

## Развитие беспроводных телерадиоинформационных систем

Продолжение....

Начало читайте в журнале "Mediasa" №2|март|2007



### Построение передающей станции цифровой системы MMDS на основе модуляторов DVB-T

При построении цифровых систем MMDS или модернизации аналоговых систем MMDS необходимо использовать некоторое количество модуляторов, которые из мультимплексированных и скремблированных потоков MPEG-2, формируемых восьмиканальными DVB серверами-ремультимплексорами COD980RMS, генерируют сигналы в полосе частот 2,3-2,7 ГГц в соответствии со стандартом DVB-T. Согласно спецификации DVB-T используется модуляция типа COFDM. Главное ее преимущество над другими типами цифровой модуляции (как, например, QAM) состоит в том, что при построении системы нет необходимости в строгом соблюдении режима "прямой видимости" между передатчиком и абонентскими приемниками при сохранении всех других преимуществ той же QAM, таких как, в первую очередь, экономия полосы частот. Способность работать при заметных отраженных сигналах является особенно важным преимуществом в городах при плотной многоэтажной застройке.

Структурная схема модулятора DVB-T показана на рис. 3. Он состоит из двух главных частей – собственно модулятора COFDM, который генерирует сигнал на промежуточной частоте 36,125 МГц и конвертора, который переносит спектр модулированного сигнала на одну из частот в полосе 2,35-2,7 ГГц.

Сигналы от отдельных модуляторов поступают на многоканальный сумматор, с помощью которого достигается формирование многоканального группового сигнала и регулирование уровней отдельных каналов. Цифровые сигналы на каждый из модуляторов поступают в формате ASI.

DVB сервер-ремультимплексор COD980RMS представляет собой DVB ремультимплексор с функциями DVB скремблера и сервера абонентской службы системы условного доступа Crypton. Устройство имеет восемь ASI входов, на которые подаются транспортные потоки выбранных для мультимплексирования цифровых телевизионных программ, которые в произвольном порядке могут быть скремблированы. Система пользовательских сообщений рассчитана на поддержку 16 миллионов абонентов.

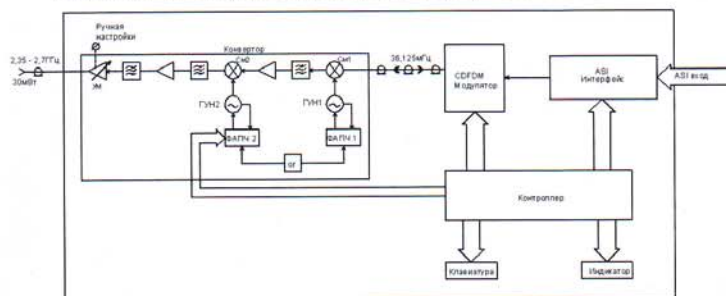


Рисунок 3. Структурная схема модулятора DVB - T

Общая структурная схема цифровой передающей станции MMDS показана на рис. 4. Важнейшей частью станции является групповой усилитель мощности. Это высоколинейный усилитель с выходной мощностью в одноканальном режиме 20 Вт и более. Усилитель должен быть схвачен петлей АРМ. Очень желательным является применение какого-либо из методов линеаризации его выходных каскадов с целью повышения КПД при работе в многоканальном режиме. Усилитель должен иметь большое значение PAR (отношения пиковой мощности к средней), что является обязательным требованием для усилителей COFDM сигналов.

Антенна с круговой диаграммой направленности должна обладать достаточным коэффициентом усиления (12-16 дБ) для обеспечения необходимой ЭИИМ.

Абонентский комплект цифровой системы MMDS очень похож на комплект, применяемый для аналоговых систем MMDS. Отличие состоит в том, что в его состав вводится тюнер DVB-T. Он необходим во всех случаях, когда телевизионный приемник абонента не имеет входа DVB-T.

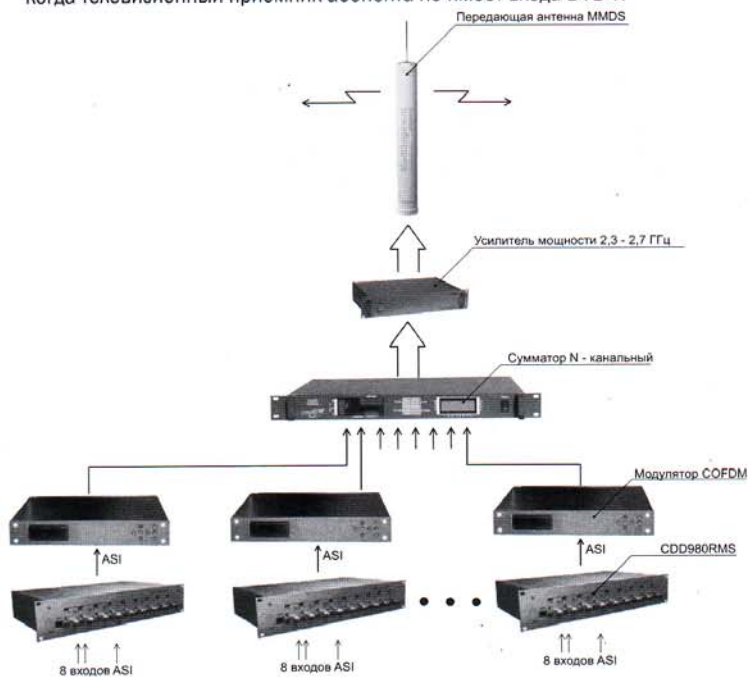


Рисунок 4. Структурная схема передающей станции MMDS.



## 5. Вещательные системы МИТРИС

Из сказанного выше следует, что в системах MMDS, ввиду малой ответвленной полосы частот, приходится использовать только те виды цифровой модуляции, которые обеспечивают высокую спектральную эффективность. Для применения типов модуляции с оптимальными энергетическими параметрами необходимы большие полосы частот. Так для аналоговой частотной модуляции (по стандарту DBS) для передачи одного ТВ канала требуется минимальная ширина полосы около 20 МГц, а шаг сетки частот между соседними каналами 28 МГц. В соответствии со стандартом DVB-S (метод цифровой манипуляции QPSK) для передачи до 8-ми телевизионных каналов на одной несущей требуется полоса частот примерно 35 МГц.

Если принять за исходные приведенные параметры сигналов, то естественным будет и использование близких к используемым в спутниковом вещании диапазонов частот (C, X, Ku). Наиболее подходящим оказался диапазон Ku, так как абонентские станции на основе выпускаемых в массовом количестве антенн, конверторов и тюнеров получаются относительно недорогими.

Украина является одним из пионеров вещания в Ku-диапазоне, несмотря на то, что он выделен для наземных систем связи на вторичной основе. В том же диапазоне ведется вещание с ИСЗ. Взаимные помехи от спутниковых систем наземным и наоборот должны быть исключены. Естественным ограничением для наземных систем в указанном диапазоне является требование наличия прямой видимости между передатчиками и приемниками.

В Украине была предложена система, получившая название МИТРИС (Микроволновая Интегрированная ТелеРадиоИнформационная Система). Характерной особенностью данной системы является использование более высокого по сравнению с MMDS диапазона частот, и, что особенно важно, более широкой полосы частот. Наиболее популярным является диапазон 11,7-12,5 ГГц с полезной полосой 800 МГц. Эволюцию МИТРИС можно проследить по патентам:

1. Патент Украины № 30000, бюл. № 2, 2002 г.
2. Патент Украины № 45504, бюл. № 4, 2002 г.
3. Патент Украины № 55566, бюл. № 4, 2003 г.
4. Патент Украины № 44933, бюл. № 3, 2002 г.

В данных разновидностях системы МИТРИС передающий тракт СВЧ выполнен по одному принципу – принципу сложения сигналов одноканальных передатчиков, выполненных как повышающие конверторы, при помощи мультиплексора, образованного канальными фильтрами, которые установлены на выходе каждого из передатчиков, и системой ферритовых волноводных циркуляторов. На частоте 12 ГГц канальные фильтры с требуемыми характеристиками могут быть выполнены на структурах с высокой добротностью, например, в виде волноводных фильтров, многомодовых фильтров на объемных резонаторах или фильтров на ДР (диэлектрических резонаторах). Такие фильтры дороги и сложны в настройке (тем более, что каждый из канальных фильтров требует индивидуальной настройки).

Второй существенный недостаток – количество передатчиков равно количеству радиоканалов, а количество кабелей, соединяющих передатчики с блоком модуляторов равно количеству передатчиков. В результате система получается достаточно громоздкой.

Третий момент – громоздкий и дорогостоящий блок СВЧ-передатчиков должен быть расположен вблизи передающей антенны, что требует больших капитальных затрат при монтаже оборудования.

При установке системы изменение ее конфигурации (изменение частот радиоканалов) весьма затруднительно.

Все эти недостатки поглощают бесспорное преимущество такого построения – более высокий КПД одноканальных передатчиков, которые при аналоговой частотной модуляции могут работать в насыщении, а при модуляции QPSK – на 3 дБ ниже точки P1 дБ.

Специалистами АОЗТ «РОКС» изначально было определено направление на построение системы с одним групповым передатчиком (повышающим преобразователем). Первые такие системы были запущены совместно с Институтом ЭС в Артеке и Новгород-Сиверском.

Система с одним групповым передатчиком обладает следующими преимуществами:

1. Тот факт, что передатчик выполнен как мощный повышающий преобразователь, позволяет все операции с многоканальным радиосигналом производить на промежуточной частоте (в полосе промежуточных частот спутникового телевидения 900-2150 МГц). После всех необходимых манипуляций с групповым сигналом (суммирования каналов, деления мощности группового сигнала, выравнивания уровней и т.д.) групповой сигнал подается на групповой передатчик и в антенну.

Использование относительно низких промежуточных частот позволяет значительно упростить и разнообразить оборудование для обработки сигнала. Например, для сложения отдельных радиоканалов, вместо мультиплексора, состоящего из фильтров СВЧ и волноводных циркуляторов, можно применить бинарный сумматор на основе мостов Вилкинсона на МПЛ или копланарных линиях, а потери в нем легко компенсировать с помощью широкополосных усилителей.

2. В данной системе параметры отдельных каналов и частотный план их взаимного расположения может быть легко изменен, поскольку никаких жестко настроенных на определенные частоты элементов в системе нет.

При такой конфигурации система может быть разделена на такие основные части:

1. Каналообразующее оборудование (модуляторы).
2. Оборудование формирования группового сигнала (сумматоры-эквалайзеры, делители).
3. Групповой передатчик (мощный повышающий преобразователь).
4. Антенна.

Нельзя не указать на самое существенное преимущество систем МИТРИС над MMDS, которое является следствием применения модуляции с постоянной огибающей (QPSK), имеющей высокие энергетические параметры. Это преимущество усиливается благодаря большому коэффициенту усиления и высокой степени направленности антенн абонентских станций. Оно состоит в крайне низкой излучаемой мощности на один канал (не более 5 мВт!).

**Такая система экологически безвредна и может быть установлена в любом месте густонаселенного региона (города, поселок и т.д.). Во многих случаях использования системы это преимущество может оказаться решающим.**

Малая излучаемая системой МИТРИС мощность во многом решает также проблему электромагнитной совместимости как с космическими системами связи и вещания, так и с наземными. Влияние же сигналов, передаваемых с ИСЗ, на систему МИТРИС за весь период ее практического использования отмечено не было.

Основные составляющие системы были отработаны на вариантах аналоговой системы МИТРИС. Модуляторы были выполнены в виде шестиканальных блоков, состоящих из шести предварительно настроенных на необходимые частоты в L-диапазоне частотных модуляторов с регулировкой уровня сигнала на входе и шестиканальных сумматоров, а также инжекторов для подачи напряжения питания на передатчик по радиочастотному кабелю. Дальнейшее суммирование осуществлялось внешними пассивными сумматорами. При шаге между соседними каналами 35 МГц в полосе 800 МГц размещалось более 20-ти каналов. Система была очень компактной и потребляла очень мало электроэнергии (около 300 Вт).

**Переход к цифровому формату позволил увеличить количество передаваемых программ в 8 раз!**

Ксензенко П. Я.,  
Химич П. Я.

Продолжение в следующем номере...