

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И
ИНФОРМАТИКИ
КАФЕДРА РАДИООБОРУДОВАНИЯ И СХЕМОТЕХНИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 37

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ

СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО ОВЧ ПЕРЕДАТЧИКА
«РСА-030»

Москва 2013

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 37

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО
РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО ОВЧ ПЕРЕДАТЧИКА «РСА-030»

Составитель: Р.Ю. Иванюшкин, к.т.н., доцент.

Лабораторные установки подготовлены силами инженерного состава учебных лабораторий Радиопередающих устройств МТУСИ под руководством и с личным участием заведующего лабораториями О.А. Разина. В работах принимали участие инженеры: А.В. Бажин, Д.Ю. Капралов, К.Н. Худяков, а также лаборант В. Мазура.

В подготовке и оформлении описания лабораторной работы, а также в тестировании и пробном выполнении лабораторной работы принимал активное участие студент-дипломник С.А. Белов.

При составлении описания лабораторной работы использовались сведения из заводских описаний передатчика РСА-030 и стереокодера СТС30-01.

Издание утверждено Советом факультета РиТ. Протокол № от
2013 г.

Рецензент: С.Ф. Горгадзе, д.т.н., профессор

**ВНИМАНИЕ !!! СОБЛЮДЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ В УЧЕБНЫХ
ЛАБОРАТОРИЯХ каф. РОС МТУСИ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ
ОБЯЗАТЕЛЬНО !!!**

Действующие в учебных лабораториях кафедры РОС МТУСИ Правила безопасности, студенты изучают на первом занятии в лаборатории при вводном инструктаже. Работать в лаборатории без изучения этих правил и соответствующего оформления запрещается!!! Требуется строжайшая сознательная дисциплина, как общая, так и в части соблюдения правил безопасности.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторная работа № 37 "Изучение и испытание стереофонического радиовещательного ОВЧ передатчика "РСА-30" предназначена для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», в рамках профиля подготовки «Цифровое телерадиовещание», для студентов магистратуры направления 210400 «Радиотехника», а также для студентов специальности 210405 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение". Также данная лабораторная работа может включаться в программы производственной и преддипломной практик.

Количество лабораторных работ в практикуме и порядок их выполнения определяется графиком лабораторных занятий, который составляется в соответствии с действующей учебной программой и вывешивается не позднее, чем на неделю, предшествующей началу занятий в лаборатории.

К очередной лабораторной работе допускаются студенты, продемонстрировавшие должную степень подготовки и успешно защитившие предшествующие лабораторные работы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы № 37 является ознакомление с техническими показателями и схемотехникой радиочастотного тракта современного стереофонического радиовещательного ОВЧ передатчика и стереокодера, а также со способами измерения некоторых его технических показателей, на основе аппаратно-программного измерительного комплекса.

ЗАДАНИЕ

ПРИ ДОМАШНЕЙ ПОДГОТОВКЕ:

1. Изучить по учебной литературе принципы построения радиочастотного тракта современных радиовещательных ЧМ передатчиков с

формированием комплексного стереосигнала по системе с пилот-тоном.

2. Ознакомиться (по предлагаемому описанию) с основными техническими показателями передатчика "РСА-030".

3. Ознакомиться (по предлагаемому описанию) со структурной схемой ОБЧ ЧМ передатчика " РСА-030", а также со структурными схемами основных его узлов и принципами их построения.

4. Ознакомиться (по предлагаемому описанию) с принципиальной электрической схемой тракта усиления мощности передатчика " РСА-030", а также с принципиальной схемой частото-модулированного автогенератора (ГУНа).

5. Изучить (по предлагаемому описанию) состав лабораторной установки и назначение всех входящих в нее измерительных приборов, а также используемые программные средства.

ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ:

6. Подготовить лабораторное оборудование к работе.

7. Измерить значение девиации частоты вызываемой пилот-тоном.

8. Исследовать зависимость девиации частоты от уровня синусоидального тона в одном канале.

9. Исследовать зависимость девиации частоты от уровня синусоидального тона, подаваемого на входы двух стереоканалов.

10. Исследовать осциллограммы демодулированного сигнала.

11. Исследовать спектры демодулированного сигнала на выходе измерителя модуляции (микрофонный вход звуковой карты лабораторного ПК) и декодированного стереосигнала на выходе ЧМ-тюнера (линейный вход звуковой карты лабораторного ПК).

12. Измерить амплитудную характеристику (АХ) передатчика. Измерить несимметрию стерео-каналов.

13. Исследовать АЧХ модуляционного тракта по выходу измерителя модуляции (микрофонный вход звуковой карты лабораторного ПК) и по выходу ЧМ-тюнера (линейный вход звуковой карты лабораторного ПК).

14. Измерить величину паразитного проникновения сигнала одного стереоканала в другой стереоканал.

15. Измерить полезную мощность передатчика на пилот-тоне и при номинальном уровне модулирующих сигналов на входах стереокодера.

ОПИСАНИЕ ПЕРЕДАТЧИКА "РСА-030"

И СТЕРЕОКОДЕРА «СТС30-01»

НАЗНАЧЕНИЕ

Стереофонический радиовещательный передатчик "РСА-030" обеспечивает формирование и передачу в фидерный тракт радиосигнала звукового вещания с частотной модуляцией (с предкоррекцией АЧХ

модулирующего тракта по закону 6 дБ/октава) при подаче на модуляционный вход либо монофонического сигнала, либо комплексного стереосигнала (КСС), сформированного по системе «пилот-тон». Формируемый радиосигнал предназначен для подведения к антенно-фидерному тракту в одном из радиоканалов диапазона ОВЧ на несущих частотах (87 – 108) МГц. Каждый передатчик жестко настроен на один из радиоканалов каналов в этом диапазоне частот. Передатчик предназначен для установки в специально оборудованном помещении, в котором обеспечиваются соответствующие климатические условия, освещение, электропитание, имеются контрольно-измерительные приборы и контрольные телевизионные приемники.

В свою очередь, стереокодер «СТС30-01» предназначен для формирования комплексного стереосигнала (КСС) по системе «пилот-тон», для его подачи на модуляционный вход передатчика. При формировании КСС из поступающих на вход аудиосигналов левого и правого стереоканалов, предусматривается предкоррекция АЧХ 6 дБ/октава в каждом из стереоканалов.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДАТЧИКА

Радиовещательный ОВЧ передатчик "РСА-030" выполнен в полном соответствии с ГОСТ Р 51741-2001 "Передатчики радиовещательные стационарные диапазона ОВЧ". Его параметры сведены в таблицу 1:

№	Параметр, единица измерения	Значение параметра
1	Номинальная выходная (полезная) мощность, Вт.	$30 \pm 1,0$
2	Диапазон несущих радиочастот, МГц.	$87,5 \div 108,0$
3	Шаг сетки частот, кГц	10
4	Вид модуляции	Частотная, с предкоррекцией АЧХ 6дБ/октава
5	Отклонение несущей частоты от номинального значения, Гц	± 50
6	Требования к ширине полосы частот радиоканала и внеполосным излучениям	В соответствии с чертежом «маски» в ГОСТе
7	Допустимый уровень любого побочного излучения, дБ	-60
8	Постоянная времени предкорректора АЧХ 6дБ/октава, мкс	50
9	Номинальная полоса модулирующих частот, Гц	$30 \div 15000$

10	Максимальное отклонение АЧХ от характеристики идеальной цепи предкоррекции 6дБ/октава в полосе модулирующих частот, дБ	$\pm 0,5$
11	Номинальная девиация несущей частоты при модуляции КСС либо монофоническим сигналом, кГц	75
12	Номинальная девиация несущей частоты, вызываемая пилот-тоном, кГц	6,75
13	Коэффициент гармоник при номинальной девиации частоты в номинальной полосе модулирующих частот, %	0,3
14	Номинальное значение выходного сопротивления передатчика (по антенно-фидерному тракту), Ом.	50
15	Номинальное значение входного сопротивления передатчика по модуляционным входам, Ом.	600

Рабочие условия эксплуатации:

- ◆ температура окружающей среды в пределах 5-45 С⁰
- ◆ относительная влажность при температуре 20 С⁰ не более 70%.
- ◆ напряжение питания 220 +10% ... -15%.

Передатчик «РСА-30» является функционально законченным устройством, на базе которого можно построить небольшой местный радиовещательный центр. Передатчик включает в свой состав все необходимые для этого узлы - коммутатор входных монофонического сигнала и комплексного стереосигнала, частотомодулированный синтезатор частот, выходной усилитель мощности, контрольные индикаторы и органы управления.

УПРОЩЕННАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ПЕРЕДАТЧИКА

Передатчик «РСА-030» построен на основе прямой архитектуры радиотракта. Частотная Модуляция сигнала осуществляется непосредственно на рабочей частоте в частото-модулированном автогенераторе (ГУНе) синтезатора частот, построенного на основе петли фазовой автоподстройки частоты по опорному колебанию, создаваемому кварцевым опорным автогенератором. На модулирующий вход ГУНа от коммутатора поступает либо монофонический сигнал, либо комплексный стереосигнал (КСС),

формируемый стереокодером. Предкоррекция АЧХ 6дБ/октава, предусмотренная при аналоговой частотной модуляции, по монофоническому сигналу осуществляется в передатчике, а по левому и правому каналам стереофонического сигнала — в стереокодере. Сформированный ЧМ-сигнал с выхода ГУНа синтезатора частот усиливается в усилителе мощности, а затем, после фильтрации гармоник в выходной фильтрующей системе, поступает в антенно-фидерный тракт. Упрощенная структурная схема передатчика «РСА-030» приведена на рис. 1.

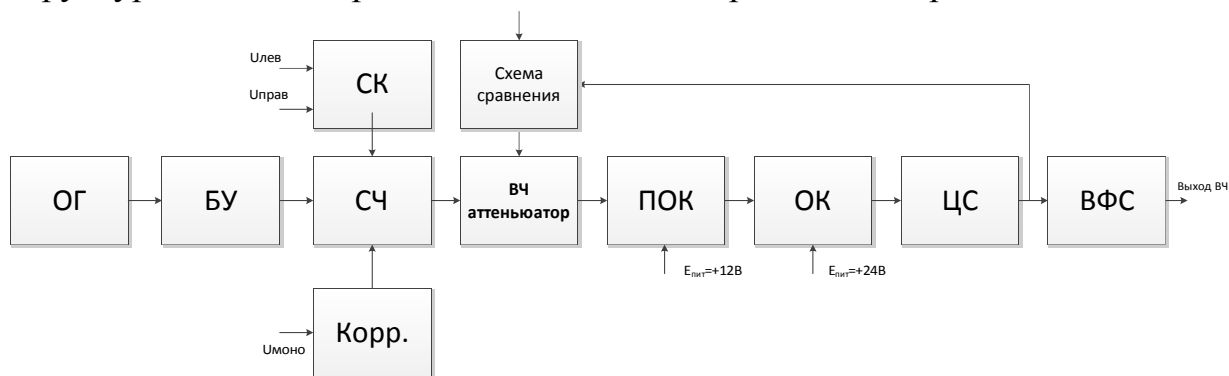


Рис. 1. Упрощенная структурная схема передатчика «РСА-030»

В структурной схеме на рис. 1. показаны:

ОГ – опорный кварцевый автогенератор, вырабатывающий высокостабильную опорную частоту;

БУ – буферный усилитель, снижающий влияние на ОГ последующих каскадов, с целью повышения стабильности вырабатываемой ОГ частоты,

СЧ – синтезатор частот, формирующий из опорной частоты рабочую частоту в заданном диапазоне частот и перестраиваемую с заданным дискретным шагом. Одновременно, ГУН СЧ выполняет функции частотного модулятора, на управляющий вход которого поступает либо монофонический сигнал, прошедший предкоррекцию АЧХ 6 дБ/октава (для чего служит блок предкоррекции КОПП), либо комплексный стереосигнал (КСС), формируемый в стереокодере СК, в цепях которого по левому и правому стереоканалам также осуществляется аналогичная предкоррекция АЧХ;

Управляемый ВЧ-аттенюатор, устанавливаемый между выходом СЧ и входом предоконечного усилителя мощности ПОК, выполняет роль регулирующего элемента системы автоматической регулировки усиления АРУ, предназначенной для обеспечения одинаковой выходной мощности передатчика во всем диапазоне рабочих радиочастот. Для обеспечения работы системы АРУ также задействована Схема сравнения, на которую подается и детектируется выходной сигнал передатчика, который затем сравнивается с пороговым уровнем, а по результату сравнения

вырабатывается управляющее напряжение, поступающее на управляющий вход ВЧ-аттенюатора;

Предоконечный каскад ПОК двухкаскадного транзисторного усилителя мощности передатчика обеспечивает усиление сформированного частотомодулированного радиосигнала для создания необходимой мощности возбуждения окончного каскада усиления мощности;

ОК – окончный каскад усиления мощности, который обеспечивает (с учетом потерь в цепях фильтрации и согласования) номинальную выходную мощность передатчика в 30 Вт, подводимую к антенно-фидерному тракту;

ЦС — цепь согласования номинального (эквивалентного) выходного сопротивления окончного каскада усиления мощности ОК (с учетом его паразитных емкостей) с входным сопротивлением выходной фильтрующей системы ВФС;

ВФС – выходная фильтрующая система, которая пропускает рабочую первую гармонику и ослабляет неосновные высшие гармонические составляющие спектра выходного тока, и тем самым позволяет снизить уровни побочного излучений передатчика до допустимых величин.

СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ ПЕРЕДАТЧИКА

В данном передатчике блок синтеза частот (см. структурную схему на рис. 2) построен по косвенному методу, который подразумевает построение синтезатора на основе генератора управляемого напряжением (ГУН) охваченным петлей автоматической подстройки частоты (АПЧ) по сигналу от опорного генератора ОГ. В данном синтезаторе применена частотно-фазовая система АПЧ, в которой обеспечивается как высокая точность установки несущей частоты, так и устойчивый захват петли. АПЧ снижает фазовые шумы и стабилизирует частоту ГУН.

В состав синтезатора косвенного типа (рис. 2) входят:

ОГ — опорный генератор;

БУ – буферный усилитель;

ДФКД(m) – делитель с фиксированным коэффициентом деления;

ЧФД — частотно-фазовый детектор;

ФНЧ – фильтр нижних частот;

ДПКД(N) – делитель с переменным коэффициентом деления;

ГУН – генератор, управляемый напряжением.

Принцип работы синтезатора частот косвенного типа показанного на рис. 2 заключается в следующем. С выхода ГУН колебание через ДПКД, где его частота делится в n раз, подается на вход ЧФД. На второй вход ЧФД подается сигнал от ОГ, частота которого при прохождении через ДФКД делится в m раз. ЧФД преобразует разность фаз сравниваемых импульсных последовательностей, формируемых из колебаний $f_{оп}/m$ и $f_{ГУН}/n$ в напряжение сигнала ошибки, которое через ФНЧ (где подавляются

сравниваемые частоты и их гармоники и комбинации) поступает на управляющий вход ГУН и подстраивает его частоту пока разница не будет равна нулю. Частота на выходе синтезатора определяется как $f_{\text{ГУН}} = nf_{\text{оп}}/m$. Эта частота зависит от коэффициентов деления, а значит, подбирая m и n можно получить требуемую сетку дискретно перестраиваемых частот.

Особенностью синтезатора частот радиовещательного ЧМ передатчика является сочетание в ГУНе функций, как формирования (синтеза) рабочей радиочастоты, так и формирования ЧМ-сигнала. Т.е. ГУН синтезатора частот одновременно используется в качестве частотного модулятора. На модуляционный вход ГУНа подается КСС со стереокодера, либо монофонический сигнал, прошедший через предкорректор АЧХ 6дБ/октава.

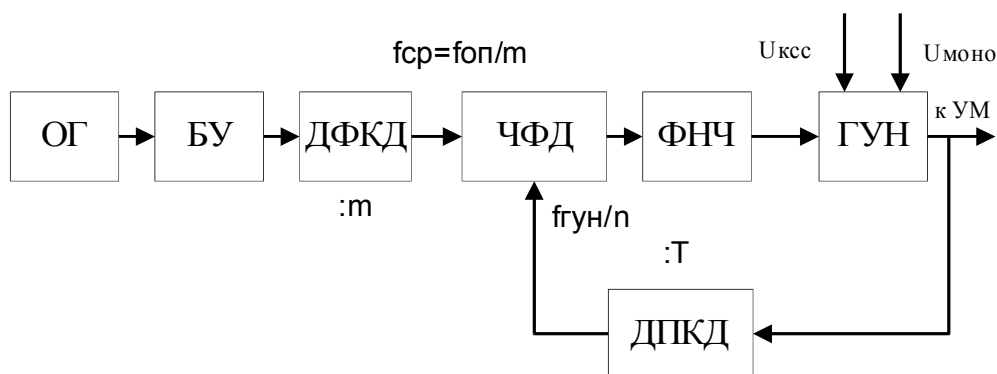


Рис.2.Синтезатор частот косвенного типа.

Еще одной особенностью СЧ передатчика «РСА-030» является интегральное исполнение петли АПЧ в сочетании с ГУНом, выполненном на дискретных элементах. Петля АПЧ синтезатора выполнена на микросхеме MB1504, которая включает в себя делители опорной ДФКД и несущей ДПКД частоты, а также частотно-фазовый детектор ЧФД. Управление коэффициентом деления ДПКД производится последовательным кодом, который поступает с микропроцессора, управляющего работой всех узлов передатчика. Шаг сетки частот синтезатора составляет 10 кГц.

Для получения требуемой стабильности несущей частоты в качестве опорного используется высокостабильный кварцевый генератор на 10 МГц с термокомпенсацией ГК-321, имеющий собственную долговременную нестабильность частоты 10^{-6} . ОГ обладает высокой температурной стабильностью в широком интервале температур. Форма выходного сигнала импульсная и синусоидальная.

ЭКВИВАЛЕНТНАЯ СХЕМА ГУНа

Как уже обсуждалось выше, ГУН передатчика «РСА-030» обеспечивает одновременно, как синтез несущей радиочастоты (в составе петли АПЧ), так и частотную модуляцию монофоническим или комплексным стереофоническим сигналом. Как известно, при построении ГУНов (в том числе и частотных модуляторов), чаще всего за основу принимается

модифицированная емкостная трехточка, называемая схемой Клаппа. В отличие от этой схемы, где емкость варикапа включается последовательно в индуктивную ветвь, в схеме ГУНа передатчика «РСА-030» варикапы включены параллельно контурной индуктивности. На рис. 3 показана упрощенная эквивалентная (по переменному току) схема ГУНа передатчика «РСА-030».

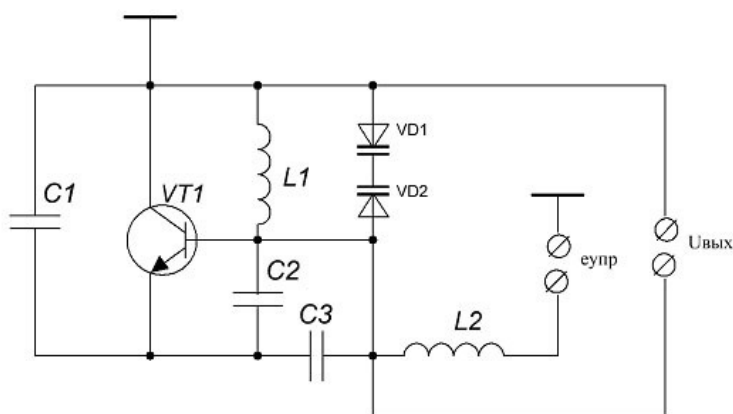


Рис. 3. Эквивалентная схема ГУН.

Как и при построении ГУН на основе схемы Клаппа, используется включение транзистора по схеме с заземленным коллектором. Емкостная трехточка образуется элементами $L1$, $C1$, $C2$, а также двумя встречно-включенными в индуктивную ветвь варикапами $VD1$ и $VD2$. Такое включение варикапов позволяет получить требуемую линейность модуляционной характеристики. Блокировочная индуктивность $L2$, включенная в цепь управляющего входа (на который поступает, как модулирующее напряжение звуковой частоты, так и напряжение ошибки, вырабатываемое петлей АПЧ), препятствует ответвлению цепи АПЧ и модуляционного входа токов радиочастоты. Блокировочный конденсатор $C3$, наоборот пропускает радиочастотное колебание с эмиттера транзистора на выходные клеммы ГУНа. Соединение коллектора транзистора с корпусом по переменному току осуществляется не непосредственно, а при помощи другого блокировочного конденсатора, который на эквивалентной схеме не показан. На рис. 3 также не показаны цепи питания, которые обеспечивают подачу питающего напряжения на коллектор транзистора, а также обеспечивают требуемые напряжения смещения, как на базу транзистора, так и на варикапы.

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

Тракт усиления мощности передатчика содержит два каскада усиления (см. структурную схему на рис.1.): предоконечный ПОК и окончательный ОК. Оконечный каскад передатчика выполнен на мощном МОП-транзисторе BLF 245, специально предназначенном для усиления колебаний с постоянной амплитудой в СВЧ диапазоне. Основные параметры этого транзистора сведены в таблицу 2.

Табл.2. Основные параметры транзистора BLF 245.

Режим работы	$f_{\text{в}}$ (МГц)	$E_{\text{п}}$ (В)	$P_{\text{вых}}$ (Вт)	$K_{\text{р}}$ (дБ)	η (%)
Класс В	175	28	30	>13	>50

Оконечный каскад работает в граничном режиме класса АВ с током покоя 130 мА. Несмотря на то, что при усилении ЧМ-сигналов, огибающая которых постоянна, и нет ограничений на выбор угла отсечки, выбрана работа не в режиме класса С, и даже не в режиме класса В, а именно в режиме класса АВ, при котором обеспечивается наилучшее использование усилительного прибора по полезной мощности, а также высокий коэффициент усиления. Поскольку полезная мощность передатчика составляет всего 30 Вт, передатчик является стационарным (т. е. нет существенного ограничения на массо-габаритные показатели, что позволяет строить необходимые системы охлаждения) и предусматривает электропитание только от сети (т. е. нет существенного ограничения на энергопотребление), задача достижения высокого коэффициента полезного действия (что и обеспечила бы работа ОК в режиме класса С или класса В) здесь не является первоочередной.

Предоконечный каскад усиления мощности ПОК, выполнен на полевом транзисторе D1084UK. Каскад также работает в граничном режиме класса АВ с током покоя 120 мА. Причины выбора такого режима работы те же, что и для ОК. В этом режиме транзистор обеспечивает максимальный коэффициент усиления по мощности около 15 дБ при полезной мощности 4 Вт и напряжении питания 28 В.

На входе усилителя мощности (см. рис. 1) установлен согласованный регулируемый аттенюатор на ВЧ диодах, работающий в схеме АРУ, которая служит для поддержания одинакового уровня мощности сигнала на выходе передатчика во всем рабочем диапазоне радиочастот. Управляющее напряжение на аттенюатор поступает с микросхемы, выполняющей функции устройства сравнения, на которые подаются пороговое напряжение, а также напряжение со специального детектора, фиксирующего уровень сигнала, обратной связи, поступающего с выхода передатчика. Глубина регулировки АРУ - более 20 дБ.

Принципиальная схема тракта усиления мощности изображена на рис. 4. Регулируемый аттенюатор схемы АРУ, включенный на входе тракта усиления мощности, выполнен на диодах VD1-VD2-VD3. Управляющее напряжение АРУ подводится через усилитель постоянного тока,

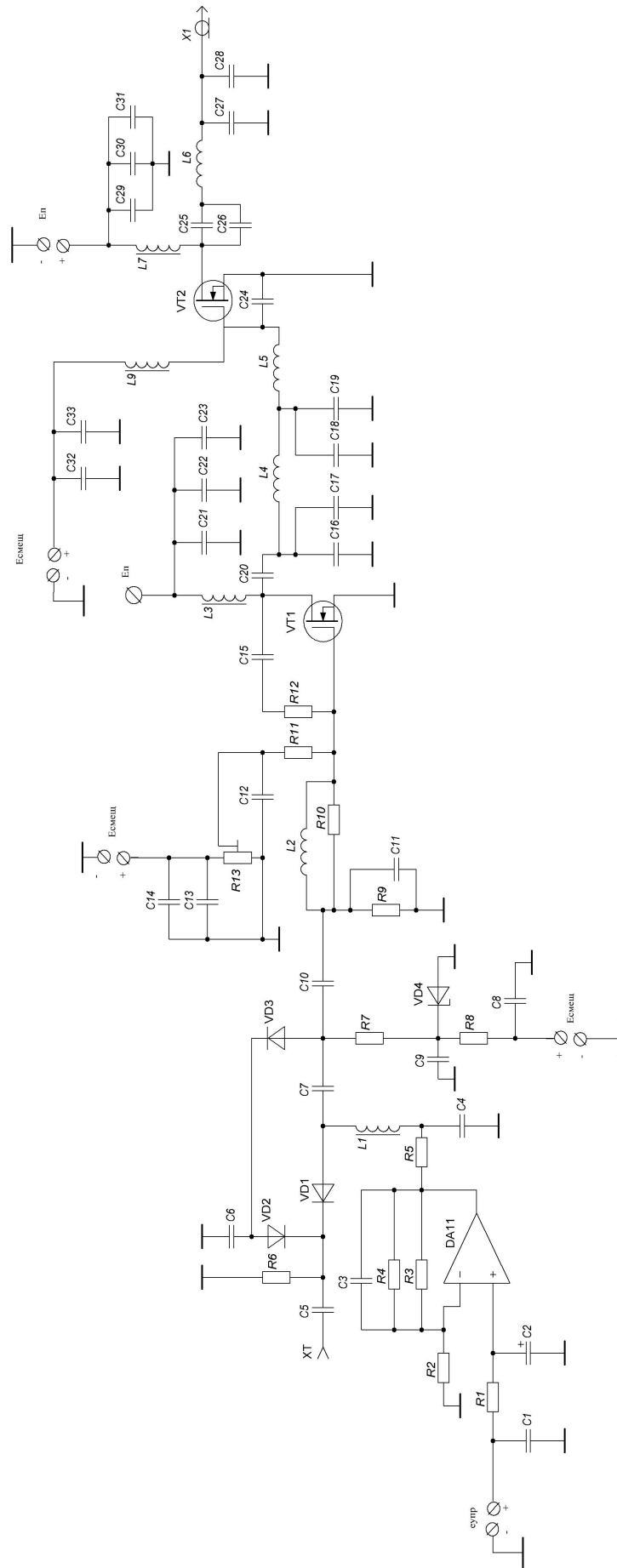


Рис. 4. Принципиальная схема тракта усиления мощности

построенный на операционном усилителе DA1. Регулировка усиления осуществляется при помощи диода VD1, управляя проводимостью которого можно изменять сопротивление входной цепи транзистора VT1 по радиочастоте. L1 – блокировочный дроссель, блокирующий попадание радиочастотного сигнала в цепь АРУ. Диоды VD2-VD3 и стабилитрон VD4 создают положительный потенциал по постоянному току. Диод VD1 при отсутствии запирающего напряжения из цепи управления АРУ, заперт большим положительным потенциалом. Конденсаторы C8, C9, C6 являются блокировочными и исключают паразитные связи по радиочастоте через цепь смещения диодов VD6 и VD7. Конденсаторы C5, C7, C10 разделительные. Г-цепочка R9-C11-L2-R10 – цепь согласования между аттенюатором и каскадом предварительного усиления. Резисторы в этой цепи служат для снижения добротности паразитных колебательных контуров, образуемых реактивными элементами. Проходя через Г-цепочку с выхода аттенюатора, радиосигнал поступает на затвор полевого транзистора VT1 предоконечного усиления ПОК.

Предоконечный каскад усиления мощности ПОК выполнен на полевом транзисторе VT1 D1084UK. Элементы C12-R12 образуют частотозависимую обратную связь, охватывающую этот каскад и предназначенную для выравнивания АЧХ каскада. Цепь смещения образована подстроечным резистором R13 и блокировочными элементами C13, C14, C12, исключая паразитные связи по радиочастоте через цепь смещения. Резистор R13 позволяет регулировать напряжение смещения на затворе транзистора, добиваясь требуемого угла отсечки каскада в процессе его настройки. Дроссель L3 в цепи питания транзистора VT1 - блокировочный. Он обеспечивает высокое сопротивление усиливаемому высокочастотному колебанию, благодаря чему полезный сигнал не попадает в источник питания. Конденсаторы C21, C22, C23 служат в качестве блокировочных и как сглаживающие фильтры по питанию. Конденсатор C20 – разделительный, препятствующий попаданию постоянного тока от источника питания, в цепь смещения оконечного каскада.

Двухзвенная П-цепочка, состоящая из элементов C16, C17-L4-C18, C19-L5-C24 – цепь согласования между каскадом предварительного усиления и оконечным каскадом. Согласующие цепи - служат для выполнения задач фильтрации гармоник и согласования сопротивлений. Сигнал с выхода транзистора VT1 поступает через две каскадно включенные П-цепочки на затвор полевого транзистора VT2 оконечного каскада усиления мощности.

Оконечный каскад ОК выполнен на полевом транзисторе VT2 типа BLF 245. Цепочка, состоящая из элементов C32-C33-L9 образуют цепь смещения транзистора VT2. Дроссель L7 в цепи питания транзистора VT1 - блокировочный. Конденсаторы C29, C30, C31 используются в качестве блокировочных и как сглаживающие фильтры по питанию. Конденсаторы C25, C26 – разделительные: они препятствуют попаданию постоянного тока от источника питания на нагрузку. Цепочка L6-C27-C28 согласует сопротивление транзистора VT1 с фидером X1, по которому усиленный

сигнал поступает на выходную фильтрующую систему ВФС. ВФС передатчика, обеспечивающая подавление высших гармоник, представляет собой ФНЧ 9-го порядка (а схеме на рис. 4 она не показана, поскольку конструктивно выполнена на отдельной плате и не входит в состав платы тракта УМ).

СТЕРЕОКОДЕР «СТС30-01»

Упрощенная структурная схема стереокодера «СТС30-01» представлена на рис. 5. Стереокодер предназначен для преобразования аудиосигналов левого и правого стерео-каналов в комплексный стереофонический сигнал КСС, подаваемый на модуляционный вход передатчика. На вход микросхемы непосредственно стереокодера (СК) приходят звуковые сигналы левого и правого каналов, которые предварительно обрабатываются и усиливаются. ФНЧ1 обеспечивает подавление радиочастотных наводок, неизбежных вблизи передающего оборудования. Далее звуковые сигналы усиливаются в УЗЧ, после следует введение предкоррекции бДБ/октава (блок ПК), затем – ограничение спектра серией распределенных фильтров (ФНЧ2), подавляющих звуковые частоты выше 15 кГц, которые могут помешать передаче надтональной информации, закладываемой в КСС (см. ниже), что приведет к искажениям в радиоприемнике. После обработки в стереокодере сигнал усиливается, а затем поступает на модуляционный вход передатчика. В случае монофонической работы, на входе передатчика может подключаться дополнительный предкорректор бДБ/октава. Все группы фильтров (ФНЧ1, ФНЧ2) и предкорректор выполнены активными на основе операционных усилителей. На входах СК включены также индикаторы уровней сигналов.

Упрощенная принципиальная схема предкорректора бДБ/октава приведена на рис. 6. Такая предкоррекция делается для улучшения помехозащищенности передачи верхних звуковых частот, поскольку при ЧМ индекс модуляции падает пропорционально модулирующей частоте. Разумеется, в радиоприемнике делается обратная коррекция. Пропорциональный рост АЧХ (бДБ/октава) обеспечивает простейшая дифференцирующая RC-цепь с постоянной времени 50 мкс, являющаяся фильтром верхних частот первого порядка. В данном стереокодере предкорректор выполнен в виде активного дифференцирующего ФВЧ на операционном усилителе.

Поскольку функциональная схема микросхемы стереокодера СК производителем не разглашается, целесообразно рассмотреть общий подход к формированию КСС по системе с пилот-тоном. КСС содержит составляющие на звуковых частотах и на ультразвуковых частотах (см. спектр КСС на рис. 7). На звуковых частотах передается сумма левого и правого стереоканалов. Это информация детектируется монофоническим приемником, что обеспечивает совместимость стерео и моно систем.

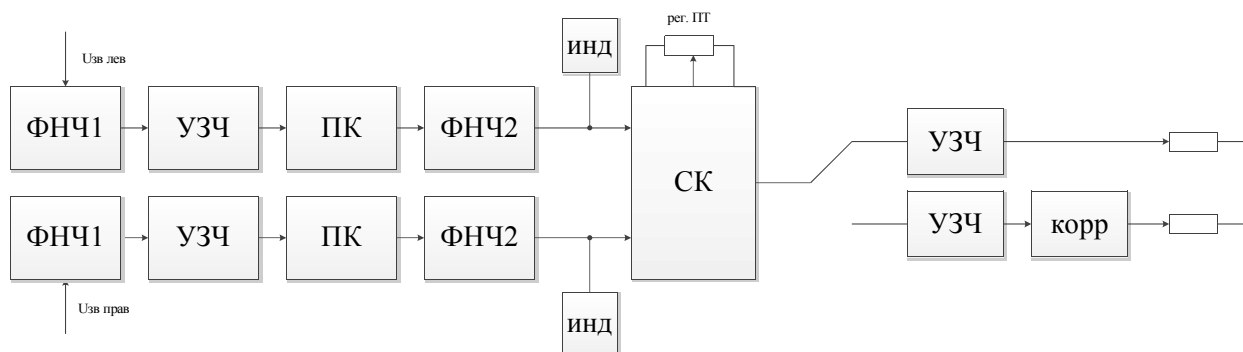


Рис. 5. Структурная схема стереокодера «СТС30-01»

Для восстановления левого и правого каналов в стереофоническом приемнике, в КСС имеется ультразвуковая составляющая, где передается разность левого и правого стереоканалов. Благодаря этому, в стереодекодере приемника выделяется сумма и разность стерео каналов, что позволяет их разделить. Надтональная составляющая представляет собой АМ колебание с полностью подавленной поднесущей. Частота поднесущей выбрана равной 38 кГц. Чтобы иметь возможность точно восстанавливать частоту поднесущей на приемной стороне, в спектре КСС дополнительно введен пилот сигнал (пилот-тон) частотой 19 кГц, передаваемый уровнем в 10 раз ниже, чем подавленная поднесущая.

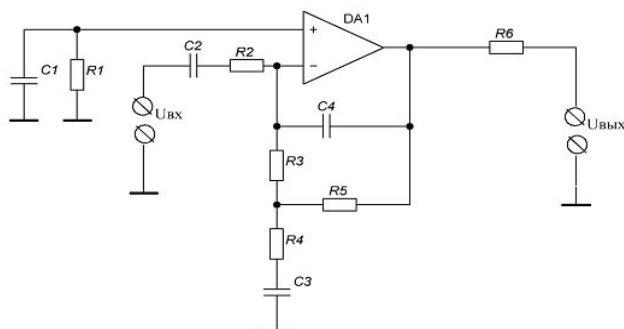


Рис. 6. Упрощенная принципиальная схема предкорректора

Примерная упрощенная структурная схема стереокодера представлена на рис. 8. Сигналы левого и правого каналов сперва подвергаются предкоррекции (6дб/октава). Далее, после матрицы суммарно-разностного преобразователя, выделяется сумма и разность левого и правого каналов. Разностная составляющая подается в балансный модулятор, где и формируется АМ-сигнал с подавленной поднесущей $f_{с.н.}$, равной 38 кГц. Путем деления частоты этой поднесущей на два образуется частота пилот-тона $f_{пт}$. Далее происходит суммирование частот суммарной составляющей на звуковых частотах с надтональной составляющей, содержащей информацию о разностной составляющей, а также колебания с частотой

пилот-тона, в результате чего и формируется требуемый спектр комплексного стереосигнала (см. рис.7).

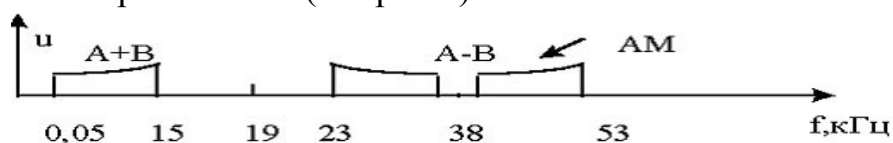


Рис. 7. Спектр комплексного стереосигнала.

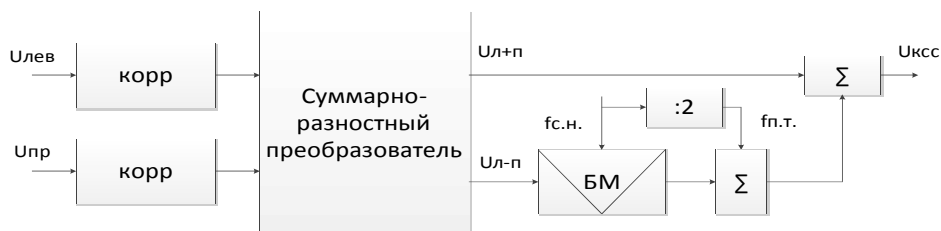


Рис. 8. Структурная схема формирования КСС в стереокодере.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ



Рис. 9. Схема лабораторной установки

Лабораторная установка, структурная схема которой представлена на рис. 9, включает следующее оборудование:

- Персональный компьютер PC, в котором установлены звуковая плата и ЧМ-тюнер, подключаемый к выходу передатчика через аттенюатор и использующийся в качестве эталонного приемника, а также для измерения ряда показателей качества передаваемого передатчиком ЧМ сигнала. Для проведения необходимых измерений в компьютере установлены программы “MStudio ” и “Mstudio Generator”, описание которых приведено ниже. С помощью этих программ осуществляется исследование осциллограмм и спектра демодулированного сигнала с выхода передатчика, а также измерение амплитудной и амплитудно-частотной характеристик передатчика;
- Стереокодер «СТС-30-01»;
- ОВЧ ЧМ передатчик «РСА-030»;

- Эквивалент антенны со встроенным амперметром, который заменяет реальную антенну при испытаниях и настройке передатчика;
- Атенюатор, предназначенный для уменьшения уровня радиочастотного колебания на входах измерительных приборов, во избежание их перегрузки;
- Измеритель модуляции СКЗ-43 предназначенный для измерения пикового значения девиации частоты.

Как было указано выше, компьютер содержит звуковую плату и плату ЧМ-тюнера. Звуковая плата вырабатывает два звуковых сигнала, соответственно левого и правого стереоканалов, которые далее обрабатываются в стереокодеке и подаются на модуляционный вход передатчика в виде комплексного стереосигнала (КСС). В передатчике формируется ЧМ радиосигнал на одной из частот диапазона 87,5...108,0 МГц и происходит его усиление до выходной мощности 30 Вт. Далее сформированный сигнал поступает на эквивалент антенны, имеется возможность измерения встроенным вольтметром действующего напряжения радиосигнала для последующего вычисления мощности, отдаваемой передатчиком в нагрузку. С выхода передатчика радиосигнал также поступает на аттенюатор, после ослабления в котором проходит через коммутатор и поступает на измеритель модуляции СКЗ-43 и ЧМ-тюнер соответственно. Измеритель модуляции позволяет измерить девиацию частоты формируемого передатчиком сигнала, а также может использоваться в качестве демодулятора. ЧМ-тюнер используется в качестве эталонного приемника, а также для измерения ряда показателей качества передаваемого ЧМ сигнала. Сигнал с ЧМ-тюнера поступает на микрофонный вход звуковой карты РС, а демодулированный сигнал с измерителя модуляции поступает на линейный вход звуковой карты РС.

Описание программ “MStudio ” и “Mstudio Generator”

На лабораторном компьютере установлены две специальные программы: “MStudio” и “Mstudio Generator”.

Программа “Mstudio Generator”, главное окно которой показано на рис. 10, представляет собой генератор сигнала звуковой частоты. Сформированный генератором сигнал может быть подан на любой из выходов звуковой карты (т. е. в левый и правый каналы). Она может генерировать синус, белый шум, дельта импульс, sweep синус. В этой программе можно задать вид сигнала, нужную частоту и уровень сигнала, а также указать выход звуковой карты (левый канал, правый канал или оба канала), на который поступит сформированное колебание. При помощи воротков на панели управления окна «Генератор» (см. рис. 10) можно установить частоту и амплитуду формируемого сигнала звуковой частоты. Дополнительные органы управления («плашки») позволяют выбрать вид формируемого сигнала (например «синус»), а также выход звуковой карты, куда будет подан сформированный сигнал (1 соответствует левому каналу, а 2 — правому).

Программа “MStudio” представляет собой более сложную комбинацию измерительных средств. Кроме генератора звуковых частот, эта расширенная версия программы позволяет эмулировать осциллограф, анализатор спектра, а также измерители амплитудной и амплитудно-частотной характеристик. Последние два измерения осуществляются путем циклического «качания» амплитуды и частоты звуковых колебаний формируемых на выходах звуковой платы. Переключение видов измерений осуществляется выбором соответствующего окна, путем «щелчка» по закладке с соответствующим именем («Генератор», «Осциллограф», «Спектр», «Амплитудная характеристика», «АЧХ»).

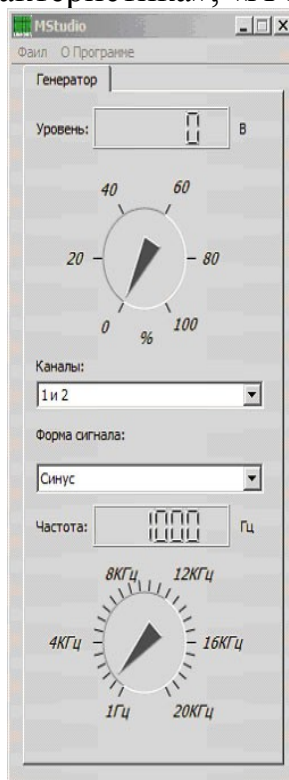


Рис. 10. Окно программы “Mstudio Generator”.

При запуске программы “Mstudio” на экран выводится окно, близкое к тому, что и при запуске программы “Mstudio Generator” (см. Рис. 10). Однако, в этом окне становятся доступны дополнительные вкладки других измерительных средств (осциллографа, анализатора спектра и др.). Управление генератора звуковой частоты в этой программе полностью соответствует описанному выше. Для правильной работы остальных измерительных средств, необходимо вызвать меню настроек (вызывается через вкладку «Файл»). В условиях учебных лабораторий, для каждого рабочего места все настройки и калибровки проведены заранее, и большинство органов управления, выведенные на это окно, заранее установлены в требуемые положения. Единственная настройка в этом окне, которая понадобится при выполнении лабораторной работы, это вкладка «Вход», где в ряде случаев потребуется выбирать “Линейный вход”(Realtek High Definition Audio), а в других случаях, наоборот — “Микрофон”.

При переключении на вкладки «Осциллограф» и «Спектр» результаты измерений выводятся на экран автоматически. Дополнительная «плашка» управления в нижней части экрана позволяет переключать измеряемые сигналы, поступающие на разные входы звуковой карты (как и в случае звукового генератора, они обозначены, как «канал 1» и «канал 2»). При измерении амплитудных и амплитудно-частотных характеристик, кроме этого, в соответствующих окнах необходимо нажимать кнопку «Запуск измерений».

Правила настройки измерителя модуляции СКЗ-43.

Измеритель модуляции СКЗ-43 предназначен для измерения девиации частоты в диапазоне несущих частот $4 \div 1000$ МГц и коэффициента АМ в диапазоне несущих частот $0,15 \div 500$ МГц. Порядок пользования измерителем модуляции СКЗ-43 следующий:

1. Включить измеритель модуляции, установив тумблер «Сеть» в верхнее положение;
2. Переключатель диапазонов измерения установить в положение «100-170»;
3. Переключатель вида модуляции установить в положение « Δf kHz»;
4. Переключатель «АПЧ» установить в нижнее положение;
5. Переключатель «МОДУЛ» установить в нижнее положение;
6. Переключатель «полоса kHz» установить в верхнее положение;
7. Поворачивая многооборотную ручку «настройка» против часовой стрелки, довести её до упора;
8. Медленно вращая ручку «настройка» прибора СКЗ-43, добиться положения, при котором горят все четыре индикатора «много», «мало», «ниже», «выше». При необходимости, подстраивать ручку «настройка» в процессе работы. В противном случае все измерения будут неверны.

Органы управления передатчиком и стереокодером.

В лабораторной работе не требуется осуществлять никаких дополнительных настроек передатчика «РСА-030». После включения тумблера «Сеть», передатчик сразу готов к работе, и на его электронном индикаторе высвечивается частота радиоканала, на которую этот передатчик заранее настроен, а также высвечивается некоторая вспомогательной информации. Стереокодер «СТ-30-01» также сразу готов к работе после включения тумблера «Сеть». На корпусе стереокодера имеются два светодиодных индикатора уровней входных аудиосигналов левого и правого канала. Номинальному уровню соответствует положение индикаторов, при котором подсвечиваются все зеленые светодиоды, но, при этом не подсвечивается ни один из красных светодиодов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПРИ ДОМАШНЕЙ ПОДГОТОВКЕ

- 1) Повторить по учебной литературе [1] и [3] основные свойства ЧМ-сигнала и способы его получения.

- 2) Изучить по учебной литературе [1] и [2], а также по конспекту лекций, особенности структурных схем современных радиовещательных ЧМ-передатчиков диапазона ОВЧ.
- 3) Изучить по учебной литературе [2] и [4], а также по конспекту лекций, особенности комплексного стереосигнала (КСС) по системе «пилот-тон», а также принципы его формирования.
- 4) По настоящему описанию изучить структурные и принципиальные схемы основных узлов стереофонического радиовещательного ОВЧ передатчика "РСА-030" и стереокодера «СТ-30-01», а также ознакомиться с составом лабораторной установки и органами управления аппаратурой.

ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

**ВНИМАНИЕ !!! СОБЛЮДЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ В УЧЕБНЫХ
ЛАБОРАТОРИЯХ каф. РОС МТУСИ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ
ОБЯЗАТЕЛЬНО !!!**

1. Подготовка оборудования к работе.

- а) Получив разрешение ведущего занятия преподавателя, и убедившись, что преподаватель или лаборант включили питание лабораторной установки от электрошита, включить передатчик (тумблер «Сеть»), стереокодер (тумблер «Сеть»), персональный компьютер, измеритель модуляции СКЗ-43 тумблер «Сеть»).
- б) На рабочем столе компьютера (после завершения процессов его загрузки) запустить программу FM-тюнера “Behold TV”.
- в) С помощью этой программы необходимо настроить встроенный приемник на частоту радиоволны излучаемой передатчиком. Эта частота высвечивается на индикационной панели передатчика. Установка нужной частоты приемника осуществляется нажатием на кнопки “+” и “-” около надписи CH (channel - канал).
- г) Щелчком на рабочем столе дважды запустить программу “MStudio ” и программу “MStudio.Generator” (т.е. должно быть запущено 2 окна “MStudio” и 2 окна “MStudio.Generator”).
- д) В открывшихся окнах программы “MStudio” нужно выбрать вкладку “Файл-Настройки”. В настройках найти “Устройства ввода/вывода” и во вкладке “Вход” выбрать: “Линейный вход”(Realtek High Definition Audio) для первого окна, и “Микрофон” для второго окна “Mstudio”. Краткое описание этих программных средств приведено выше (см. раздел «Описание лабораторной установки»).

2. Измерение девиации частоты, вызываемой пилот-тоном.

- а) Девиацию частоты следует измерять при помощи измерителя модуляции СКЗ-43. Для этого его необходимо предварительно настроить, согласно методике, приведенной выше (см. раздел «Описание лабораторной установки»).

б) Убедиться, что в каждом из двух окон программ “MStudio.Generator” уровень выходного сигнала выставлен равным 0 В. В этом случае, на модуляционный вход передатчика подается комплексный стереосигнал, содержащий только колебание с частотой пилот-тона.

в) Отсчитать по индикатору измерителя модуляции СКЗ-43 значение девиации частоты, занести его в отчет, а затем сравнить со значением из таблицы технических параметров передатчика (см. выше).

3. Исследование зависимости девиации частоты от уровня синусоидального тона в одном канале.

а) В одном из окон программы “MStudio.Generator” необходимо задать в канале 1 (выбрав его вкладкой «каналы») синусоидальный сигнал с частотой 1 кГц. Для этого нужно выбрать во вкладке форма сигнала – синус. Ручкой ниже поля “Частота” выбрать частоту в 1 кГц. Уровень синусоидального сигнала сперва следует оставить равным 0 В. Для дальнейших измерений полезно сразу же во втором окне программы “MStudio.Generator” сформировать таким же образом синусоидальный сигнал с частотой 2 кГц и уровнем 0 В, который следует пасть в канал 2, включив его в соответствующей вкладке)

б) У сформированного (см. выше) выше синусоидального сигнала частотой 1 кГц в одном из окон программы “MStudio.Generator” необходимо последовательно повышать (ручкой около поля “Уровень”) уровень синусоидального колебания, которое подается на один из входов (левого или правого стереоканала) стереокодера.

в) При помощи измерителя модуляции СКЗ-43 исследуется зависимость девиации частоты от уровня синусоидального тона, путем фиксации показаний индикатора этого прибора, соответствующих каждому из установленных в окне “MStudio.Generator” (см. выше) значений уровня синусоидального тона. Результаты измерений заносятся в таблицу 3:

Табл.3. Зависимость девиации частоты от уровня синусоидального тона.

$U, В$	0	0,2	0,4	...	1,8	2,0
$\Delta f, кГц$						

4. Исследование зависимости девиации частоты от уровня синусоидального тона в двух каналах.

а) У сформированных выше в двух окнах программы “Mstudio.Generator” (см. пункт 3.а) синусоидальных сигналов с частотами 1 кГц и 2 кГц необходимо последовательно повышать на одинаковую величину уровень тона в каждом окне (ручкой около поля “Уровень”).

б) Аналогично пункту 3.в. По показаниям индикатора на измерителе модуляции СКЗ-43 фиксируется величина девиации частоты при различных уровнях синусоидального тона в двух каналах. Результаты измерений заносятся в таблицу 4:

Табл.4. Зависимость девиации частоты от уровня тона в двух каналах

U_1, U_2, B	0	0,2	0,4	...	1,8	2,0
$\Delta f, кГц$						

5. Исследование осциллограммы демодулированного сигнала.

- а) У сформированных выше в двух окнах программы “Mstudio.Generator” (см. пункт 3.а.) синусоидальных сигналов частотой 1 и 2 кГц необходимо повысить уровень тона в каждом окне (ручкой около поля “Уровень”) на такую величину, когда индикаторы уровня на стереокодеере показывают максимальный неискаженный уровень сигнала (все зеленые светодиоды подсвечиваются, но при этом не подсвечивается ни один красный светодиод). Перейдя по вкладке ”Осциллограф” в первом окне программы “Mstudio” (где в настройках был выбран «линейный вход»), можно наблюдать осциллограмму сигналов демодулированных и декодированных левого и правого стереоканалов. Полученные осциллограммы следует занести в отчет.
- б) Увеличивая уровни синусоидальных сигналов на входах стереокодера (вплоть до загорания на его индикаторах красных светодиодов перегрузки), пронаблюдать искажения синусоидальных сигналов на получаемых осциллограммах.

6. Исследование спектров демодулированного сигнала на выходе измерителя модуляции (микрофонный вход звуковой карты) и декодированных сигналов на выходе ЧМ-тюнера (линейный вход звуковой карты).

- а) В двух окнах программы “Mstudio Generator” установить такие же настройки, как в пункте 5.а (см. выше).
- б) Спектр демодулированного комплексного стереосигнала можно наблюдать, перейдя по вкладке ”Спектр” во втором окне программы “Mstudio” (где в настройках был выбран «микрофонный вход», на который подается демодулированный сигнал с выхода измерителя модуляции СКЗ-43). Следует обратить внимание, что на спектре присутствуют не только составляющие модулирующих синусоидальных тонов левого (1 кГц) и правого (2 кГц) стереоканалов, но и составляющая с частотой пилот-тона (19 кГц). Наблюдаемый спектр следует перенести в отчет.
- в) Спектр декодированного стереосигнала можно наблюдать, перейдя по вкладке ”Спектр” в первом окне программы “Mstudio” (где в настройках был выбран «линейный вход», на который подается сигнал с выхода стереодекодера встроенного контрольного приемника — FM-тюнера). В отличие от предыдущего измерения, здесь на спектре присутствуют только декодированные стереодекодером синусоидальные колебания, подаваемые в левый и правый каналы передатчика. Наблюдаемый спектр следует перенести в отчет.

7. Исследование амплитудной характеристики (АХ). Измерение несимметрии стерео-каналов.

а) В двух окнах программы “Mstudio Generator” установить нулевые уровни напряжений звуковой частоты.

б) В первом окне программы “Mstudio” (где в настройках был выбран «линейный вход», на который подается сигнал с выхода стереодекодера встроенного контрольного приемника — FM-тюнера) следует выбрать вкладку “Амплитудная характеристика”. Выбрав во вкладке «канал» “1 и 2 каналы” необходимо запустить измерения, нажав на кнопку “Запуск измерений”. Через некоторое время на экран будут выведены графики двух амплитудных характеристик тракта, соответствующих левому и правому стереоканалам.

в) По полученным характеристикам нужно измерить несимметрию стерео-каналов. Для этого, при помощи маркера, требуется определить максимальное расхождение (разброс по усилению) полученных амплитудных характеристик для двух стерео-каналов. Найденную величину разброса по усилению следует выразить в дБ: как двадцать логарифмов отношения разности между максимальными выходными напряжениями, деленной на величину максимального из них: $\Delta = 20 \lg[(U_{max2} - U_{max1}) / U_{max}]$.

Полученный график АХ и значение максимального расхождения полученных амплитудных характеристик в двух стерео-каналах по усилению (выраженное в дБ) следует занести в отчет.

8. Исследование АЧХ модуляционного тракта передатчика по выходу измерителя модуляции (микрофонный вход звуковой карты) и по выходу ЧМ-тюнера (линейный вход звуковой карты).

а) В двух окнах программы “Mstudio Generator” установить нулевые уровни напряжений звуковой частоты.

б) В двух окнах программы “MStudio” следует перейти на вкладку “АЧХ”. В первом из окон “MStudio” (в настройках которого был выбран микрофонный вход звуковой карты) будет наблюдаться АЧХ модуляционного тракта передатчика по выходу измерителя модуляции СКЗ-43, а во втором окне (в настройках должен стоять линейный вход звуковой карты) будет наблюдаться АЧХ модуляционного тракта передатчика по выходу ЧМ-тюнера. Полученные характеристики заносятся в отчет. Возможная разность форм полученных АЧХ свидетельствует о неидеальности АЧХ ФМ-тюнера по сравнению с более точным демодулятором измерителя модуляции СКЗ-43).

9. Измерение паразитного проникновения сигнала одного из стереоканалов во второй стереоканал.

а) В двух окнах программы “Mstudio Generator” установить такие же настройки, как в пункте 5.а (см. выше).

- б) Увеличить уровни синусоидальных сигналов, подводимых к входам левого и правого каналов стереокодера, вплоть до подсвечивания всех красных светодиодов перегрузки на его индикаторах уровней входных сигналов.
- в) Перейдя во вкладку “спектр” первого окна программы “MStudio” (где в настройках был выбран «линейный вход», на который подается сигнал с выхода стереодекодера встроенного контрольного приемника — FM-тюнера) наблюдать и перенести в отчет спектр декодированных левого и правого стереоканалов. Следует обратить внимание, что на каждой из частот подаваемых на входы стереокодера синусоидальных тонов (1 кГц и 2 кГц) наблюдаются спектральные составляющие на с выходов, как левого так и правого стереоканалов (они различаются цветом) FM-тюнера. Высокий уровень спектральной составляющей соответствует полезному сигналу, а низкий — паразитному проникновению сигнала второго стереоканала. Следует измерить уровни полезного сигнала и паразитного проникновения в каждом из двух стереоканалов, а затем вычислить и записать относительный уровень паразитного проникновения (по отношению к уровню полезного сигнала) в дБ: $\Delta = 20 \lg(U_{\text{пар}} / U_{\text{пол}})$, где $U_{\text{пар}}$ и $U_{\text{пол}}$, соответственно, - уровни паразитного проникновения соседнего канала и полезного сигнала.
- г) Уменьшить (органами регулировки в окнах программ “Mstudio.Generator”) уровни синусоидальных тонов, подаваемых на входу стереокодера таким образом, чтоб все красные светодиоды его индикаторов уровней погасли при этом подсвечивались все зеленые светодиоды. Повторить измерения по пункту 9.в (см. выше).

10. Измерение полезной мощности передатчика на пилот-тоне и при номинальном уровне сигнала на входах стереокодера.

- а) В двух окнах программы “Mstudio Generator” установить такие же настройки, как в пункте 5.а (см. выше).
- б) При помощи встроенного в эквивалент антенны передатчика амперметра измерить действующее (среднеквадратическое) выходное напряжение радиочастоты. По измеренному значению этого напряжения вычисляется полезная мощность по формуле: $P_1 = I_{\text{действ}}^2 R_H$, где $R_H = 50 \text{ Ом}$ – сопротивление эквивалента антенны. Записать полученные результаты в отчет.
- в) Уменьшить (органами регулировки в окнах программ “Mstudio Generator”) уровни синусоидальных тонов, подаваемых на входу стереокодера до нуля. В этом случае на модуляционный вход передатчика поступает только колебание пилот-тона. Повторить измерение действующего напряжения на эквиваленте антенны и вычисление полезной мощности передатчика. Записать полученные результаты в отчет.

11. Выключение аппаратуры.

- а) Установить в двух окнах программы “Mstudio Generator” нулевые уровни формируемых синусоидальных колебаний.
- б) Выключить (тумблер «Сеть») передатчик, стереокодер и измеритель

модуляции.

в) Закрывать все открытые окна на рабочем столе компьютера, после чего выключить компьютер (при помощи средства Windows «Пуск» - «Завершение работы»).

г) Доложить ведущему занятию преподавателю об окончании работы. Питание на электрошите выключает преподаватель или лаборант!

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Название и цель работы.
- 2) Структурные схемы лабораторной установки, передатчика в целом, синтезатора частот, а также стереокодера.
- 3) Принципиальная схема тракта усиления мощности.
- 4) Наблюдаемые в процессе измерений осциллограммы, спектрограммы, амплитудные и амплитудно-частотные характеристики.
- 5) Результаты измерений и вычислений, полученных в процессе выполнения лабораторного задания, в том числе, сведенные в таблицы 3 и 4.
- 6) Графики зависимостей, по результатам измерений, сведенным в таблицы 3 и 4.
- 7) Выводы по результатам проведенных измерений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) Каковы основные преимущества ЧМ перед АМ?
- 2) Сравните известные Вам способы получения ЧМ?
- 3) Пояснить принцип получения ЧМ сигнала на основе ГУНа. Пояснить с какой целью в ГУН часто устанавливают не один а два варикапа. Какие используются способы включения варикапа в трехточку?
- 4) Пояснить основные причины нестабильности частоты ГУНа и необходимость использования системы АПЧ.
- 5) С какой целью при ЧМ делается предкоррекция АЧХ 6 дБ/октава?
- 6) Каким образом осуществляется предкоррекция АЧХ 6 дБ/октава?
- 7) Каким образом осуществляется передача стереоканалов в системе стереофонического вещания с пилот-тоном?
- 8) Пояснить, что представляет собой комплексный стерео-сигнал и его спектр в системе с пилот-тоном.
- 9) Нарисовать самостоятельно структурную схему формирования комплексного стерео-сигнала по системе с пилот-тоном. Пояснить его работу.
- 10) Нарисовать самостоятельно структурную схему синтезатора частот косвенного (на основе АПЧ) типа с частотной модуляцией в ГУНе. Пояснить его работу.
- 11) Нарисовать самостоятельно структурную схему изучаемого передатчика. Пояснить принцип его работы и назначение

основных узлов.

- 12) Пояснить назначение и работу системы АРУ в тракте усиления мощности передатчика.
- 13) Указать и пояснить основные причины широкого применения полевых транзисторов при построении усилителей мощности современных передатчиков.
- 14) Из каких соображений выбираются режимы работы каскадов усиления мощности передатчиков ЧМ-сигналов? В чем особенность выбора режимов работы этих каскадов у изучаемого передатчика?
- 15) Как построены и какие задачи выполняют и как построены междукаскадные цепи тракта усиления мощности передатчика?
- 16) Показать пути прохождения составляющих токов и точки приложения напряжений в каскадах усиления мощности передатчика.
- 17) Пояснить назначение элементов цепей питания каскадов усиления мощности передатчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

- 1) Радиопередающие устройства / В.В. Шахгильдян, В.Б. Козырев, А.А. Ляховкин и др.; под ред. В.В. Шахгильдяна. Учебник для ВУЗов.- М.: Радио и связь, 1996 (2001).
- 2) Проектирование радиопередатчиков / В.В. Шахгильдян, М.С. Шумилин, В.Б. Козырев и др.; под ред. В.В. Шахгильдяна. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Радио и связь, 2000.
- 3) М.С. Шумилин, О.В. Головин, В.П. Севальнев, Э.А. Шевцов. Радиопередающие устройства. Учебник для техникумов - М.: Радио и связь, 1989.
- 4) Радиовещание и электроакустика под ред. Ю.А. Ковалгина. Учебное пособие для ВУЗов.- М.: Радио и связь, 2000.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 37

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ СТЕРЕОФОНИЧЕСКОГО РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО ОВЧ ПЕРЕДАТЧИКА «РСА-030»

Редактор Т.В. Ракова