**Радиостанции дальней связи**

**Введение**

В данной курсовой работе рассматривается авиационное радиосвязное оборудование дальней связи. Оно предназначено для обеспечения двухсторонней радиосвязи между экипажем самолета и наземными пунктами управления, а также между разными воздушными судами.

В настоящее время самолетные радиостанции дальней связи выполняются одноканальными, т. е. используются для передачи только одного сообщения. Они обеспечивают оперативную, беспоисковую, бесподстроечную и двухстороннюю радиосвязь.

Данные радиотехнические устройства должны обладать малым энергопотреблением, высоким качеством работы, надежностью и малой стоимостью радиосистем передачи и приема информации.

В курсовой работе показаны и описаны структурные схемы комплекса связи, передатчика и приемника радиостанции дальней связи, а также описан принцип действия основных элементов радиостанции дальней связи.

КОМПЛЕКС СВЯЗИ

На рисунке 1 представлена структурная схема канала связи. Рассмотрим в отдельности каждый блок.

Рис. 1 Структурная схема комплекса связи

РСДС – радиостанция дальней связи;

РСБС – радиостанция ближней связи;

Д УВД – диспетчерская управления воздушным движением;

АРИ – аппаратура регистрации информации;

АВС – аппаратура внутренней связи;

АСР – аварийно-спасательная радиостанция.

РСДС предназначена для обмена информацией между абонентами (воздушных судов и диспетчерами служб управления воздушным движением), находящимися на расстояниях, превышающих дальность прямой видимости. Обычно РСДС рассчитываются на дальность более тысячи километров, однако при малых высотах полета воздушных судов понятию “дальняя связь” соответствует расстояние в несколько сотен километров.

Для РСДС выделены диапазоны гектометровых (ГКМВ) и декаметровых (ДКМВ) волн с диапазоном длин λ = 100 … 1000 и 10 … 100 метров соответственно. РСДС, как правило, работают в режиме амплитудной модуляции (обычной или однополосной) и служат для передачи речевых сигналов (телефонный режим). На большие расстояния и при высоком уровне естественных помех используют телеграфный режим. В этом случае достигаются лучшие характеристики канала радиосвязи, так как сужается требуемая полоса пропускания приемника, а сигналы передаются при максимальной мощности передатчика.

Все РСДС работают в симплексном режиме, т. е. обеспечивают двухстороннюю радиосвязь, при которой передача и прием на каждой радиостанции осуществляются поочередно.

РСБС обеспечивает обмен информацией между абонентами, находящимися в пределах прямой видимости (расстояние до тысячи метров), и работают в диапазонах метровых (МВ) и дециметровых (ДМВ) волн (длины волн λ = 1 … 10 и 0, 1 … 1 метра соответственно). В РСБС используются только телефонный режим и амплитудная модуляция.

Д УВД осуществляет контроль и управление, при чрезвычайных ситуациях, воздушным судном.

АРИ – “черный ящик” служит для регистрации всех переговоров между членами экипажа воздушного судна при использовании АВС, а также для записи переговоров между экипажем воздушного судна и диспетчерами служб управления воздушным движением.

АРИ имеют несколько степеней защиты, которые позволяют им оставаться целыми при аварии воздушного судна

АВС предназначена для ведения переговоров между членами экипажа воздушного судна, а также оповещения пассажиров и трансляции развлекательных программ внутри салона воздушного судна.

АВС работают в сантиметровом диапазоне с длиной волн λ = 0, 1 … 0, 01 метров в режиме амплитудной модуляции и служит для передачи только речевых сигналов (телефонный режим) так как внутри воздушного судна нет значительных естественных помех которые могли бы повлиять на радиоволны на таких малых расстояниях передачи сигналов.

АСР предназначена для передачи сигналов бедствия и связи, потерпевших аварию воздушных судов с наземными пунктами и со спасательными средствами. АСР работают в симплексном режиме. Данные радиостанции снабжены автономными источниками электропитания.

2 РАДИОСТАНЦИЯ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

На рисунке 2 показана структурная схема РСДС.

Рис. 2 Структурная схема радиостанции дальней связи

Мф – микрофон;

УНЧ – усилитель низкой частоты;

ПРД – передатчик РСДС;

ППП – переключатель прием/передача;

ПРМ – приемник РСДС;

А – антенна;

Кл – ключ;

Тел – телефон.

Звуковой сигнал поступает на Мф, затем с Мф попадает на вход УНЧ. В УНЧ радиосигнал низкой частоты усиливается и на выход УНЧ поступает радиосигнал высокой частоты и передается на ПРД. С выхода ПРД радиосигнал попадает в ППП. ППП переключает РСДС с режима передачи на режим приема и наоборот. В данном случае ППП переключает РСДС в режим передачи. Затем радиосигнал с выхода ППП попадает на А, которая передает его на наземную радиостанцию диспетчерской службы управления воздушным движением или на другое воздушное судно. В свою очередь радиосигнал с радиостанции диспетчерской службы управления воздушным движением или с другого воздушного судна передается на летательный аппарат (в данном случае самолет). А принимает этот радиосигнал и передает его на ППП, который переключает РСДС в режим приема. После этого сигнал поступает на ПРМ. В ПРМ этот сигнал преобразуется в форму позволяющую воспринять передаваемую информацию человеку и после этого радиосигнал поступает на Тел.

Особые трудности в РСДС связаны с созданием высокоэффективных передающих (приемных) антенн на воздушных судах, а также высокими требованиями к стабильности несущей частоты (особенно при однополосной модуляции) и к избирательности приемных устройств. Эти факторы проявляются в особенностях схем РСДС, требованиях и характеристиках применяемых антенн и в использовании генератора высоких частот в качестве единого источника всех частот передатчика и приемника.

Схема РСДС предусматривает использование одних и тех же элементов как в передающем, так и в приемном трактах. Применение трансиверной схемы приводит к снижению массовых и габаритных характеристик радиостанции ценой усложнения коммутационной схемы. Для достижения требуемой избирательности в приемнике применяют многократное преобразование частоты принятого сигнала и электромеханические фильтры сосредоточенной селекции с высоким коэффициентом прямоугольности амплитудно-частотных характеристик. Эти же фильтры сосредоточенной селекции используются для формирования излучаемого сигнала.

2.1 Передатчик РСДС

На рисунке 3 приведена структурная схема передатчика РСДС с однополосной модуляцией, в которой используется один из простейших способов формирования однополосного сигнала – способ последовательных преобразований с фильтрацией.

Рис. 3 Структурная схема передатчика РСДС

Мф – микрофон;

УНЧ – усилитель низкой частоты;

БМ1, БМ2 – балансный модулятор;

ПФ1, ПФ2 – полосовой фильтр;

УМ – усилитель мощности;

ГВЧ – генератор высокой частоты;

А1 – антенна;

Сигнал с Мф проходит через УНЧ и поступает на БМ1. При балансной модуляции образуется такой же сигнал, как и при амплитудной модуляции, но с подавленной частотой f1. Частота f1 поступает с ГВЧ. ПФ1 выделяет из спектра этого сигнала верхнюю боковую полосу частот. БМ2 и ПФ2 служат для формирования излучаемого однополосной модуляцией сигнала на частотах от fн + Fmin до fн + Fmax, где fн = f1+ f2. Полученный сигнал с однополосной модуляцией подается на УМ и излучается А1. На рисунке 4 показано преобразование спектров в передатчике РСДС.

Передатчик РСДС с однополосной модуляцией позволяет всю мощность передатчика (или большую ее долю) переносить на информационную часть спектра, что позволяет либо увеличить дальность связи при данной мощности передатчика, либо применить для обеспечения той же дальности действия, но менее мощным передатчиком.

Кроме повышения эффективности использования мощности передатчика, при однополосной модуляции в два раза увеличивается чувствительность приемника, так как в два раза сужается спектр сигнала, а следовательно, и полоса пропускания приемника. Оба эти фактора приводят к тому, что энергетический потенциал канала однополосной модуляции увеличивается в восемь раз и при одинаковой средней мощности передатчика дальность связи при однополосной модуляции увеличивается в 2, 8 раза.

Недостатком передатчика РСДС с однополосной модуляцией является сложность передающих устройств, связанная с подавлением несущих колебаний в передатчике, а также с допустимым уровнем внеполосных излучений, которые создаются при недостаточном подавлении в передатчике спектральных составляющих (несущая частота, вторая боковая полоса и т. п.).

Далее на рисунке 5 показаны временные диаграммы преобразования сигналов в передатчике РСДС.

Рис. 5 Временные диаграммы преобразования радиосигнала в передатчике РСДС

Рис. 6 Преобразование спектров в передатчике РСДС

2.2 Приемник РСДС

На рисунке 7 показана структурная схема приемника РСДС.

Рис. 7 Структурная схема приемника РСДС

УВЧ – усилитель высокой частоты;

См1, См2 – смеситель;

УПЧ – усилитель промежуточной частоты;

УНЧ – усилитель низкой частоты;

Гет1, Гет2 – гетеродин;

ПФ – полосовой фильтр;

А2 – антенна;

Тел – телефон.

В приемном устройстве путем гетеродинирования осуществляется перенос спектра сигнала из высокочастотной области в область звуковых частот. С этой целью принятый А2 сигнал и усиленный в УВЧ подается на См1 вместе с частотой f2 от ГВЧ 1. После усиления в УПЧ однополосный сигнал подается на См2, в котором с помощью частоты f1 производится преобразование сигнала в область звуковых частот. Затем этот сигнал усиливается в УНЧ и выдается потребителям.

На рисунке 8 показано преобразование спектров в приемнике РСДС.

Рис. 8 Преобразование спектров в приемнике РСДС

При однополосной модуляции чувствительность приемника увеличивается в два раза.

Недостатком приемника с однополосной модуляцией является сложность схемы устройства, связанная с последующим восстановлением несущих колебаний в приемнике.

Далее на рисунке 8 показаны временные диаграммы преобразования сигналов в приемнике РСДС.

Рис. 9 Временные диаграммы преобразования радиосигнала в

приемнике РСДС

Рассмотренный процесс соответствует полному подавлению несущей частоты и требует для воспроизведения сигнала с допустимым уровнем разборчивости взаимной расстройки частот fн в передатчике и приемнике, не превышает ± (150 … 250) Гц, а при наличии помех (обычных в каналах радиосвязи на ДКМВ) не более ± (50 … 100) Гц. Если считать, что нестабильность поровну распределяет между передатчиком и приемником, то относительная нестабильность ГВЧ передатчика и приемника должна на наибольшей частоте (30 МГц) быть не хуже 10-6. Если невозможно обеспечить такое качество ГВЧ, то применяют неполное подавление не сущей частоты в передатчике и автоподстройки частоты в приемнике.

3 ФИЗИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ БЛОКОВ РСДС

3.1 Балансный модулятор

Балансно-модулированным колебанием называется амплитудно-модулированное колебание, в котором отсутствует колебание несущей частоты.

При модуляции гармонических колебаний балансно-модулированное колебание определяется уравнением

 (1)

Для осуществления балансной модуляции применяется балансный модулятор (БМ) электрическая схема которого показана на рисунке 10.

Рис. 10 Электрическая схема диодного балансного модулятора

БМ принято называть само устройство, в котором осуществляется модуляция, тогда как при обычной амплитудной модуляции модулятором называют усилитель звуковой частоты, применяемый для амплитудной модуляции.

Рис. 11 Напряжение на выходе балансного модулятора в режиме линейной модуляции

В БМ можно осуществить либо режим линейной модуляции, либо режим коммутации (переключений).

На рис. 12 показана структурная схема устройства, позволяющего выделить одну боковую составляющую. На вход 2 подается радиочастотное, а на вход 1 – модулирующее колебания.

### Вх. РЧ 2

### Вх. ЗЧ 1

**Вых.**

### БМ 1

### *φ = 90*○

### БМ 2

**φ = 90○**

Рис. 12 Структурная схема устройства для получения колебания с одной боковой частотой

На выходе БМ 1 напряжение

 (2)

На выходе БМ

 (3)

Сложение напряжений от двух модуляторов дает результирующее напряжение

 (4)

Аналогично можно осуществить выделение колебаний разностной частоты.

3.2 Смеситель

Смеситель (См) является нелинейным элементом и служит для преобразования принятого сигнала в другой, более удобный для усиления и обеспечения хорошей избирательности.

Электрическая схема простейшего См показана на рисунке 13.

Рис. 13 Электрическая схема смесителя

Преобразование состоит в изменении частоты несущей при сохранении закона модуляции сигнала. На рисунке 14 показан входной сигнал См с несущей частотой fc и гармоническим законом модуляции с частотой F. Спектр этого сигнала будет иметь вид, изображенный на рисунке 15.

Рис. 14 Входной сигнал смесителя с несущей частотой fc и гармоническим законом модуляции с частотой F

Рис. 15 Спектр входного сигнала смесителя с несущей частотой fc и гармоническим законом модуляции с частотой F

В качестве нелинейных элементов в См используют транзисторы, лампы, диоды. Для более подробного объяснения работы См воспользуемся графической зависимостью коллекторного тока транзистора от напряжения между базой и эмиттером показанном на рисунке 16.

Проводимость прямой передачи транзистора, связывающая изменение коллекторного тока с изменениями входного напряжения, приложенного между базой и эмиттером (Uбэ), определяется отношением приращения этих величин при постоянном напряжении на коллекторе Uкэ:

Y21 = ΔIк / ΔUбэ (5)

Штриховой линией на рис. 16 показана зависимость проводимости Y21 от напряжений Uбэ. При большом отрицательном напряжении Uбэ зависимость коллекторного тока от этого напряжения приближается к линейной, а проводимость прямой передачи почти достигает своего наибольшего значения. Именно в этой области выбирают рабочую точку транзистора Y при использовании его в усилительном режиме, так как при этом обеспечивается наибольшее усиление при малом уровне нелинейных искажений. Обозначим проводимость, соответствующую этой точке, Y21y. По мере снижения отрицательного напряжения Uбэ крутизна характеристики коллекторного тока уменьшается, что приводит к соответствующему уменьшению проводимости Y21. Для высокочастотных дрейфовых транзисторов в интервале входных напряжений от 0, 2 до 0, 4 В проводимость прямой передачи практически линейно увеличивается с ростом входного напряжения. При выборе рабочей точки в середине этого участка (точка П на рис. 20) изменение проводимости прямой передачи будет почти линейно зависеть от входного напряжения, если оно не выходит за пределы отмеченного интервала. В этом случае действующее между базой и эмиттером переменное напряжение гетеродина

uг = Uгm · sinωг · t (6)

будет изменять проводимость прямой передачи по закону

Y21(t) ≈ Y21n + Y21m · sinωг · t (7)

Графически эта зависимость показана в правой части рис. 18.

Включим в ту же цепь база – эмиттер источник сигнала с напряжением

uс = Uсm · sinωс · t (8)

Будем полагать, что амплитуда сигнала гораздо меньше амплитуды напряжения гетеродина: Uсm << Uгm. Под действием обоих напряжений положение рабочей точки не выйдет за пределы линейного участка графика, характеризующего изменение Y21 от напряжения Uбэ. На основании общего уравнения для коллекторного тока получим:

Ik = Y21 · Uбэ = (Y21n + Y21m · sinωг · t) · (Uбэ. п + Uсm · sinωс · t) (9)

После несложных тригонометрических преобразований формулу (9) можно переписать так:

Ik = Y21n · Uбэ. п + Y21m · Uбэ. п · sinωг · t + Uсm · Y21n · sinωс · t – 0, 5 · Y21m · Uсm · соs(ωг – ωс) · t + 0, 5 · Y21m · Uсm · соs(ωг + ωс) · t (10)

Следовательно, при выборе рабочей точки на криволинейном участке вольт – амперной характеристики (точка П на рис. 16) и подведении к транзистору двух переменных напряжений (гетеродина и сигнала) коллекторный ток будет иметь постоянную составляющую Y21 · Uбэ, составляющие с частотами гетеродина и сигнала, а также составляющие с разностной и суммарной частотами. Две последние составляющие в радиотехнике называют комбинационными, поскольку их частоты определяются комбинациями (суммарной и разностной) частот входных сигналов нелинейного элемента, каковым являются См.

При постоянной амплитуде напряжения гетеродина амплитуда Y21m будет неизменной (рис. 18). Поэтому амплитуды разностной и суммарной составляющих прямо пропорциональны амплитуде сигнала.

Нагрузку См делают избирательной и настраивают ее на разностную или на суммарную частоту. Благодаря этому на выходе См выделяется напряжение только одной составляющей тока, называемой полезной составляющей промежуточной частоты.

Заключение

В данной курсовой работе, в соответствии с поставленным заданием, была рассмотрена радиостанция дальней связи, ее принцип работы и назначение. Построены временные диаграммы и частотные характеристики сигналов и проведен их анализ. Также были описаны основные блоки, входящие в состав РСДС, такие как: балансный модулятор и смеситель.

**Список литературы**

Айсберг Е. Радио и телевидение?… это очень просто – М.: Энергия, 1975.

Богданович Б.М. Радиоприемные устройства – Минск: Высшая школа, 1991,

Болдин В.А., Горгонов Г.И. и др. Радиоэлектронное оборудование – М.: Воениздат, 1990.

Жеребцов И. П. Радиотехника – М.: Связь, 1965.

Каплун В.А., Браммер Ю.А. и др. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем – ФГУП «Издательсво «Высшая школа», 2002.

Семенов К. А. Радиоприемные и усилительные устройства – М.: Советское радио, 1965.