

Некоторое количество лет тому назад на сайте www.planar.chel.ru была опубликована статья о работе головных станций ПЛАНАР в смежных каналах. Времени прошло много, но тема представляется актуальной и сейчас. Поэтому - продолжение...

"Работа головных станций «ПЛАНАР» в смежных каналах ч.2"

Предисловие от автора.

В этой статье я постараюсь объяснить, как сделать правильный выбор головной станции, если в эфире имеются смежные каналы. Постараюсь сделать это простым языком, не пренебрегая жаргоном. Для специалистов, не верящих на слово, техническую информацию размещу в конце статьи (в виде приложения).

Чем опасны смежные каналы? В предыдущей статье об этом много говорилось. Что изменилось с тех пор?

Анализируя эфирную ситуацию, можно заметить, что разница в уровнях принимаемых эфирных каналов может достигать 20...30 дБ, а иногда даже 40...50 дБ между различными каналами. Автоматическая регулировка усиления (АРУ) в телевизоре сумеет справиться с этим. Но, не для смежных каналов!

В смежных каналах разница даже в 6...10 дБ может стать фатальной. Более «слабый» канал страдает от своего «мощного» соседа и принимается с помехами.

Это не значит, что смежные каналы противопоказаны телевизорам. Как раз, наоборот, работать с ТВ сигналом, в котором используются, в основном смежные каналы, стало для современных телевизоров делом привычным. Этим вовсю пользуются операторы кабельных сетей, "набивая" частотный план "под завязку". Теоретически, телевизор с хорошим ТВ тюнером может успешно принимать сигнал, в котором имеются все 99 каналов стандартной сетки. Однако, непременным условием для этого является близкие (в идеале - одинаковые)* уровни всех смежных каналов. Кабельщики прекрасно знают, что один "торчащий" канал может погубить все остальные.

Но, вернемся к эфиру. Учитывается ли тот факт, что телевизоры, особенно не самые современные, довольно болезненно воспринимают смежные каналы, если имеется даже небольшая разница в уровнях этих каналов?

К сожалению, далеко не всегда. Разная мощность передатчиков, разная высота подвеса антенн передатчика, иногда, - разные направления приема. Все это приводит к тому, что уровни сигналов с антенны в смежных каналах разные. Иногда, СИЛЬНО разные!

Типовая ситуация:

- вводится новый цифровой канал;
- вводится он, как смежный, к уже существующему, аналоговому;
- иногда он вводится как смежный, сразу к двум аналоговым каналам!
- мощность передатчика цифрового канала выше, чем у аналоговых передатчиков.

Результат таков: с приемом цифрового канала все прекрасно, а более слабый по уровню аналоговый канал принимается с помехой. Бывает ли такая ситуация?

Общение с нашими заказчиками позволяет утверждать: да, бывает. Причем, часто.

Пример1:

43 твк: DVB-T2; передатчик 5 кВт;

44 твк: "аналог"; передатчик 1 кВт;

Эти два канала - **смежные!** Разница в уровнях при поканальном измерении сигналов с антенны достигает 15 дБ.

Пример2:

51 твк: "аналог"; передатчик 5 кВт;

52 твк: DVB-T2; передатчик 5 кВт;

53 твк: "аналог"; передатчик 1 кВт;

Эти три канала - **смежные!** Разница в уровнях при поканальном измерении сигналов с антенны достигает 19 дБ.

* Справедливо для сигналов в аналоговой форме. Цифровые сигналы должны иметь более низкий уровень по ГОСТ Р 52023- 2003.

Получается так, что аналоговые каналы, которые до введения цифрового канала принимались абсолютно нормально, теперь принимаются с помехой!

Проблема, конечно, носит временный характер и может решиться радикально с прекращением аналогового вещания в эфире. Однако, пока этого не произошло, можно попытаться "спасти" от помех аналоговые каналы.

Если телевизор принимает такие каналы с помехой, поможет ли головная станция? Или такие каналы безнадежно загублены?

Для головной станции корректная обработка даже близких по уровню смежных каналов – это задача повышенной сложности. Не все станции с ней справятся.

Если же смежные каналы имеют большую разницу в уровнях, задача усложняется.

Однако, шансы есть.

С какой же разницей в уровнях смежных каналов справится та или иная головная станция?

Читаем статью...

А. Руденко, ведущий инженер ООО ПЛАНАР

Введение

Как уже говорилось в предисловии, корректная обработка даже близких по уровню смежных каналов – задача для головной станции сложная. В чем же сложность?

Если несмежные каналы можно обработать обычными канальными фильтрами (LC фильтры, фильтры на объемных резонаторах), то со смежными каналами такой номер не пройдет.

Многие кабельщики задают вопрос:

"...вот, есть проблемный аналоговый канал, которому мешает соседний цифровой. Цифру я обработал без проблем, а как спасти аналог? Нельзя ли внешними фильтрами отфильтроваться от цифры?..."

Нельзя! Причина проста - у обычных недорогих фильтров не хватит селективности, чтобы корректно подавить смежный канал, не "повредив" рабочий. Несмежные каналы обработать такими фильтрами можно, а смежные - нет. Обработка смежных каналов возможна на ПАВ фильтрах, причем, на достаточно низкой промежуточной частоте, а такое схемотехническое решение сложное и недешевое.

Именно из-за недостаточной фильтрации смежного канала в головных станциях возникает следующая проблема:

- **некорректная работа автоматической регулировки усиления (APU)** в канальном модуле головной станции. Неотфильтрованные "остатки" смежного канала воспринимаются детектором APU, как часть полезного сигнала. В результате выходной уровень этого канального модуля снижается, что мешает эффективному устранению перекоса.

Есть и еще одна проблема:

- **невозможность использования смежного канала** на выходе головной станции из-за недостаточной его фильтрации в канальном модуле. Даже отфильтровав смежный канал, например, на 70 дБ*, нельзя считать, что место смежного канала надежно очищено и там можно размещать какой-нибудь другой канал. Почему?

Если бы смежные каналы имели одинаковые (или близкие) уровни, тогда уровень "остатков" сигнала в соседнем канале был бы -70 дБс. А если смежный канал имел уровень на 20 дБ выше рабочего? Неподавленные остатки будут уже на уровне -50 дБс, что недостаточно для размещения на этом месте аналогового канала.

*Нельзя упускать из виду и такую проблему, как **недостаточная перегрузочная способность входного узла канального модуля** (как правило, это малошумящий усилитель LNA перед входным смесителем). Сигнал на этот узел может поступать вообще без предварительной фильтрации. Перегрузочная способность такого узла должна быть очень высокой. Иначе, усиливая слабые сигналы, можно перегрузить усилитель сигналами с большим уровнем. Однако, эта проблема должна учитываться не только для смежных каналов, но и вообще для многоканального сигнала.*

Итак, подводим итог: смежные каналы проблематичнее несмежных. Причем, опасны не столько смежные каналы, сколько разница в уровнях этих смежных каналов, так называемый "перекос". Именно, перекос (термин технически не совсем грамотный, но хорошо отражающий суть) и будет основной темой обсуждения в этой статье.

Для начала мы выясним, какой перекос могут "вытерпеть" обычные телевизионные приемники **. После этого, мы перейдем к исследованию работы головных станций.

* Для модуля, рассчитанного на работу со смежными каналами, -70 дБс - это хорошее значение селективности.

** Будут также исследованы ТВ приемники, работающие совместно с компьютером, а также ТВ демодуляторы.

Глава 1.

Как мы будем проводить исследование?

Смоделируем ситуацию с тремя смежными каналами: средний канал - цифровой DVB-T2 с превышением уровня над двумя соседними аналоговыми каналами (будем называть разницу в уровнях термином "перекос уровней" или просто перекос). Обозначим их так:

Н - нижний (по частоте) аналоговый канал (39 твк);

Ц – средний цифровой DVB-T2 канал (40 твк);

В - верхний аналоговый канал (41 твк).

Каналы 39,40,41 выбраны случайным образом в середине ДМВ диапазона.

Вариант **Н_Ц_В** является универсальным. Кроме моделирования ситуации с тремя смежными каналами он имитирует два варианта с двумя смежными каналам. Обозначим эти варианты так:

- Нижний канал аналоговый, верхний Цифровой: **Н_Ц**

- нижний канал Цифровой, Верхний аналоговый: **Ц_В**

Исследовать будем оба варианта (последующие исследования покажут, что эти две ситуации имеют различия).

Оценивать прием аналоговых сигналов будем визуально по изображению на ТВ приемнике, подключенному к выходу исследуемой головной станции.

Перекос будем изменять в пределах: от 0 дБ (уровни всех трех смежных каналов равны) до 20 дБ (уровень цифрового канала превышает уровни аналоговых каналов на 20 дБ) *.

Качество приема аналогового сигнала будем оценивать по степени ухудшения, которое вносит смежный цифровой канал. Шкала оценки: 5-балльная (см. Табл.1).

Оценке "5" будет соответствовать качество приема, сопоставимое с приемом этого же аналогового сигнала, но при отключенном цифровом смежном канале (то есть тогда, когда смежный цифровой сигнал вообще не вносит ухудшения).

При всех значениях перекоса будет в обязательном порядке контролироваться качество приема цифрового DVB-T2 канала (параметр MER). Допустимым будет считаться значение $MER \geq 30\text{дБ}$, при этом $postLBER$ должно быть $<1,0E-08$.

Табл.1.

Оценка	Степень ухудшения качества приема для аналогового сигнала
5	Ухудшение не заметно
4	Малозаметное ухудшение
3	Ухудшение заметно
2	Сильное ухудшение

* Обратная ситуация (прием "слабых" цифровых каналов в окружении мощных смежных каналов) выходит за рамки поставленной задачи. Это исследование будет рассмотрено в другой статье.

Схема установки для формирования трех смежных каналов приведена на Рис.1.

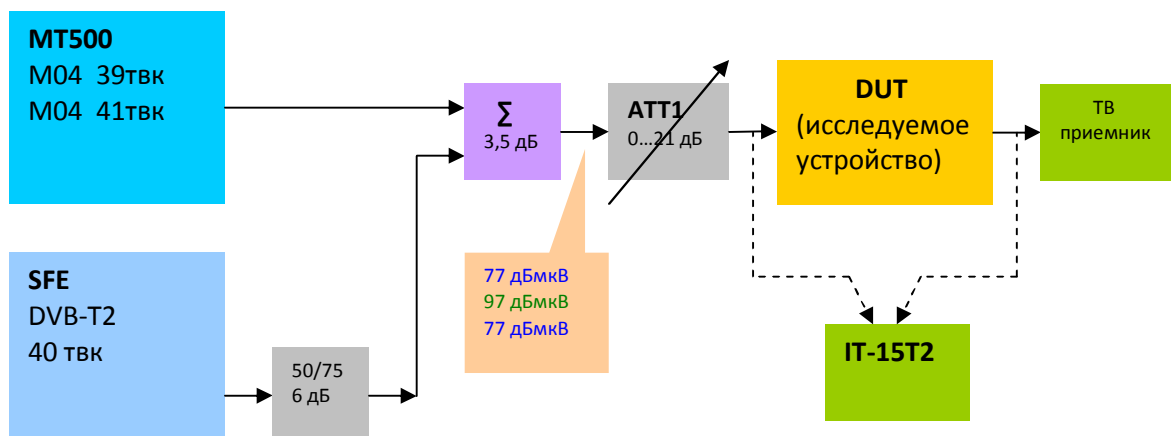


Рис.1. **Схема установки для формирования трех смежных каналов.**

Цифровой канал на частоте 40 твк формируется генератором **SFE** (ROHDE&SCHWARZ). Аналоговые каналы на частотах 39 твк и 41 твк формируются многоканальным модулятором **MT500** (ПЛАНАР).

Регулируя на **SFE** выходной уровень, можно сформировать необходимый перекося между цифровым и аналоговыми каналами.

При выходном уровне $SFE = 107$ дБмкВ, перекося будет составлять 20 дБ, при выходном уровне $SFE = 87$ дБмкВ, перекося будет составлять 0 дБ.

DUT (исследуемое устройство): головная станция, к выходу которой подключен контрольный ТВ приемник.

Так как головная станция устраняет (точнее, должна устранять) перекося между каналами, ТВ приемник принимает такие смежные каналы корректно, без искажений. Однако, для того, чтобы быть в этом уверенным, проведем исследование работы со смежными каналами различных моделей ТВ приемников. Это даст возможность выбрать в качестве контрольного ТВ приемника такую модель, которая гарантировано работает со смежными каналами. Этому посвящена глава 2.

В последующих главах статьи будет исследована работа головных станций:

- СГ2000;
- СГ3000;
- СГ24;
- СГ32.

Измеритель уровня ТВ сигнала **IT-15T2** (ПЛАНАР) позволяет контролировать уровень любого из 3-х смежных каналов, как на входе головной станции, так и на её выходе.

Регулируемый аттенюатор **АТТ1** (ПЛАНАР) нужен для того, чтобы выставить уровень слабого аналогового канала близким к минимально возможному для данного исследуемого устройства. При этом мы сможем получить максимально широкий динамический диапазон.

После проведения всех этих исследований станет понятно, с каким перекося для группы в два или три смежных канала справится та или иная головная станция.

А если в группе не три смежных канала, а больше?

Исследованию такой ситуации посвящена заключительная глава статьи.

Глава 2.

Как со смежными каналами работает ТВ приемники ?

Способность "противостоять" вредному влиянию мощного смежного канала - это заслуга не столько самого ТВ приемника, сколько его входного узла - ТВ тюнера.

Исторически сложилось так, что можно выделить два основных типа ТВ тюнера:

- устаревший тюнер классического исполнения (металлический корпус, включающий в себя традиционные узлы: смеситель, PLL синтезатор, входные и выходные фильтры и т.д.);
- современный однокристалльный тюнер (иногда его еще называют силиконовый тюнер) - в виде микросхемы. Тоже, кстати, может находиться в обрамлении металлического корпуса.

Будем исследовать и те, и другие.

Устройства, принимающие участие в исследовании:

Телевизоры SONY KV-SW212MSI, PHILIPS 32PFL7694H/60, SHARP LC-32GA8RU, TOSHIBA 40YL933RK.

Внешний ТВ приемник AverTV Hybrid Ultra USB (тюнер Xceive XC3018ACQ).

Внешний ТВ приемник GOTVIEW USB2.0 (тюнер Silabs Si2148 (215820)).

ТВ демодуляторы ДМ-200М, ДМ-500М (ПЛАНАР).

За максимально допустимый перекоп принимался такой перекоп, при котором качество приема снижалось до оценки "4" (см. Табл.1).

Обобщенные результаты исследования сведены в Табл.2.

Табл.2.

Тип ТВ тюнера (применяемость).	Максимально допустимый перекоп, дБ	
	Н_Ц	Ц_В
Классический ТВ тюнер (использовался в старых телевизорах с ЭЛТ экраном).	10...15	8...10
Современные ТВ (однокристалльный тюнер)	10...17 *	10...15 *

В качестве контрольного ТВ приемника мы будем использовать модель AverTV Hybrid Ultra USB.

В вариантах **Н_Ц** и **Ц_В** он выдерживает перекоп 12 дБ.

Вывод: два или три смежных канала даже с относительно небольшим перекопом в 8...10 дБ на некоторых моделях телевизоров могут приниматься с помехами.

*Существуют однокристалльные тюнеры, выдерживающие перекоп до 20 дБ.

Такие тюнеры, например, использованы в последних моделях демодуляторов производства ПЛАНАР

Глава 3.

Как со смежными каналами работает СГ2000 ?

Головная станция СГ2000 имеет фиксированную, заводскую настройку канальных модулей, что не позволяет оперативно менять частотный план.

Кроме того, СГ2000 изначально не предназначалась для работы в смежных каналах.

Однако, при определенных условиях, работа в смежных каналах все же возможна (см. предыдущую статью <http://www.planar.chel.ru/Products/Headend%20systems/article>).

В предыдущей статье не исследовался прием 3-х смежных каналов, поэтому проведем это исследование сейчас.

В СГ2000 используется модуль ДМВ2, имеющий специальную настройку канального фильтра с полосой пропускания 24 МГц для трёх смежных каналов: 39/40/41. (Для двух смежных каналов полоса пропускания фильтра = 16 МГц. Прим. авт.)

Ввиду того, что обработка всех трех каналов производится в одном тракте, изначальный перекося каналов сохранится и на выходе станции.

Конвертирование (перенос канала по частоте на место другого канала) для смежных каналов в СГ2000 не применяется.

Специфика:



Необходима спецнастройка канального модуля (оговаривается при заказе).
Перекося на выходе СГ2000 не устраняется.

Совет:



На входе СГ2000 нужно поддерживать сигнал на минимально возможном уровне (контрольный зеленый светодиод на модуле должен светиться, но при уменьшении уровня на 3 дБ должен гаснуть).

Результаты исследования СГ2000 приведены в Табл.3.

Табл.3.

Тип головной станции	Максимально допустимый перекося, дБ	
	Н_Ц	Ц_В
СГ2000	10	5

Вывод: Два или три смежных канала с небольшим перекосям (до 5дБ) головная станция СГ2000 обработать сможет. Необходима спецнастройка канального модуля СГ2000, возможности оперативной перестройки нет, перекося сохранится и на выходе станции.

Недостатки очевидны, однако, учитывая невысокую стоимость СГ2000, пренебрегать такой возможностью, явно, не стоит.

Как со смежными каналами работает СГ3000 ?

Хотя СГ3000 не предназначена для работы в смежных каналах, при определенных условиях, работа в смежных каналах все же возможна (см. предыдущую статью <http://www.planar.chel.ru/Products/Headend%20systems/article>).

Нужно понимать, что, поскольку работа в смежных каналах для СГ3000 является компромиссным решением, при этом неизбежно будет наблюдаться некоторое ухудшение качества, как аналоговых, так, и цифрового сигнала.

Для обработки трех смежных каналов в станции СГ3000 используются три канальных модуля К2. Модули перестраиваемые, что дает возможность оперативно менять частотный план, а также произвести оптимальную настройку под смежные каналы. Настройка для смежных каналов специфическая (полосы каналов сдвигаются):

Н: 39 твк (аналог) настраивается со сдвигом -2,75 МГц, т.е. на частоту **612,50 МГц**;

Ц: 40 твк (цифра) настраивается штатно на 40 твк, т.е. на частоту **623,25 МГц ***;

В: 41 твк (аналог) настраивается со сдвигом +2,75 МГц, т.е. на частоту **634,00 МГц**;

Сдвиг в каналах Н и В может быть и другим. Его необходимо подобрать опытным путем для каждого конкретного значения перекося. При этом необходимо следить, чтобы в нижнем канале "Н" не возникло проблем со звуком (возможно снижение уровня звуковой поднесущей, а в верхнем канале "В" не появились заметные повторы (окантовки) изображения. В верхнем канале, также, необходимо следить за разницей в уровнях видео и звуковой поднесущей (она может уменьшиться).

Конвертирование (перенос канала по частоте на место другого канала) для смежных каналов в СГ3000 не применяется.

Перекося на выходе СГ3000 устраняется, однако нужна точная подстройка уровней (выполняется выходным аттенюатором канального модуля)

Специфика:



Необходима спецнастройка канального модуля (производится оперативно).

Советы:



Нужно обязательно проводить подстройку выходного уровня в каждом канальном модуле. Уровень «цифрового» канала рекомендуется выставлять на 3 дБ ниже уровня аналогового канала.

Положение регуляторов выходного уровня в трех канальных модулях (для смежных каналов) будет индивидуальным для каждого конкретного перекося.



Изменение тока смесителя в модуле К2 (К1) иногда помогает улучшить качество. Обязательно пробуйте увеличить его в проблемном канале!



Следить за входными уровнями ГС. При больших перекосях полезным может оказаться снижение входного уровня (но так, чтобы самый слабый канал не вышел из зоны работы АРУ)

* Настройка цифрового канала по частоте в СГ3000 производится так же, как если бы канал был аналоговым.

Результаты исследования СГ3000 приведены в Табл.4.

Табл.4.

Тип головной станции	Максимально допустимый перекося, дБ	
	Н_Ц	Ц_В
СГ3000	13...15	13...15

Вывод: Головная станция СГ3000 способна эффективно устранять перекося до 13 дБ в группе из двух или трех смежных каналов при незначительной потере качества.

Глава 5.

Как со смежными каналами работает СГ24 ?

В настоящее время головная станция СГ24 снимается с производства. Вместо СГ24 предлагается головная станция СГ32.

Начнем исследование с наиболее подходящей (на первый взгляд), конфигурации (исследование покажет, что в такой конфигурации есть проблема ! Прим. Авт.) :

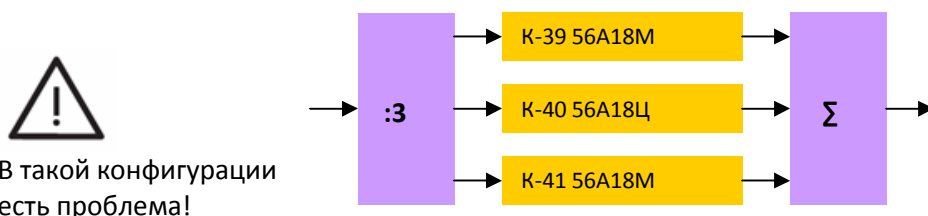


Рис.2. Конфигурация СГ24 (проблемная).

Н: 39 твк (аналог) - модуль усилителя К-39 56А18М

Ц: 40 твк (цифра) - модуль усилителя К-40 56А18Ц

В: 41 твк (аналог) - - модуль усилителя К-39 56А18М

Эти модули усилителей имеют фиксированную, заводскую настройку, что не позволяет оперативно менять частотный план, однако имеют высокую селективность и высокую перегрузочную способность.

В результате исследования обнаружился интересный факт:

- аналоговые каналы 39 твк и 41 твк принимаются с перекосом до 15 дБ;
- цифровой канал 40 твк оказался неработоспособен даже при нулевом перекоме.

Причиной является недостаточная селективность в модуле усилителя нижнего смежного канала Н (39 твк). Тракт этого усилителя, кроме рабочей области канала 39 твк, захватывает еще и начальную часть канала 40 твк. Эта часть усиливается и после суммирования сигналов с выходов модулей вызывает искажение АЧХ в цифровом канале 40 твк. "Лечится" проблема просто - либо Н, либо Ц канал необходимо конвертировать в другое место; оставлять их смежными нельзя.

Более подробно причина разъясняется в Приложении 1.

Устраним эту проблему, изменив конфигурацию. Вместо усилителя 40 твк используем цифровой конвертор 40твк/44 твк

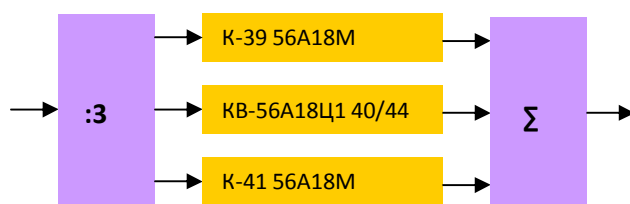


Рис.3. Конфигурация СГ24.

Н: 39 твк (аналог) - модуль усилителя К-39 56А18М

Ц: 40 твк (цифра) - модуль конвертора КВ-56А18Ц1 40/44

В: 41 твк (аналог) - модуль усилителя К-41 56А18М

При такой конфигурации цифровой канал, который "переехал" на место 44 твк, принимается без проблем при любом перекоме от 0 до 20 дБ.

Специфика:



Если имеется тройка смежных каналов Н_Ц_В, то необходимо применить конвертирование цифрового канала. Как вариант - можно цифровой канал оставить на месте, а сконвертировать нижний канал.
Если имеется пара смежных каналов Н_Ц, то необходимо конвертирование любого из них.
Если имеется пара смежных каналов Ц_В, то конвертирование необязательно.

Советы:



При конвертировании каналов Н или Ц в другой канал (назовем его каналом Р), не рекомендуется использовать каналы, смежные с каналом Р.

Результаты исследования СГ24 приведены в Табл.5.

Табл.5.

Тип головной станции	Максимально допустимый перекося, дБ	
	Н_Ц	Ц_В
СГ24	15	17

Вывод: Головная станция СГ24 способна эффективно устранять перекося до 15...17 дБ в группе из двух или трех смежных каналов.

Глава 6.

Как со смежными каналами работает СГ32 ?

В станции СГ32 для обработки трех смежных каналов используются три модуля универсального конвертора K01.

Модуль K01 перестраиваемый, что дает возможность оперативно менять частотный план. Кроме того, в модуле имеется ряд режимов, позволяющих получить оптимальный прием даже в сложных условиях.

Модуль K01.0 может работать в режиме частотного конвертора, а также в режиме усилителя (работа канал-в канал), причем, как с аналоговыми, так и с цифровыми сигналами.

Учитывая проблему, анализ которой приведен в Приложении 1, проведем перекрестное конвертирование каналов: $H \rightarrow V$ и $V \rightarrow H$. Цифровой канал не конвертируется.

Специфика:



Если имеется тройка смежных каналов $H_Ц_V$, то необходимо применить перекрестное конвертирование $H \rightarrow V$ и $V \rightarrow H$. Как вариант: конвертирование цифрового канала. Если имеется пара смежных каналов $H_Ц$, то необходимо конвертирование любого из них. Если имеется пара смежных каналов $Ц_V$, то конвертирование необязательно.

Советы:



Каждый модуль в СГ32 имеет отдельный вход. При перекосе входных уровней имеет смысл использовать не равнозначный входной делитель, а ответвитель с затуханием по сильному каналу и прямым проходом для слабого.



Очень важно, чтобы на каждый RF вход СГ32 поступал сигнал достаточно высокого уровня (не менее 70...75 дБмкВ). Это важно по двум причинам:

1. Для обеспечения хорошего соотношения сигнал/шум.
2. Для обеспечения устойчивой работы АРУ модуля



Использовать внутренний входной усилитель модуля (LNA) следует с большой осторожностью. Усиливая «слабый» канал можно перегрузить LNA рядом стоящим сильным каналом.



Для проблемных аналоговых каналов можно изменить режим приема (Receive mode). Однако, нужно помнить, что все режимы, кроме Simple улучшая перегрузочную способность, ухудшают соотношение сигнал/шум.



При конвертировании каналов H или $Ц$ в другой канал (назовем его каналом P), не рекомендуется использовать каналы, смежные с каналом P .

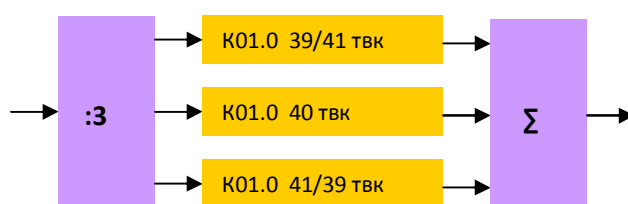


Рис.4. Конфигурация СГ32 с модулями K01.0.

Режимы работы модулей K01.0 приведены в Табл.6.

Табл.6.

Режимы работы	K01.0 39/41 твк	K01.0 40 твк	K01.0 41/39 твк
LNA	Disabled	Disabled	Disabled
Additional SAW	Enabled	Enabled	Enabled
Receive mode	Moderate 1	Simple	Moderate 1
Channel type	Analog	Digital	Analog

Результаты исследования СГ32 с модулями K01.0 приведены в Табл.7.

Табл.7.

Тип головной станции	Максимально допустимый перекося, дБ	
	Н_Ц	Ц_В
СГ32 (K01.0)	13	10

Более низкие значения перегрузочной способности по соседнему каналу по сравнению с СГ24 объясняются тем, что в СГ24 применены неперестраиваемые модули. В них проще обеспечить необходимую фильтрацию одного, наперед заданного канала.

В настоящее время подготовлена к производству головная станция СГ32 с новой аппаратной версией 0.3.5. Конверторы K01.1, работающие с этой версией СГ32, получили новый режим: регулируемую режекцию смежного канала (Adjustable Notch). Этот режим позволил эффективно отстроиться от мощного смежного канала, тем самым повысив перегрузочную способность.

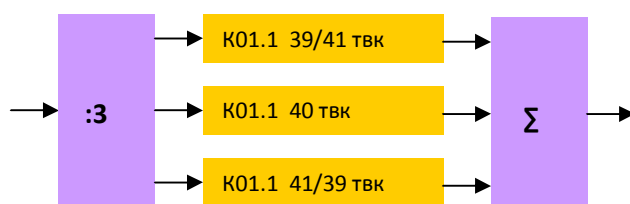


Рис.5. Конфигурация СГ32 0.3.5. с модулями K01.1.

Режимы работы модулей K01.1 приведены в Табл.8.

Табл.8.

Режимы работы	K01.1 39/41 твк	K01.1 40 твк	K01.1 41/39 твк
LNA	Disabled	Disabled	Disabled
Additional SAW	Enabled	Enabled	Enabled
Receive mode	Simple	Simple	Moderate 1
Channel type	Analog	Digital	Analog
Adjustable notch	-1		+11

Результаты исследования СГ32 с модулями К01.1 приведены в Табл.9.
Табл.9.

Тип ТВ головной станции	Максимально допустимый перекос, дБ	
	Н_Ц	Ц_В
СГ32 (К01.1)	19	19

Вывод: Головная станция СГ32 с модулями К01.1 способна эффективно устранять перекос до 19 дБ в группе из двух или трех смежных каналов.

Результаты всех исследований сведены в Табл.10.

Табл.10.

Исследуемое устройство	Возможность перестройки	Максимально допустимый перекося *, дБ	
		Н_Ц	Ц_В
Классический ТВ тюнер (использовался в старых телевизорах с ЭЛТ экраном).		10...15	8...10
Современные ТВ (однокристалльный тюнер)		10...17	10...15
СГ2000	нет	10	5
СГ3000	есть	13...15	13...15
СГ24	нет	15	17
СГ32 (K01.0)	есть	13	10
СГ32 (K01.1)	есть	19	19

Пользуясь этой таблицей, можно выбрать необходимый тип головной станции для обработки группы из двух или трех смежных каналов с известным перекосям.

Вернемся к примерам, которые были приведены в предисловии:

Пример 1:

43 твк: DVB-T2; передатчик 5 кВт;

44 твк: "аналог"; передатчик 1 кВт;

Эти два канала - **смежные!** Разница в уровнях при поканальном измерении сигналов с антенны достигает 15 дБ.

Этот пример относится к варианту Ц_В

Справиться с приемом аналогового канала смогут головные станции:

- СГ3000 (на пределе возможностей);
- СГ24;
- СГ32 (K01.1).

Пример 2:

51 твк: "аналог"; передатчик 5 кВт;

52 твк: DVB-T2; передатчик 5 кВт;

53 твк: "аналог"; передатчик 1 кВт;

Эти три канала - **смежные!** Разница в уровнях при поканальном измерении сигналов с антенны достигает 19 дБ.

Проблемный канал с маломощным передатчиком: 53 твк.

Это тоже вариант Ц_В

С таким перекосям справится только СГ32 (K01.1), да и то, на пределе возможностей).

Глава 7.

А если смежных каналов в группе больше трех?

Жизнь не стоит на месте :-).

Сначала в эфире оказались заняты все доступные несмежные каналы; затем, кое где стали появляться смежные пары каналов и даже тройки; затем между двумя аналоговыми каналами стал внедряться цифровой канал и таких троек становилось все больше.

Логично предположить, что если оказались занятыми, к примеру, несколько нечетных каналов, то есть соблазн все четные каналы "отдать под цифру". При этом, образуется большая группа, например, из семи смежных каналов. Как будут с ними работать головные станции?

В ситуации, когда смежных каналов больше трех, аналоговым каналам приходится еще тяжелей. Теперь они зажаты мощными цифровыми каналами с двух сторон (сверху и снизу по частоте).

Обозначим эту ситуацию так:

Цн_А_Цв, где

Цн - нижний по частоте цифровой канал;

А - аналоговый канал;

Цв - верхний по частоте цифровой канал;

Заметим, что в группе может быть любое количество смежных каналов, но для всех аналоговых каналов "хуже уже не будет": либо мощные каналы будут, и сверху, и снизу, либо только с одной стороны, но такая ситуация была рассмотрена в предыдущих главах.

Схема установки для формирования смежных каналов **Цн_А_Цв** приведена на Рис.6.

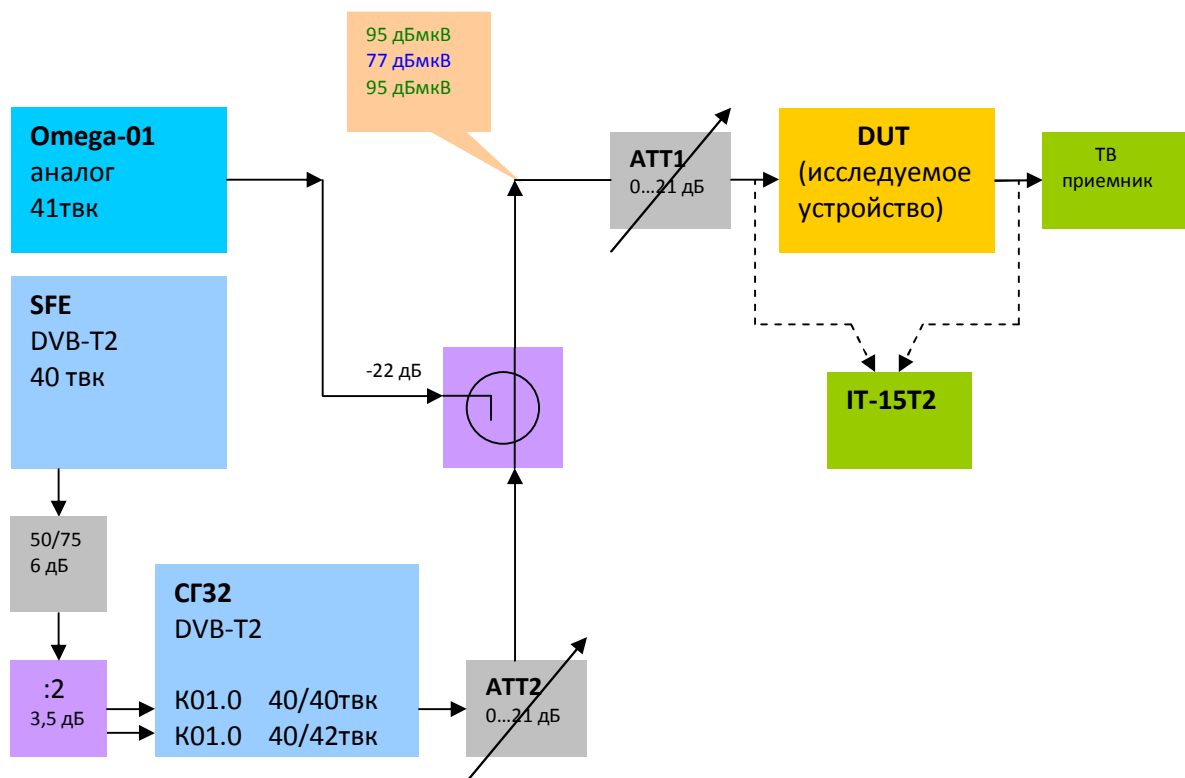


Рис.6. Схема установки для формирования смежных каналов **Цн_А_Цв**.

Два мощных цифровых канала 40 твк и 42 твк формируются стендовой головной станцией СГ32. С помощью встроенных аттенюаторов СГ32 можно сформировать, как одинаковые уровни эти каналов, так и снизить на 10 дБ уровень каждого из них.

С помощью регулируемого аттенюатора **АТТ2** можно сформировать перекося от -2 дБ до +18 дБ.

Таким образом максимально возможный перекося будет измеряться в в трех ситуациях:

Цн = Цв

Уровни двух цифровых каналов равны.

Цн > Цв

Уровень нижнего цифрового канала больше уровня верхнего цифрового.

Цн < Цв

Уровень нижнего цифрового канала меньше уровня верхнего цифрового.

Так как группы с большим количеством каналов нецелесообразно обрабатывать одним групповым фильтром, из исследования выпадает головная станция СГ2000.

Так как в группах с количеством каналов больше трех неприменим метод сдвига полосы каналов ("отъезжая" от одного смежного канала, мы будем "наезжать" на другой), из исследования выпадает головная станция СГ3000.

Принцип исследования остается тот же - контролируем качество аналогового канала, при сохранении качества приема цифровых.

Первым будет исследован внешний ТВ приемник AverTV Hybrid Ultra USB.

В предыдущих исследованиях он использовался в качестве контрольного. Напомним, что в вариантах **Н_Ц** и **Ц_В** он выдерживает перекося 12 дБ.

Результаты исследования ТВ приемника приведены в Табл.11.

Табл.11.

Тип ТВ приемника	Максимально допустимый перекося, дБ					
	Цн = Цв		Цн > Цв		Цн < Цв	
	Перекося:		Перекося:		Перекося:	
	Цн	Цв	Цн	Цв	Цн	Цв
AverTV Hybrid Ultra USB	6	6	10	0	0	10

От второго смежного канала аналоговому каналу явно "поплохело" :-).

Далее исследуем СГ24.

Специфика:



Для устранения проблемы, анализ которой приведен в Приложении 1, аналоговый канал необходимо сконвертировать в другое место!

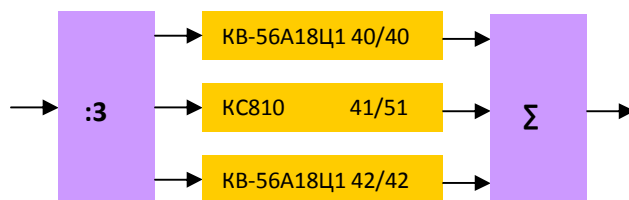


Рис.7. Конфигурация СГ24 с конвертором КС810.

Для конвертирования аналогового канала использован перестраиваемый конвертор КС810 *

Результаты исследования СГ24 (КС810) приведены в Табл.12.

Табл.12.

Тип ГС	Максимально допустимый перекося, дБ					
	Ц _н = Ц _в		Ц _н > Ц _в		Ц _н < Ц _в	
	Перекося:		Перекося:		Перекося:	
	Ц _н	Ц _в	Ц _н	Ц _в	Ц _н	Ц _в
СГ24 (КС810)	6	6	7	-2	-1	10

Советы:



При конвертировании канала А в другой канал (назовем его каналом Р), не рекомендуется использовать каналы, смежные с каналом Р.

* В настоящее время выпущена ограниченная партия конверторов КС410/810, на основе однокристалльного тюнера. Такой конвертор имеет повышенную перегрузочную способность по отношению к смежным каналам

Далее исследован еще один вариант конфигурации **СГ24** (для конвертирования аналогового канала использован конвертор с фиксированной настройкой КВ-56А18М).

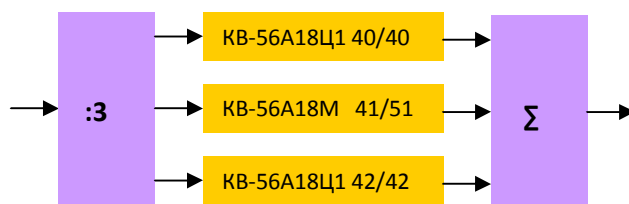


Рис.8. Конфигурация СГ24 с конвертором КВ-56А18М.

Результаты исследования СГ24 (КВ-56А18М) приведены в Табл.13.

Табл.13.

Тип ГС	Максимально допустимый перекося, дБ					
	Цн = Цв		Цн > Цв		Цн < Цв	
	Перекося:		Перекося:		Перекося:	
	Цн	Цв	Цн	Цв	Цн	Цв
СГ24 (КВ-56А18М)	12	12	15	5	5	15

Советы:



При конвертировании канала А в другой канал (назовем его каналом Р), не рекомендуется использовать каналы, смежные с каналом Р.

Исследуем СГ32.

Специфика:



Для устранения проблемы, анализ которой приведен в Приложении 1, аналоговый канал необходимо сконвертировать в другое место!

Для начала исследуем работу СГ32 с модулями К01.0.

Режимы работы модулей К01.0 приведены в Табл.14.

Табл.14.

Режимы работы	К01.0 40/40 твк	К01.0 41/51 твк	К01.0 42/42 твк
LNA	Disabled	Disabled	Disabled
Additional SAW	Enabled	Enabled	Enabled
Receive mode	Simple	Moderate 1	Simple
Channel type	Digital	Analog	Digital

Результаты исследования СГ32 (К01.0) приведены в Табл.15.

Табл.15.

Тип ГС	Максимально допустимый перекоп, дБ					
	Цн = Цв		Цн > Цв		Цн < Цв	
	Перекоп:		Перекоп:		Перекоп:	
	Цн	Цв	Цн	Цв	Цн	Цв
СГ32 (К01.0)	6	6	10	0	5	14



При конвертировании канала А в другой канал (назовем его каналом Р), не рекомендуется использовать каналы, смежные с каналом Р.

Исследуем работу СГ32 с модулями К01.1.

Режимы работы модулей К01.1 приведены в Табл.16.

Табл.16.

Режимы работы	К01.1 40/40 твк	К01.1 41/51 твк	К01.1 42/42 твк
LNA	Disabled	Disabled	Disabled
Additional SAW	Enabled	Enabled	Enabled
Receive mode	Simple	Moderate 2	Simple
Channel type	Digital	Analog	Digital
Adjustable notch		См. Табл.17	

Результаты исследования СГ32 (К01.1) приведены в Табл.17.

Табл.17.

Тип ГС	Максимально допустимый перекося, дБ					
	Цн = Цв		Цн > Цв		Цн < Цв	
	Перекося:		Перекося:		Перекося:	
	Цн	Цв	Цн	Цв	Цн	Цв
СГ32 (К01.1)	12	12	14 *	5 *	5 **	14 **

* при Adjustable notch= +11

** при Adjustable notch= Disable



При конвертировании канала А в другой канал (назовем его каналом Р), не рекомендуется использовать каналы, смежные с каналом Р.

Результаты всех исследований сведены в Табл.18.

Табл.18.

Исследуемое устройство	Максимально допустимый перекося, дБ					
	Цн = Цв		Цн > Цв		Цн < Цв	
	Перекося:		Перекося:		Перекося:	
	Цн	Цв	Цн	Цв	Цн	Цв
AverTV Hybrid Ultra USB	6	6	10	0	0	10
СГ24 (КС810)	6	6	7	-2	-1	10
СГ24 (КВ-56А18М)	12	12	15	5	5	15
СГ32 (К01.0)	6	6	10	0	5	14
СГ32 (К01.1)	12	12	14 *	5 *	5 **	14 **

* при Adjustable notch= +11

** при Adjustable notch= Disable

Вывод: для аналогового канала наличие сразу двух смежных мощных каналов - тяжелое испытание. Аналоговый канал, однозначно, необходимо конвертировать.

Приложение 1

Замечено, что если принимать три смежных канала Н_Ц_В с помощью трех модулей усилителей (даже с повышенной селективностью), то в цифровом канале ухудшается качество.

Выясним причину этого явления.

На Рис.9 представлена спектрограмма сигнала, сформированного испытательной установкой (Рис.1). Сигнал сформирован тремя каналами:

39 твк, "аналог": уровень 77 дБмкВ;

40 твк, "цифра": уровень 97 дБмкВ;

41 твк, "аналог": уровень 77 дБмкВ.

Таким образом в сигнале имеется перекося = 20 дБ.

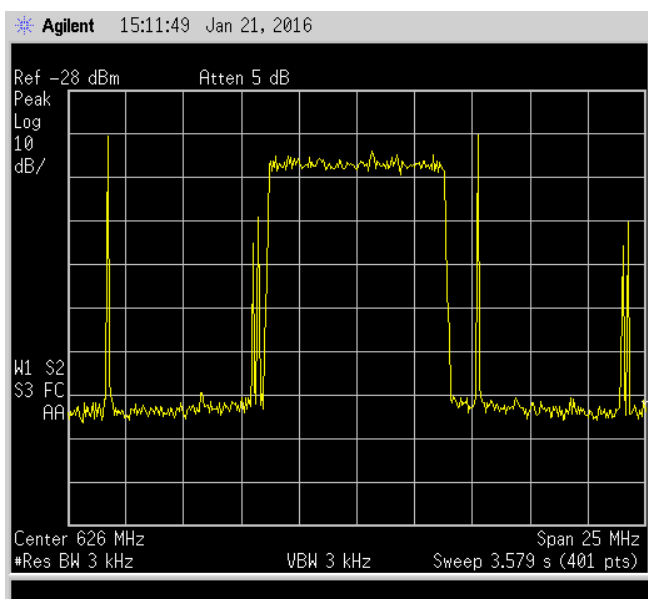


Рис.9. Сигнал трех смежных каналов 39/40/41 твк на входе ГС.

Этот сигнал поступает на вход головной станции СГ24 (Рис. 10). Состав ГС:

Н: 39 твк (аналог) - модуль усилителя К-39 56А18М

Ц: 40 твк (цифра) - модуль усилителя К-40 56А18Ц

В: 41 твк (аналог) - - модуль усилителя К-39 56А18М

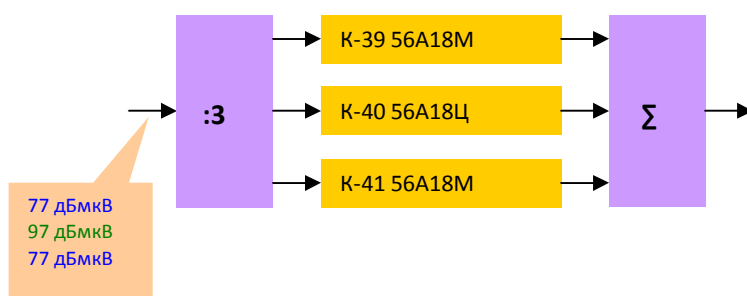


Рис.10. Головная станция СГ24.

Системы автоматической регулировки усиления (АРУ) в модулях СГ24 стабилизируют выходные уровни по каждому каналу, устраняя перекося. Выходной уровень цифрового канала меньше выходных уровней аналоговых каналов примерно на 4 дБ.

Рассмотрим спектрограмму сигнала на выходе ГС (Рис.11).

На спектрограмме хорошо виден подъем АЧХ в начале цифрового канала 40 твк.

Видно также, что уровни несущей видео на 39 твк и 41 твк разные. На 39 твк он ниже.

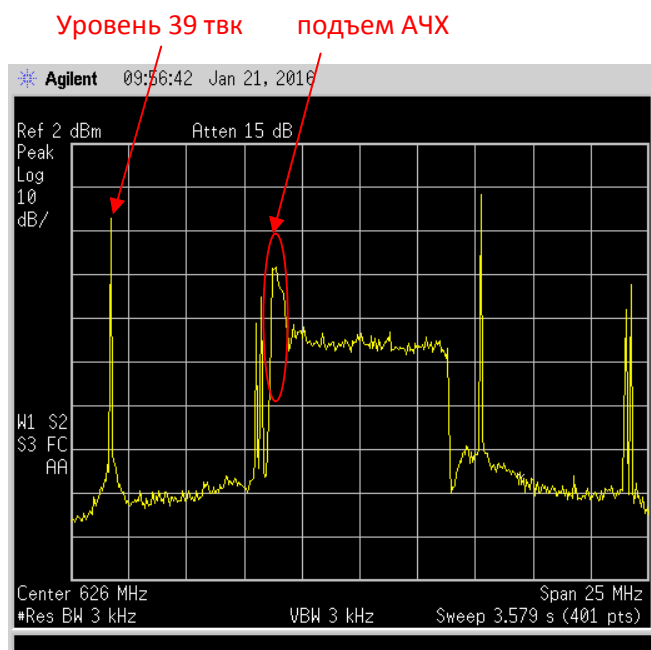


Рис.11. Сигнал трех смежных каналов 39/40/41 твк на выходе ГС.

Обе проблемы вызваны недостаточной селективностью усилителя канала Н.

Тракт этого усилителя, кроме рабочей области канала Н, захватывает еще и начальную часть канала Ц. Эта часть усиливается и присутствует в сигнале на выходе усилителя Н.

Заметим, что поскольку уровень цифрового сигнала выше (введен перекос), то уровень этой паразитной составляющей соизмерим с полезным сигналом.

Далее после суммирования выходных уровней каналов Н и Ц паразитная составляющая вызывает подъем АЧХ в начале канала Ц.

Модуль канала Ц при этом работает совершенно нормально, всплеск возникает именно при суммировании выходных сигналов модулей Н и Ц. В доказательство этого - спектрограмма выходного сигнала модуля канала Ц (без суммирования сигналов). См. Рис.12.

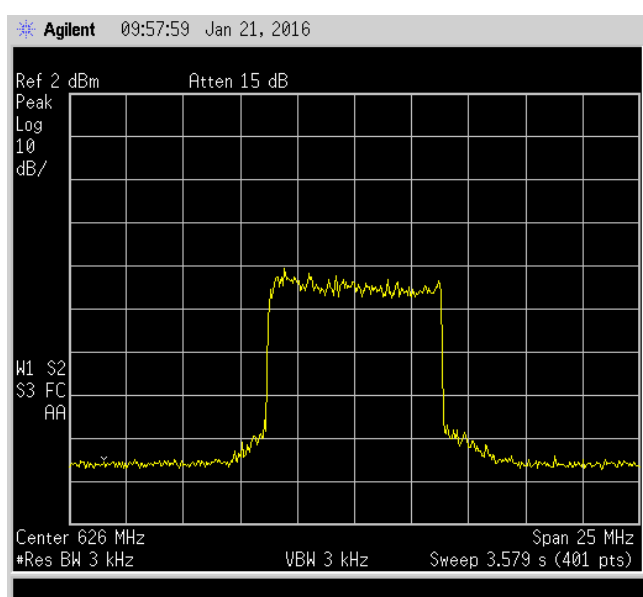
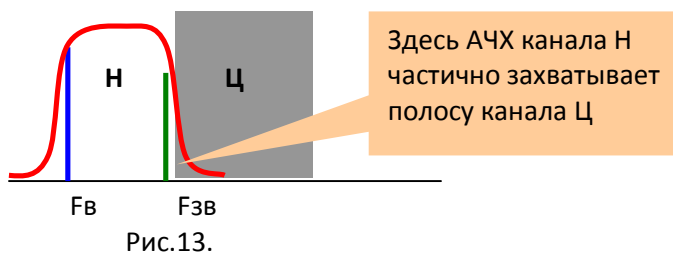


Рис.12. Сигнал на выходе модуля 40 твк.

Вторая проблема (пониженный уровень сигнала в канале Н) возникает из-за того, что паразитная составляющая канала Ц попадая на детектор АРУ вызывает ошибку (занижает выходной уровень).

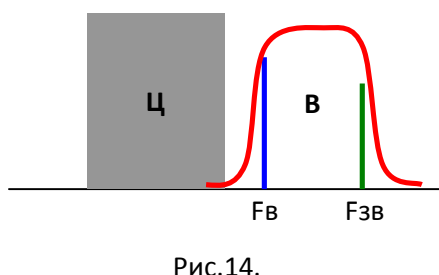
Почему же не хватает селективности в модуле, в котором анонсируется повышенная селективность и почему такой эффект не наблюдается с каналами Ц_В?

Между концом канала Н* и началом канала Ц очень небольшой интервал (см. Рис.13). Между звуковой поднесущей Fзв и началом цифрового пакета всего 0,25 МГц. На таком интервале даже с помощью двух фильтров ПАВ не удастся сформировать необходимое заграждение (не забываем, что имеется перекосяк и уровень цифрового канала выше аналогового).



Чем больше перекосяк, тем ситуация хуже.

Ситуация с каналами Ц и В другая (см. Рис.14). Здесь интервал составляет уже 1,25 МГц. Это достаточно, чтобы при суммировании АЧХ каналов не перекрывались.



Необходимо устранять взаимное влияние при суммировании полос, имеющих общую границу. Что можно предпринять?

ВАРИАНТ 1:

Смещать полосы пропускания каналов Н и В (отодвигать их от Ц).

При этом, настройка канала Н смещается вниз; настройка канала В - вверх.

такая методика применена в головной станции СГ3000.

ВАРИАНТ 2:

Смежные эфирные каналы Н и Ц при обработке на ГС не оставлять смежными - конвертировать любой из них в другое место.



Если конвертируется канал Ц (в нашем случае это 40 твк), то освободившееся место канала 40 твк использовать в кабельной сети под другой канал нельзя. Во-первых в полосе 40 твк имеется "хвост" от цифрового канала, сформированный модулем Н, а во-вторых неизбежны наводки от эфирного цифрового канала.



Если конвертируется канал Н (в нашем случае это 39 твк), например в 51 твк, то необходимо помнить, что "хвост" от цифрового канала окажется в полосе 52 твк. Использовать 52 твк в кабельной сети нельзя



Можно применить перекрестное конвертирование Н→В и В→Н