



**Некоммерческое
акционерное
общество**

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра радиотехники

ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Алматы 2014

СОСТАВИТЕЛИ: Г.А.Шахматова, Т.А.Урусова. Основы радиотехники и телекоммуникаций. Радиотехника. Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АУЭС, 2014. – 30 с.

Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 5В071900-Радиотехника, электроника, телекоммуникации всех форм обучения и содержит материалы для теоретической подготовки к проведению лабораторных работ, порядок их выполнения, принципы проведения измерений и элементы расчетов для обработки полученных результатов, а также контрольные вопросы и перечень рекомендуемой литературы.

Ил. 13, табл.2, библиогр. – 6 назв.

Рецензент: канд. техн.наук проф. Байкенов А.С.

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинского университета энергетики и связи» на 2014г.

© НАО «Алматинский университет энергетики и связи», 2014 г.

1 Лабораторная работа №1. Определение зависимости порога слышимости от частоты

Цель работы: ознакомление с особенностями восприятия на слух сигналов звуковых частот минимального уровня.

1.1 Теоретическая подготовка

Человек ощущает звук в чрезвычайно широком диапазоне звуковых давлений (или интенсивностей). Одной из опорных величин этого диапазона является стандартный порог слышимости. Под ним условились понимать эффективное значение звукового давления, создаваемое гармоническим звуковым колебанием $F = 1000$ Гц, едва слышимым человеком со средней чувствительностью уха. Порогу слышимости соответствует интенсивность звука: $I_{зв.0} = 10^{-12}$ Вт/м или звуковое давление $p_{зв.0} = 2 \cdot 10^{-5}$ Па. Верхний предел определяется значениями $I_{зв} = 1$ Вт/м² и $p_{зв} = 20$ Па, при которых при восприятии звука наступает болевое ощущение (стандартный порог болевого ощущения). В области звуковых давлений, существенно превышающих стандартный порог слышимости, величина слухового ощущения E и амплитуда звукового давления (или интенсивности звука) связан по закону психофизики, сформулированному Фехнером:

$$E = q \log (p_{зв} / p_{зв.0}),$$

q - некоторая постоянная.

Из этого выражения следует, что величина ощущения E пропорциональна не амплитуде внешнего раздражителя, а логарифму отношения $p_{зв} / p_{зв.0}$. Поэтому звуковое давление и интенсивность звука часто оценивают в логарифмических единицах по отношению к стандартному порогу слышимости:

$$N_a = 20 \lg (p_{зв} / p_{зв.0}) = 10 \lg (I_{зв} / I_{зв.0}),$$

а найденное значение N_a называют абсолютным акустическим уровнем.

Порог слышимости зависит от частоты. Порог слышимости существенно зависит от условий прослушивания: в тишине или же на фоне шума (или другого мешающего звука). В последнем случае порог слышимости повышается. Это говорит о том, что помеха маскирует полезный сигнал. Количественно это повышение порога слышимости полезного сигнала в присутствии мешающего выражают уровнем маскировки $M = N_{аш} - N_a$, где $N_{аш}$ и N_a - уровни порога слышимости в присутствии шума (или другой помехи) и в тишине. При существенном превышении уровня мешающего звука над полезным, последний может оказаться неслышимым.

1.2 Принцип проведения измерений

На головные телефоны участников измерений с генератора ГЗ-118 подается гармоническое напряжение звуковой частоты. Участники измерений плавно увеличивают напряжение на телефонах от 0 В до некоторого значения, при котором каждый участник начинает слышать тон. Указанное значение напряжения заносится в таблицу и является основой для вычисления порога слышимости на частоте проведения измерения.

Измерения повторяются на нескольких частотах в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. Поскольку результаты измерений зависят от субъективных особенностей восприятия звука, то каждый участник фиксирует их индивидуально. Сравнение полученных данных производится в конце выполнения лабораторной работы.

В процессе проведения вычислений порога слышимости учитываются параметры телефонов и неравномерность их частотной характеристики:

-уровень звукового давления на частоте 500 Гц при мощности сигнала $P_{\text{тел}} = 2 \text{ мВт}$, 94 дБ;

-номинальное сопротивление $R_{\text{ном}} = 16 \text{ Ом}$;

-типичная частотная характеристика звукового давления показана на рисунке 2.2 .



Рисунок 1.1 - Структурная схема аппаратного комплекса для снятия зависимости порога слышимости от частоты

ВНИМАНИЕ! Все измерения в данной работе проводятся при соблюдении тишины в лаборатории.

1.3 Описание лабораторной установки

1.3.1 Произвести соединение аппаратуры согласно схеме (см. рисунок 1.1). Для этого:

-головные телефоны участников измерений подключить к гнездам для подключения головных телефонов, расположенным под столешницей лабораторной установки;

-выход генератора ГЗ-118 (разъем «ВЫХОД II») подключить к разъему «ГЕНЕРАТОР 1», «Блока коммутации сигналов»;

-вход вольтметра ВЗ-38 соединить с разъемом «ВОЛЬТМЕТР» на «Блоке коммутации сигналов».

1.3.2 Ручку «РЕГ.ВЫХОДА» генератора ГЗ-118 повернуть влево до упора. Переключатель «ОСЛАБЛЕНИЕ dB» установить в положение «60».

1.3.3 Включить электропитание генератора ГЗ-118 и вольтметра ВЗ-38.

1.4 Порядок выполнения работы

1.4.1 Переключатель «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ», «Блока коммутации сигналов» поставить в положение «ГЕН.1». При этом головные телефоны и вольтметр подключаются к выходу генератора ГЗ-118.

1.4.2 Установить частоту генератора равной 20 Гц.

1.4.3 Плавно увеличивая напряжение на выходе генератора при помощи ручки «РЕГ.ВЫХОДА» и переключателя «ОСЛАБЛЕНИЕ dB» по вольтметру ВЗ-38 установить такое напряжение на телефонах $U_1(F)$, при котором участник измерения начинает слышать тональный звук.

1.4.4 Ручку «РЕГ.ВЫХОДА» генератора ГЗ-118 повернуть влево до упора. Переключатель «ОСЛАБЛЕНИЕ dB» установить в положение «60».

1.4.5 Повторить операции, описанные в п.п. 1.5.3.-1.5.4 для других частот звукового диапазона .

1.5 Обработка результатов измерений

1.5.1 Определить уровень порога слышимости N_a для каждой из частот звукового диапазона, по формуле:

$$N_a(F), \text{дБ} = 20 \lg \frac{U_1(F)}{U(500)} + N(F) - N(500) + 94,$$

где $U(500)$ - напряжение тонального сигнала частотой 500 Гц, которое необходимо подать на телефон для создания звукового давления 94 дБ :

$$U(500) = \sqrt{P_{\text{тел}} R_{\text{ном}}},$$

$N(500)$ - звуковое давление (дБ), создаваемое телефоном на частоте 500 Гц, определяемое по частотной характеристике звукового давления (см. рисунок 1.2); $N(F)$ - то же для частоты F .

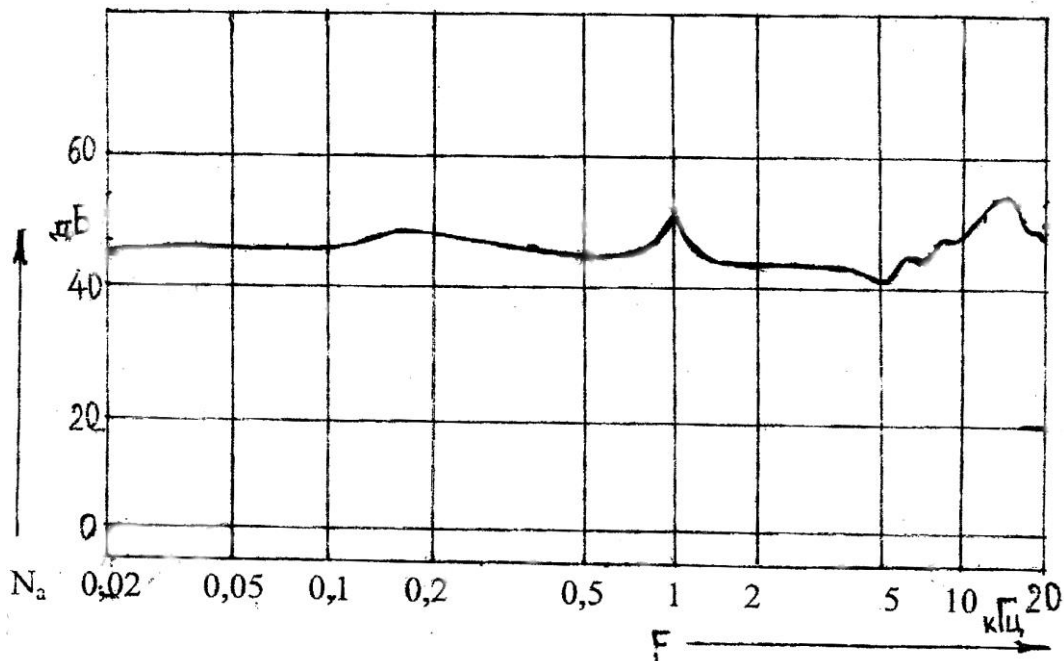


Рисунок 1.2- Частотная характеристика звукового давления телефонов ТДС- 15

1.5.2 По полученным данным построить зависимость уровня порога слышимости N_a от частоты F .

1.5.3 Сделать необходимые выводы, содержащие сравнительный анализ полученных графических зависимостей и диапазон частот, воспринимаемый с минимальным уровнем.

Контрольные вопросы

1. Что называется порогом слышимости. Каковы значения звукового давления и звуковой интенсивности соответствующие порогу слышимости?
2. К какому диапазону частот человеческий слух наиболее чувствителен?
3. Что называется бинауральным эффектом?
4. В какой плоскости большая точность определения местоположения источника звука при бинауральном прослушивании?
5. В каком диапазоне частот проявляется бинауральный эффект?
6. Какие характеристики звука можно определить при моноуральном прослушивании?
7. Что можно сказать о местоположении источника звука при моноуральном прослушивании?
8. Каковы особенности маскировки звука при смешивании сигналов высоких и низких частот?

2 Лабораторная работа №2. Измерение параметров микрофонов

Цель работы: получение навыков в работе с микрофонами разных типов, исследование их параметров.

Классификация микрофонов

- по принципу преобразования звуковой энергии в электрическую (механоэлектрические характеристики);
- по принципу воздействия звука на диафрагму (механоакустические характеристики);
- по принципу зависимости выходного сигнала от пространственной ориентации (характеристики направленности);
- по принципу включения в аудио тракт (коммутационные характеристики).

Предназначение: ручной/подвесной, петличный, накамерный, прикрепляемый к музыкальному инструменту, настольный и т.д.

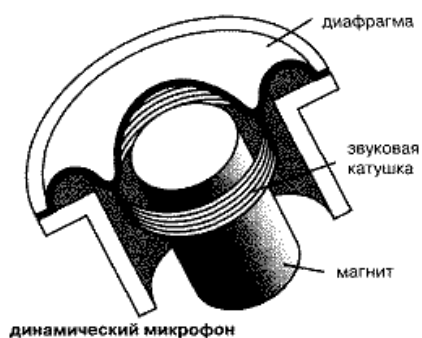


Рисунок 2.1 – Устройство динамического микрофона

Устройство динамического микрофона аналогично устройству динамического громкоговорителя (последние часто используются и в качестве микрофона - в рациях, переговорных устройствах - там, где компактность важнее качества звука). Диафрагма динамического микрофона связана с катушкой, находящейся в зазоре вокруг магнита (см. рисунок 2.1).

Продольные колебания прилегающего воздуха смещают диафрагму с катушкой относительно постоянного магнитного поля, что приводит к появлению на концах катушки переменного электрического напряжения, амплитуда и частота которого пропорциональны силе и частоте звука, воздействующего на диафрагму.

В конденсаторном микрофоне звук воздействует на мембрану, являющуюся одной из обкладок конденсатора. Этот конденсатор включен в последовательную цепь с источником постоянного тока.

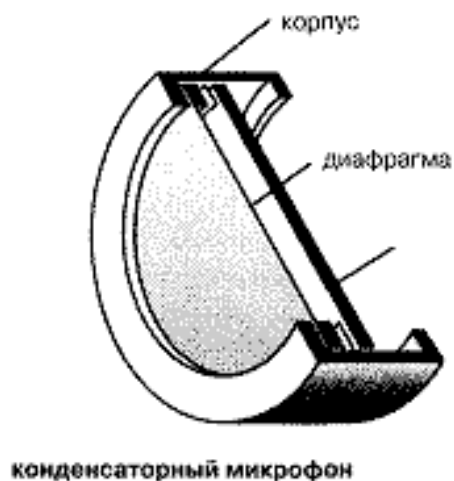


Рисунок 2.2- Устройство конденсаторного микрофона

При звуковом воздействии на мембрану она начинает колебаться, вызывая изменение емкости, которое, в свою очередь, превращает постоянное напряжение источника в переменное. В силу ряда особенностей использования конденсатора в качестве электроакустического преобразователя конденсаторный микрофон всегда снабжается специальным усилителем, согласующим выход микрофона с входом нагрузки.

Особой разновидностью конденсаторного микрофона является электретный микрофон, у которого пластины конденсатора, изготовленные из специального материала, постоянно заряжены и не требуют источника напряжения. Этот источник в электретных микрофонах все же имеется, но только для питания микрофонного усилителя, который также необходим в электретных микрофонах, как и в обычных конденсаторных микрофонах.

Большинство современных конденсаторных микрофонов используют постоянное напряжение 48 В, которое подается от специального источника питания, либо с микшерного пульта, имеющего функцию так называемого фантомного питания. Многие профессиональные видеокамеры также имеют возможность подачи фантомного питания для того, чтобы использовать в видеосъемке внешние конденсаторные микрофоны.

По пространственным характеристикам микрофоны делятся на направленные и ненаправленные.

Направленность определяется как изменение чувствительности микрофона при перемещении источника звука неизменной интенсивности относительно оси, перпендикулярной плоскости диафрагмы:

- в случае, если чувствительность меняется слабо, микрофон ненаправленный, и его характеристика направленности изображается в виде круга;

- если чувствительность в пределах фронтальной полусферы меняется мало, а чувствительность со стороны тыльной полусферы резко падает, мик-

рофон односторонненаправленный - характеристика направленности напоминает сердце, он называется кардиоидным;

- если у кардиоидного микрофона чувствительность при отклонении от оси сильно ослабляется, образуя вытянутую кардиоиду, это суперкардиоидный микрофон;

- в случае резкого падения чувствительности микрофона при отклонении от оси, этот микрофон является гиперкардиоидным, или остронаправленным.

- двусторонне направленные микрофоны, график характеристики которых восьмерка.

Следует учитывать, что характеристики направленности сильно зависят от соотношения длины волны и размеров микрофона, то есть от частоты звука. В отношении низких частот направленность микрофонов проявляется меньше, в отношении высоких - больше.

По способам коммутации микрофоны делятся на традиционные проводные и радиомикрофоны. Радиомикрофон представляет собой устройство, состоящее из микрофонной головки, передатчика в одном корпусе и приемника (ресивера). Петличные радиомикрофоны состоят их двух частей: самого микрофона, закрепленного на одежде и соединенного с ним скрытым кабелем трансмиттера (на поясе).

Измерения характеристик микрофонов производятся в специальной камере, изготовленной из толстой ДСП, оптимальный объем камеры рассчитан с помощью программы Win ISD, исходя из параметров используемой динамической головки, внутренняя поверхность камеры имеет звукопоглощающее покрытие из ковrolана с коэффициентом

$$\alpha_{\text{погл}} = 0,7- 0,8.$$

2.2 Порядок выполнения работы

2.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2.3

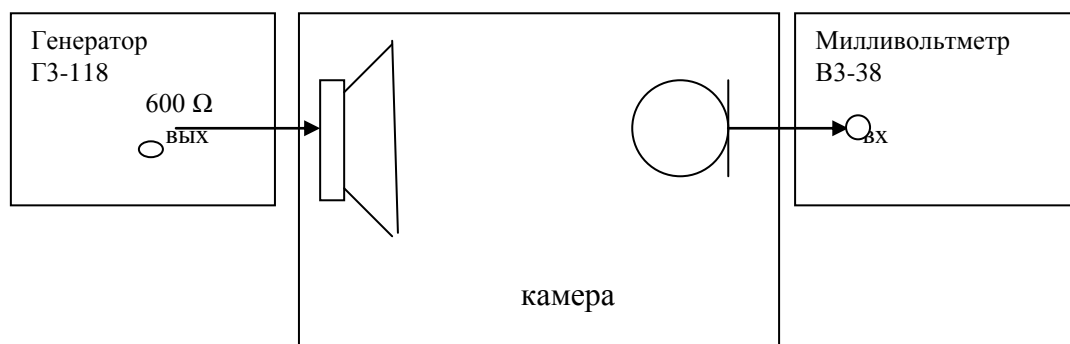


Рисунок 2.3 - Схема проведения измерений

2.2.2 Для каждого из тестируемых микрофонов измерить:

- номинальный диапазон частот;
- чувствительность по уровню 12 дБ в различных направлениях;
- амплитудно-частотную характеристику, оценив ее неравномерность.

2.2.3 Классифицировать протестированные микрофоны по:

- принципу действия;
- пространственным характеристикам;
- способу коммутации, назначению;
- сравнить качество звукоусиления при помощи каждого из протестированных микрофонов.

2.2.4 Для этого: измерить номинальный диапазон частот.

Изменяя частоту сигнала, подаваемого с генератора в пределах звукового диапазона, регистрировать показания милливольтметра на выходе микрофона. Номинальный диапазон частот – тот, в котором сигнал на выходе микрофона регистрируется.

2.2.5 Измерить чувствительность по уровню 12 дБ (4 раза).

- измерить уровень собственных шумов микрофона, для чего: выключить питание генератора, измерив при этом выходное напряжение микрофона;

- включить питание генератора, выставив аттенюатор его выхода таким образом, чтобы показания милливольтметра в 4 раза превышали уровень собственных шумов микрофона;

- измерить при этом выходное напряжение генератора. Полученное значение соответствует чувствительности микрофона в заданном направлении;

- изменить осевую направленность микрофона, отвернув его от динамика и повернув на некоторый угол от динамика.

2.2.6 Измерить АЧХ, оценив ее неравномерность:

- изменять частоту сигнала, подаваемого с ГЗ-118 в пределах звукового диапазона, фиксируя значения напряжения на выходе микрофона. По полученным значениям составить таблиц;

- разность между максимальным и минимальным табличными значениями напряжений позволяет оценить неравномерность амплитудно-частотной характеристики;

- поменять микрофон в камере, повторить измерения.

2.3 Оценить полученные результаты измерений. Классифицировать протестированные микрофоны

Контрольные вопросы

1. Классификация микрофонов
2. Устройство и принцип работы динамических микрофонов.
3. Область применения динамических микрофонов
4. Устройство и принцип работы конденсаторных микрофонов.

5. Область применения конденсаторных микрофонов
6. Сравнить номинальный диапазон частот, чувствительность в различных направлениях и неравномерность АЧХ тестируемых микрофонов
7. Каковы различия в устройстве электретных и конденсаторных микрофонов?
8. Сравнить принцип работы динамического громкоговорителя и динамического микрофона.

3 Лабораторная работа № 3. Измерение параметров фильтров звуковых частот и их классификация

3.1 Теоретическая подготовка

Цель работы: получение навыков работы с фильтрами различного назначения.

В звукорежиссерских микшерных пультах, на входах и выходах линий связи, в усилителях имеются устройства частотной обработки звуковых сигналов - частотные корректоры, состоящие из фильтров различных типов.

В радиовещании находят применение фильтры подъема верхних частот, фильтры плавного подъема и спада НЧ и ВЧ, фильтры «присутствия», графические корректоры (эквалайзеры) и другие.

Фильтры плавного подъема и спада АЧХ позволяют звукорежиссеру изменять в широких пределах спектральные характеристики отдельных источников в области нижних и верхних частот звукового диапазона. Обычно с помощью таких фильтров можно регулировать сигнал на крайних частотах до ± 20 дБ плавно или ступенями и тем самым добиваться наиболее естественного звучания при некоторых акустических дефектах студии, а также несовершенстве микрофонов или не совсем удачном их расположении. Можно выделить или, наоборот, подавить отдельные участки спектра, можно подчеркнуть характерные оттенки исполнения, изменить в значительной степени характер звучания, чтобы придать ему новизну и оригинальность. Субъективно применение любого фильтра воспринимается как изменение тембра первичного сигнала.

Фильтры среза также позволяют изменять характер звучания. Например, можно создать такие звуковые эффекты, как «разговор по телефону», «передача по радио» и другие. Эти фильтры помогают избавиться от мешающих призвуков при исполнении на некоторых инструментах, уменьшить влияние НЧ и ВЧ помех при студийных записях, при реставрации старых записей. Но чаще всего их используют для ослабления низкочастотного фона (от освещения, блоков питания) или высокочастотного шума магнитной ленты.

Фильтры присутствия получили название в связи с тем, что при их использовании как бы обеспечивался эффект присутствия слушателей около

исполнителя. Эти фильтры позволяют подчеркнуть область средних частот, где расположены певческие и инструментальные форманты, что делает звучание певцов-солистов или отдельных инструментов более сочным и ярким, как бы выделенным из общей звуковой картины и приближенным к слушателю вещательных программ.

Обычно фильтры присутствия позволяют выделять относительно узкие участки спектра в диапазоне частот 700...4000 Гц при подъеме до 10 дБ. Резонансная частота фильтров присутствия выбирается с помощью переключателя. Чаще всего в качестве резонансных выбираются частоты: 0,7; 1,4; 2,0; 2,8 и 4 кГц. Для подчеркивания сигнала солиста наиболее часто выделяют область частот около 2,8 кГц, так как известно, что наличие ярко выраженной певческой форманты в области частот 2,8...3,2 кГц придает голосу тембральную яркость.

В современных пультах с помощью фильтров можно не только осуществлять подъем в области средних частот, но и вырезать часть спектра.

У графических корректоров (эквайзеры) положение ручек регуляторов уровня представляет собой как бы график АЧХ, отсюда и название графические. Из АЧХ графического корректора понятно, что по своим возможностям он практически перекрывает возможности перечисленных выше корректоров. Во всем частотном диапазоне графические корректоры позволяют осуществлять регулировку в диапазоне уровней не менее ± 12 дБ.

3.2 Порядок выполнения работы

3.2.1 Подать на вход верхнего из реализованных лабораторной стойкой УРВС-94 фильтров сигнал звуковой частоты с генератора ГЗ-118 уровнем 1 В. Ручки регулировок параметров фильтров необходимо выставить в крайнее левое положение. Контролируя уровень сигнала на выходе фильтра при помощи вольтметра ВЗ-38, снять амплитудно-частотную характеристику, фиксируя результаты измерений в таблице отчета.

3.2.2 Произвольно изменить положение регулировочных ручек фильтров и снять еще одну АЧХ, занести показания в таблицу и сравнить их с предыдущими результатами.

3.2.3. Собрать схему согласно рисунку 3.1. Произвольно изменяя положения регулировок фильтров, прослушать разницу звучания музыкальных отрывков и сделать соответствующие выводы.

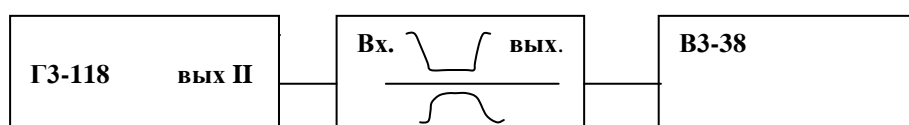


Рисунок 3.1- Схема проведения измерений АЧХ-фильтра

3.2.4 Собрать схему измерений согласно рисунку 3.2 .

Снять АЧХ в звуковом диапазоне (20-20000 Гц), подавая на вход сигнал уровнем 1В, выставляя частоту с полулогарифмическим шагом шкалы. Сделать выводы на основании полученной характеристики о назначении данного фильтра.

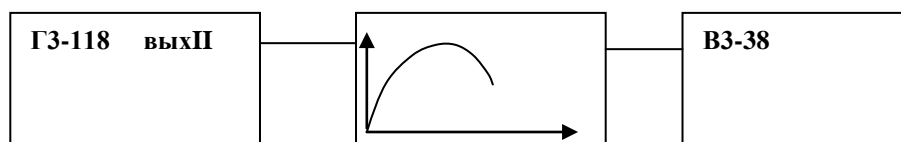


Рисунок 3.2 – Схема проведения измерений АЧХ- фильтра

3.3 Измерить полосы пропускания режекторных фильтров, настроенных на частоты 80 Гц и 1000 Гц

3.3.1 Вых. II генератора ГЗ-118 соединить со входом фильтра согласно рисунку 3.3. Частота генератора должна соответствовать резонансной частоте фильтра, уровень сигнала 1В.

3.3.2 Отстраивая частоту генератора в сторону увеличения и уменьшения от резонанса, зафиксировать те значения частот, при которых уровень сигнала на выходе фильтра, контролируемом вольтметром ВЗ-38, уменьшится в 0,7 раз от максимума. По полученным данным оценить значение полосы пропускания данного фильтра.

3.4 По аналогии с пунктами 3.3.1, 3.3.2 измерить значение полосы пропускания для режекторного фильтра с резонансной частотой 1000 Гц

3.4.1 Полученные показания свести в таблицы, построить графики АЧХ 2-х фильтров, рассчитанные значения полос пропускания фильтров, настроенных на 80 Гц и 1000 Гц также привести в отчете. По форме полученных характеристик, их неравномерности, крутизне подъема (спада) в определенном частотном диапазоне сделать выводы о назначении изученных фильтров и области их применения.

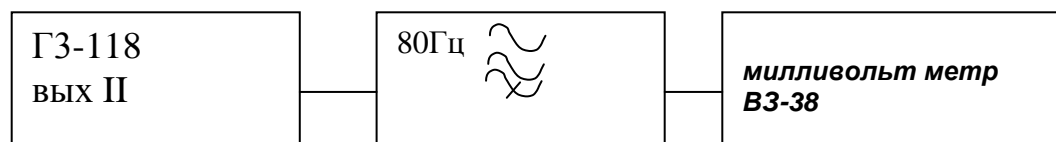


Рисунок 3.3- Схема проведения измерения АЧХ фильтра

Контрольные вопросы

1. Поясните назначение корректоров частотных характеристик

2. Расскажите о назначении и поясните принцип работы компандерной системы.
3. Что понимают под терминами: сжатие, коэффициент сжатия, расширения?
4. Поясните принцип работы порогового шумоподавителя «Долби».
5. Поясните назначение и приведите примеры использования полосовых, режекторных, фильтров «присутствия».
6. Что называется критическими полосками слуха?
7. Что называется частотными группами слуха?
8. Поясните назначение и приведите примеры использования фильтров среза.

4 Лабораторная работа № 4. Изучение явления маскировки звука

4.1 Теоретическая подготовка

Цель работы: ознакомление с явлением маскировки одних сигналов другими в зависимости от их уровня.

Явление маскировки проявляется по-разному в зависимости от отношения уровней и спектральных особенностей полезного сигнала и помехи. В любом случае кривые маскировки расположены значительно выше кривой, соответствующей абсолютному порогу слышимости тона. Из анализа кривых для разных частот маскирующего тона следует, что высокие тона малого уровня маскируются низкими громкими тонами, а низкие тона малого уровня высокими громкими тонами не маскируются.

При достаточно больших уровнях громкости проявляются нелинейные свойства слуха, вследствие чего весьма сложными оказываются зависимости порога слышимости тона при его маскировке чистым тоном. Так, например, если частота измерительного тона близка к основной, удвоенной или утроенной частоте маскирующего тона, то слышны биения в широком диапазоне изменения уровней.

Уровень ощущения неточно характеризует субъективное ощущение. Введено понятие уровня громкости $N_{гр}$, измеряемого в фонах. За уровень громкости любого звука принимают уровень в децибелах равногромкого с ним чистого тона частотой 1000 Гц. При оценке громкости используют метод сравнения испытуемого звучания с эталоном - тоном частотой 1000 Гц.

Уровень громкости в фонах совпадает с числом децибел, оценивающим уровень эталонного звука

$$N_{гр} = 20 \lg (p_{зв.эт} / p_{зв.о}),$$

при условии, что оба звучания (испытуемое и эталонное) при их попеременном предъявлении слушателю оцениваются как равногромкие.

4.2 Принцип проведения измерений

В процессе проведения измерений используются два генератора звуковой частоты: один является источником маскирующего тона, другой - источником измерительного тона. На головные телефоны участников измерений подаются оба тона одновременно.

Путем повышения уровня напряжения измерительного тона от 0 В до некоторого минимального напряжения, при котором измерительный тон начинает прослушиваться на фоне маскирующего звука, фиксируется и заносится в таблицу напряжение, соответствующее порогу слышимости при наличии маскировки. Поскольку вольтметр подключен непосредственно к входу головных телефонов, измерение уровня напряжения маскирующего тона производится при выключенном измерительном тоне, и наоборот.

Измерения повторяются на нескольких частотах в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. Результаты измерений зависят от субъективных особенностей восприятия звука, поэтому каждый участник фиксирует их индивидуально. Сравнение полученных данных производится в конце выполнения лабораторной работы.

В процессе проведения вычисления порога слышимости при наличии маскирующего тона учитываются параметры телефонов и неравномерность их частотной характеристики.

Структурная схема аппаратурного комплекса для проведения измерения показана на рисунке 4.1.

Технические характеристики телефонов ТДС-15, необходимые для дальнейших расчетов: приведены в лабораторной работе №1, типовая частотная характеристика звукового давления показана на рисунке 1.2.

4.3 Описание лабораторной установки

4.3.1 Произвести соединение аппаратуры по схеме (см. рисунок 4.1).

Для этого:

-головные телефоны участников измерений подключить к гнездам для подключения головных телефонов, расположенным под столешницей лабораторной установки;

-выход генератора ГЗ-118 (разъем «ВЫХОД II») подключить к разъему «ГЕНЕРАТОР 1» «Блока коммутации сигналов»;

-выход генератора TR-0157 «ATT.OUT» блока «AUDIO GENERATOR» подключить к разъему «ГЕНЕРАТОР 2» на «Блоке коммутации сигналов»;

-вход вольтметра ВЗ-38 соединить с разъемом «ВОЛЬТМЕТР» на «Блоке коммутации сигналов».

Ручку «РЕГ.ВЫХОДА» генератора ГЗ-118 повернуть влево до упора.

Переключатель «ОСЛАБЛЕНИЕ dB» установить в положение «60».

4.3.3 Включить э/питание генератора ГЗ-118 и вольтметра ВЗ-38.

4.3.4 На блоке «AUDIO GENERATOR» прибора TR-0157 все кнопки переключателя «FREQU.RANGE» отжать. Нажатием кнопки «MAINS» включить электропитание прибора TR-0157. При этом загорится индикаторная лампочка в правом верхнем углу лицевой панели прибора.



Рисунок 4.1- Структурная схема аппаратного комплекса для изучения явления маскировки звука и снятия зависимости звукового давления равной громкости от частоты

4.4 Измерение порога слышимости тона при его маскировке тоном частотой $F_{ш} = 1000$ Гц и уровнем $N_{ш} = 60$ дБ

4.4.1 Головные телефоны и вольтметр подключить к выходу генератора TR-0157, поставив переключатель «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ» «Блока коммутации сигналов» в положение «ГЕН.2».

Ручкой «FREQUENCY» и кнопочным переключателем «FREQU.RANGE» установить на выходе «ATT.OUT» генератора «AUDIO GENERATOR» TR-0157 частоту маскирующего тона $F_{ш} = 1000$ Гц.

4.4.2 По показаниям вольтметра ВЗ-38 ступенчатым переключателем «ATTENUATOR dB» и малой ручкой плавного регулятора «ATTENUATOR» (в нажатом положении) установить напряжение на телефонах U_2 , соответствующее уровню $N_{ш} = 60$ дБ :

$$U_2 = U(500) 10^{-K} ,$$

$$\text{где } K = \frac{94 - N_{ш} + N(F_{ш}) - N(500)}{20}$$

$U(500)$ - напряжение тонального сигнала частотой 500 Гц, которое необходимо подать на телефон для создания звукового давления 94 дБ

$$U(500) = \sqrt{P_{\text{тел}} R_{\text{ном}}} ;$$

$N(500)$ - звуковое давление (дБ), создаваемое телефоном на частоте 500 Гц, определяемое по частотной характеристике звукового давления ТДС-15 (см. рисунок 1.2); $N(F_{ш})$ - то же для частоты $F_{ш}$.

4.4.3 Установить частоту F измерительного тона, вырабатываемого генератором ГЗ-118, равной 20 Гц.

4.4.4 На головные телефоны и вольтметр подать тональные сигналы одновременно с выходов двух генераторов. Для этого переключатель «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ» «Блока коммутации сигналов» поставить в положение «ГЕН.1 + ГЕН.2».

4.4.5 Плавно увеличивая напряжение на выходе генератора ГЗ-118 ручкой «РЕГ.ВЫХОДА» и переключателем «ОСЛАБЛЕНИЕ дВ», зафиксировать его на том уровне, когда участник измерения начинает слышать измерительный тон.

4.4.6 Не изменяя положение ручек регулировки выходного напряжения генератора ГЗ-118, перевести переключатель «ИСТОЧНИК СИГНАЛОВ» в положение «ГЕН.1». При этом головные телефоны и вольтметр оказываются подключенными только к генератору ГЗ-118. Записать в таблицу показание вольтметра $U_1(F)$.

4.4.7 Ручку «РЕГ.ВЫХОДА» генератора ГЗ-118 повернуть влево до упора. Переключатель «ОСЛАБЛЕНИЕ дВ» установить в положение «60». Повторить операции, описанные в пп. 4.5.4 - 4.5.8, для других частот звукового диапазона

4.4.8 Измерение порога слышимости тона при его маскировке тоном
а) $F_{ш} = 1000$ Гц, $N_{ш} = 80$ дБ ; б) $F_{ш} = 2000$ Гц, $N_{ш} = 60$ дБ;
в) $F_{ш} = 2000$ Гц, $N_{ш} = 80$ дБ.

Измерения проводятся по методике, изложенной в п.6.4. Полученные данные необходимо занести в таблицы.

4.5 Обработка результатов измерений

4.5.1 Определить уровень порога слышимости $N_{аш}$ для каждой из частот звукового диапазона, по формуле:

$$N_{аш}(F), \text{ дБ} = 20 \lg \frac{U_1(F)}{U(500)} + N(F) - N(500) + 94,$$

где $N(F)$ - звуковое давление (дБ), создаваемое телефоном на частоте F , определяемое по частотной характеристике звукового давления ТДС-15 (см. рисунок 1.2).

4.5.2 Аналогично определить уровень порога слышимости по результатам, полученным в п.6.4.

4.5.3 По данным таблиц в одних и тех же координатных осях построить зависимость порога слышимости тона при его маскировке чистым тоном различных частот и уровней.

4.5.4 Сделать необходимые выводы, содержащие анализ полученных графических зависимостей, число которых соответствует количеству участников измерений.

Контрольные вопросы

1. Как проявляются на слух особенности явления маскировки при смешивании низко и высокочастотных сигналов?
2. Где располагается кривая маскировки относительно кривой порога слышимости?
3. Чем определяется соотношение числа женских и мужских голосов в сборных хорах?
4. Чем определяется соотношение количества скрипок и виолончелей в симфонических оркестрах?
5. В чем различия графических зависимостей при различных (указанных в порядке проведения работы) условиях проведения измерений?
6. Назовите единицы измерения громкости, как они соотносятся между собой?
7. В каком случае уровень громкости в фонах совпадает с числом децибел?
8. Каковы особенности семейства кривых равной громкости?

5 Лабораторная работа №5. Исследование ВЧ канала системы передачи с ЧРК

Цель работы: изучение принципов работы ВЧ канала СП с ЧРК и экспериментальное исследование процессов преобразования сигналов.

5.1 Вопросы для домашней подготовки

Необходимо изучить принцип работы МСП с ЧРК, ее структурную схему и назначение каждого элемента схемы.

5.2 Описание используемого оборудования

В данной работе используется комплект блоков СОМ-7А/1, СОМ-7А/2 и СОМ-7А/3. На блоке СОМ-7А/1 для работы необходим генератор несущих колебаний. На блоке СОМ-7А/2 расположены основные функциональные узлы передающего оконечного оборудования, а в блоке СОМ-7А/3 представлены основные функциональные узлы приемной аппаратуры СП с ЧРК. Также необходимы осциллограф, генератор НЧ, частотомер, вольтметр переменного тока.

5.3 Порядок выполнения работы

5.3.1 Собрать схему, представленную на рисунке 5.1.

5.3.2 Убедиться с помощью осциллографа и частотомера в наличии сигнала несущей частоты на выходе генератора несущей частоты. Записать значение частоты сигнала и зарисовать форму этого сигнала.

5.3.3 Подать на вход модулирующего сигнала 1-го смесителя модулятора синусоидальный сигнал с генератора НЧ частотой 1 кГц и амплитудой примерно 1 В. Убедиться с помощью осциллографа в наличии сигнала на выходе НЧ генератора и зарисовать форму сигнала.

5.3.4 Подключить осциллограф к выходу 1-го смесителя в тракте передачи (модулятор) и зарисовать форму сигнала. Меняя амплитуду НЧ-сигнала, убедиться, что в модуляторе осуществляется процесс амплитудной модуляции.

5.3.5 Подключить осциллограф к выходу канального фильтра модулятора и убедиться в наличии сигнала в этой точке. Измерить частоту и зарисовать форму сигнала.

5.3.6 Подключить осциллограф к выходу первого смесителя в тракте приема (демодулятора) и убедиться в наличии сигнала в этой точке. Зарисовать форму сигнала. Необычная форма сигнала объясняется тем, что исходными сигналами для демодулятора являются два соизмеримых по частоте высокочастотных сигнала.

5.3.7 Подключить осциллограф к выходу ФНЧ в тракте приема и убедиться в наличии сигнала в этой точке. Зарисовать форму сигнала, который должен повторять форму сигнала, подаваемого на вход канала.

5.4 Обработка результатов

В отчет обязательно должны войти следующие графические материалы:

- рисунок формы исходного сигнала с выхода НЧ-генератора;
- рисунок формы сигнала с выхода генератора несущей частоты;
- рисунок формы сигнала с выхода модулятора;
- рисунок формы сигнала с выхода канального фильтра;
- рисунок формы сигнала с выхода демодулятора;
- рисунок формы сигнала с выхода ФНЧ.

Выбирать масштаб следует таким образом, чтобы на рисунках были видны различия между НЧ и ВЧ сигналами.

Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Принцип действия систем передачи с ЧРК.
2. Укажите назначение всех устройств исследуемой схемы?

3. Какие существуют стандартные группы каналов и какой диапазон частот они занимают?
4. Какой метод получения канального сигнала используется в данной лабораторной работе?
5. Из каких соображений должны выбираться несущие частоты соседних каналов?

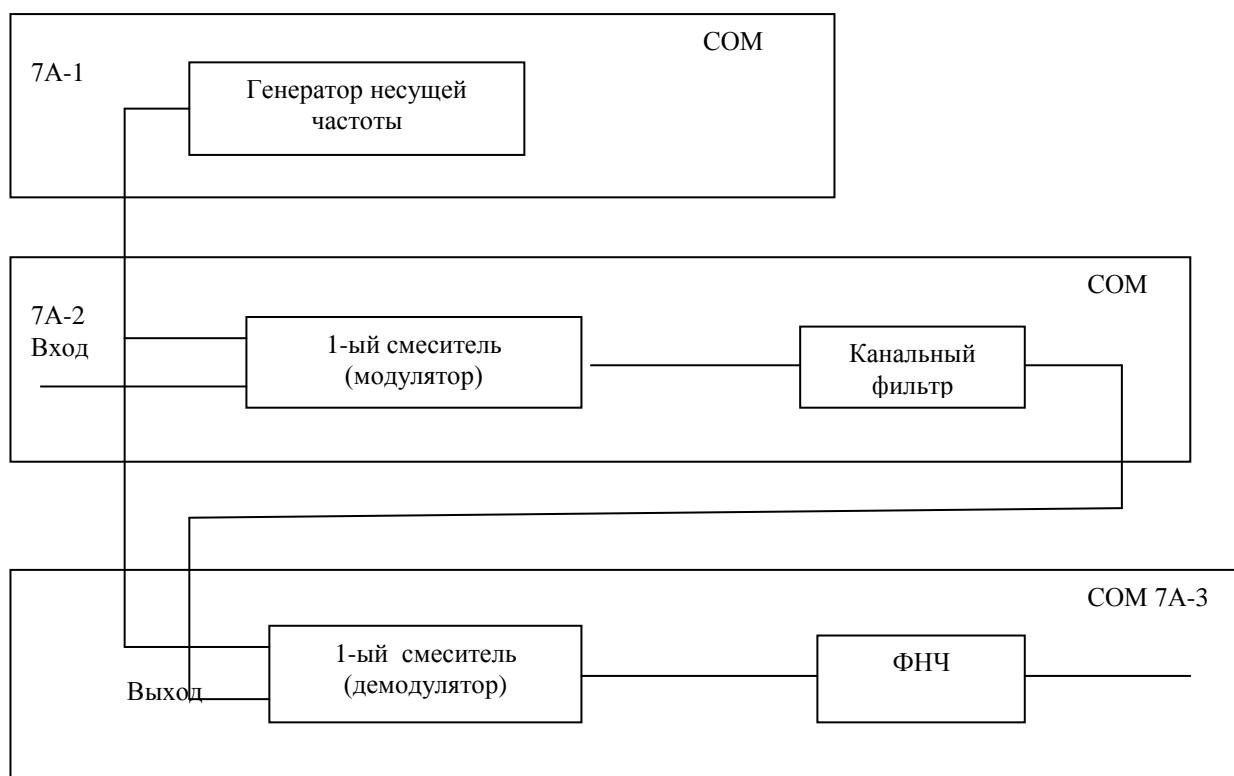


Рисунок 5.1 – Принципиальная схема экспериментальной установки

6. Поясните фильтровый и фазоразностный методы формирования ОБП.
7. Как рассчитать число фильтров при применении многократного группообразования?
8. Дать характеристику вида модуляции, применяемой в оборудовании с ЧРК.
9. Перечислите достоинства систем передачи с ЧРК.
10. Поясните осциллограммы, полученные в лабораторной работе.

6 Лабораторная работа № 6. Принцип построения канала системы передачи с ВРК

Цель работы: ознакомление с процессом дискретизации и восстановления аналогового сигнала, а также экспериментальное

исследование АИМ модуляторов, принципов уплотнения и разделения сигналов.

6.1 Вопросы для домашней подготовки

Изучить принцип дискретизации, теорему Котельникова, принцип получения АИМ сигнала, его спектр, принципы временного разделения сигналов и восстановления исходного сигнала на приеме.

6.2 Описание используемого оборудования

Лабораторная установка состоит из блоков СОМ-6А/1 и СОМ-6А/2. Блок СОМ 6А/1 содержит задающий генератор импульсов, частоту и длительность которых можно регулировать в широких пределах; электронные ключи, управляемые импульсными сигналами, а также модулятор задающего генератора, элементы схемы восстановления АИМ сигналов, электронные ключи и фильтры нижних частот. Блок СОМ 6А/2 содержит основные узлы АИМ модулятора, согласующие каскады и электронные ключи. Также используется осциллограф, генератор синусоидального НЧ сигнала, частотомер.

Собрать схему, изображенную на рисунке 6.1.

6.3 Порядок выполнения работы

6.3.1 Подключить осциллограф к задающему генератору и убедиться в наличии импульсов частотой 80 кГц. Если на этом выходе сигнала нет, то можно воспользоваться другими выходами на 20 кГц, 40 кГц и т.д.

Подать этот сигнал на вход СL-модулятора (это устройство обеспечивает фазовый сдвиг между сигналами) и с помощью двух каналов осциллографа посмотреть и зарисовать импульсные сигналы на выходах модулятора «0» и «5». Убедиться в том, что импульс в гнезде «5» сдвинут относительно импульса в гнезде «0».

6.3.2 Подать синусоидальный сигнал частотой 1 кГц на вход 1 и на вход 2 схемы. Подключите осциллограф и зарисуйте форму сигналов, поданных на входы 1 и 2. Нарисуйте сигналы, которые получаются на выходах электронных ключей один под другим.

6.3.3 Исследовать групповой сигнал на выходе тракта передачи. Для этого подключить осциллограф на выход тракта передачи и зарисовать форму сигнала. Поочередно снять сигнал с входов 1 или 2 и убедиться, что соответственно изменяется форма группового сигнала.

6.3.4 Исследовать процесс разделения группового сигнала в тракте приема с помощью ключей. Для этого подключить осциллограф к выходам ключей 1 и 2 в тракте приема и зарисовать форму сигнала.

6.3.5 Исследовать процесс восстановления сигнала в тракте приема с помощью ФНЧ. Подключить осциллограф к выходу ФНЧ и убедиться, что сигнал на выходе канала повторяет форму сигнала, подаваемого на входы каналов.

Зарисовать форму сигналов во всех точках схемы.

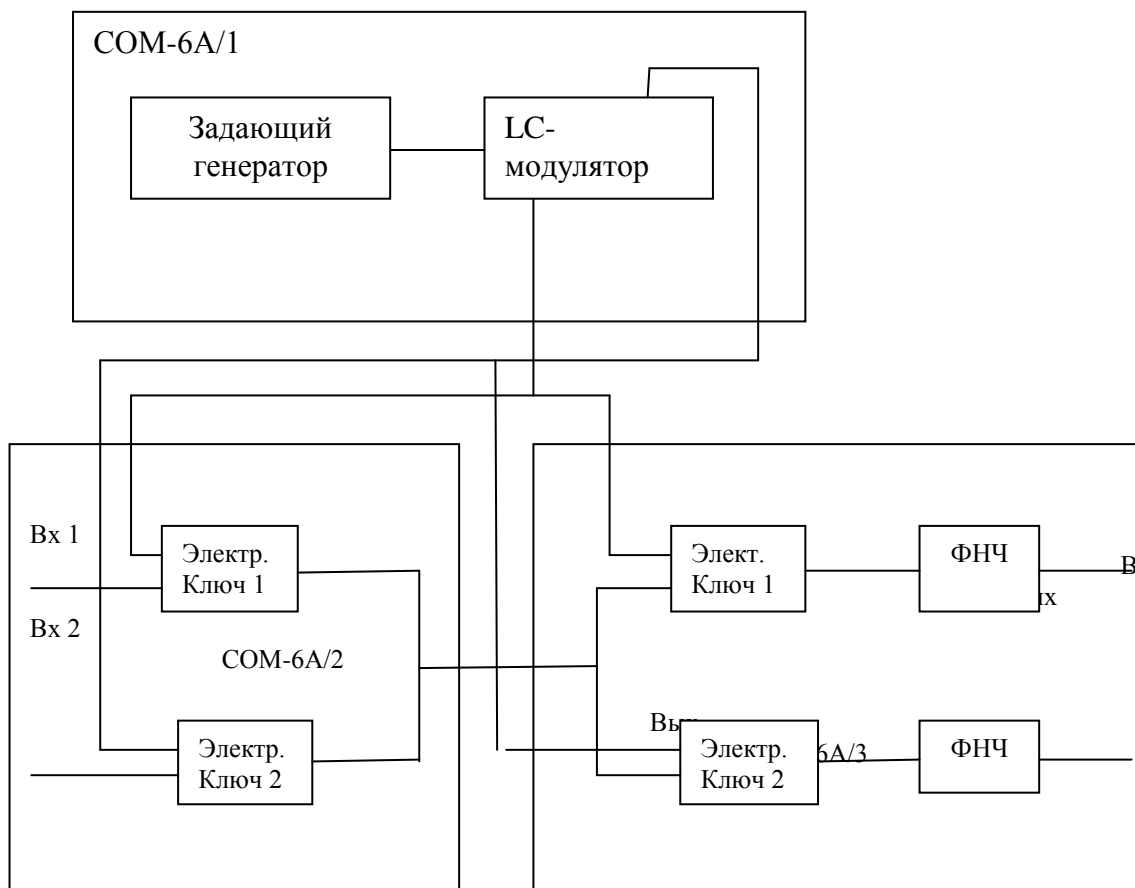


Рисунок 6.1 – Схема экспериментальной установки для исследования уплотненной двухканальной ВРК-АИМ.

6.4 Обработка результатов

Обязательный графический материал:

- рисунок формы сигнала от НЧ генератора схемы;
- рисунок формы сигнала на используемом выходе СL-модулятора;
- импульсные сигналы на выходах модулятора «0» и «5»;
- рисунок формы группового сигнала на выходе тракта передачи;
- рисунки сигналов на выходе электронных ключей тракта приема;
- рисунок восстановленного сигнала на выходе ФНЧ;

Сделать вывод о возможности организации СП с ВРК-АИМ, о ее основных достоинствах и недостатках.

Контрольные вопросы

1. Сформулировать теорему Котельникова для дискретизации непрерывного сигнала с ограниченным спектром.
2. Что такое АИМ сигнал? Как происходит получение АИМ сигнала с помощью ключа?
3. Назовите основные параметры АИМ сигнала. От чего они зависят?
4. Что необходимо сделать для восстановления исходного сигнала?
5. Назовите два вида искажений АИМ сигналов? Как они устраняются и на что они влияют?
6. Из каких соображений определяется частота дискретизации исходного сигнала?
7. Назначение всех устройств в схеме системы передачи с ВРК.
8. Как влияют помехи на групповой АИМ сигнал при его передаче по линейному тракту?
9. Пояснить процесс преобразования сигналов по снятым осциллограммам.
10. Для чего необходимо синхронизация работы оборудования тракта приема и тракта передачи?

7 Лабораторная работа № 7. Исследование системы связи с амплитудно-импульсной модуляцией

Цель работы: изучить принципы построения системы связи с временным уплотнением каналов, использующих амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ), проанализировать процессы формирования сигнала с АИМ.

7.1 Вопросы для домашней подготовки

Изучить по рекомендованной литературе принцип получения групповых АИМ сигналов. Изучить принципы формирования группового сигнала при использовании АИМ, принципы разделения каналов в системе связи с АИМ, а также процессы восстановления сигнала с АИМ.

7.2 Описание используемого оборудования

Для проведения измерений используются:

- лабораторная установка «Изучение принципов временного разделения каналов»;
- двухканальный осциллограф OS-620.

Блок схема установки для проведения исследований приведена на рисунке 7.1. *Собирать схемы при выключенной установке!*

7.3 Порядок выполнения работы

7.3.1 Подготовить лабораторную установку к проведению измерений. Для этого:

- установить тумблеры на устройстве управления в положение «32 кГц» и «цикл»;
- нажать кратковременно кнопку «сброс» на устройстве управления.
- установить тумблер устройства регенерации УР в линии связи в положение «выкл»;
- установить потенциометр «уровень шума» в линии связи в крайнее положение против часовой стрелки;
- включить питание лабораторной установки и осциллографа.

7.3.2 Формирование дискретного сигнала с АИМ.

Проанализировать формирование дискретного сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией, для этого выполнить следующие операции:

- с помощью соединительного шнура подключить контрольный сигнал F1 к входу «0» мультиплексора;
- к этой же точке подключить вход Y канала осциллографа.
- проконтролировать появление осциллограммы контрольного сигнала.
- зарисовать осциллограмму контрольного аналогового сигнала.

Пользуясь шкалой на экране осциллографа и учитывая цену деления, соответствующую положению переключателя «Развертка - время/дел.» на лицевой панели, определить временной период контрольного сигнала.

Подключить второй канал осциллографа к выходу мультиплексора (контрольная точка КТ1). Проконтролировать появление на его экране сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией. В данном случае она осуществляется электронными ключами, входящими в состав мультиплексора. Определить период дискретизации, измерив временной интервал между соседними отсчетами при нажатой левой кнопке (правая при этом отжата). Занести измеренное значение в протокол отчета.

Зарисовать осциллограмму сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией, поступающего на вход второго канала осциллографа.

Снять соединение F1 - вход 0 мультиплексора.

Подключить контрольный сигнал F2 и вход канала Y осциллографа к входу 1 мультиплексора. Вход канала Y для всех измерений, выполняемых в этом пункте, остается подключенным к контрольной точке КТ1. Зарисовать осциллограммы сигналов, поступающих на оба входа осциллографа (контрольный сигнал F2 и соответствующий АИМ сигнал).

Во всех случаях выдержать одинаковый масштаб по временной (горизонтальной) оси и сохранить на них временные отметки. При зарисовке осциллограмм следует располагать их друг под другом так, чтобы на них были сохранены все временные соотношения между сигналами. Снять соединение F2 - канал 1 мультиплексора. Повторить измерения,

соответствующие предыдущему пункту, подав контрольный сигнал F3 на вход 2 мультиплексора.

7.3.3 Исследовать принцип формирования ВРК.

С помощью соединительного шнура подключить контрольный сигнал F1 к входу 0 мультиплексора. Вход Y канала осциллографа подключить к СИ1, вход X канала – в КТ1. Зарисовать осциллограмму. Вход Y канала осциллографа оставить в СИ1, а вход X канала последовательно переключать в СИ2, СИ3, СИ4. Зарисовать осциллограммы, расположив их друг под другом.

7.3.4 Исследовать процесс формирования группового сигнала. Для этого выполнить следующие операции.

Подключать контрольный сигнал F1 и вход Y канала осциллографа ко входу 0 мультиплексора (вход первого канала связи). Вход X канала остается подключенным к контрольной точке КТ1 (к выходу мультиплексора). Проконтролировать появление соответствующих осциллограмм на экране осциллографа. Не снимая установленного соединения, подключать контрольный сигнал F2 и вход Y канала осциллографа ко входу 1 мультиплексора. Проконтролировать по осциллограмме появление на выходе мультиплексора отсчетных импульсов АИМ сигнала, соответствующего второму каналу связи.

Не снимая установленного соединения, подключать контрольный сигнал F3 и вход Y канала осциллографа к входу 2 мультиплексора. Анализ осциллограмм на выходе мультиплексора при выполнении последовательных подключений контрольных сигналов к его входам иллюстрирует процесс формирования группового сигнала, который передается по линии связи.

Выполнив все три коммутации (последний вход мультиплексора при этом остается свободным), зарисовать осциллограмму группового сигнала, наблюдаемую на выходе мультиплексора. Ее следует разместить под предыдущими, сохранив выбранный временной масштаб и метки.

7.3.5 Проконтролировать процесс разделения каналов с амплитудно-импульсной модуляцией. Для этого подключить первый вход осциллографа к клемме КТ3 (к входу демультиплексора), а второй - последовательно к его выходам 0, 1, 2, 3. При этом осциллограмма, наблюдаемая по первому каналу осциллографа, соответствует групповому сигналу, а по второму - АИМ сигналу соответствующего канала.

7.3.6 Проанализировать процесс восстановления аналогового сигнала. Для этого вып Подключить выходы 0, 1, 2, 3 демультиплексора к соответствующим входам фильтров нижних частот. Для контроля временных соотношений подключить вход Y осциллографа ко входу 0 мультиплексора. При этом на экране наблюдается исходный аналоговый сигнал первого канала. Подключить вход Y осциллографа к входу 0 мультиплексора, а вход X - к выходу ФНЧ1. При этом наблюдаются исходный и восстановленный аналоговые сигналы. Зарисовать осциллограмму восстановленного сигнала, сохранив все временные соотношения, масштаб и временные метки. Отметить

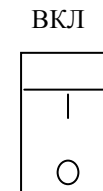
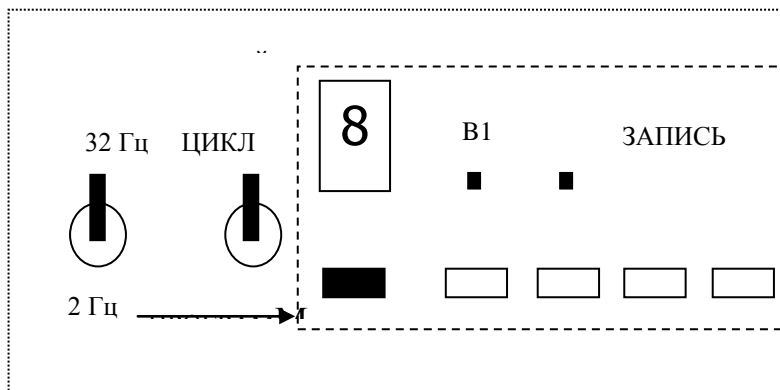
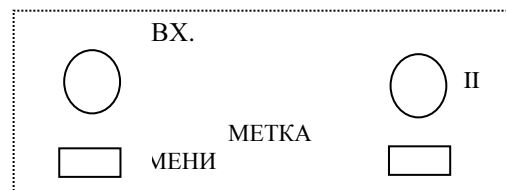
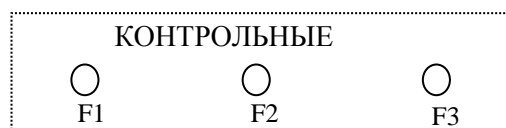
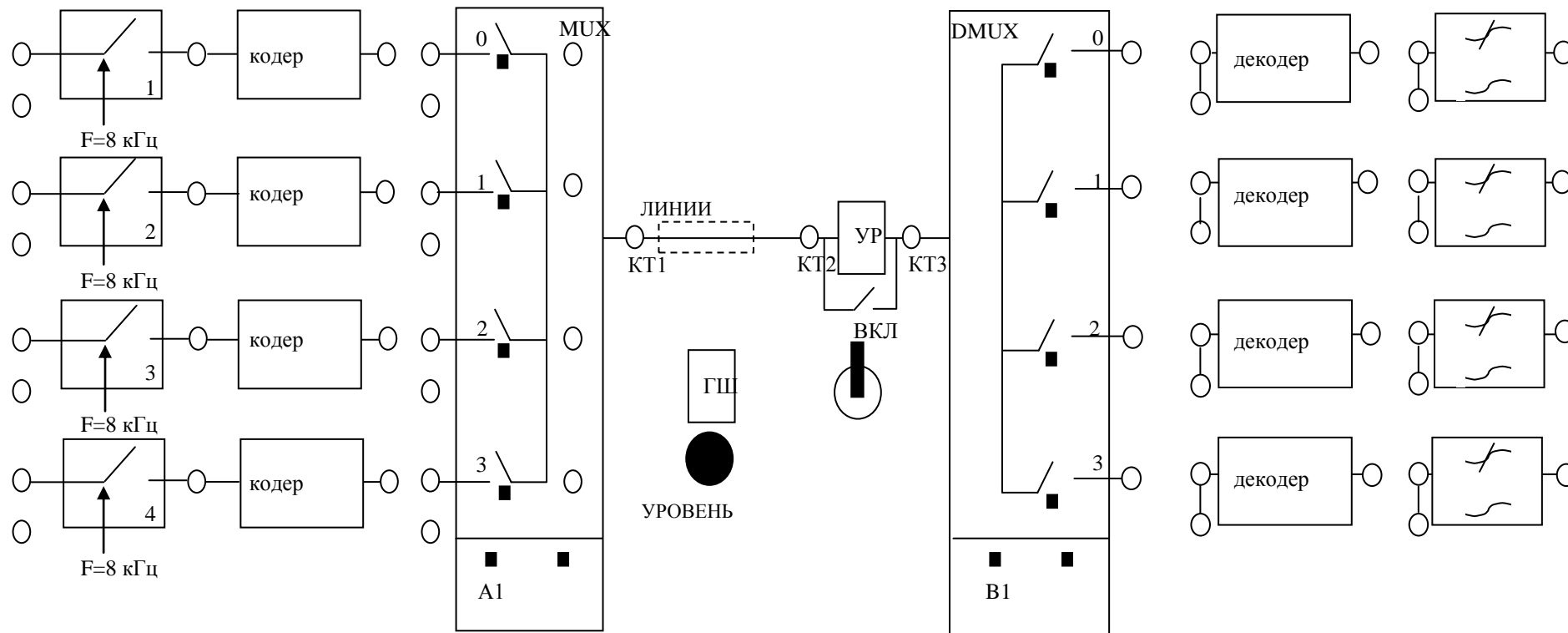


Рисунок 7.1 - Изучение принципов временного разделения каналов (ЦСК-1)

на ней временную задержку восстановленного сигнала относительно исходного.

Выполнить следующие операции аналогичным образом, подключая входы Y, X осциллографа к входу и выходу второго и третьего каналов, зарисовать осциллограммы соответствующих восстановленных сигналов.

7.4 Анализ полученных результатов и содержание отчетов

Итогом работы является серия осциллограмм, снятых в контрольных точках системы связи. Их следует расположить друг под другом, сохранив порядок, в котором они снимались, временной масштаб и метки.

В отчете необходимо привести:

- цель работы;
- блок - схему измерений, отметив на ней точки, в которых снимались осциллограммы;
- все снятые осциллограммы должны быть расположены таким образом, чтобы на них были отмечены все необходимые временные соотношения между исследуемыми сигналами;
- выводы по выполненным исследованиям.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается принцип временного разделения каналов?
2. Какой элемент схемы лабораторного макета производит АИМ модуляцию и каким образом?
3. Какую роль играют мультиплексор на передаче и демупльтиплексор на приеме?
4. Нарисуйте спектр АИМ сигнала.
5. Какие виды АИМ сигналов вы знаете?
6. Расскажите, каким искажениям подвергнут АИМ сигнал.
7. Как на приемном конце происходит преобразование АИМ сигнала в исходный аналоговый сигнал?
8. Как формируется групповой сигнал при использовании АИМ?
9. Расскажите принцип работы ФНЧ и приведите простейшую схему.
10. Какие преимущества имеет временное разделение по сравнению с частотным?

8 Лабораторная работа № 8. Исследование характеристик канала тональной частоты

Цель работы: изучение методики проведения измерений и построения основных характеристик канала тональной частоты.

8.1 Вопросы для домашней подготовки

Необходимо изучить методику проведения измерений амплитудной и амплитудно-частотной характеристик каналов и нормы на основные параметры каналов ТЧ.

8.2 Описание используемого оборудования

В данной работе используется комплект блоков СОМ-7А/1, СОМ-7А/2 и СОМ-7А/3. На блоке СОМ-7А/1 для работы необходим генератор несущих колебаний. На блоке СОМ-7А/2 расположены основные функциональные узлы передающего оконечного оборудования, а в блоке СОМ-7А/3 представлены основные функциональные узлы приемной аппаратуры СП с ЧРК. Также необходимы осциллограф, генератор НЧ, частотомер, вольтметр переменного тока.

8.3 Порядок выполнения работы

8.3.1 Собрать схему, представленную на рисунке 8.1.

8.3.2 Измерение АХ канала СП с ЧРК.

Уровень сигнала на выходе генератора НЧ сделать минимальным.

С помощью вольтметра переменного тока измерить напряжение на выходе канала (выход ФНЧ). Изменяя входное напряжение, снять зависимость $U_{\text{вых}}=f(U_{\text{вх}})$. Диапазон изменения входного напряжения брать таким, чтобы сигнал на выходе ФНЧ достигал насыщения. Результаты измерений занести в таблицу 8.1 и построить график.

Т а б л и ц а 8.1- Значения входного и выходного напряжения канала

$U_{\text{вх}}$	Минимальное значение	Промежуточное значение *1	Промежуточное значение* 2	Промежуточное значение* 3	Промежуточное значение * 4	Максимальное значение
$U_{\text{вых}}$						

* Промежуточные значения берутся с равным интервалом

8.3.3 Измерение АЧХ канала. Уровень входного сигнала на генераторе НЧ установить таким, чтобы уровень выходного сигнала лежал в середине линейного участка АХ. Изменяя частоту входного сигнала, снять зависимость уровня выходного сигнала от частоты. Данные занести в таблицу 8.2 и построить АЧХ канала передачи. 8.3.4 Определить эффективно-передаваемую полосу частот канала ТЧ (по уровню 0,7 $U_{\text{макс}}$) и неравномерность АЧХ в полосе пропускания.

8.3.5 Нарисовать спектры сигналов во всех точках схемы с указанием частот.

Т а б л и ц а 8.2— Данные для построения АЧХ канала передачи

$F_{\text{вх}}$, кГц	1	2	3	4	5	6
$U_{\text{вых}}$, В						

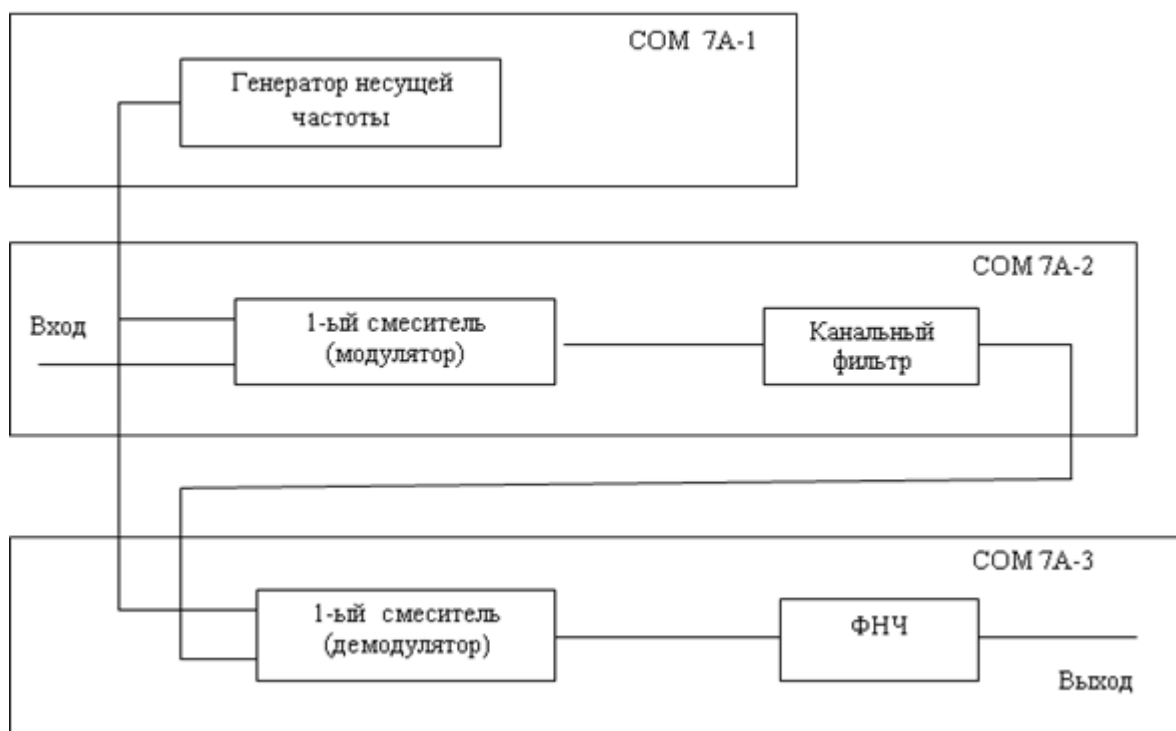


Рисунок 8.1 – Принципиальная схема экспериментальной установки

8.4 Обработка результатов

В отчет обязательно должны войти следующие графические материалы:

- график АХ канала СП с ЧРК;
- АЧХ канала передачи.

Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Принцип действия МСП с ЧРК.
2. Укажите назначение всех устройств исследуемой схемы?
3. Какие характеристики являются основными при определении качества работы каналов тональной частоты?
4. Методика проведения измерений амплитудной характеристики канала ТЧ.
5. Методика проведения измерений амплитудно-частотной характеристики канала ТЧ.

6. Методика построения амплитудной характеристики.
7. Методика построения амплитудно-частотной характеристики.
8. Укажите нормы на основные параметры каналов ТЧ.
9. Объяснить вид и отличия идеальной и реальной АЧХ канала ТЧ.

Список литературы

1. Цифровая запись сигналов звука и изображения: Учебное пособие Урусова Т.А.- Алматы: АИЭС, 2004.
2. Гордиенко В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы. - М.: «Горячая линия-Телеком», 2005, 2007.
3. Крухмалев В.В. МТС аналоговые системы передачи.-М., 2006
4. Иванов В.И., Гордиенко В.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов/ Под ред. В.И. Иванова. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 232 с.

Содержание

1 Лабораторная работа №1.Определение зависимости порога слышимости от частоты	3
2 Лабораторная работа №2. Измерение параметров микрофонов	7
3 Лабораторная работа №3. Измерение параметров фильтров звуковых частот и их классификация	11
4 Лабораторная работа №4. Изучение явления маскировки	14
5 Лабораторная работа №5. Исследование ВЧ канала системы передачи с ЧРК	18
6 Лабораторная работа №6. Принцип построения канала системы передачи с ВРК	21
7 Лабораторная работа №7. Исследование системы связи с амплитудно-импульсной модуляцией	23
8 Лабораторная работа №8. Исследование характеристик канала тональной частоты	28
Список литературы	30

Галина Андреевна Шахматова
Татьяна Андреевна Урусова

ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
5В071900- Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Редактор Л.Т. Сластихина
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать
Тираж 50 экз.
Объем 1,9 уч.- изд. л.

Формат 60x84 1/16.
Бумага типографская №1.
Заказ № Цена 950 тенге.

Копировально-множительное бюро
Некоммерческого акционерного общества
«Алматинского университета энергетики и связи»
050013, Алматы, Байтурсынова, 126