

Министерство высшего и среднего специального образования  
Р С Ф С Р

Ордена Трудового Красного Знамени  
Научно-исследовательский радиопизический институт (НИРФИ)

Препринт № 89

ОЦЕНКА ИСКАЖЕНИЙ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА  
ИЗ-ЗА ПАРАЗИТНОЙ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИИ  
ПРИ ПРЯМОЙ ЗАПИСИ ЕГО ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ЧАСТИ

А.И. Гречихин,  
В.А. Гусева,  
В.Д. Красильников

Горький - 1976 г.

## **А н н о т а ц и я**

Приведены экспериментальные результаты оценки искажений, которые могут возникнуть из-за паразитной амплитудной модуляции при двухканальной магнитной записи широкополосного телевизионного сигнала, когда низкочастотная часть спектра сигнала записана с помощью частотной модуляции, а высокочастотная — методом прямой записи.

Система головка-лента-головка (ГЛГ) современных аппаратов магнитной записи широкополосных сигналов имеет полосу пропускания до 10-15 МГц. Это позволяет качественно записывать сигналы вещательного телевидения с полосой до 6-6,5 МГц при помощи частотной модуляции (ЧМ). При необходимости записывать сигналы с более широкой полосой спектра и без избыточности (например, малокадровое телевидение с полосой до 10 МГц) можно воспользоваться одним из простейших способов двухканальной магнитной записи с частотным разделением, ЧМ-записью низкочастотной части спектра сигнала (в полосе 0-6 МГц) и прямой записью полосы 6-10 МГц.

При прямой записи высокочастотной части телевизионного сигнала на его качество влияет паразитная амплитудная модуляция (ПАМ), возникающая в системе ГЛГ по различным причинам. Этот вопрос мало изучен. Поэтому в связи с актуальностью записи широкополосных сигналов представляет интерес исследование влияния ПАМ в указанном способе двухканальной записи при выбранном соотношении полос.

Известно [1, 2], что квантование высокочастотной части спектра телевизионного сигнала можно делать не на 100-130 уровней (что необходимо для низкочастотной части), а всего на 5-8 уровней без заметного снижения качества, причем, чем уже и выше по частоте полоса частот этой части, тем на меньшее число уровней возможно квантование [1]. Можно ожидать, что, если коэффициент ПАМ будет эквивалентен изменениям уровня меньшим, чем

допустимый интервал квантования, то искажения сигнала не будут заметны.

Цель настоящей работы — экспериментальная оценка воздействия ПАМ в канале прямой записи на качество телевизионного сигнала при указанном способе двухканальной записи.

При экспериментальном исследовании были сделаны следующие допущения: а) в качестве модели использовался стандартный вещательный сигнал с пропорциональным разделением на полосы 0–4 и 4–8 МГц; б) высокочастотная часть спектра модулировалась по синусоидальному закону; г) не учитывалось влияние относительных временных сдвигов между частями сигнала в двухканальной системе; д) считалось, что система ГЛГ не вносит других искажений, кроме ПАМ. Проведение такого эксперимента дает возможность простыми средствами оценить влияние на качество сигнала в целом одного из самых главных источников искажений, присущих прямой записи.

Блок-схема, моделирующая воспроизведение сигнала, приведена на рис. 1. Для разделения спектра применялись трансверсальные фильтры [3] с линейной фазочастотной характеристикой на двух многоотводных линиях задержки типа ЛЗРП — 0,55–300–Т. Блок балансного модулятора имитировал процессы, приводящие к появлению ПАМ. Глубина модуляции до 100%, частота модуляции 25 Гц — 30 кГц. Амплитудно-частотные характеристики каждого из каналов и общая характеристика тракта приведены на рис. 2. Коэффициенты передачи по каналу нижних частот на частоте 1 МГц и по каналу верхних частот на частоте 5,5 МГц равны единице. Линии задержки в каналах обеспечивают выравнивание запаздывания отдельных частей сигнала, что визуально определялось по симметрии импульсного отклика. В канале верхних частот мог устанавливаться ограничитель с целью ограничения ПАМ.

Установка включалась в разрыв между детектором и видеусилителем телевизора "Крым-208" УЛПТ-81-11-8. Качество изображения оценивалось визуально по тест-таблице и различным сюжетам на экране кинескопа, а также по фотографиям с экрана.

На рис. 3 приведены временные характеристики каналов (а,б) и системы в целом (в) (масштаб отклика канала верхних частот увеличен по оси ординат в 2,5 раза, масштаб по оси времени определяется частотой "заполнения" этого отклика - 5,5 МГц). Импульсные отклики каналов достаточно симметричны, что говорит о линейности фазочастотных характеристик. Отключение канала верхних частот приводит к снижению четкости изображения, что можно отметить, сравнивая отклики 3б и 3в. Влияние ПАМ заметно лишь при глубине модуляции более 30%. Искажения проявляются на мелких деталях (вертикальных клиньях и полосах) в виде полюс размытости, пробегающих в вертикальном направлении (ср. рис. 3г и 4 в). На резких вертикальных границах черного и белого отмечалась слабо выраженная яркостная осцилляция до и после перепада. Перемещение помехи по экрану связано с тем, что частота модуляции выбиралась независимо от частоты строк или кадров. Неподвижная или быстропеременная помеха менее заметна. При глубине модуляции 80-100% были заметны искажения при частотах модуляции от 50 Гц до 15 кГц (рис. 4). Заметность помехи от АМ зависит от соотношения уровней спектральных компонент видеосигнала в каналах нижних и верхних частот. Так, при четкости изображения в 450 строк искажения, вызванные модуляцией, значительно ниже, чем при четкости 550 строк.

Включение ограничения снимало модуляцию глубиной до 86%. При этом перед суммированием каналов уровень выхода канала верхних частот после ограничения доводился примерно до того же уровня, какой был на этом выходе без ограничения в отсутствие модуляции. Наблюдения показали, что искажения при ограничении практически незаметны, как для статических (рис. 5), так и для движущихся сюжетов.

При магнитной записи на ленту огибающая ПАМ имеет как периодические, так и случайные составляющие при средней глубине модуляции порядка 20%. В отличие от шума квантования, ПАМ в общем случае некоррелирована с сигналом. Сравнительно медленные изменения АЧХ сквозного тракта в ее высокочастотной части приводят к иска-

жениям сигнала по двум параметрам [4]: а) резкость или скорость нарастания переходной характеристики; б) окантовка (величина выброса переходной характеристики). Если предположить, что в исходном состоянии сквозной тракт записи/воспроизведения обеспечивает максимальную резкость при допустимой окантовке, то, учитывая механизм возникновения ПАМ, ее несимметричный характер (модуляция "вниз") следует ожидать, что в реальных условиях при ПАМ должна снижаться общая резкость изображения без увеличения окантовки.

### Выводы

1. Амплитудная модуляция высокочастотной части спектра стандартного ТВ-сигнала при выбранном соотношении полос и глубине модуляции до 30% заметных визуальных искажений не вызывает.
2. При глубине модуляции более 30% искажения, проявляющиеся в снижении резкости быстрых перепадов яркости и мелких деталей изображения, менее заметны на движущихся изображениях, а также если они не перемещаются по кадру со скоростью, при которой глаз успевает следить за этим перемещением.
3. Амплитудное ограничение в канале прямой записи практически снимает искажения и при весьма больших (до 90-95%) глубинах ПАМ. Однако для сохранения высокой четкости подвижных изображений нужен ограничитель со следящим порогом.
4. При двухканальной магнитной записи ТВ-сигнала с полосой 0-10 МГц с прямой записью участка 6-10 МГц паразитная АМ не должна вызывать заметных ухудшений качества изображения, особенно если применить ограничение в тракте с прямой записью.

## ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис. 1. Блок-схема установки:

1 - входной эмиттерный повторитель; 2 - фильтр нижних частот; 3 - эмиттерный повторитель; 4 - видеоусилитель; 5 - выходной эмиттерный повторитель; 6 - фильтр верхних частот; 7 - парафазный усилитель; 8 - балансный модулятор; 9 - генератор НЧ; 10 - ограничитель по максимуму.

Рис. 2. Частотные характеристики:

1 - канала нижних частот; 2 - канала верхних частот; 3 - общая.

Рис. 3. Без модуляции: а, б, в - импульсные реакции соответственно каналов верхнего, нижнего и системы в целом; г - фрагмент тест-таблицы.

Рис. 4. При  $\sim 100\%$  модуляции: а, б - импульсные реакции соответственно канала верхних частот и системы в целом; в - фрагмент тест-таблицы.

Рис. 5. Ограничение при 90% модуляции: а, б - импульсные реакции соответственно канала верхних частот и системы в целом; в - фрагмент тест-таблицы.

## ЛИТЕРАТУРА

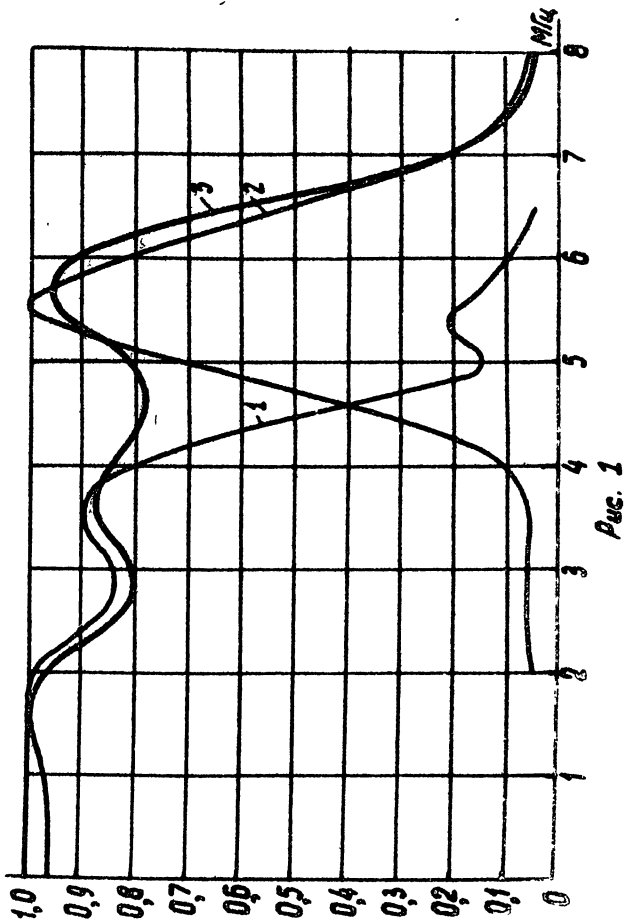
1. Лебедев Д.С., Цуккерман И.Н. Телевидение в теории информации. Изд-во "Энергия", М-Л., 1966.

2. Мосин Г.М. Методы сжатия спектра видеосигналов. "Связь за рубежом" (Экспресс-информация). Серия: телефония, телеграфия, передача данных. 1973, вып. 10.

3. Corrington M.S., Sonnenfeldt R.W. Constant-time-delay networks, RCA Review, v.15, June 1954.

4. Антипин М.В. Интегральная оценка качества телевизионного изображения. Изд-во "Наука", Л., 1970.





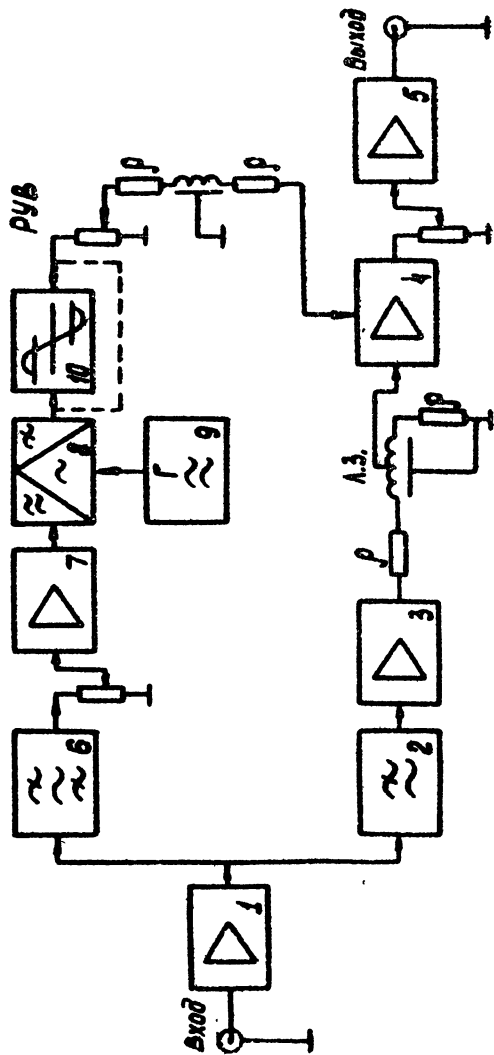


Рис. 2

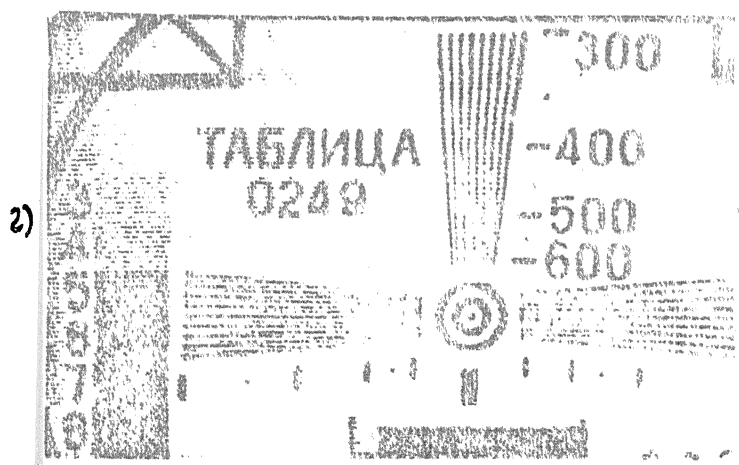
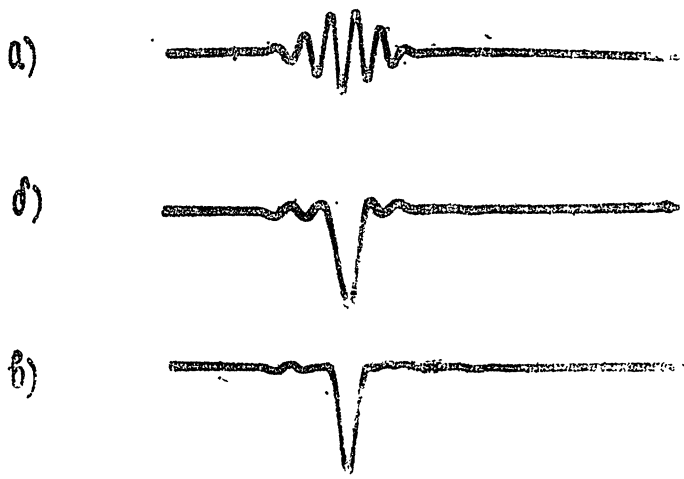


Рис. 3

а)



б)



в)

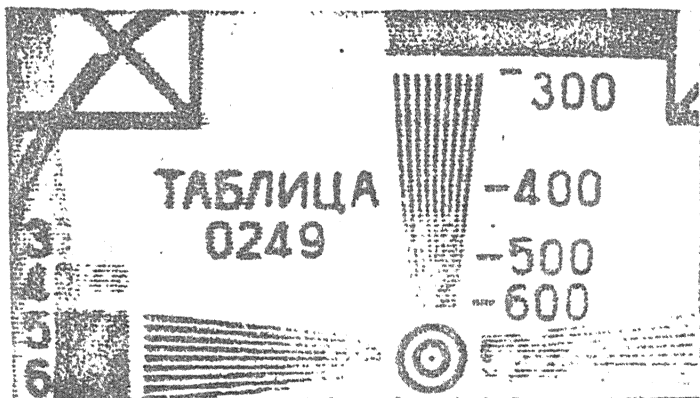


Рис. 4

а)



б)



в)

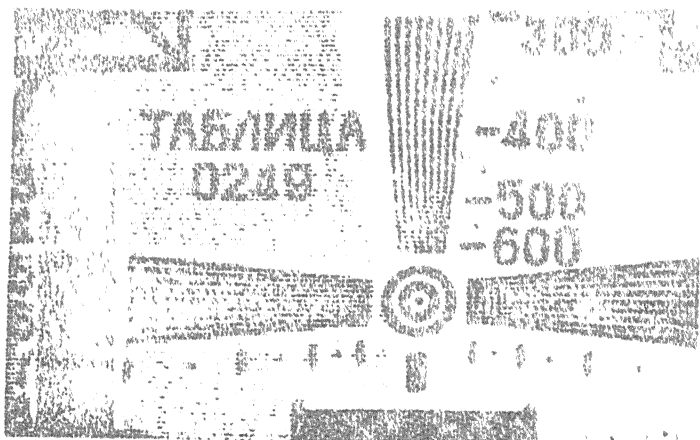


Рис. 5