

Многоканальное суммирование в головных станциях.

В настоящее время стала особенно заметна тенденция резкого увеличения числа телевизионных каналов, транслируемых в широкополосных кабельных сетях. Связано это с тем, что помимо эфирных каналов, число которых в крупных городах достигает 15- 17, кабельные операторы активно используют трансляцию спутниковых программ. Нередко в кабельную сеть вводится еще и пакет MMDS.

На первый взгляд, увеличение числа каналов решается несложно. Закупаются новые канальные модули головных станций либо сигналы суммируются с нескольких головных станций. Общее количество каналов при этом может достигать и даже превышать 30-40.

Но в результате вместе с новыми каналами кабельные операторы «в нагрузку» получают проблемы, приводящие к ухудшению качества изображения транслируемых каналов.

Вкратце возможную причину таких проблем можно сформулировать следующим образом: - нельзя забывать, что, кроме полезного сигнала, любой канальный модуль формирует внеполосные сигналы, в виде шума и помех. При определенных условиях эти внеполосные сигналы могут «проявиться» в рабочей полосе частот используемых каналов.

В настоящее время подавляющее большинство канальных модулей головных станций всех производителей перестраиваются в широкой полосе частот. На выходе таких модулей вместе с полезным сигналом неизбежно имеются и шумовые составляющие спектра во всем рабочем диапазоне частот. При суммировании сигналов на выходе головной станции суммируются и шумы. Нетрудно посчитать, что при суммировании 30 каналов мощность шума на выходе головной станции возрастет на $R_{\text{шума}} = 10 \lg 30 = 14,8$ дБ во всем рабочем диапазоне частот. Следовательно, и на 14,8 дБ ухудшится соотношение сигнал/шум выходных сигналов. В результате возможно заметное ухудшение качества транслируемых каналов - на экране телевизора виден шум.

Другой проблемой при многоканальном суммировании являются побочные частоты и их комбинационные составляющие, неизбежно присутствующие на выходе любой головной станции. В спектре выходного сигнала любого канального модуля головной станции, кроме полезного сигнала с частотой F_i (несущая изображения) присутствует вторая ($2F_i$), третья ($3F_i$) и т.д. гармоники. Их уровни небольшие (как правило, ниже -60 дБс) и на качество изображения они не влияют. Но при прохождении сигнала через усилители кабельной сети уровень этих гармонических составляющих увеличивается, кроме того, увеличивается уровень их комбинационных составляющих (суммарных и разностных), которые могут попадать в полосы используемых каналов. Ситуация усложняется еще и тем, что, кроме

несущей изображения гармоника создаются также несущими цветности и звукового сопровождения.

В результате, на каком-нибудь участке кабельной сети возросший уровень комбинационных составляющих может привести к заметному ухудшению качества изображения.

Все вышесказанное относится и к головной станции «ПЛАНАР-СГ24» производства ООО «ПЛАНАР», состоящей из перестраиваемых модуляторов и конверторов.

Все перестраиваемые модули головной станции «ПЛАНАР-СГ24» работают в двух рабочих диапазонах частот: модули КС410 и МС410 в диапазоне 48...454 МГц; модули КС810 и МС810 в диапазоне 470...830 МГц. Экспериментально установлено, что ухудшение качества становится заметным при суммировании более 20 каналов в одном диапазоне частот.

Следует отметить, что при использовании канальных модулей головной станции «ПЛАНАР-СГ24», предназначенных для работы на фиксированных каналах метрового диапазона этих проблем не возникает. Объясняется это тем, что в таких модулях выходной сигнал дополнительно обрабатывается канальным фильтром, подавляющим шумовую составляющую за полосой канала.

Решение проблемы.

Рекомендовать использовать в указанных выше рабочих диапазонах 48...454 МГц или 470...862 МГц не более 20 перестраиваемых модулей было бы непростительным расточительством (особенно, если учесть, что перестраиваемые модули головной станции СГ24 способны работать в смежных каналах).

Ниже приводится два возможных варианта решения проблемы.

1. Применение канальных фильтров после каждого перестраиваемого канального модуля. На рис.1 изображена структурная схема головной станции «ПЛАНАР-СГ24» на примере перестраиваемых модуляторов МС-410 с использованием канальных полоснопропускающих фильтров. Канальные фильтры позволяют подавить все шумовые и гармонические составляющие за рабочей полосой частот канала. Кроме того, фильтры уменьшают уровень зеркальной частоты звука, $F_{\text{з}}$ – 6,5 МГц, что особенно важно при работе в смежных каналах.

Однако применение канальных фильтров для всех транслируемых в сети телевизионных каналов имеет свои недостатки:

- достаточно высокая стоимость канальных фильтров;
- излишнее загромождение головной станции;
- ухудшение неравномерности АЧХ в полосе каналов.

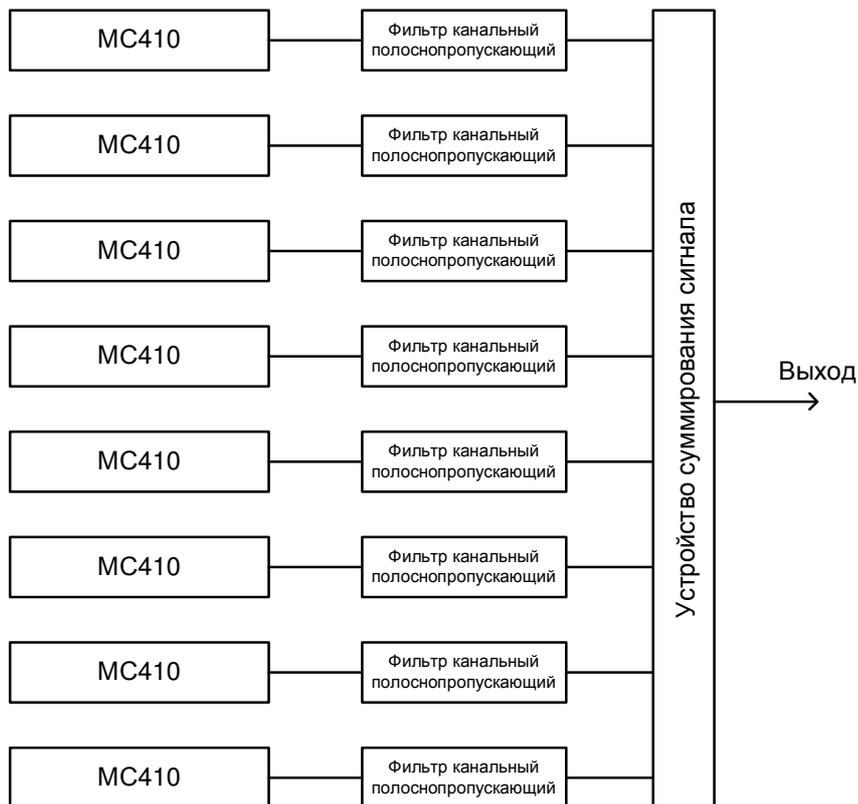


Рис.1 Структурная схема головной станции «ПЛАНАР-СГ24» с дополнительными канальными фильтрами

2. Применение дополнительных диапазонных фильтров. Рабочие диапазоны перестраиваемых модулей можно условно разделить на участки, каждый из которых перекрывается полоснопропускающим диапазонным фильтром.

Канальные модули в пределах одной рамы (6-8 каналов) группируются так, чтобы каналы попадали в диапазон частот полосы пропускания диапазонного фильтра. Каналы можно располагать подряд либо через канал. В соответствии с этой конфигурацией выбирается диапазонный фильтр. Суммарный телевизионный сигнал с выхода каждой рамы головной станции подаётся на соответствующий диапазонный фильтр, после чего сигналы со всех фильтров объединяются в групповой сигнал (рис.2).

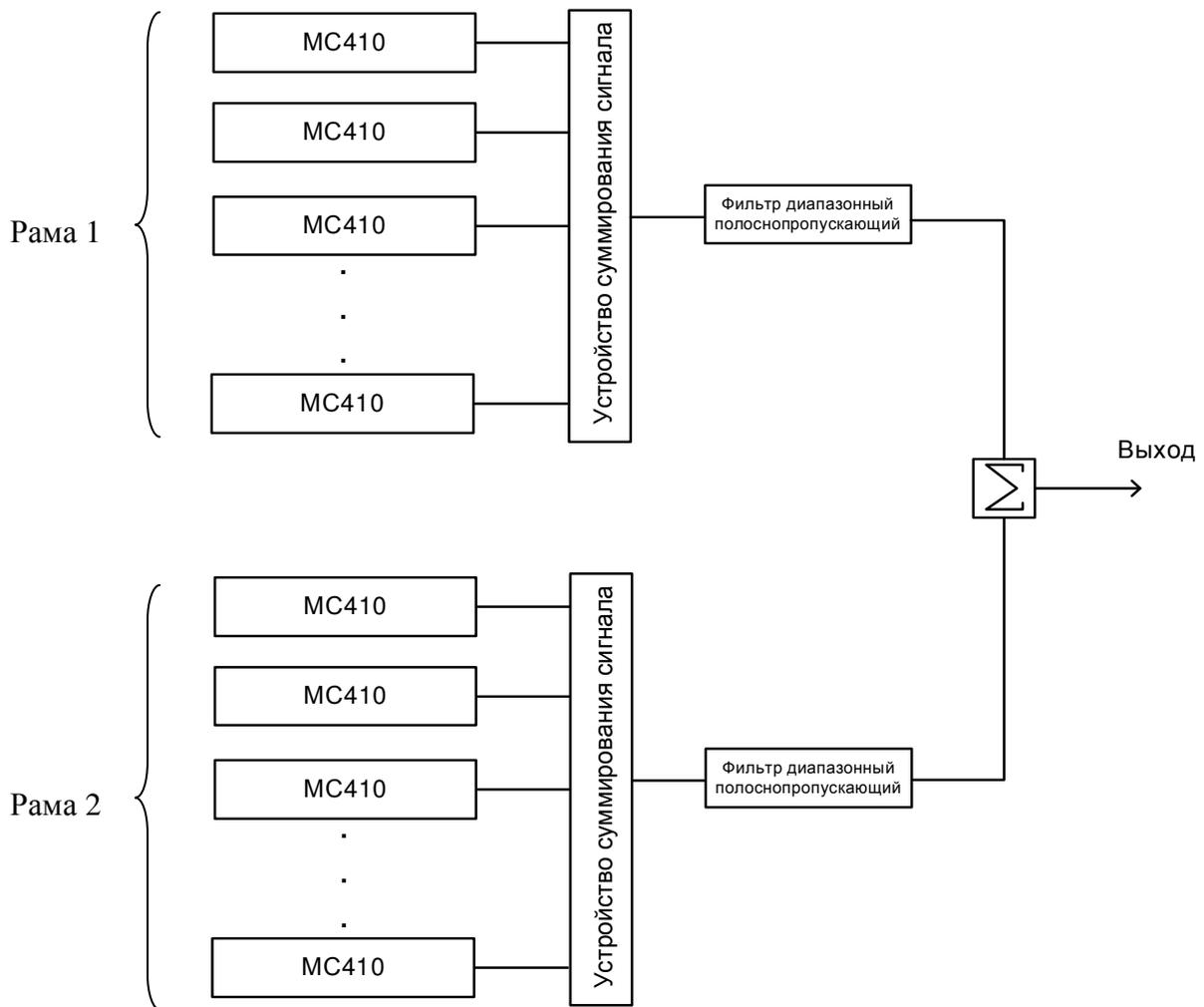


Рис.2. Структурная схема головной станции «ПЛАНАР-СГ24» с дополнительными диапазонными фильтрами

На рис.3 показаны спектрограммы суммирования 16 каналов без диапазонных фильтров и с ними. Пусть, A – отношение сигнал/шум на выходах рам 1 и 2. При суммировании сигналов с двух рам без использования диапазонных фильтров отношение сигнал/шум на выходе головной станции уменьшается на 3дБ и становится равным $A-3$ дБ.

В случае суммирования с использованием диапазонных фильтров отношение сигнал/шум практически не ухудшается.

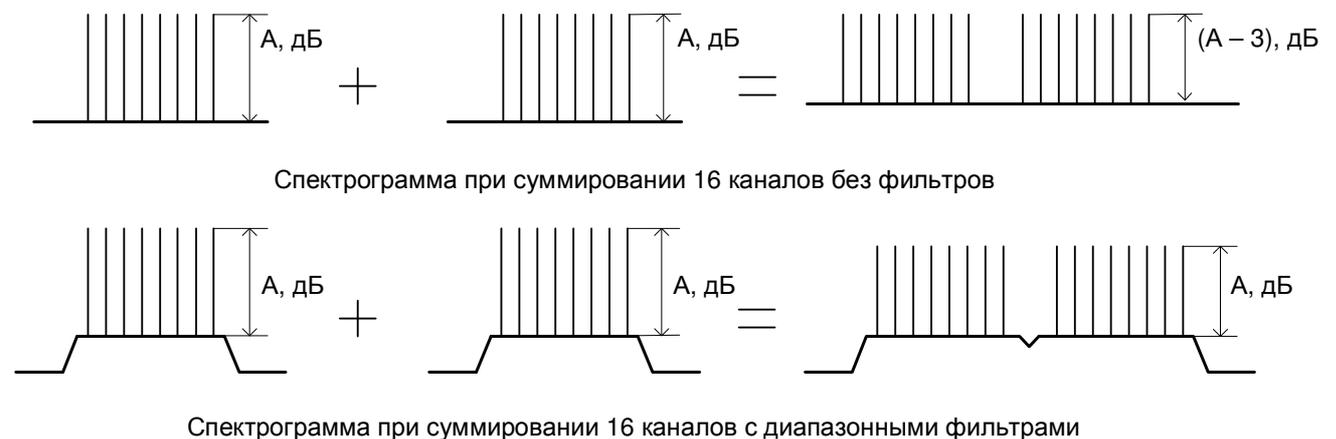


Рис.3.

Диапазонные фильтры выпускаются ООО «Планар» с шириной полосы пропускания 80 и 128 МГц на диапазон частот от 110 до 862 МГц. Они имеют неравномерность АЧХ в рабочей полосе частот менее 1 дБ, поэтому неравномерность АЧХ в полосе канала эти фильтры практически не ухудшают. За рабочей полосой частот фильтры имеют загораживание 30 –35 дБ. Этого вполне достаточно для ослабления шумовой составляющей и гармоник сигнала (а следовательно, и комбинационных помех).

Рассмотрим методику выбора диапазонных фильтров.

Пример 1. В головной станции СГ24, состоящей из 16 перестраиваемых модулей МС410 (рис.4), требуется модернизация. Необходимо добавить 8 дополнительных модулей МС410, которые будут работать в смежных каналах ск1-ск8.

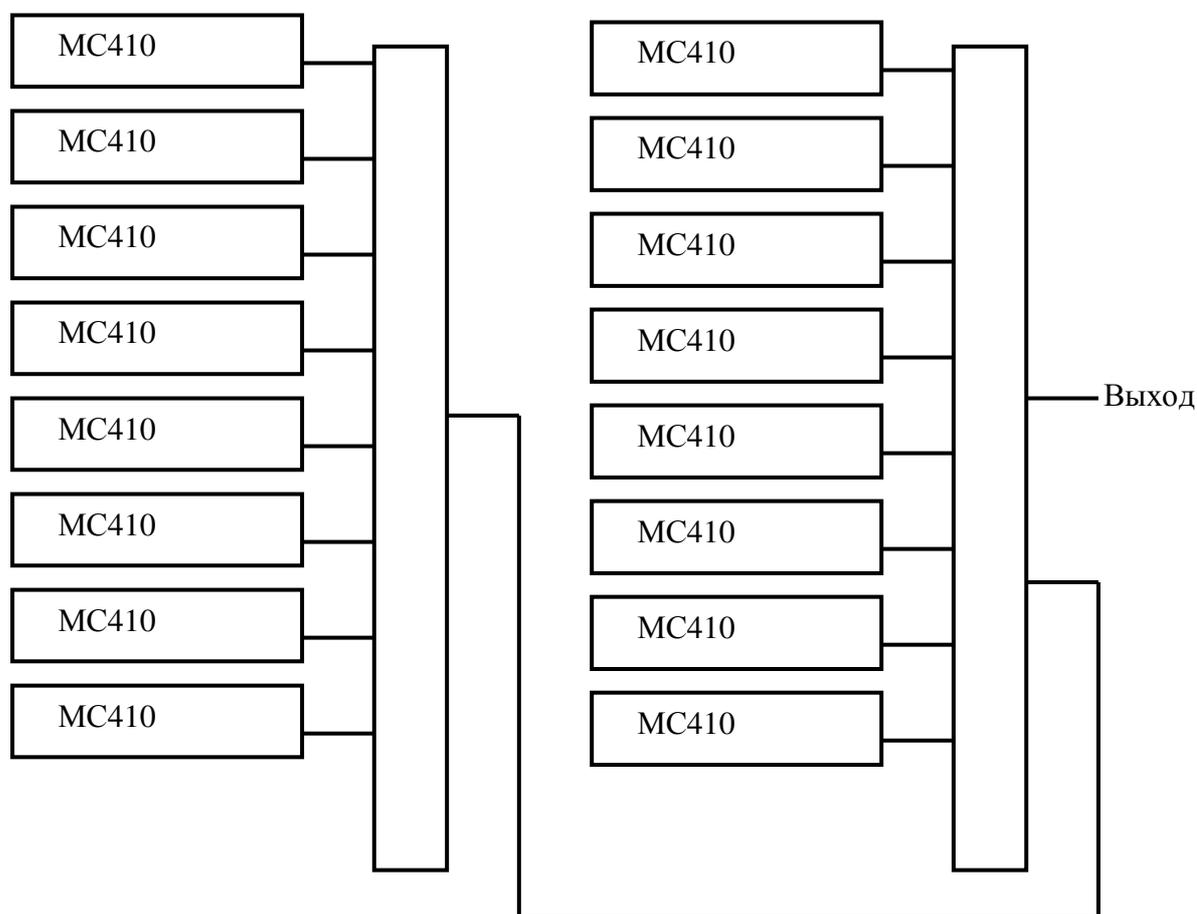


Рис.4. Структурная схема головной станции «ПЛАНАР-СГ24» на 16 каналов.

Решение. Дополнительные модули устанавливаются на третью раму. Для сохранения соотношения сигнал/шум на выходе станции необходимо после всех распределителей (а их, с учетом вновь вводимого, будет три) установить диапазонные фильтры (рис 5).

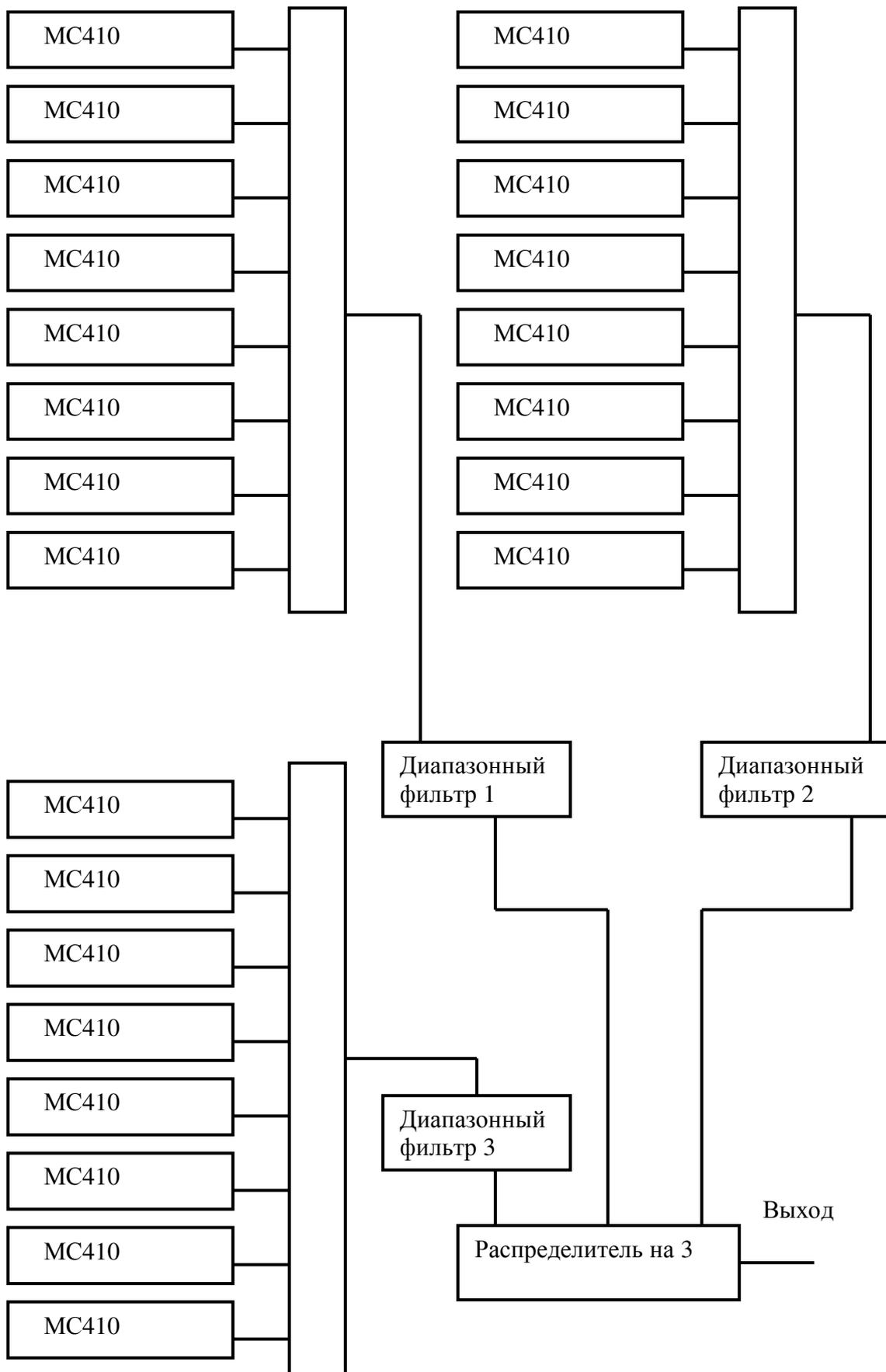


Рис.5. Структурная схема головной станции «ПЛАНАР-СГ24» на 24 каналов с диапазонными фильтрами.

Выбор диапазонного фильтра начнем с диапазонного фильтра для вновь вводимых модулей (диапазонный фильтр 3).

Диапазон частот каналов ск1-ск8 : 110-174 МГц. Наиболее близкие параметры по полосе пропускания имеет диапазонный фильтр ППФ 110-190 (полоса рабочих частот 110-190 МГц). Кроме подавления шумов за пределами рабочей полосы частот этот фильтр ослабит и внеполосные помехи. Ближайшая (сверху) к рабочему диапазону вторая гармоника канала ск1 (222,5 МГц) будет ослаблена фильтром. Остальные гармоники будут подавлены еще сильнее. Таким образом, применение диапазонного фильтра с полосой 80 МГц (110...190 МГц) защитит сигналы, расположенные выше и ниже указанного диапазона от помех, создаваемых перестраиваемыми модулями данной группы.

Подобным образом необходимо выбрать диапазонный фильтр 1 и диапазонный фильтр 2. Внеполосные излучения и шум каждой группы модуляторов на другие источники сигнала, таким образом, будут ослаблены.

Следует отметить, что на рисунке 3 приведен идеальный случай при суммировании каналов, когда полоса пропускания фильтра совпадает с диапазоном выходных частот одной из рам головной станции. На практике может возникнуть более сложная ситуация.

Пример 2. Необходимо суммировать 16 каналов: на первой раме установлены модули, работающие с 25 по 32 канал (диапазон частот 502 – 566 МГц), на второй раме с 35 по 42 канал (диапазон частот 582 – 646 МГц).

Решение. Для группы каналов с 35 по 42 подойдет фильтр ППФ 582-662. Для группы каналов с 25 по 32 подходящего фильтра с полосой пропускания 80 МГц нет. Конечно, возможно исполнение такого фильтра под заказ, но стоимость и срок изготовления будут выше. Подходящий фильтр можно подобрать из имеющихся в ассортименте, с полосой пропускания 120 МГц. Необходимый диапазон частот имеет ППФ 470-606, но он имеет полосу пропускания больше, чем диапазон частот, занимаемый 25-32 каналами (502 – 566 МГц). Поэтому, на выходе этой рамы и шумы будут занимать большую полосу частот (470 – 606 МГц).

На рисунке 6 показана спектрограмма суммирования сигналов с двух рам. После первой установлен фильтр ППФ 470-606, после второй - ППФ 582-662. На рисунке видно, что кроме полезного сигнала, шумы в полосе частот 582 – 606 также сложатся, что на 3 дБ ухудшит соотношение сигнал/шум каналов в этой полосе частот (с 35 по 37 канал).

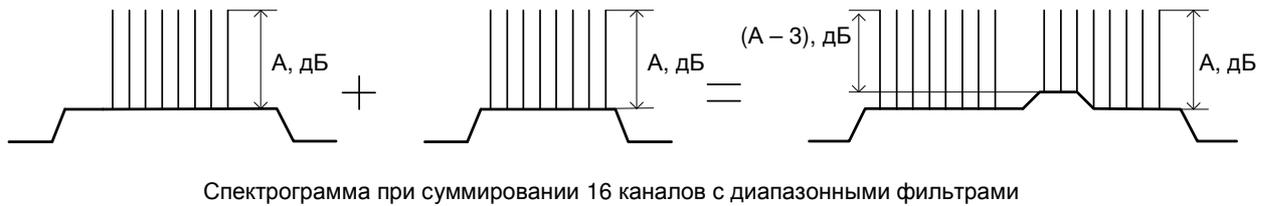


Рис.6. Спектрограммы при суммировании сигналов с двух рам
головной станции «ПЛАНАР-СГ24»

Такое незначительное ухудшение соотношения сигнал/шум трех каналов не приводит к заметному ухудшению качества изображения.

Вывод. Применение канальных и диапазонных фильтров позволяет без ухудшения качества изображения увеличивать количество транслируемых каналов с использованием головных станций среднего класса.