

Рисунок 3 – Диаграмма направленности зенитной антенны

Применение наземных средств радиотехнического обеспечения полетов и связи с использованием антенн зенитного излучения для организации ВЧ-линий связи и передачи данных позволит создавать непрерывное электромагнитное поле на всей протяженности маршрутов МВЛ. Это обеспечит двухстороннюю голосовую связь и передачу данных (остаток топлива, текущие координаты воздушного судна, информация по посадке, план полета, метеоинформацию и т.д.) между диспетчером и пилотом воздушного судна МВЛ, а при оснащении ВС аппаратурой спутниковой навигации и передачи данных «борт-земля» позволит осуществить работу в режиме автоматического зависимого наблюдения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Черенкова Е.Л., Чернышов О.В. Распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 1984. 272 с.
2. Верещагин Е.М. Антенны и распространение радиоволн. М: Воениздат, 1964 г. 240с.
3. К.Ротхаммель.,А.Кришке .Антенны. Том 1; Пер. с нем.-11-е изд.- М.: ДМК Пресс, 2009, 416 с.
4. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. Учебник для вузов. М., «Связь», 1972, 336 с.

УДК 621.396.96

В.А. Красковский, В.П. Тузлуков

*Белорусская государственная академия авиации*

### **ВИДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

В настоящее время в связи с увеличением интенсивности использования радиоэлектронного оборудования, пользователи столкнулись с проблемой ограниченности частотных ресурсов. Это в свою

очередь привело к тому, что радиооборудование является источником взаимных помех.

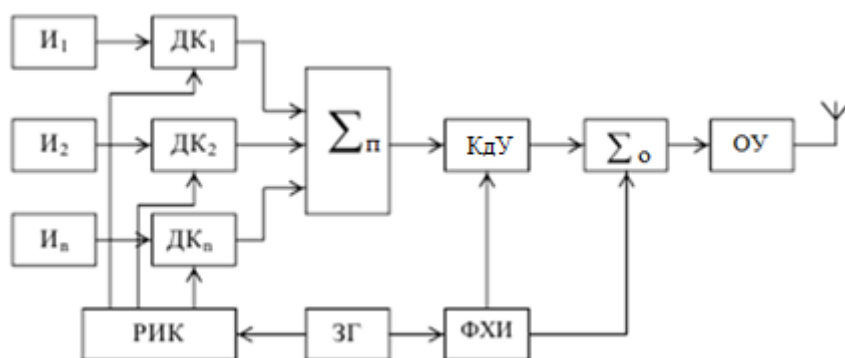
Одним из способов решения данных проблем является использование многоканальных систем передачи информации (МСПИ). В зависимости от выбранного метода разделения сигналов, выделяют следующие виды МСПИ:

- МСПИ с временным разделением сигналов;
- МСПИ с частотным разделением сигналов;
- МСПИ с разделением сигналов по уровню (форме).

В МСПИ с частотным разделением сигналов сигнал модулируется в два этапа: на первом этапе используется односторонняя амплитудная модуляция, а на втором этапе – частотная модуляция. Использование такой комбинации модуляций позволяет обеспечить эффективное использование полосы частот на первом этапе и высокую помехозащищенность на втором этапе. Системы, работающие в такой последовательности, называются МСПИ с частотным разделением сигналов и частотной модуляцией передаваемого сигнала.

МСПИ с временным разделением сигналов обеспечивается ортогональность сигналов, передаваемых по каналу за счет неперекрываемости этих сигналов во времени. При этом сигналы, передаваемые по каналам, имеют общую полосу частот и одинаковую форму. В МСПИ с временным разделением сигналов на первом этапе модуляции применяется фазоимпульсная модуляция, а на втором этапе – амплитудная или частотная модуляция (с активной и пассивной паузой). Причем МСПИ временным разделением сигналов и частотной модуляцией обеспечивает большую помехозащищенность.

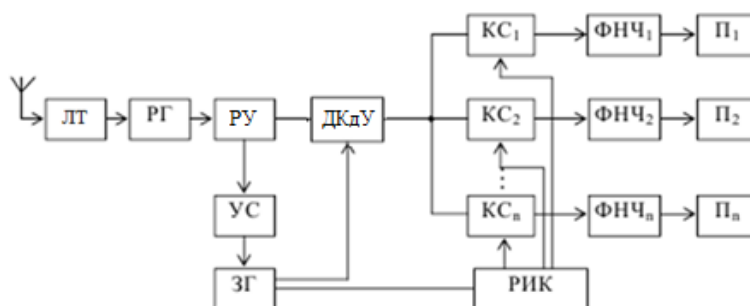
Так же широко применяются цифровые МСПИ с импульсно-кодовой модуляцией и временным разделением сигналов. Схема передатчика МСПИ с импульсно-кодовой модуляцией и временным разделением сигналов приведена на рисунке 1. Сигналы источников информации подвергаются дискретизации. После этого полученная последовательность импульсов модулирует передаваемое сообщение. Аналогичная процедура используется в каждом канале передатчика. В предварительном сумматоре амплитудно-модулированные последовательности каждого канала передатчика объединяются и формируют групповой сигнал с амплитудно-импульсной модуляцией. Далее групповой сигнал поступает на кодирующее устройство, где амплитудно-модулированные импульсы каждого канала кодируются определённым кодом. После этого полученный кодированный групповой сигнал передаётся на один из входов оконечного сумматора. На второй вход подаются сигналы цикловой синхронизации.



$I_1 \dots n$  – источник сигнала  $n$ -го канала,  $ДК_1 \dots n$  – дискретизатор  $n$ -го канала;  
**РИК** – распределитель импульсов каналов,  $\Sigma_p$  – предварительный сумматор;  
**ЗГ** – задающий генератор; **КдУ** – кодирующее устройство; **ФХИ** – формирователь  
хронизирующих импульсов;  $\Sigma_o$  – окончательный сумматор; **ОУ** – окончательное  
устройство.

**Рисунок 1 – Передатчик МСПИ с импульсно-кодовой модуляцией и разделением сигналов по времени**

Групповой сигнал, выделяется линейным трактом приёмника (рис. 2) МСПИ, затем поступает в регенератор, где восстанавливается его форма. После этого последовательность видеоимпульсов (групповой сигнал) поступает на разделяющее устройство, где происходит отделение кодированных сигналов каналов и кодовой последовательности сигналов цикловой синхронизации. Сигналы цикловой синхронизации поступают на устройство синхронизации (УС). Устройство синхронизации формирует синхроимпульсы, которые управляют работой задающего генератора. Задающий генератор формирует управляющие импульсы. Эти импульсы управляют работой декодера и распределителя импульсов каналов.



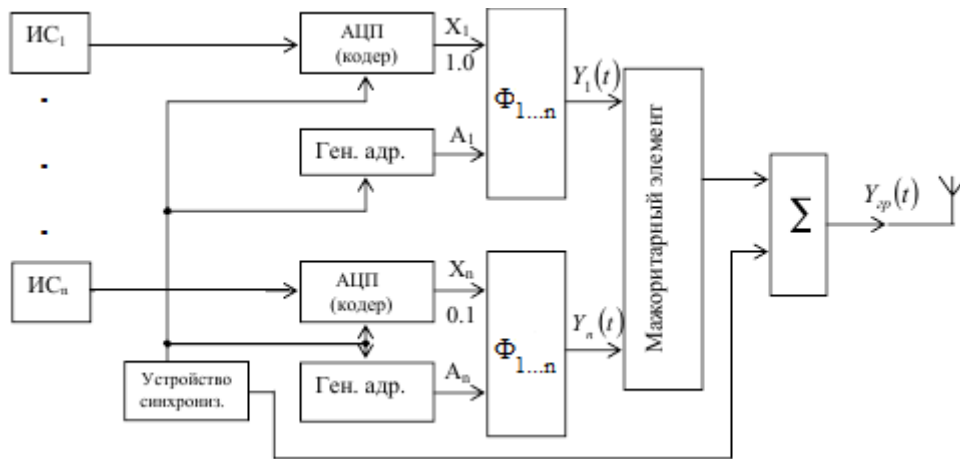
**ЛТ** – линейный тракт; **РГ** – регенератор; **РУ** – разделяющее устройство;  
**УС** – устройство синхронизации; **ЗГ** – задающий генератор; **ДКдУ** – декодирующее  
устройство; **КС<sub>1</sub>...n** – селектор  $n$ -го канала; **РИК** – распределитель импульсов  
каналов; **ФНЧ<sub>1</sub>...n** – фильтр низких частот  $n$ -го канала; **П<sub>1</sub>...n** – потребитель  $n$ -го  
канала.

**Рисунок 2 – Приёмник МСПИ с импульсно-кодовой модуляцией и разделением сигналов по времени**

Последовательность кодированных импульсов поступает на один из входов декодирующего устройства, где происходит ее преобразование в квантованные по уровню импульсы. На второй вход декодера поступает управляющие импульсы от задающего генератора. Следует отметить, что по длительности и времени управляющие импульсы и последовательность кодированных импульсов идентичны. В итоге на выходе декодера получается последовательность импульсов с амплитудно-импульсной модуляцией, распределённых по времени. После этого последовательности импульсов подаются на селекторы каналов. С целью восстановления непрерывного сигнала, передаваемого по одному из каналов, в схему включены фильтры низких частот. В итоге восстановленные сигналы передаются потребителям ( $\Pi_{1...n}$ ).

Наиболее эффективной является МСПИ с разделением каналов по уровню. МСПИ, использующие разделение сигналов по уровню, работают следующим образом. Для обеспечения ортогональности сигналов, передаваемых по каналам, при данном типе разделения каналов в качестве модулирующих сигналов используются полиномы Чебышева, функции Уолша, Хаара и др. Предпочтение отдается функциям Уолша и Хаара, так как в этом случае аппаратура уплотнения и разделения сигналов отличается простотой технической реализации.

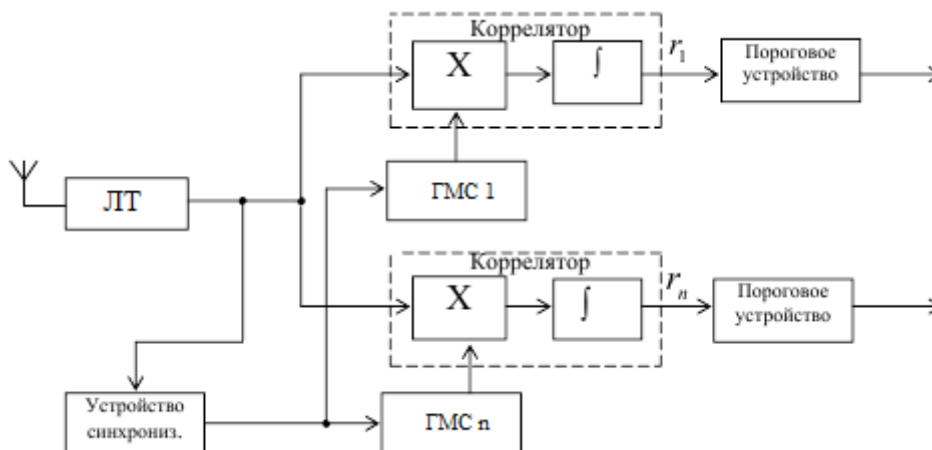
Передатчик МСПИ с разделением сигналов по уровню показан на рисунке 3. Сигналы от источников поступают на аналого-цифровые преобразователи, где преобразуются в цифровой сигнал и кодируются. После этого полученный цифровой сигнал поступает на один из входов формирователя. На второй вход формирователя поступает функция Уолша (Хаара), которая является модулирующим сигналом. В формирователе происходит процесс модуляции. На выходе формирователя получается сигнал  $n$ -го канала определённой формы. После этого осуществляется сложение канальных сигналов, в результате чего формируется групповой сигнал.



**ИС<sub>1...n</sub> – источник сигнала n-го канала; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; Ген. адр. – генератор адреса; Φ<sub>1...n</sub> – формирователь n-го канала; Σ – сумматор.**

**Рисунок 3 – Передатчик МСПИ с разделением сигналов по уровню**

Оптимальный приёмник (рис.4) осуществляет вычисление корреляционного интеграла. После этого осуществляется сравнение полученного результата с пороговым значением. Коррелятор осуществляет спектральное сжатие входного сигнала (группового сигнала). Это обеспечивается умножением группового сигнала на эталонный сигнал и фильтрацией. В итоге имеет место улучшение отношения сигнал/(помеха+шум). Если правильно подобрать тип несущих сигналов, то возможно устранить взаимное влияние каналов при корреляционной обработке.



**ЛТ – линейный тракт; ГМС<sub>1...n</sub> – генератор модели сигнала n-го канала; X – множитель; ∫ – интегратор.**

**Рисунок 4 – Приёмная часть МСПИ с уплотнением по уровню**

Проанализировав принцип работы систем с частотным и временным разделением сигналов, можно сделать вывод, что МСПИ с частотным и МСПИ с временным разделением сигналов имеют свои достоинства и недостатки. Например, каналы системы с временным разделением сигналов одинакового качества в отличие от систем с частотным разделением сигналов. В системах с частотным разделением сигналов количество каналов практически не ограничено, в отличие от систем с временным разделением сигналов. Однако наиболее эффективной является МСПИ с разделением сигналов по уровню. В этих МСПИ полностью отсутствует взаимное влияние каналов, так как все сигналы, передаваемые по каналу ортогональны. Так же МСПИ с разделением сигналов по уровню отличаются максимальным отношением сигнал/(помеха+шум).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Садовомский А. С. Приёмо-передающее радиоустройство и системы связи: Учебное пособие/ А. С. Садовский – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 243 с.

УДК 621.396

Н.П. Малисов, Б.В. Лежанкин

*Иркутский филиал Московского государственного технического  
университета гражданской авиации*

#### **МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ В АЗН**

Решение проблемы безопасности полетов воздушных судов (ВС) гражданской авиации во многом зависит от корректного учета влияния на исход полета внесистемных факторов, к которым, прежде всего, следует отнести опасные метеорологические явления. Облачность, осадки, ветер, туман и другие метеорологические явления оказывают значительное влияние на пилотирование, воздушную навигацию и обслуживание воздушного движения, часто определяют возможность или невозможность выполнения полетов с точки зрения безопасности и экономической целесообразности.

Интенсификация воздушного движения повышает требования к оперативности, надежности и точности фактической и прогнозируемой погоды по аэродромам и маршрутам полетов. Метеорологическая информация, предназначенная для экипажей воздушных судов, должна отвечать полетным требованиям в отношении времени, высоты полета и географической протяженности маршрута и должна быть достаточной для обеспечения полета до аэродрома посадки.