодностью, т.е. были дороги как сами по себе, так и в эксплуатации. Кроме того, для их применения необходимо было “хирургическое” вмешательство в телевизоры, не имеющие низкочастотных входов, а таких тогда было подавляющее большинство. Мало продавалось фирменных видеозаписей, да и они часто воспроизводились с низким качеством из-за плохой взаимозаменяемости.

Компании Philips и Grundig конечно же работали над устранением перечисленных недостатков и созданием новой электроники с высокой степенью интеграции, что в Японии было хорошо известно. Поэтому на победу, тем более в соревновании с такими грандами бытовой техники, можно было рассчитывать только в случае убедительных и экономически рентабельных решений по всем проблемным вопросам, без исключений. Претендующий на победу бытовой ВМ должен быть приемлем по цене, совместимым с обычным телевизором, обеспечивать как минимум 2 часа непрерывной записи с достаточно высоким качеством изображения, быть простым и недорогим в эксплуатации. Реализация этих концептуально заманчивых проектов оказалось очень сложной и дорогостоящей.

Следует подчеркнуть, что без высокой серийности выпуск такой сложной бытовой техники, как видеомагнитофоны, оказывается убыточным. Как показывает мировой опыт, чтобы оправдать затраты на подготовку производства, комплектующие и получить прибыль видеомагнитофоны нужно выпускать миллионами штук. В свою очередь серийность

массовой продукции зависит от уровня ее разработки, технологической оснащенности производства и минимизации на нем “человеческого фактора”. Так как видеомагнитофон – это в первую очередь прецизионное электромеханическое устройство, его эксплуатационные показатели определяются совершенством конструкции и точностью изготовления ЛПМ. Поэтому бытовые ВМ должны изготавливаться только на автоматизированных производствах, оснащенных уникальным оборудованием.

**7 сентября 1976 года в конференц-зале токийского отеля «Okura» был продемонстрирован первый кассетный видеомагнитофон JVC HR-3300 формата VHS.**



Но разработки более совершенной канальной электроники, тюнерной и таймерной частей ВМ, высокочастотного конвертера сопряжения ВМ с телевизорами по антенному входу продолжались, продумывались эргономика и дизайн. Весьма существенно, что уже записывались фильмы на кассетах VHS, моментальному распространению которых способствовала отлаженная дилерская сеть грампластинок JVC. Словом, почти все принципиальные вопросы, с помощью таких именитых союзников, как Matsushita и других, были решены, и время появления бытовых ВМ и записей VHS на мировом рынке оказалось стратегически верным. В 1977 году они появились в США, а год спустя – в Европе.

**Битва форматов.** За право быть первым боролись не только японские компании.

Одновременно с Beta и VHS какое-то время выпускались ВМ формата SVR с более высоким качеством записи и продолжительностью 4 часа. Кроме того, Philips начал разработку ВМ Video-2000 с переворачивающейся кассетой, обещая не только лучшее качество изображения и большее время записи, но и 100-процентную взаимозаменяемость записей. Благодаря установке вращающихся головок на биморфах, они могли изменять свое положение, следя за строчками записи магнитной ленты.

В 1981–83 годах война форматов еще продолжалась. В лагере Beta собрались фирмы Sony, Sanyo, Toshiba и NEC, а VHS объединил вокруг себя JVC, Akai, Hitachi, Mitsubishi, Matsushita, Sharp и др. Каждый из союзников VHS внес свой технический вклад в совершенствование ВМ этого формата, и VHS стал побеждать

В 1982 году Akai представила систему экранных меню и дистанционного программирования таймера. В том же году появились компактные кассеты VHS-C и адаптер

для них в виде полноразмерной кассеты VHS, а Sharp выпустил для них первую портативную деку с питанием от аккумуляторов, которая предназначалась для работы с видеокамерами. В 1983 году появились монтажные модели VHS с высококачественным ЧМ-звуком и фронтальной загрузкой кассеты, а год спустя камкордеры VHS Compact. Ответ Sony выпуском камкордера Betamovie оказался громоздким на фоне Videomovie VHC-C. В 1985 году Matsushita выпустила камкордер NV-M1, работающий на стандартной кассете VHS. В результате отставание снова пришлось ликвидировать Sony, что она успешно сделала, довольно быстро разработав камкордеры форматов Betacam, Video 8 и Hi8. Но в 1987 году появляется стандарт Super VHS и первые камкордеры этого формата, а год спустя первые BM формата S-VHS приходят в Европу. В сочетании с фонограммой Hi-Fi-стерео и монтажными функциями BM и камкордеры S-VHS стали популярными в секторе видеожурналистики и хорошим дополнением к любой профессиональной системе электронного монтажа.

**Капитуляция конкурентов.** Летом 1984 года лагерь сторонниц Beta покинула Toshiba, Philips представил свои BM формата VHS и отказался от V-2000 в 1985. Осенью того же года это сделал Grundig. Наконец, в середине 1988 года первый BM VHS выпустила Sony, тем самым признав свое поражение. По нескольким параметрам аппаратура капитулирующих форматов не уступала, а по качеству изображения превосходила VHS. Оценивая сегодня причины, по которым победил VHS, следует признать, что качество изображения само по себе не является фактором, определяющим массовый спрос видеотехники. Более важным является ее цена и доступность видеозаписей. Поэтому победа VHS явилась результатом высокой серийности (умеренной цены) продукции и взаимозаменяемости записей, а также широкой сети распространения кассет с ними. К тому же стала процветать индустрия видеопиратства, предпочитающая BM VHS аналогам других форматов из-за низких эксплуатационных расходов.

В 1986 году Такано стал вице-президентом компании JVC. Он часто без предупреждения приезжал на предприятие в Иокогаме и находил слова благодарности для каждого из своих соратников, помня их по именам. В 1990 году он ушел с поста вице-президента компании. На его проводы пришли все сотрудники отделения видеотехники. Его знаменитые слова из прощальной речи: "Мы все горели желанием. Гореть желанием – это прекрасно. Бог послал мне таких замечательных людей. Дорогие друзья, старайтесь мечтать и стремиться к воплощению своей мечты!"

Через два года Такано скончался от рака. 21 января 1992 года катафалк с телом Такано подъехал к столь памятному для него предприятию в Иокогаме. Все сотрудники вышли проводить Такано в последний путь. Они написали на плакате: "Мистер VHS – Сидзуо Такано, спасибо! Спи спокойным сном".

Совершенствование BM VHS продолжалось и далее. В 1994 году стали выпускаться широкоформатные BM W-VHS, а в 1997 – D-VHS с цифровой записью на кассету VHS и поддержкой воспроизведения аналоговых видеозаписей. На основе компонентов VHS была разработана также профессиональная аппаратура форматов D9 (Digital S, 1995) и D9 HD (2000) для цифровой (4:2:2) видеозаписи компонентных видеосигналов. Появились совмещенные продукты, например, HDD/DVD/VHS рекордеры.



Сидзуо Такано и его жена Тизко на прощальных проводах (1990 год)



Прошло 25 лет после презентации первой модели ВМ HR-3300, потом 10 лет с даты кончины Сидзуо Такано, а его вдова Тиэко продолжала ухаживать за теми самыми, оставшимися от него бонсаи ...

**11 октября 2006.** «...На заводе JVC в Иокогаме, команда инженеров, во главе с Сидзуо Такано и Юма Сираиси разработали формат VHS. Они видели необходимость бытовых видеомэгнитофонов и воплотили свои идеи в уникальные изобретения...» – такие слова выбиты на памятной доске IEEE Milestone, установленной в центре развития технологий компании JVC в год празднования 30-летнего юбилея VHS. Этой наградой признается также статус формата VHS как глобального стандарта домашней магнитной видеозаписи.



IEEE Milestone учреждена в 1983 году и означает мировое признание достижений в электротехнике, электронике и вычислительной технике имеющими значительные социальные и исторические последствия. Всего этой наградой отмечено более 120 достижений, с 1751 года до наших дней, из них 8 в Японии (шестая у VHS) одно в России (А.С. Попов).

*При подготовке очерка использованы факты и кадры из видеофильма «Проект ИКС – Люди, бросающие вызов», снятого в 2001 году японской компанией NTK с использованием материалов фонда Такаянаги.*

Литература:

1. В.П. Самохин. Кассетным видеомэгнитофонам формата VHS – 30 лет: страницы истории. – М.: «Радио», 2006, №10, с. 14-17, №11, с. 13-15, №12, с. 10-13, 2007, №1, с. 12-14.
2. Пресс-релиз: JVC Awarded Prestigious IEEE Milestone for Development of VHS Video <http://www3.jvckenwood.com/english/press/2006/ieee.pdf> (дата посещения 1 августа 2012года).

## Приложение

### ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

**Формат сигналограммы.** Форматные параметры аналоговых ВМ с наклонно-строчной записью, существующие при разработке VHS или конкурирующие с ним в дальнейшем, приведены в таблице. Из нее следует, что возможностей увеличения плотности записи путем уменьшения скорости ленты у разработчиков VHS практически не было.

Параметр	Форматы кассетных видеомagneтофонов системы PAL (SP)					
	U-Matic	SVR	VHS и S-VHS	Betamax	V-2000	Video 8 и Hi8
Ширина магнитной ленты, мм	19	12,65	12,65	12,65	12,65	8
Полевой сдвиг строк, к	3,5	1,5	1,5	1	1,5	2
Скорость головка-лента, м/с	8,54	8,18	4,85	5,83	5,08	3,14
Скорость магнитной ленты, мм/с	95,3	39,48	23,39	18,73	24,42	20,05
Диаметр БВГ (D), мм	110	105	62	74,487	65	40
Угол ( $\theta$ ) винтовой	4°58'	3°41'7"	5°56'7,4"	5°	2°38'0,5"	4°53'7,6"
Ширина/шаг строчек записи, мкм	855/137	51	49	32,8	22,6	34,4
Угол наклона зазора головок	–	±15°	±6°	±7°	±15°	±10°
Ширина поля видеозаписи, мм	15,5	10,6	10,6	10,6	2x4,85	5,6
Размеры кассеты, мм	221x140x32	126x145x41	188x104x25	155x94x25	183x111x26	95x62x15
Площадь строчки записи, мм <sup>2</sup>	29,5	8,4	4,7	3,9	2,4	2,26

Действительно, выбирать параметр  $k=1$  было рискованно, так как это ухудшало качество продольной фонограммы, требовало диска блока вращающихся головок (БВГ) с головками укороченной на треть длиной рабочих зазоров и их углового смещения на полстроки. Поэтому прототипом VHS можно считать VCR с уменьшенным в 1,7 раза диаметром БВГ. Получающееся при этом уменьшение полосы пропускания канала изображения было решено компенсировать путем создания высокоэффективных магнитных головок и магнитных лент с разрешающей способностью по длине волны записи  $\lambda$  не хуже 1 мкм. Выбор  $D=62$  мм, при сохранении эффективной ширины поля видеозаписи (10,07 мм на  $180^\circ$ ) соответствует углу винтовой линии БВГ  $\theta_0$ , а  $k=1,5$  – скоростям магнитной ленты в режиме SP, равным 33,35 и 23,39 мм/с для систем NTSC и PAL/SECAM соответственно.

Вид фрагмента сигналограммы формата VHS PAL со стороны основы магнитной ленты с вырезанной центральной частью показан на рис 2.

Расположение зон записи видеосигналов телевизионных строк с их номерами на рабочем слое магнитной ленты у аналоговых ВМ системы PAL VHS на рис. 1.



**Рис. 1. Формат записи сигналов ТВ (50 Гц/625 строк)**

Эти зоны имеют вид микроскопических параллелограммов, зеркально отличающихся из-за противоположности разворотов рабочих зазоров вращающихся головок. Каждая из них записывает целое поле телевизионного сигнала (312,5 строк), а две головки – весь кадр (625 строк), намагничивая на ленте соприкасающиеся наклонные строчки.

Так как несовершенства электромеханики ВМ приводят к воспроизведению мешающих сигналов со смежных строчек записи, необходимо, чтобы из-за этого не возникали сбои телевизионной синхронизации. Поэтому скорость движения магнитной ленты  $V_L$  у ВМ выбирается так, чтобы эти сигналы с рабочей и соседних строчек записи воспроизводились одновременно (выбор по методу строчной корреляции).

Скорости  $V_L$ , выбираемые по этому критерию, удовлетворяют формуле [1]:

На нем, в частности показано, что запись двух телевизионных строк занимает на магнитной ленте зону размерами 0,62x0,049 мм, 97 мм длины строчки записи занимает запись одного телевизионного поля (312,5 строк), а всех полей – 10,07 мм ширины магнитной ленты.

$$V_n = k\pi DF_v / [(m+2k)\cos\theta_0],$$

где  $F_v = 50$  Гц и  $m=625$  для систем PAL/SECAM,  $D$  – диаметр БВГ,  $\theta_0$  – угол захода на БВГ винтовой опорной направляющей, а  $k$  – полевой сдвиг в полуцелом количестве строк, появляющийся из-за движения магнитной ленты.

Видно также, что при  $k = 1,5$  видеосигналы, записываемые в смежных строчках на магнитной ленте, коррелированы по составляющим синхронизации и цветоразностным сигналам R–Y и B–Y, передаваемым поочередно в красных и синих строчках системы PAL [1].

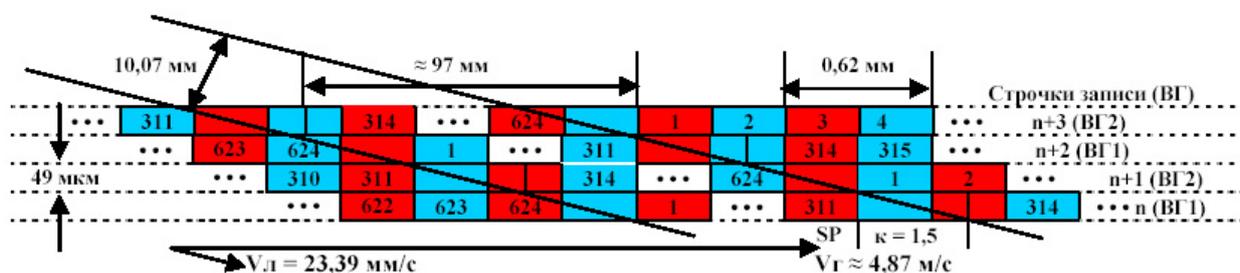


Рис. 2. Фрагмент сигналограммы формата VHS PAL SP

**Канал изображения.** Методы преобразования видеосигналов в канале изображения ВМ VHS аналогичны разработанным фирмой Ampex. У ВМ VHS тоже перед записью композитный видеосигнал (ПЦТС) разделяется фильтрами на составляющие яркости и цветности, первая из которых преобразуется в частотно-модулированный (ЧМ) сигнал с освобождением низкочастотной части спектра, куда методом гетеродинарования переносится вторая. В узкополосных ВМ предшествующих VHS форматов использовалась частота гетеродина канала цветности около 5 МГц, но не привязывалась к частоте строчной синхронизации.

При разработке особое внимание было уделено подавлению шумов цветности. Дело в том, что ВМ, записывающие сигналограмму без защитных промежутков между строчками записи и содержащие даже совершенные ЛПМ, неизбежно воспроизводят мешающие сигналы с соседних строчек записи, причем особенно вредными являются плохо ослабляемые за счет азимутальных разворотов рабочих зазоров вращающихся головок низкочастотные помехи на составляющие синхронизации и цветности полезного видеосигнала. Проблема компенсации этих помех для видеосигналов с квадратурной модуляцией поднесущей цветности была решена их детерминированием путем введения дополнительной фазовой манипуляции и применением гребенчатых фильтров [1].

Блок-схема канала изображения VHS в режиме записи показана на рис. 3. Здесь перенос поднесущей  $F_s = 4,43361875$  МГц цветности PAL ( $F_h = 15625$  Гц) на частоту  $F_c = 40F_h + F_h/8 = 626,953125$  кГц производится с двойным преобразованием частоты. При этом в сигнал  $F_c$ , записываемый одной из головок, вводится дополнительная фазовая манипуляция с запаздывающим

сдвигом на  $90^\circ$  от строки к строке, а частота основного гетеродина  $F_0$  выбрана равной  $F_S + 40F_h + F_h/8 = 5,060571875$  МГц.

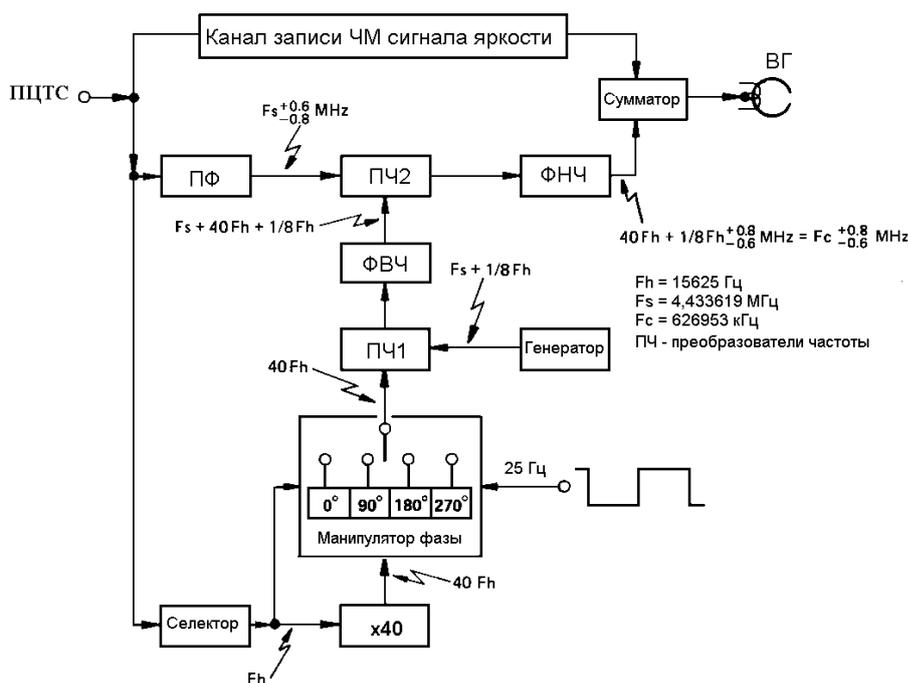


Рис. 3. Структурная схема записи сигналов цветности (VHS PAL)

В результате обратной фазовой манипуляции мешающие сигналы цветности, воспроизводимые со смежных строчек записи, оказываются противоположными по фазе с периодом 2 строки и компенсируются гребенчатым фильтром с линией задержки на 2 строки (128 мкс). С той же целью у ВМ системы NTSC фазовая манипуляция на  $90^\circ$  от строки к строке вводится для сигналов, записываемых обеими головками, но в противоположных направлениях, а при воспроизведении применяется гребенчатый фильтр с задержкой на одну строку.

Так как описанные ухищрения бессмысленны для видеозаписи сигналов цветности системы SECAM, перенос сигналов цветности у ВМ VHS этой системы по стандарту МЭК надлежит производить путем деления и умножения их частоты на 4 при записи и воспроизведении соответственно.

Блок-схема канала записи сигналов цветности SECAM приведена на рис. 4.



Рис. 4. Структурная схема канала записи видеосигналов SECAM

Достоинством канала цветности VHS SECAM является его простота и достаточно высокое качество цветного изображения, так как при этом не нарушается исходное переплетение спектров видеосигналов и в пределах полосы пропускания не возникает заметных комбинационных помех. К

сожалению, у BM VHS PAL/MESECAM, захвативших рынок СССР, такого канала цветности нет, а используется канал PAL с заблокированной системой гребенчатого фильтра шумов цветности. Очевидно, что видеозаписи SECAM и MESECAM несовместимы по цветности.

**Блок вращающихся головок.** Для реализации форматов наклонно-строчной записи необходимо, чтобы магнитная лента, соприкасаясь с полуокружностью БВГ, двигалась, одинаково прилегая к его поверхности, точно по винтовой линии. Если из-за погрешностей лента отклонится от заданного для VHS направления более чем на 30" (угловых секунд) или более чем на 25 мкм (половина ширины строчки записи), сигнал с нее будет частично пропадать. Поэтому поверхность БВГ всегда содержит опорную направляющую, контактирующую с нижним краем магнитной ленты. В европейских BM эта направляющая была отдельной полосковой деталью, положение которой относительно БВГ юстировалось вручную. Так как при этом могла потребоваться коррекция пространственного положения любого компонента ЛПМ, контактирующего с лентой, грамотно выполнить его юстировку могли только механики высшей квалификации, которые “кожей чувствовали”, какую из стоек ЛПМ и в какую сторону нужно слегка подогнуть для того, чтобы лента правильно села на винтовую направляющую. Разумеется, о гарантии взаимозаменяемости при массовом производстве ЛПМ с такой конструкцией БВГ можно было только мечтать. Поэтому для BM VHS были созданы уникальные станки с программным управлением, обеспечивающие изготовление с необходимой точностью неподвижной части цилиндра БВГ и винтовой направляющей на нем из одной заготовки.

Фотография блока вращающихся головок BM Panasonic NV-G7 показана на рис. 5. Он состоит из неподвижной части с цилиндрической винтовой направляющей и верхнего диска с головками (антифрикционное покрытие из карбида титана ему золотистый цвет). На его поверхности видны 5 кольцевых микроканалов, обеспечивающих стабилизацию воздушной подушки, возникающей между магнитной лентой и поверхностью вращающегося диска. Встроенный в бесколлекторный двигатель постоянного тока расположен в нижней части конструкции БВГ. На его неподвижной части видна полость, в которую вставляется мощный транзистор блока питания BM. Рассеиваемая им мощность создает некоторое превышение температуры БВГ над окружающей.

Для БВГ были также разработаны прецизионные малозадающие шарикоподшипники. Наиболее совершенные БВГ, например, фирмы Toshiba, содержат встроенные предусилители сигналов вращающихся головок. →

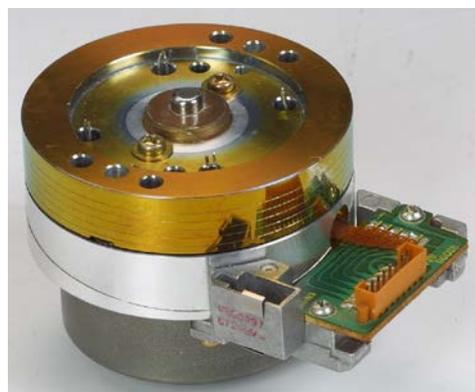
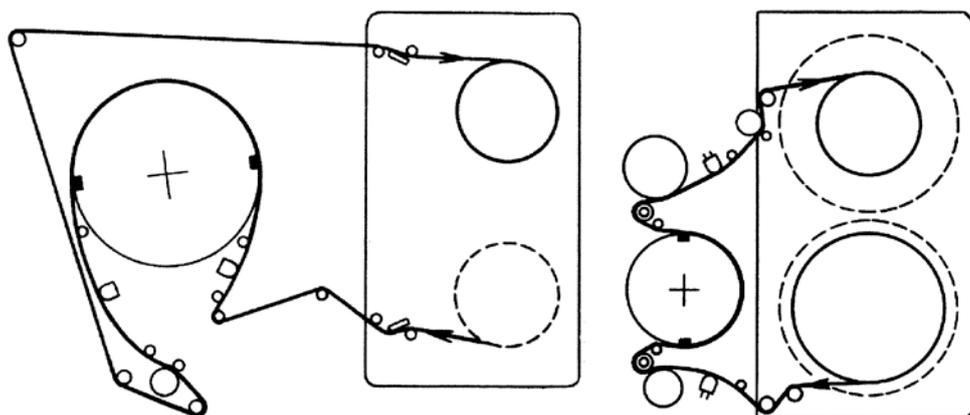


Рис. 5. БВГ BM Panasonic NV-G7



**ЛПМ и механизм заправки.** В VM Beta применили механизм U-заправки с поворотной платформой, аналогичный используемой в VM U-Matic. (рис. 6а). Для VM VHS был разработан механизм M-заправки (рис. 6б), извлекающий ленту из кассеты и заправляющий ее в ЛПМ перемещением двух направляющих вилок. Каждая из них содержит вертикальный ролик из фторопласта с износостойким наполнителем и цилиндрическую наклонную стойку из нержавеющей стали, создающие из-за движения по ним магнитной ленты углы ее захода на цилиндрическую поверхность БВГ и выхода.

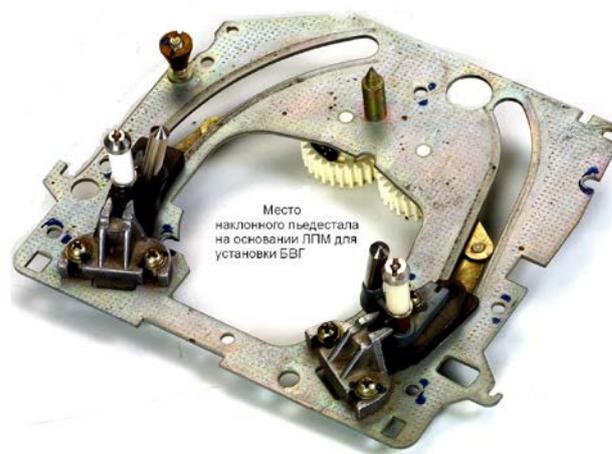


**Рис. 6. ЛПМ кассетных видеомagneтофонов: а) с U-заправкой, б) с M-заправкой**

Покинув левую наклонную стойку и попав на БВГ, магнитная лента начинает навиваться на цилиндр БВГ по траектории спадающей по высоте винтовой линии (рис. 6). Ось цилиндра БВГ отклонена от вертикали так, чтобы бы высоты захода лентой левой и покидания правой наклонных стоек были одинаковы, что необходимо при использовании компланарной кассеты. Особое значение имеет точность пространственной ориентации в режимах записи и воспроизведения заправочных направляющих. Например, их носители у VM Panasonic связаны металлическими рычагами с приводными пластмассовыми шестернями, как показано на фотографии рис. 7, и могут свободно скользить по профилирующим прорезам стального основания механизма заправки.



**Рис. 6. Фрагмент ЛПМ VHS**



**Рис. 7. Детали механизма M-заправки**

В состоянии заправки ленты носители направляющих упираются в ловители, фиксирующие вращающиеся ролики в вертикальных положениях. Прижимы к ловителям с усилием не менее 1 кг создаются пружинами, расположенными в пластмассовых шестернях механизма заправки. В ЛПМ первого поколения VM VHS предусматривались повороты наклонных направляющих относительно вертикальных и регулировка положений ловителей. Это позволяло обеспечивать соответствие сигналограммы форматным требованиям при погрешностях угловой установки БВГ и наклонных направляющих до 2' за счет изменения избыточности поля видеозаписи по ширине магнитной ленты в пределах 10,07...10,6 мм [1].

Размеры кассеты VHS получились больше, чем кассеты Beta, но механизм M-заправки в целом оказался технологичнее и в меньшей степени травмирующим магнитную ленту. В итоге оказались удачными решения как по механизму M-заправки кассеты, так и по выбору ее размеров. В художественной упаковке она выглядит как бестселлер популярного размера.

**Электродвигатель с осевым возбуждением.** Необходимость в двигателе нового типа возникла после разработки механизма фронтальной загрузки кассеты. Он получился компактным, и уменьшению размера видеомэгнитофона по высоте стала препятствовать длина электродвигателей. Возникла идея радикального уменьшения длины счет увеличения диаметра электродвигателя и перехода от радиального возбуждения к осевому. В отличие от типовых двигателей, статор двигателя с осевым возбуждением расположен под ротором и воздействует на намагниченную торцевую поверхность ротора.

Фотография двигателя ведущего вала с осевым возбуждением показана на рис. 8. Особенности конструкции является отсутствие у него собственного корпуса, т.е. двигатель как таковой появляется в результате сборки ЛПМ. Ротор двигателя представляет собой диск с 8-полюсным магнитным диском на нижней стороне, прилегающей к обмоткам статора, и периферийным кольцом пластика с многополюсным намагничиванием. При вращении оно воздействует на расположенную вблизи него

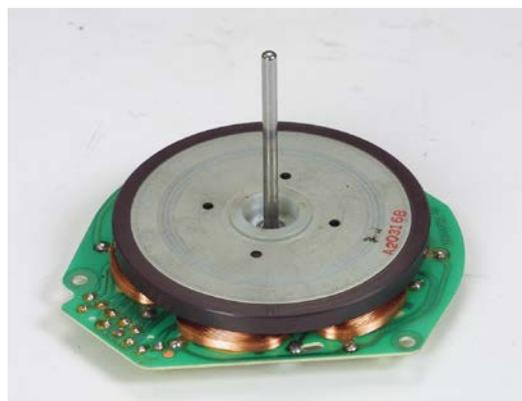


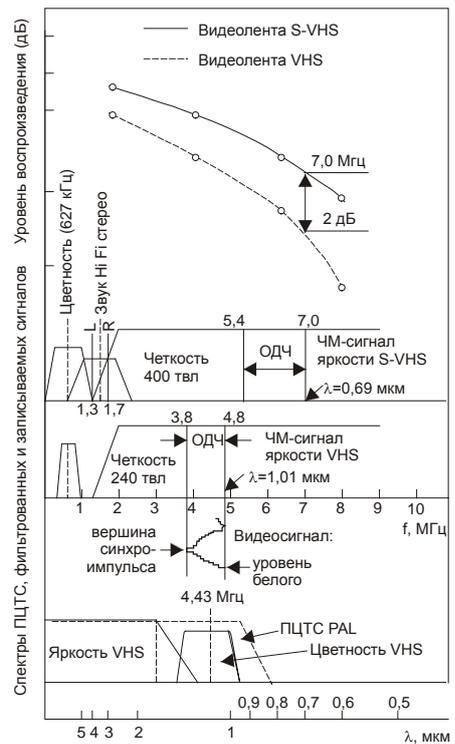
Рис. 8. Двигатель с осевым возбуждением

расположенную вблизи него магнитную головку (на рис. 8 не показана), индуцируя импульсы, частота которых пропорциональна скорости вращения двигателя.

**Видеомагнитофоны S-VHS.** На рис. 9 показаны характеристики магнитных лент и спектрограммы преобразований сигналов в каналах изображения и ЧМ-звука BM S-VHS и VHS. На нем видно, разрабатывая формат S-VHS, пришлось бороться за каждый дБ отдачи воспроизводимого ЧМ-сигнала сигнала яркости.

Формат VHS создавался, когда разрешимая длина волны записи  $\lambda$  у высококачественной магнитной ленты была около 1 мкм, что ограничивало диапазон основной девиации частоты (ОДЧ) канала яркости в пределах 3,8 – 4,8 МГц и четкость изображения величиной 240 твл.

Улучшение качества магнитных лент и головок позволило уменьшить рабочую длину волны записи до 0,69 мкм, увеличить полосу пропускания канала изображения до 5 МГц, пределы ОДЧ и четкость изображения до 400 твл.



**Рис. 9. Характеристики VHS и S-VHS**

**На закате эры VHS.** В новом веке у BM JVC появились новые модели, например, с БВГ DD

(Dynamic Drum), изменяющим свою пространственную ориентацию так, чтобы в режимах Cue и Rewind ускоренного просмотра вращающиеся головки не пересекали строчек записи, как показано на рисунке 10. При этом исключаются



**Рис. 10. Изменение ориентации БВГ в режиме Cue**

шумовых полос на изображении, возникающие из-за выпадений ЧМ-сигнала в местах пересечений. Из них особо следует отметить модели S-VHS с транскодером SECAM>PAL, например, JVC HR-S9855E (модель 2003 г.) с ЧМ-звуком, режимами S-VHS ET и EP. Дело в том, что BM S-VHS SECAM так и не были разработаны из-за трудностей фильтрации сигналов цветности, не затрагивающей сигнала яркости в полосе частот ПЦТС до 5 МГц. Поэтому появление BM S-VHS с транскодером SECAM>PAL решило, наконец, проблему достаточно качественной видеозаписи вещательного телевидения SECAM, причем даже на скорости EP (в 3 раза меньше номинальной), с вполне приличной фонограммой и на типовых кассетах VHS категории HG (режим S-VHS ET).

Тем не менее, эра видеомагнитофонов VHS завершается, спрос, номенклатура моделей и объемы их выпуска неуклонно сокращаются. Новое поколение пользователей переходит на HDD/DVD-рекордеры и цифровую видеозапись на карты памяти, но, к сожалению, вряд ли в цифровом мире победит единый мировой стандарт, как это получилось у формата VHS.

Литература:

1. Афанасьев А. П., Самохин В. П. Бытовые видеомагнитофоны. – М: Радио и связь, 1989, 160 с.

## In Memory of Shizuo Takano – Mr. VHS

**77-48211/442788**

# 09, September 2012

Samokhin V.P.

Russia, Bauman Moscow State Technical University

[svp@iu3.bmstu.ru](mailto:svp@iu3.bmstu.ru)

A brief overview of basic steps in developing the format VHS of the magnetic video tape recording, made in JVC under the guidance of Shizuo Takano, Japanese engineer and inventor, is presented. Some biographical information about S. Takano, as well as certain interesting facts from his life and work are given.

---

**Publications with keywords:**[Poniatoff](#), [video tape recorder](#), [Shizuo Takano](#), [Takayanagi](#), [Shiraishi](#), [Sony](#), [Betamax](#), [JVC](#), [VHS](#), [K. Matsushita](#)

**Publications with words:**[Poniatoff](#), [video tape recorder](#), [Shizuo Takano](#), [Takayanagi](#), [Shiraishi](#), [Sony](#), [Betamax](#), [JVC](#), [VHS](#), [K. Matsushita](#)

---

### References

1. Afanas'ev A.P., Samokhin V.P. *Bytovye videomagnitofony* [Home videotape recorder]. Moscow, Radio i sviaz', 1989. 160 p.