

Развитие беспроводных телерадиоинформационных систем

Продолжение....

Начало читайте в журнале "Mediasa" №3 | апрель | 2007



Состав комплекса оборудования цифровой вещательной системы МИТРИС, которая основывается на блоках, производимых АОЗТ "РОКС" и ООО "Криптон".

В состав комплекса оборудования входят Головная станция (ГС), радиорелейные станции (РРС) и абонентские станции (АС).

Базовый вариант Головной станции показан на рис. 5. Он состоит из антенны с круговой диаграммой направленности, излучающей многоканальный вещательный сигнал, и нескольких антенн (на рисунке условно двух) в единых моноблоках с передатчиками, образующих передающие РРС. Сигналы на вещательный передатчик и передатчики РРС поступают с требуемыми уровнями и вместе с питающими напряжениями от многоканального делителя мощности.

Многоканальный делитель мощности делит в требуемой пропорции мощность многоканального группового сигнала, который образуется блоком сумматора восьмиканального путем сложения сигналов с различными частотами (шаг сетки частот 35 МГц), генерируемых DVB-серверами.

О назначении передающих РРС речь пойдет выше.

Телевизионные сигналы, предназначенные для формирования новых пакетов телепрограмм, поступают на восьмиканальные серверы COD881MS в виде множества композитных или S-видео сигналов и аудио-сигналов.

Зона покрытия для базового варианта системы имеет радиус около 20 км. Если используется антенная система, образованная несколькими секторными антеннами со своим передатчиком каждая, то этот радиус может быть увеличен до 30 км. Количество выходов делителя мощности при этом необходимо увеличить на количество секторов антенной системы. Количество передаваемой такой системой телепрограмм составляет 64 и путем незначительного усложнения системы может быть удвоено. Количество же абонентов сети платного ТВ определяется только возможностями системы адресного кодирования и очень велико.

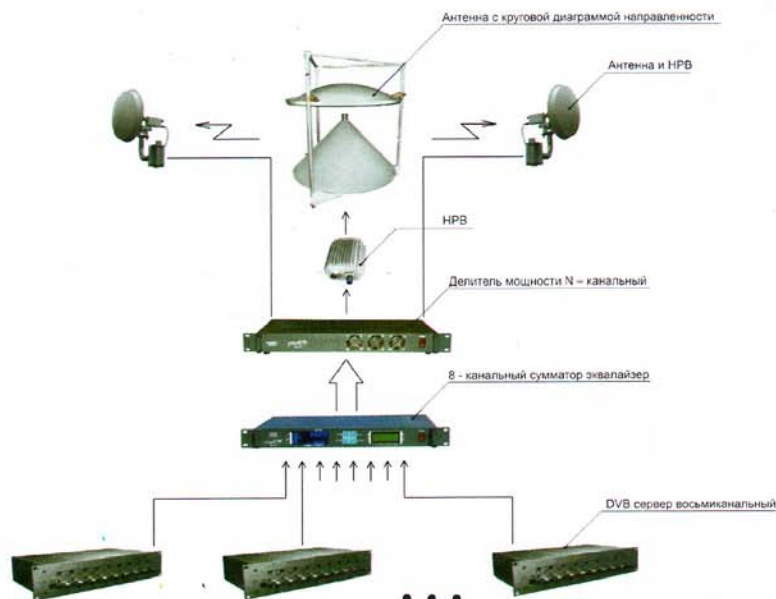


Рисунок 5. Состав ГС цифровой вещательной системы МИТРИС

Краткое описание основных составляющих системы

DVB сервер COD881MS

DVB сервер состоит из следующих узлов (см. рис. 6):

КОДЕР MPEG. Данный модуль преобразует аналоговые сигналы изображения и звука в цифровой поток согласно спецификации DVB.

МУЛЬТИПЛЕКСОР. Восемь сформированных цифровых каналов мультиплексируются в один общий поток в модуле 8-канального мультиплексора.

DVB СКРЕМБЛЕР. Используемый в устройстве скремблер является DVB-совместимым и соответствует спецификации DVB-CAS ETR-289. Он производит выборочное скремблирование цифровых телевизионных программ. Главная цель скремблирования - исключить несанкционированный просмотр телевизионных программ.

ГЕНЕРАТОР СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ.

Генератор служебной информации выполняет операции вставки управляющих сообщений, по которым абонентский ресивер может решать, что делать с выбранным телеканалом.

УПРАВЛЯЮЩИЙ МОДУЛЬ. Управляющий модуль используется для выполнения операций управления оборудованием подписчиков, сбора статусной информации, управления кодерами для решения других задач.

МОДУЛЯТОР. Устройство генерирует модулированный сигнал в форматах: либо QPSK L-band, либо QPSK - 70 МГц, которые пригодны для систем эфирного вещания МИТРИС, а также QAM - для кабельного ТВ и систем MMDS. Для переноса частоты модулятора из L-диапазона в диапазон кабельного телевидения и преобразования типа модуляции QPSK в QAM служит QPSK/QAM трансмодулятор.

7.2. Блок сумматора восьмиканального

Для частотного объединения сигналов от нескольких серверов предназначен сумматор восьмиканальный (8-channels combiner-equalizer), который также дает возможность раздельной регулировки уровней сигнала в каждом из каналов (см. рис. 4). Устройство работает по принципу автоматической регулировки мощности в каждом из каналов, при изменяемом в пределах 30дБ пороговом уровне. Это позволяет поддерживать заранее запрограммированную выходную мощность в каждом канале при изменении уровня входного сигнала в пределах по меньшей мере ± 10 дБ от установленного уровня. Данный блок также снабжает питанием по радиочастотному кабелю мощный повышающий преобразователь.

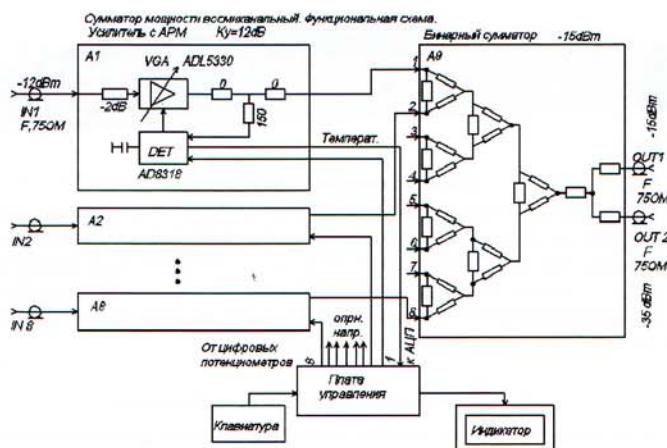


Рисунок 6. Структурная схема сумматора восьмиканального.

7.3. Мощный повышающий преобразователь

Основой системы эфирного ТВ вещания является передатчик (мощный повышающий преобразователь).

Основные параметры и внешний вид для передатчиков Ки диапазона приведены на фото и в таблице 1, а для MMDS передатчиков - в Таблице 2.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование параметра	МИТРИС	MMDS
1	Диапазон частот выходного сигнала, ГГц	10,7-11,7(9,7-10,7; 11,7-12,7; 12,7-13,7; 13,8-14,8)	2500-2700
2	Диапазон частот входного сигнала, ГГц	0,9-1,9	470-670
3	Коэффициент передачи, дБ, не менее	55	50
4	Неравномерность коэффициента передачи в рабочей полосе частот и в интервале температур, дБ, не более	2,0	5,0
5	Наклон АЧХ в сторону увеличения K_u на верхних частотах не менее, дБ	1,0	
6	Уровень выходной мощности, не менее, мВт	120	100
7	Частота гетеродина, ГГц	От 8,8 до 13,8	2,030
8	Интермодуляция третьего порядка, не более, дБ	-40	
9	Глубина АРУ по входу преобразователя, не менее, дБ	-25	
10	КСВН входа, не более	1,3	1,3
11	КСВН выхода, не более	1,3	1,3
12	Подавление гетеродина, не менее, дБс	40	
13	Суммарный уход частоты гетеродина, МГц	$\square 0,15$	10-6
14	Напряжение питания, В	+(15-24)	12-18
15	Ток потребления, А, не более	0,65	



7.4. Антенная система

Следующий элемент ГС - антенная система. В базовом варианте используется антенна с круговой диаграммой направленности. Антенна с круговой диаграммой направленности имеет строго равномерную диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и узкую (5 град.) - в вертикальной. Обеспечивает передачу сигналов, как с вертикальной, так и с горизонтальной поляризацией. Коэффициент усиления антенны 13-16дБ (в зависимости от диаметра зеркала).

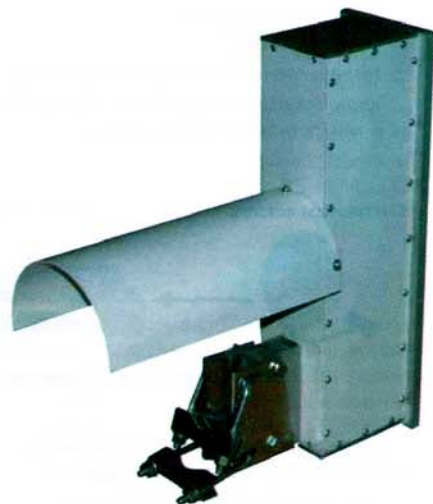
Данную антенну целесообразно использовать в тех случаях, когда ГС находится в центре зоны обслуживания.



Для передающих станций радиорелейных линий (РРЛ) используются антенны с узкой (3-5 град.) диаграммой направленности. Это двухзеркальные антенны (Кассегрена), снабженные радиопрозрачными колпаками. Антенны выполнены в виде моноблоков с передатчиками. Использование одного или нескольких пролетов РРЛ позволяет перебросить вещательный сигнал находящимся на удалении кабельным оператором или на соседние ГС, которые в данном случае могут состоять только из радиочастотного оборудования. Такая структура Комплекса может быть

полезна при сложном рельефе местности внутри зоны обслуживания.

При необходимости применения антенной системы, позволяющей изменять диаграмму направленности, увеличивать зону обслуживания, а также осуществлять пространственное разделение сигналов, прибегают к использованию нескольких секторных антенн. Если необходимо передавать одну и ту же информацию посредством такой антенной системы, то требуется разделить групповой радиочастотный сигнал на несколько (например, 8) частей. Для этого используется многоканальный делитель мощности. Антенна выполнена в виде моноблока с передатчиком. Ширина главного лепестка диаграммы направленности в горизонтальной плоскости от 30град. до 180 град.(в зависимости от исполнения). В вертикальной плоскости - 5град. Коэффициент усиления - не менее 13дБ.

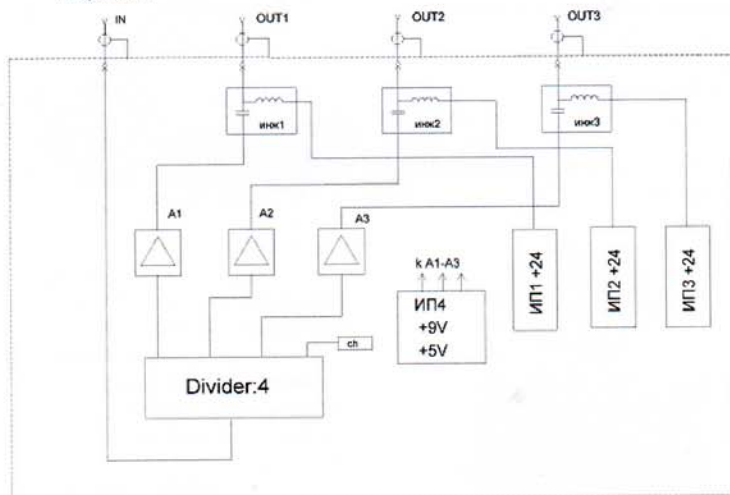


7.5. Многоканальный делитель мощности

Многоканальный делитель мощности предназначен для деления в требуемой пропорции мощности группового многочастотного сигнала, поступающего от Блока сумматора восьмиканального. Сигналы с многоканального делителя мощности вместе с напряжением питания далее подаются на вещательный передатчик и передатчики РРС. В базовом варианте необходим трехканальный делитель мощности. Структурная схема устройства показана на рисунке 7.

Делитель мощности состоит из Пассивного делителя мощности (divider), усилителей со стабилизацией коэффициента усиления (A1-A3) и инжекторов питания.

Рисунок 7.



- трансвертор L/L-band (Transverter)- прямой ввод спутниковых каналов в наземную систему вещания;
- преобразователь понижающий L/70 МГц (Downconverter);
- инжектор-стабилизатор (для промежуточных радиорелейных станций).

8.1. Блок формирования пакета цифровых телепрограмм 70 МГц

Блок формирования предназначен для модернизации РРС, ранее произведенных систем МИТРИС, а также для передачи ТВ программ на ИСЗ. Он состоит из MPEG-2 кодеров, мультиплексоров и QPSK модулятора. Блок формирователя позволяет с очень мелким шагом подстраивать частоту несущей и в широких пределах регулировать выходную мощность.



8.2. Сумматор шестиканальный

Сумматор шестиканальный предназначен для сложения сигналов, поступающих от отдельных источников сигнала, работающих на своих не совпадающих друг с другом частотах, в один многочастотный групповой сигнал. Сумматор шестиканальный позволяет производить независимую регулировку коэффициента передачи в каждом из каналов и обеспечивает подачу напряжения питания на передатчик.

8.3. Делитель мощности восьмиканальный

Делитель мощности восьмиканальный предназначен для деления мощности многоканального группового сигнала на восемь частей в установленной пропорции.

Он может быть полезен при работе со сложной антенной системой, состоящей из нескольких (не более восьми) секторных антенн. За счет изменения пропорции при делении мощности можно варьировать общую диаграмму направленности антенной системы. Делитель мощности также может быть полезен при организации станции коллективного приема при взаимодействии сетей МИТРИС и MMDS с кабельными сетями.



8.4. Трансвертор

Трансвертор L/L-band представляет собой переносчик частот четырех независимых каналов, располагающихся внутри интервала частот 0, 9-2, 15 ГГц на любые другие частоты из того же интервала. Трансвертор выполнен по схеме двойного преобразования частоты в каждом из четырех каналов. Во всех каналах действует отдельная система АРУ.

Основное назначение трансвертера - прямой ввод спутниковых каналов в многочастотный групповой сигнал системы вещания.

8.5. Преобразователь понижающий

Преобразователь понижающий (Downconverter) предназначен для преобразования сигналов, лежащих в полосе частот 0, 9-2, 15 ГГц в более низкую стандартную промежуточную частоту 70 МГц. Полоса радиоканала 36 МГц. По входному сигналу действует эффективная система АРУ. Уровень выходной мощности регулируется в пределах от 70 до 100 дБмкВ.

8.6. Инжектор-стабилизатор

Инжектор - стабилизатор представляет собой моноблок в пылевлагозащищенном исполнении, предназначенный для эксплуатации вне помещений. Он является составной частью активной ретранслирующей РРС и предназначен для организации питания как приемника, так и передатчика РРС через радиочастотный кабель, соединяющий приемник и передатчик

7.6. Абонентская станция

- антенна и конвертор;
- DVB-S(C) тюнер;
- телевизионный приемник или монитор;
- карточка адресного доступа, в которую оператор прописывает доступные конкретному абоненту сервисы



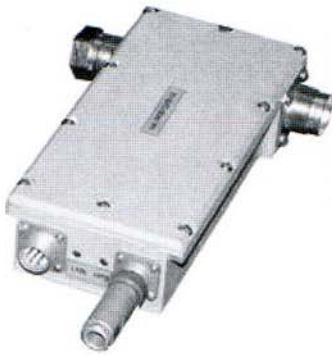
8. Вспомогательное оборудование

Для построения цифровых беспроводных систем телевизионного вещания предлагается дополнительное (вспомогательное) оборудование:

- блок формирователя пакета цифровых телевизионных программ 70 МГц (MPEG-2 DVB Composer) (Модернизация ранее изготовленных систем МИТРИС, работающих по принципу: одна несущая - один аналоговый канал);
- сумматор шестиканальный (6 Channels Combiner-Equalizer) для небольших ГС;
- делитель мощности восьмиканальный (8 Channels Divider) для формирования адаптивного покрытия с большой дальностью;

между собой. Инжектор – стабилизатор включается в разрыв кабеля и обеспечивает независимое питание стабилизированными напряжениями понижающего конвертора приемника и мощного повышающего конвертора передатчика.

Имеется возможность дистанционного (по отдельному кабелю) переключения поляризации приемника и включения/выключения передатчика.

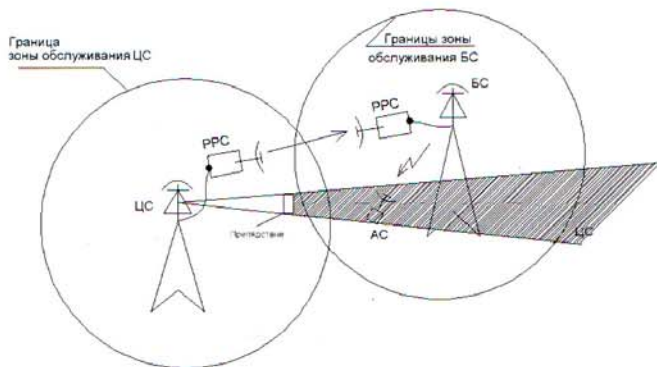


9. Передающий комплекс центральной и базовых станций телерадиоинформационной системы, имеющей сотовую структуру.

Как уже отмечалось выше, увеличение радиуса зоны обслуживания вещательной системы МИТРИС, в которой передача ведется из одной точки – места расположения Головной станции (ГС), может быть достигнуто при прочих равных условиях только за счет увеличения мощности передатчика и коэффициента усиления передающей антенны.

Применение микроволновых вещательных систем в условиях плотной и многоэтажной застройки, свойственной большим городам, имеет некоторые особенности. Для данных условий каналы связи не всегда могут быть описаны при помощи Гауссовской модели. Чаше приходится применять Рэлеевскую модель канала связи, учитывающую так называемый “многолучевой” режим распространения. Если для Гауссовского канала плотность потока мощности при удалении от передатчика падает пропорционально квадрату расстояния, то для Рэлеевского канала – пропорционально четвертой степени. Кроме того, некоторые абоненты, находящиеся внутри зоны обслуживания, могут попасть в зону “радиотени”, что делает невозможным их обслуживание телерадиоинформационной системой. Переход к построению системы в виде сотовой структуры дает возможность преодолеть многие из этих трудностей. Обращаем внимание на то, что обсуждаемая здесь система является сотовой системой фиксированной связи, а не мобильной, и поэтому ей свойственны существенные отличия от привычных уже мобильных систем.

Рисунок 8. Решение задачи обслуживания абонента, попавшего в зону “радиотени” для ЦС.



Сотовая структура состоит из отдельных взаимоперекрывающихся ячеек, в центре которых располагаются базовые станции (БС). Одна из базовых станций является центральной (ЦС). В ЦС сосредоточено управление всей системой. Связь между ЦС и множеством БС осуществляется посредством РРС, входящих в составы как ЦС, так и БС (см. рис. 10). Из рисунка 10 понятно, каким образом абонент, попавший в зону радиотени для ЦС, может обслуживаться передатчиком БС. Построение системы в

виде сотовой структуры снимает ограничения, связанные с размерами зоны обслуживания отдельной станции. Площадь зоны обслуживания такой системы ничем не ограничена.

Главным отличием такого построения системы от сотовой структуры, применяемой в мобильной связи, является отсутствие явления роуминга. Второе важнейшее отличие – высокая направленность и большой коэффициент усиления антенн абонентских станций, работающих в диапазоне СВЧ. На практике это означает, что главные вещательные передатчики ЦС и БС, могут работать в одной полосе частот, не мешая друг другу. Приемники абонентских станций будут принимать сигналы только той станции, на которую они нацелены.

Узконаправленные антенны РРС обладают значительно большим (примерно на 30 дБ) коэффициентом усиления по отношению к антеннам с круговой диаграммой направленности, посредством которых осуществляется вещание. Расстояние между ЦС и БС более чем в 1,5 раза, превышает радиус зоны обслуживания. Для надежного приема сигналов с модуляцией QPSK отношение сигнал/шум для приемника РРС БС может быть более 12-15 дБ. При этом чувствительность приемника может быть выбрана таким образом, чтобы вещательный сигнал ЦС оказался для приемной РРС БС ниже уровня ее собственного шума и не мешал приему сигнала от РРС ЦС. Таким образом, и радиорелейная линия может работать в том же диапазоне частот, что и ЦС и БС!

К сожалению, на практике не все так хорошо.

Во-первых, если абонентский приемник находится на прямой линии, соединяющей ЦС и БС, или на ее продолжении, прием будет затруднен.

Во-вторых, наличие дополнительных отражателей в зонах обслуживания ЦС и БС может также затруднить прием сигналов абонентским приемником.

И все же при грамотном проектировании системы можно неприятностей избежать. Зато в награду можно получить большую экономию частотного ресурса (все работает в одной полосе частот!), а также упрощение многих БС, которые могут лишь ретранслировать сигналы ЦС, для чего приемник РРС и передатчик БС соединяются по промежуточной частоте. Каналообразующее оборудование при этом не используется. Иногда полезным может быть использование разделения сигналов ЦС и БС с сигналами, передаваемыми по радиорелейной линии, по поляризации. Это позволит получить дополнительную развязку на уровне 20-25 дБ без смещения по диапазону частот.

Все сказанное выше в большей мере относится к системам на основе технологии МИТРИС, т.к. в этой системе используется более высокий диапазон частот.

В США и Европе проходит длительный процесс внедрения еще одного типа телерадиоинформационной системы, названной LMDS (Local Multipoint Distribution Service). Для нее выделены частоты 27, 5 и 31, 3 ГГц, и она занимает полосу до 1,3 ГГц. Сеть LMDS обеспечивает двухстороннюю передачу видео, высокоскоростного Интернета, телефонии и т.д. Сеть LMDS может быть разбита на ячейки сотовой структуры с радиусом около 5 км. Сведений о развитии таких систем в Украине пока нет. Тем не менее, многие технические решения, присущие LMDS и ее вещательному варианту – LVDS (Local Video Distribution Service) могут быть использованы применительно к системам МИТРИС.

Заключение

В статьях журнала “Mediasat” № 2 - 4 мы рассмотрели общие проблемы, возникающие при проектировании и построении телерадиоинформационных систем, а также, более конкретно, возможности практических решений, в том числе и по выбору оборудования для перспективных вещательных систем. В следующих статьях будет отражен переход к собственно телерадиоинформационным системам, имеющим выраженную информационную составляющую, а также методы подготовки и обработки цифровых информационных потоков.

Ксензенко П. Я.,
Химич П. Я.