

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Кафедра систем управления и информационных технологий

Утверждена распоряжением по институту
СТиД (филиала) СКФУ в г. Пятигорске
от 15.04.2020 № 36-р/с

Допущена к защите
«22» июня 2020 г.
Зав. кафедрой СУиИТ
д.т.н., профессор Першин И.М.

(подпись зав. кафедрой)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка фильтра низких частот для защиты речевой информации от
утечки по акустоэлектрическому каналу на частоте среза 20МГц

Нормоконтролер:

Чернышев Александр Борисович – доктор
технических наук, доцент, доцент кафедры
СУиИТ

(Подпись)

Дата защиты

«_____» _____ 2020 г.

Оценка _____

Выполнил:

Вардазарян Гор Гарникович
студент 4 курса группы П-ИНБ-б-о-161
направления подготовки 10.03.01
Информационная безопасность
очной формы обучения

(Подпись)

Руководитель:

Мартиросян Александр Витальевич –
к.т.н., доцент, доцент кафедры СУиИТ

(Подпись)

Пятигорск, 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Кафедра систем управления и информационных технологий

Утверждена распоряжением по институту
СТиД (филиала) СКФУ в г. Пятигорске
от 15.04.2020 № 36-р/с

Допущена к защите
«22» июня 2020 г.
Зав. кафедрой СУиИТ
д.т.н., профессор Першин И.М.

(подпись зав. кафедрой)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ:**

Разработка фильтра низких частот для защиты речевой информации от
утечки по акустоэлектрическому каналу на частоте среза 20МГц

Автор ВКР _____ *Г.Г. Вардазарян*
подпись, дата инициалы, фамилия

Направление подготовки 10.03.01 Информационная безопасность
шифр, наименование

Направленность (профиль) Информационная безопасность

Группа _____ П-ИНБ-б-о-161

Руководитель ВКР _____ *А.В. Мартиросян*
подпись, дата инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Теоретический раздел _____ *А.В. Мартиросян*
наименование раздела подпись, инициалы, фамилия

Аналитический раздел _____ *А.В. Мартиросян*
наименование раздела подпись, инициалы, фамилия

Проектный раздел _____ *А.В. Мартиросян*
наименование раздела подпись, инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ *А.Б. Чернышев*
подпись, инициалы, фамилия

Пятигорск, 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Кафедра систем управления и информационных технологий
Направление подготовки: 10.03.01 Информационная безопасность
Направленность (профиль): Информационная безопасность

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой СУиИТ

И.М. Першин

подпись, инициалы, фамилия

«__» _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студент Вардазарян Гор Гарникович группа П-ИНБ-б-о-161

1. Тема: Разработка фильтра низких частот для защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу на частоте среза 20МГц

Утверждена распоряжением по Институту СТиД от «15» апреля 2020 г. № 36-р/с

2. Срок представления проекта к защите «22» июня 2020 г.

3. Исходные данные для проектирования сведения об методах защиты объекта исследования

4. Содержание пояснительной записки: _____

4.1. Теоретический раздел – Теоретическая часть по теме исследования

4.2. Аналитический раздел – Исследование методов защиты речевой информации от утечки

4.3. Проектный раздел – Разработка устройства защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу

4.4. Безопасность и экологичность проекта – не предусмотрены

4.5. Другие разделы проекта – не предусмотрены

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): не предусмотрены

Дата выдачи задания 01.04.2020

Руководитель работы _____ А.В. Мартиросян
подпись _____ инициалы, фамилия

Консультанты:

по теоретическому разделу _____ А.В. Мартиросян
подпись _____ инициалы, фамилия

по аналитическому разделу _____ А.В. Мартиросян
подпись _____ инициалы, фамилия

по проектному разделу _____ А.В. Мартиросян
подпись _____ инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению: _____ Г.Г. Вардазарян
подпись _____ инициалы, фамилия

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске
Кафедра систем управления и информационных технологий
Направление подготовки: 10.03.01 Информационная безопасность
Направленность (профиль): Информационная безопасность**

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Фамилия, имя, отчество (полностью) Вардазарян Гор Гарникович

Тема ВКР: Разработка фильтра низких частот для защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу на частоте среза 20МГц

Руководитель Мартиросян А.В.

Консультанты: _____

№	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения работы	Примечание
1	Введение, описание целей и задач ВКР	01.04.2020 – 10.04.2020	
2	Написание и оформление теоретической части ВКР. Согласование материала с руководителем	11.04.2020 – 30.04.2020	
3	Написание и оформление аналитической части ВКР. Согласование материала с руководителем	01.05.2020 – 20.05.2020	
4	Написание и оформление проектной части ВКР. Согласование материала с консультантом	21.05.2020-31.05.2020	
5	Оформление пояснительной записки и презентации	01.06.2020-8.06.2020	
6	Нормоконтроль	09.06.2020-15.06.2020	
7	Проверка материалов ВКР на заимствование в системе «Антиплагиат»	15.06.2020-20.06.2020	
8	Отзыв руководителя	20.06.2020	
9	Предоставление ВКР на кафедру для его регистрации	25.06.2020	
10	Предварительная защита	22.06.2020-.23.06.2020	
11	Направление на внешнее рецензирование.	24.06.2020-25.06.2020	
12	Получение допуска заведующего кафедрой к защите ВКР в ГЭК	25.06.2020-26.06.2020	
13	Защита ВКР в ГЭК	29.06.2020-30.06.2020	

Научный руководитель А.В. Мартиросян

подпись. Ф.И.О.

Зав. кафедрой И.М. Першин

подпись. Ф.И.О.

« _____ » _____ 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Общие сведения о защите информации от утечки по техническим каналам утечки акустической информации	9
1.1 Общая характеристика и классификация технических каналов утечки акустической информации	9
1.2 Основы теории защиты речевой информации от утечки по техническим каналам	17
1.3 Инструментальный контроль защищенности речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования	20
1.4 Анализ существующих средств защиты речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования	25
2. Разработка способа защиты речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования, формируемого за счёт высокочастотного навязывания	34
2.1 Выбор способа защиты	34
2.2 Расчёт параметров элементов фильтра	43
2.3 Анализ рассчитанной схемы фильтра с помощью программы имитационного моделирования процессов EWB	48
3 Разработка устройства защиты речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования, формируемого за счёт высокочастотного навязывания	58
3.1. Подбор элементной базы и компоновка элементов	58
3.2. Выполнение лабораторных испытаний фильтра	62
3.3. Анализ полученных результатов и разработка рекомендаций по устранению выявленных замечаний	65
Заключение	70
Список используемых источников	71
Приложение А	72

ВВЕДЕНИЕ

Проблема защиты информации существует давно, так как человек по какой-то причине не хотел делиться ею ни с кем или не со всеми. С развитием человеческого общества, появлением частной собственности, государственного устройства, борьбой за власть и дальнейшим расширением сферы человеческой деятельности информация приобретает все большую ценность. Информация становится ценной, обладание которой позволит существующим и потенциальным владельцам получать любую прибыль: материальную, политическую, военную и т. Д. Проблема надежной защиты информации является одной из важнейших проблем нашего времени. Тема работы заключается в том, что в настоящее время для несанкционированного сбора информации используется широкий арсенал технических средств, из которых небольшие технические средства отражают одно из направлений развития современных интеллектуальных технологий. Даже если нет возможности попасть в защищенную звукоизолированную комнату, чтобы разместить там закладку, можно использовать технический канал утечки. Эту возможность предоставляет ему использование высокочастотного навязывания. Также до сих пор отсутствуют средства защиты от утечки речевой информации для отдельных линий связи, таких как шлейфы сигнализации. В связи со всем вышесказанным возникает потребность в разработке устройства для защиты речевой информации в пороговых шлейфах сигнализации.

Данная тема была рассмотрена А.А. Хоревым в работе [1], А. П. Дураковским [2], а также многими другими отечественными специалистами. Также написано несколько статей студентами Северо-Кавказского Федерального Университета Г.Г. Вардазаряном и В.А. Рокшиным [4].

Объектом исследования является низкочастотный фильтр в диапазоне частот от 20МГц до 400МГц.

Предметом исследования являются технические характеристики фильтра.

Целью настоящей работы является разработка фильтра низких частот для

защиты информации по акустоэлектрическому каналу от 20 МГц до 400 МГц.

В соответствии с целью нужно решить следующие задачи:

- рассмотреть общую характеристику и классификацию технических каналов утечки информации;
- рассмотреть основы теории защиты речевой информации от утечки по техническим каналам;
- выбрать инструментальный контроль защищенности речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования;
- проанализировать существующие средства защиты речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования;
- выбрать способ защиты для устранения выявленных недостатков.
- рассчитать параметры элементов разрабатываемого фильтра;
- проанализировать рассчитанную схему фильтра с помощью программы имитационного моделирования процессов ЕWB;
- подобрать элементную базу, скомпоновать устройство, выполнить лабораторные испытания фильтра;
- проанализировать полученные результаты и разработать рекомендации по устранению выявленных замечаний.

Данная работа состоит из трёх глав:

В первой главе рассматриваются Общая характеристика и классификация утечки информации по каналу акустоэлектрического преобразования, изучаются основы теории защиты, анализируются существующие средства защиты речевой информации.

Во второй главе – выбор способа защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу через двухпроводные линии шлейфов сигнализации, а также расчет необходимых параметров. Далее описывается процесс разработки устройства защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу через двухпроводные линии пожарных шлейфов сигнализации, описывается выполнение лабораторных испытаний фильтра и анализ полученных данных.

В третьей главе проводится анализ полученных результатов данной выпускной квалификационной работы.

В работе использована различная теоретическая и методологическая база, в том числе нормативные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации, а также учебная литература по технической защите информации.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ УТЕЧКИ АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

1.1 Общая характеристика и классификация технических каналов утечки акустической информации

Технический канал утечки информации (ТКУИ) - это совокупность объекта обследования, технического средства разведки (ТСР), через которое получают информацию об этом объекте, и физической среды, в которой распространяется информационный сигнал. Фактически, ТКУИ - это способ получения информации об обследовании объекта с использованием ТСР. Причем под разведывательной информацией обычно понимаются сведения или совокупность данных об объектах разведки независимо от формы их представления.

Сигналы являются носителями важной информации. В зависимости от их физической природы сигналы могут быть электрическими, электромагнитными, акустическими и т. Д. Это означает, что сигналы обычно представляют собой электромагнитные, механические и другие типы колебаний (волн), кроме того, информация содержится в их изменяющихся параметрах.

В зависимости от характера сигналов он распространяется в определенных физических средах. Обычно распространяющей средой могут быть газ (воздух), жидкость (вода) и твердые среды, например воздушное пространство, строительные конструкции, соединительные линии и проводящие элементы, грунт (земля) и так далее.

Технические каналы утечки речевой информации можно представить в виде классификации представленной на рисунке 1.1.

В нашем случае мы подробно остановимся на электроакустическом канале. Для начала разберемся в терминологии и что из себя представляет речевой сигнал.

Технические каналы утечки акустической информации



Рисунок 1.1- Классификация технических каналов утечки акустической информации.

Технические средства и системы, непосредственно не участвующие в обработке конфиденциальной информации, но которые используются совместно с техническими средствами приема, обработки, хранения и передачи информации и находятся в зоне электромагнитного поля, создаваемого ими, называются вспомогательными техническими средствами и системами (ВТСС).

Некоторые элементы ВТСС, в том числе трансформаторы, катушки индуктивности, электромагниты вторичных электрочасов, звонков телефонных аппаратов, дроссели ламп дневного света, электрореле и т. п., обладают свойством изменять свои параметры (ёмкость, индуктивность, сопротивление) под действием акустического поля, создаваемого источником акустических колебаний. Изменение параметров приводит либо к появлению на данных элементах электродвижущей силы (ϵ), изменяющейся по закону воздействующего информационного акустического поля, либо к модуляции токов, протекающих по этим элементам, информативным сигналом. Например, акустическое поле, воздействуя на якорь электромагнита вызывного телефонного звонка, приводит к его колебанию. В результате чего изменяется магнитный поток сердечника электромагнита. Изменение этого потока вызывает появление электродвижущей силы (ЭДС) самоиндукции в катушке звонка, изменяющейся по закону изменения акустического поля.

Для обсуждения информации ограниченного доступа (совещаний, обсуждений, конференций, переговоров и т.п.) используются специальные помещения (служебные кабинеты, актовые залы, конференц-залы и т.д.), которые называются защищаемыми помещениями (ЗП). В качестве канала утечки информации наибольший интерес представляют ВТСС, имеющие выход за пределы контролируемой зоны (КЗ), т.е. зоны, в которой исключено появление лиц и транспортных средств, не имеющих постоянных или временных пропусков [7].

Системы, имеющие выход за пределы КЗ:

- Система электропитания и заземления;
- Система телефонной связи;

- Система радиотрансляции и оповещения;
- Система приема программ телевизионного вещания, видеонаблюдения, видеопроекционная система, а также система внутреннего (технологического) телевидения;
- Локальные сети и сеть Интернет;
- Система пожарной сигнализации и охранной сигнализации;
- Система часофикации.

Перехват речевой информации из выделенного помещения (ВП) возможен по прямому, акустоэлектрическому и акустоэлектромагнитному каналам с применением различных технических средств акустической разведки и акустоэлектрического преобразования, формируемого методом высокочастотного навязывания (рисунок 1.2).

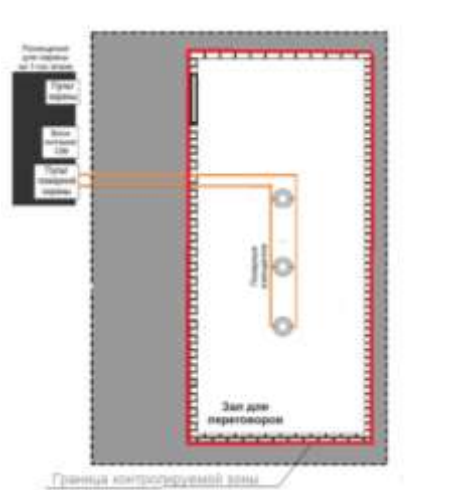


Рисунок 1.2- Схема расположения шлейфов сигнализации с ППК и извещателями на плане ВП

Кроме соединительных линий ТСПИ и ВТСС за пределы контролируемой зоны могут выходить провода и кабели, к ним не относящиеся, но проходящие через помещения, где установлены технические средства, а также металлические трубы систем отопления, водоснабжения и другие токопроводящие металлоконструкции. Такие провода, кабели и токопроводящие элементы называются посторонними проводниками.

Чтобы понять каким именно образом происходит перехват нужно разобраться с эффектом акустоэлектрического преобразования.

Акустоэлектрический эффект - появление в проводнике постоянного тока в замкнутой цепи (т. н. акустоэлектрического тока) или электрического напряжения на концах разомкнутого проводника при распространении в нём акустической волны. Акустоэлектрический эффект был предсказан Р. Парментаром (1953) и впервые обнаружен Г. Вайнрайхом и Х. Дж. Уайтом (1957).

Акустоэлектрический преобразователь - это устройство, преобразующее акустическую энергию (т. е энергию упругих волн в воздушной среде) в электромагнитную энергию в схемах тех устройств, в которых находятся акустоэлектрические преобразователи (или наоборот, энергию электромагнитных волн в акустическую). Из окружающих нас устройств наиболее известны такие электроакустические преобразователи как системы звукового вещания, телефоны, также все типы акустоэлектрических преобразователей присутствуют в радиокомпонентах радиодеталей, из которых изготовлены пожарные и охранные извещатели [3].

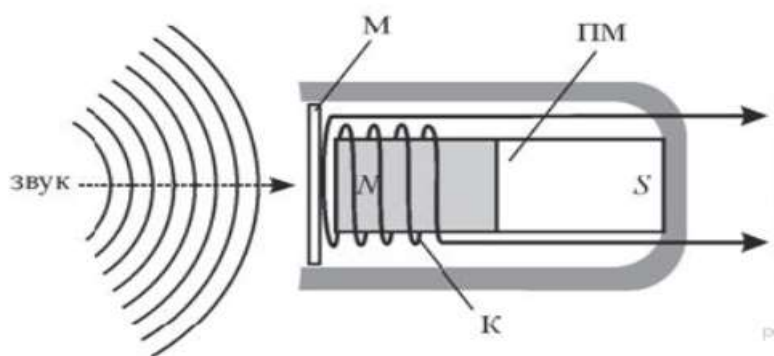


Рисунок 1.3- Пример электродинамического эффекта

Типы акустоэлектрических преобразователей:

а) электродинамические преобразователи, действие которых основано на электродинамическом эффекте. На рисунке 1.3 изображен пример

электродинамического эффекта.

б) электромагнитные преобразователи, действие которых основано на колебании ферромагнитного сердечника в переменном магнитном поле или изменении магнитного потока при движении сердечника (рисунок 1.4.).

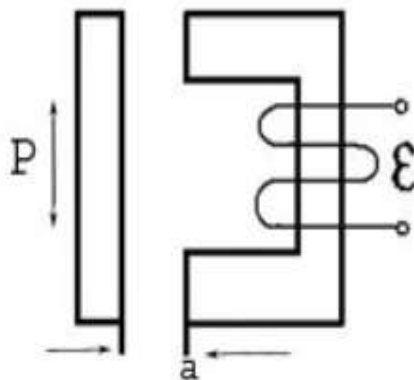


Рисунок 1.4- Пример колебания ферромагнитного сердечника

в) электростатические, действие которых основано на изменении силы притяжения обкладок конденсатора. На рисунке 1.5 изображен пример электростатического преобразования.

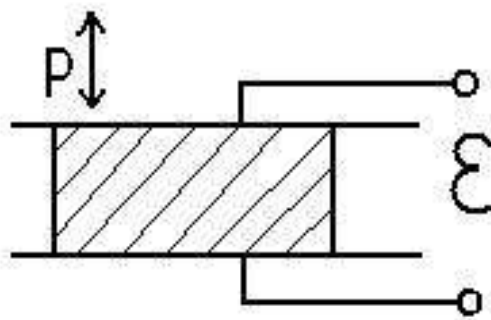


Рисунок 1.5- Пример электростатического преобразования

г) магнитострикционные (механнотриксционные) преобразователи использующие прямой и обратный эффект магнитострикции (рисунок 1.6).

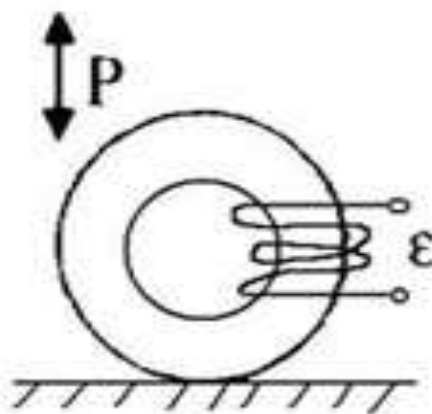


Рисунок 1.6- Пример магнитострикционного преобразования

Таким образом, значительное количество элементов, окружающих нас различных устройств, используемых в практической деятельности, обладает акустопреобразовательным эффектом и, следовательно, могут являться источником для создания канала утечки конфиденциальной акустической информации.

Но что же такое высокочастотное навязывание? Акустоэлектрические каналы утечки информации возникают в результате преобразования акустических сигналов в электрические сигналы. Некоторые элементы ВТСС, в том числе трансформаторы, катушки, электромагниты звонков телефонных аппаратов и т.п, имеют возможность изменять свои параметры (емкость, индуктивность, сопротивление) под воздействием акустического поля, создаваемого источником речевого сигнала. Изменение параметров приводит либо к возникновению электродвижущей силы (ЭДС) на этих элементах, либо к модуляции токов, протекающих через эти элементы, в соответствии с изменениями приложенного акустического поля. Этот метод получения информации часто называют методом «высокочастотного навязывания» и в основном используется для перехвата разговоров в комнате путем подключения к линии телефонного аппарата, установленного в контролируемом помещении[3].

Способы ВЧ-навязывания

- Контактный. Высокочастотный сигнал вводится в электрическую цепь, имеющую паразитную связь с техническим средством обладающим микрофонным эффектом.

- Бесконтактный. Мощный радиосигнал сканирует заданную область пространства.

Принцип действия заключается в модуляции электромагнитного зондирующего сигнала речевым за счет их одновременного воздействия на элементы устройств, обладающих микрофонным эффектом. Затем происходит обратное переизлучение зондирующего модулированного сигнала, его прием и демодуляция. В результате происходит перехват акустической информации.

Для приёма излучённых или отражённых высокочастотных сигналов используют специальные приёмники с достаточно высокой чувствительностью. Аппаратура «высокочастотного навязывания» может подключаться к соединительной линии ВТСС на удалении до нескольких сот метров от контролируемого помещения. На рисунках 1.7 и 1.8 изображены схемы перехват речевой информации по каналу АЭП за счет высокочастотного навязывания в шлейфе пожарной сигнализации.

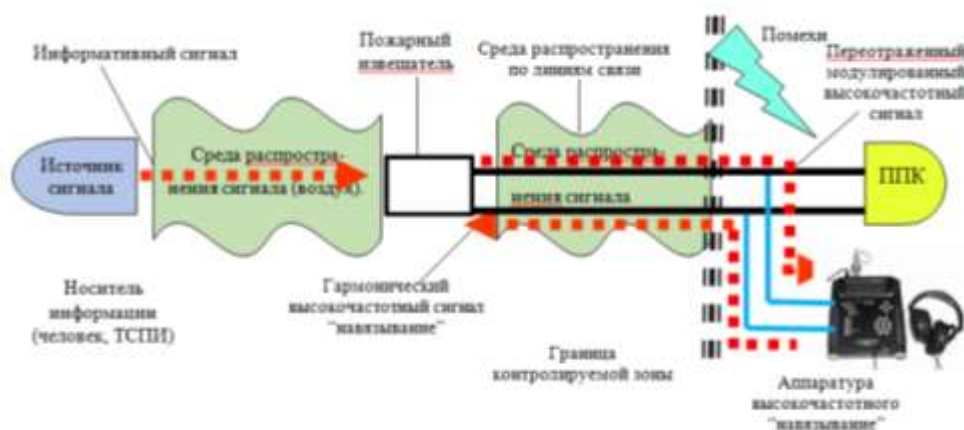


Рисунок 1.7- Перехват речевой информации по каналу АЭП за счет высокочастотного навязывания

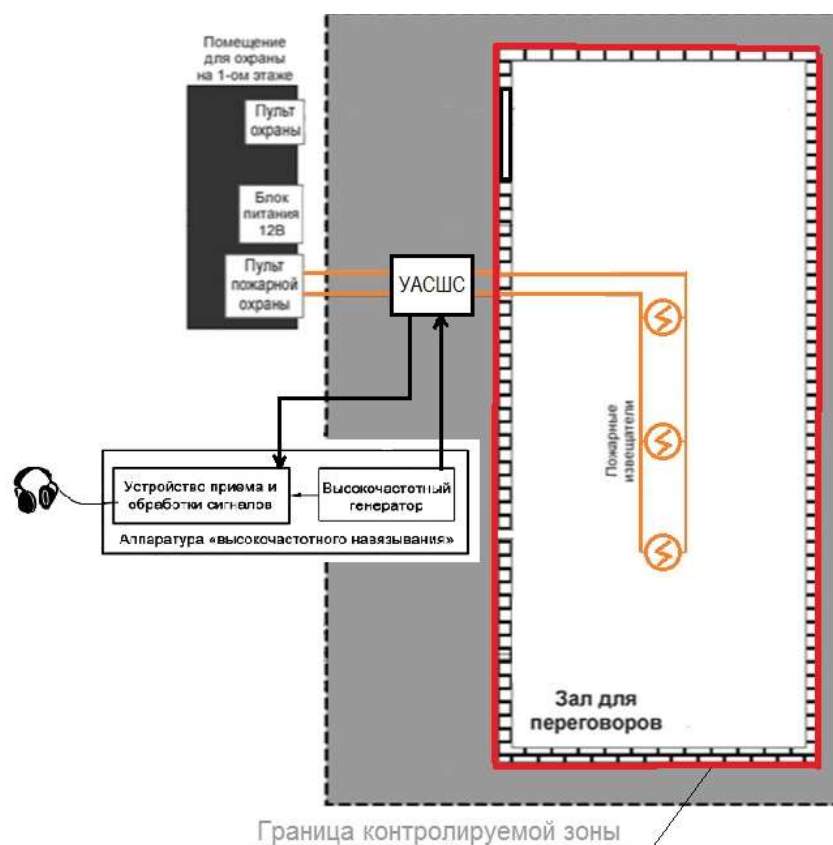


Рисунок 1.8- Перехват речевой информации по каналу АЭП за счет высокочастотного навязывания в шлейфе пожарной сигнализации

1.2 Основы теории защиты речевой информации от утечки по техническим каналам

Защита информации - это целенаправленная деятельность владельцев информации (государства, государственных и федеральных органов власти, предприятий, учреждений и организаций, компаний, частных лиц и т. Д.), направленная на устранение или значительное сокращение неконтролируемого и несанкционированного распространения защищенных и служебных данных.

Режим защиты конфиденциальной информации определяется владельцем источников информации или уполномоченным лицом в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Уровень технической защиты конфиденциальной информации, а также перечень необходимых мер безопасности определяется по-разному в

зависимости от результатов контроля объекта защиты с учетом соотношения затрат на организацию защиты информации и размера ущерба, который может быть причинен владельцу.

Защита информации должна обеспечивать ее сохранность от широкого спектра различных угроз, реализуемых через технические каналы утечки информации, а также посредством несанкционированного и незаконного воздействия.

В то же время защита информации основана на сочетании правовых форм деятельности ее владельца, организационных, технических и инженерных мероприятий, выполняемых для удовлетворения требований защищенной информации и информационных процессов, а также мер по контролю за эффективностью мер защиты информации.

В целом основные аспекты информационной безопасности, которые представляют собой систему взглядов на цели, способы обеспечения информационной безопасности и средства защиты, должны дать ответ на три основных вопроса:

- что защищать?
- от чего защищать?
- как защищать?

Первый вопрос «Что защищать?» был связан с термином «объект защиты информации». Второй вопрос - «от чего защищаться?» связан с распространением и конкретизацией термина «угроза» в отношении конфиденциальной информации. Наконец, с третьим вопросом «как защитить?» разберемся с понятием «система защиты информации».

Кардинальные компоненты процесса защиты информации нуждаются в кратком объяснении. В первую очередь следует сказать о комплексном подходе к информационной безопасности, поскольку, если какой-либо компонент системы безопасности имеет недостатки, то, как показала практика, остальные компоненты не смогут своевременно противостоять текущим угрозам, даже если принятые меры безопасности будут значительно усилены. [6].

В реальных условиях для обеспечения надежной защиты информации необходимо всесторонне изучить защищаемый объект, в котором циркулирует конфиденциальная информация, и окружающую его среду. Последнее обстоятельство объясняется тем фактом, что на работу многих средств защиты информации может влиять радиосвязь в зоне охраняемого объекта, характеристики его ландшафтной архитектуры, перепады температур и так далее.

Целью организационных и технических мер является быстрое решение вопросов защиты конфиденциальной информации с помощью самых простых средств и ограничительных организационных мер, регулирующих использование технических средств, расположенных в специально отведенных местах.

Определение контролируемой зоны на этом этапе позволяет выявлять наиболее опасные устройства с точки зрения утечки информации, уделять им особое внимание и отдавать приоритет технической защите.

Технические мероприятия для технической и инженерной защиты информации включают в себя блокирование каналов возможной утечки информации с помощью инженерных сооружений, которые снижают значение опасного акустического сигнала, воздействующего на акустически передающий элемент, или уменьшают значение информационного сигнала, преобразованного в электромагнитный сигнал.

Также возможно повысить уровень шумового сигнала при условии, что выполнены условия для подавления информативного акустического или преобразованного сигнала.

В этом случае возможны такие методы, как пассивная защита, а также активная защита или комбинированная защита.

Эти методы обычно выбираются из конструктивных особенностей элемента акустического преобразователя, значений напряжения и тока в линиях, в которые включен элемент акустического преобразователя, и режима работы цепей защиты.

Следует отметить, что в некоторых случаях, когда информативный акустический сигнал преобразуется в радиосигнал, возможные средства защиты также ограничены.

Если говорить про практику защиты информации следует рассмотреть СТР-К, которое применяется в качестве методического документа при реализации мер по защите технических средств государственных информационных систем, выбранных в соответствии с пунктом 21 и приложением N 2 к Требованиям, утвержденным приказом ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. N 17, в целях нейтрализации угроз безопасности информации, связанных с защитой информации. Исходя из него, для исключения возможности утечки информации за счет электроакустического преобразования рекомендуется использовать в ЗП в качестве оконечных устройств телефонной связи, имеющих прямой выход в городскую АТС, телефонные аппараты (ТА), прошедшие специальные исследования, либо оборудовать их сертифицированными средствами защиты информации от утечки за счет электроакустического преобразования [5].

1.3 Инструментальный контроль защищенности речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования

Технические акустические исследования основаны на временном, спектральном и спектрально-временном анализе захваченных сигналов.

- перехват сигнала (регистрация);
- предварительная обработка (сортировка и т. д.) захваченных сигналов;
- восстановление информации, содержащейся в захваченных сигналах, записанных в условиях сильного шума;
- правильный анализ захваченной речевой информации.

Особенностью акустического разведки является то, что анализ информации, полученной с помощью оборудования технического обследования, выполняется человеком. Поэтому словесная разборчивость речи

W, которая понимается как относительное количество (в процентах) правильно понятых человеческих слов, захваченных (зарегистрированных) интеллектуальным инструментом, используется в качестве нормативного показателя для оценки эффективности защиты ВП от утечки речевой информации по техническим каналам. Предполагается, что наиболее подходящим для оценки разборчивости речи является использование инструментального метода расчета, основанного на результатах экспериментальных исследований, проведенных Н.Б. Покровский [7].

Целью организационных и технических мер является быстрое решение вопросов защиты конфиденциальной информации с помощью самых простых средств и ограничительных организационных мер, регулирующих использование технических средств, расположенных в специально отведенных местах.

Определение контролируемой зоны на этом этапе позволяет выявлять наиболее опасные устройства с точки зрения утечки информации, уделять им особое внимание и отдавать приоритет технической защите.

Технические мероприятия для технической и инженерной защиты информации включают в себя блокирование каналов возможной утечки информации с помощью инженерных сооружений, которые снижают значение опасного акустического сигнала, воздействующего на акустически передающий элемент, или уменьшают значение информационного сигнала, преобразованного в электромагнитный сигнал.

Также возможно повысить уровень шумового сигнала при условии, что выполнены условия для подавления информативного акустического или преобразованного сигнала.

В этом случае возможны такие методы, как пассивная защита, а также активная защита или комбинированная защита.

Эти методы обычно выбираются из конструктивных особенностей элемента акустического преобразователя, значений напряжения и тока в линиях, в которые включен элемент акустического преобразователя, и режима

работы цепей защиты.

Следует отметить, что в некоторых случаях, когда информативный акустический сигнал преобразуется в радиосигнал, возможные средства защиты также ограничены.

Исследования показали, что с достаточной точностью для технических расчетов измерение речевого сигнала и уровней шума можно проводить в октавных полосах. Характеристики октавных полос речевого диапазона частот и числовые значения типичных уровней в них речевых сигналов в зависимости от их интегрального уровня L приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Типовые уровни речевого сигнала в октавных полосах частотного диапазона речи L

Номер октавы i	Частотные границы октавы $F_{ni} - F_{vi}$, Гц	Среднегеометрическая частота октавы F_i , Гц	Типовые интегральные уровни речи L , измеренные на расстоянии 1 м от источника сигнала, дБ			
			$L = 64$	$L = 70$	$L = 76$	$L = 84$
1	90 – 175	125	47	53	59	67
2	175 – 355	250	60	66	72	80
3	355 – 710	500	60	66	72	80
4	710 – 1400	1000	55	61	67	75
5	1400 – 2800	2000	50	56	62	70
6	2800 – 5600	4000	47	53	59	67
7	5600 – 11200	8000	43	49	55	63

Спектральный состав речи во многом зависит от пола, возраста и индивидуальных особенностей говорящего. Для разных людей отклонение уровней сигнала может быть измерено в октавных полосах от типичных уровней ± 6 дБ. Чтобы оценить эффективность защиты помещений от утечки речевой информации по техническим каналам, необходимо рассчитать соотношения «уровень речи / шума» в каждой октавной полосе Δ_i , которые

воспринимаются оператором, непосредственно фиксирующим или слушающим разговор техническими средствами акустической съемки [2].

При низкой разборчивости речи злоумышленник может использовать различные методы и средства шумоподавления, основанные на современных методах цифровой обработки речевого сигнала, которые могут увеличить отношение сигнал / шум и, следовательно, повысить разборчивость речи.

Все технические средства и системы, расположенные в защищенном помещении и со встроенными генераторами, подвергаются инструментальному контролю через канал ВЧ АЭП. Приемные приемники, работающие в диапазоне 10 кГц - 1,2 ГГц и способные принимать высокочастотные сигналы с амплитудной и фазовой модуляцией, используются в качестве разведывательных устройств для сбора голосовой информации по каналу ВЧ АЭП. Дальность прослушивания голосовой информации может достигать 1 км. Модель данного канала показана на рисунке 1.8.

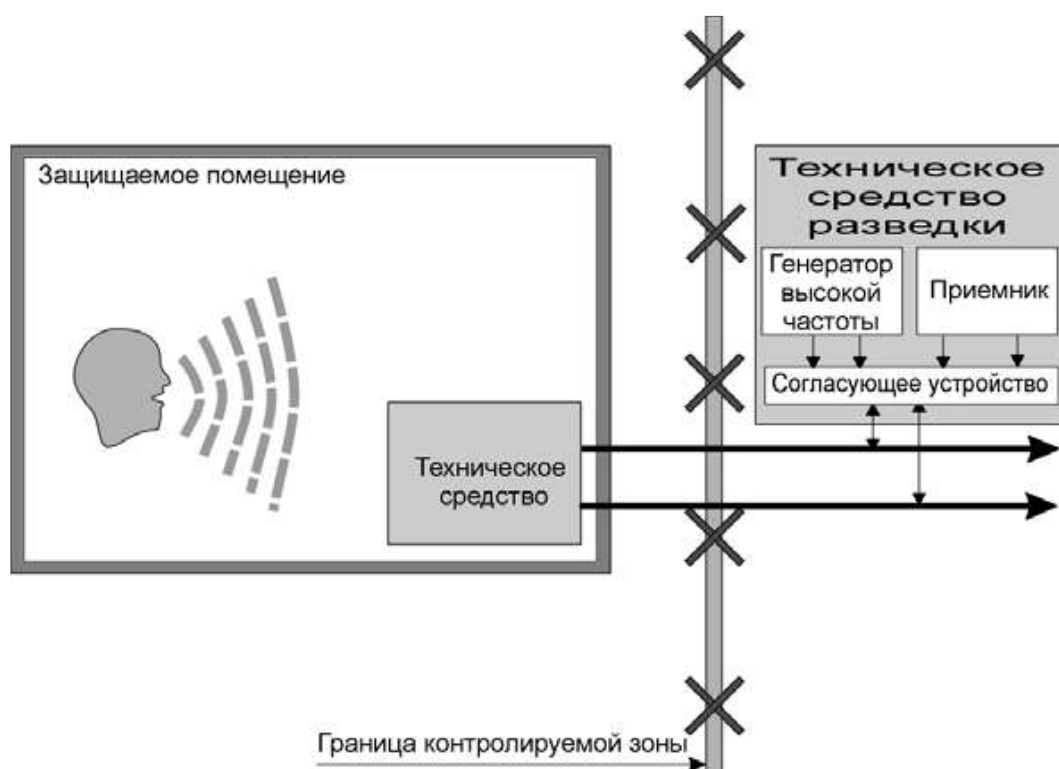


Рисунок 1.8- Модель канала утечки высокочастотного навязывания.

При выполнении инструментального контроля нормализованным показателем (стандартом сокращения) является Δ - отношение сигнала к шуму на границе контролируемой зоны в октавных полосах речевых частот [2].

Если выполняется условие $W_j < W_8$ (W_8 - нормализованное значение разборчивости речевой речи, $W = 0,3$), то норма сокращения на частоте F_j генератора удовлетворяется. Если стандарты противодействия на границе контролируемой зоны не соблюдаются, то рассчитывается размер зоны R_2 , в которой соблюдаются стандарты противодействия. Также можно использовать сертифицированные устройства активной защиты и выполнять организационные меры (например, отключение технического оборудования во время переговоров, установка дополнительной защиты для увеличения размера контролируемой зоны и так далее).

Существует несколько методов инструментального контроля. Общим элементом всех методов является то, что с использованием различных методов соотношение «информационный сигнал / шум» оценивается на границе контролируемой зоны.

Рассмотрим один из методов, суть которого заключается в том, что первоначально выполняется обнаружение сигналов, испускаемых генераторами, встроенными в ТС. Затем ТС подвергается акустическому воздействию и анализируется на наличие модуляции обнаруженных сигналов. Если никакая модуляция сигнала не обнаружена, делается вывод, что не существует выходного канала, генерируемого высокочастотное навязывание. Если обнаружена модуляция, измерения и расчеты должны выполняться для определения значения Δ - «информационный сигнал / шум» [2].

Целью этого метода является оценка защиты звуковой речевой информации от утечки из-за акустоэлектрического преобразования, когда информационные сигналы, содержащие звуковую речевую информацию, могут быть обнаружены в форме электромагнитных сигналов при воздействии звуковых волн, возникающих во время произношения или воспроизведения речи.

Целью этой методологии является оценка значения отношения «информационные сигналы / шум» Δ на границе контролируемой зоны, оценка речевой разборчивости речи и оценка радиуса зоны R_2 , на границе которой невозможно захватить речевую информацию через высокочастотное навязывание. Значение 0,3 берется для нормализованного отношения «информационный сигнал / шум» $0,3n$. Нормализованным значением разборчивости речевой речи W_n считается 0,3 [2].

Измерения проводятся как в электрическом (в диапазоне 10 кГц ... 1,2 ГГц), так и в магнитном поле (в диапазоне 10 кГц ... 30 МГц). Требование об отдельных измерениях в электрическом и магнитном полях обусловлено тем, что измерения проводятся в ближней зоне, когда электромагнитное поле еще не создано и отсутствует сильная связь между электрическими и магнитными компонентами поля. Общепринято, что удаленная зона, в которой уже сформировано электромагнитное поле, расположена на расстоянии 6λ от источника излучения, где λ - длина волны. Например, для частоты 30 МГц длина волны составляет 10 м. Следующая зона для генератора 30 МГц начинается с удаления 60 м. Измерения должны проводиться во всех возможных режимах эксплуатации технических средства и в режиме ожидания.

1.4 Анализ существующих средств защиты речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования

Для подавления акустопреобразовательного канала утечки могут быть использованы организационно-технические и технические способы защиты (рисунок 1.9).

Целью организационных и технических мер является быстрое решение вопросов защиты конфиденциальной информации с помощью самых простых средств и ограничительных организационных мер, регулирующих использование технических средств, расположенных в специально отведенных

местах.

Определение контролируемой зоны на этом этапе позволяет выявлять наиболее опасные устройства с точки зрения утечки информации, уделять им особое внимание и отдавать приоритет технической защите.



Рисунок 1.9- Возможные направления защиты

Технические мероприятия для технической и инженерной защиты информации включают в себя блокирование каналов возможной утечки информации с помощью инженерных сооружений, которые снижают значение опасного акустического сигнала, воздействующего на акустически передающий элемент, или уменьшают значение информационного сигнала, преобразованного в электромагнитный сигнал.

Также возможно повысить уровень шумового сигнала при условии, что выполнены условия для подавления информативного акустического или преобразованного сигнала.

В этом случае возможны такие методы, как пассивная защита, а также активная защита или комбинированная защита.

Эти методы обычно выбираются из конструктивных особенностей элемента акустического преобразователя, значений напряжения и тока в

линиях, в которые включен элемент акустического преобразователя, и режима работы цепей защиты.

Следует отметить, что в некоторых случаях, когда информативный акустический сигнал преобразуется в радиосигнал, возможные средства защиты также ограничены.

Как пассивные, так и активные методы и средства используются для защиты от утечки информации, формируемого методом высокочастотного навязывания. Наиболее часто используемые методы пассивной защиты включают в себя:

- снижение опасных сигналов;
- фильтрация опасных сигналов;
- отключение источников (преобразователей) опасных сигналов

Размыкатели слаботочных линий “Соната-ВК1” предназначены для защиты информации от утечки за счет акустоэлектрических преобразований и ВЧ-навязывания по телефонным линиям, “Соната-ВК2” по соединительным линиям систем оповещения и сигнализации, а “Соната-ВК3” по линиям компьютерных сетей (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10- Размыкатели "Соната-ВКх"

Размыкатели "Соната-ВК1", "Соната-ВК2", "Соната-ВК3" могут применяться с блоком питания и управления "Соната-ИП3", совместно с пультом управления, а также с универсальным блоком питания "Соната-ИП1". Согласно своду правил СП 5.13130.2009 в п. 15.1 указывает, что «по степени

обеспечения надежности электроснабжения электроприемники автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации следует относить к I категории согласно Правилам устройства электроустановок. В особую группу I категории включены электроприемники, «бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров». Таким образом, приходим к выводу, что использование размыкателей или других устройств, препятствующих нормально работоспособности шлейфов пожарной сигнализации, не уместно в нашем случае.

Фильтрация опасных сигналов в основном используется для защиты оборудования от «высокочастотного навязывания». Простейшим фильтром является конденсатор, установленный в звонковую цепь телефонных аппаратов с электромеханическим звонком и в микрофонную цепь всех аппаратов (рисунок 1.11). Конденсаторы емкостью 1 мкФ обычно используются для установки микрофонную цепь. Более сложным фильтрующим устройством является многокомпонентный фильтр нижних частот на элементах LC.

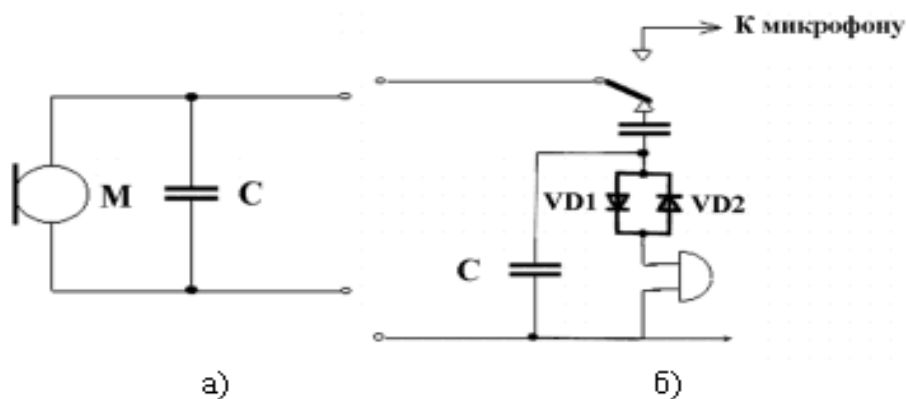


Рисунок 1.11- Схемы защиты микрофона (а) и звонковой цепи (б) телефонного аппарата

Устройства, которые объединяют в себе функции фильтра и ограничителя, обычно используются для защиты телефонов. К ним относятся устройства «Экран», «Гранит-8», «Гран-300» и др. (Рисунок 1.12 и Рисунок

1.13). Эти устройства подавляют низкочастотный информационный сигнал более чем на 80 дБ и вносят затухание для высокочастотных сигналов в диапазоне частот от 30 кГц до 30 МГц выше 70 дБ.

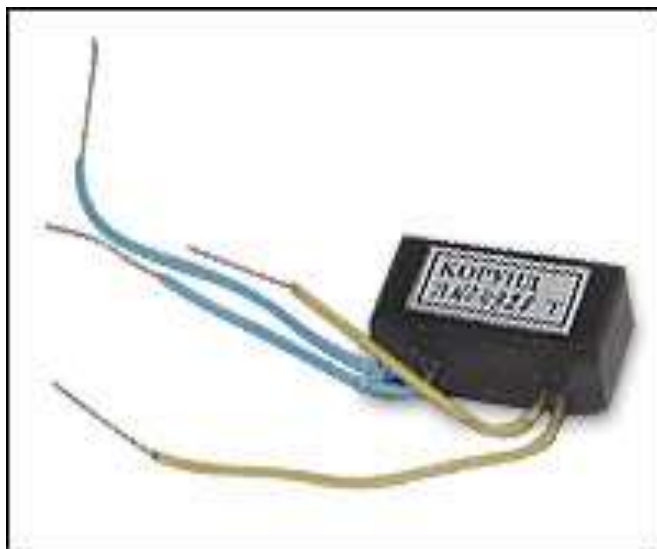


Рисунок 1.12- Корунд –М

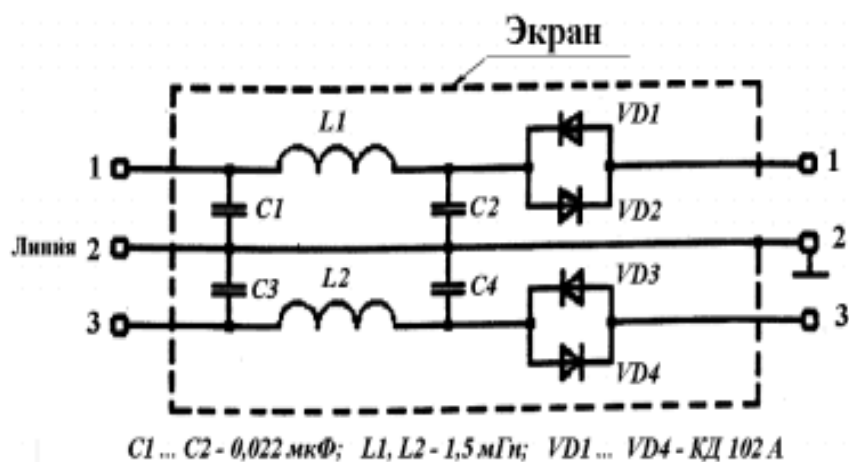


Рисунок 1.13- Схема «Гранит-8» или «Корунд –М»

ГРАНИТ-8 предназначен для защиты речевой информации от утечки через двухпроводные открытые телефонные линии, диспетчеры и диспетчерские системы связи в результате акусто-электрических преобразований.

Назначение фильтра состоит в том, чтобы передавать сигналы в

частотном диапазоне речи во время нормальной работы телефонной линии и ослаблять высокочастотные сигналы, которые могут передаваться на линию во время высокочастотного навязывания.

Недостатками **ГРАНИТ – 8** являются:

Не обеспечивает необходимого затухания сигнала на частоте от 100 Гц до 300 Гц и после 100кГц;

Не может использоваться в шлейфах охранной и пожарной сигнализаций из за особенности строения, в частности заземления.



Рисунок 1.14– Фильтр Мурата.

Фильтры Murata предназначены для подавления высокочастотного шума, возникающего в процессе работы различных устройств. Эти фильтры получили широкое распространение как элемент, подавляющий высокочастотные наводки в компьютерном оборудовании, периферии, цифровых схемах, аудио-, видеооборудовании и в других устройствах. Кроме того, эти элементы используются для защиты от электромагнитных помех устройств, работающих в неблагоприятных условиях. На рисунках 1.14 и 1.15 представлены фильтр серии BNX002/003/005 и его схема.

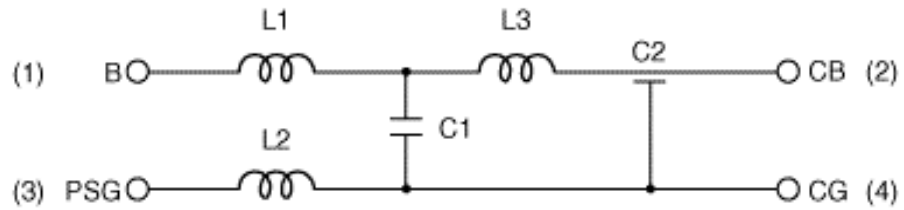


Рисунок 1.15– Схема фильтр Мурата.

Свойства

- Большой номинальный ток и малое сопротивление постоянному току
- Большие вносимые потери на частоте от 1 МГц до 1 ГГц

Известно устройство активный фильтр нижних частот четвертого порядка, которое за счет распределения усиления в схеме и требуемой организации обратных связей обеспечивает снижение чувствительностей передаточной функции активного RC-фильтра четвертого порядка к отклонениям параметра активных элементов, что позволяет реализовать фильтры, имеющие большой динамический и частотный диапазоны при высокой крутизне ската частотной характеристики (рисунок 1.16).

Основным недостатком данного устройства является:

- Имеет ограничение по уровню входного напряжения и тока;
- Не обеспечивается необходимый коэффициент затухания сигнала на заданном диапазоне частот (до 400 МГц);

Данные замечания являются недостатками всех активных фильтров данного класса.

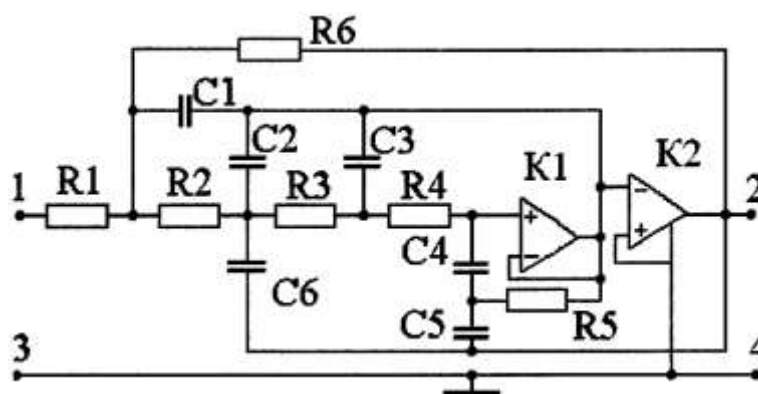


Рисунок 1.16 - Активный фильтр нижних частот четвертого порядка

При защите разговоров осуществляется подавление электронных устройств перехвата информации с использованием активных методов, к основным из которых относятся:

- метод синфазной низкочастотной маскирующей помехи;
- метод высокочастотной маскирующей помехи;
- метод “ультразвуковой” маскирующей помехи;
- метод повышения напряжения;
- метод "обнуления";
- метод низкочастотной маскирующей помехи;
- метод «выжигания»;
- метод контроля параметров ТЛ.

Все приведенные средства защиты в теории способны обеспечить необходимый уровень защиты, но как оказалось на практике существует ряд недостатков:

- Не обеспечивается необходимый коэффициент затухания сигнала в диапазоне частот от 20 МГц до 400 МГц.
- Не может использоваться в шлейфах охранной и пожарной сигнализаций из за особенности строения, в частности заземления.

Связи с этим возникает необходимость разработки устройства для защиты от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования, формируемого за счёт высокочастотного навязывания.

Целью нашей работы является разработка пассивного способа защиты информации, направленного на ослабление информационных электрических сигналов в соединительных линиях вспомогательных технических средств и систем, возникших вследствие акусто-электрических преобразований речевой информации формируемого методом высокочастотного навязывания до величин, обеспечивающих невозможность их выделения средством разведки на фоне естественных шумов.

Технические требования к изделию

- Состав изделия: комплект платы с электронными компонентами в металлическом корпусе и разъёмами для соединений;

- Требования назначения: обеспечение нормативного значения отношения Сигнал/Шум на выходе 2-х проводной линии связи ШС за пределы контролируемой зоны выделенного помещения (ВП) в диапазоне частот от 20МГц до 400МГц.

- Назначение: установка как средства защиты при обеспечении технических мероприятиях для защиты ВП от утечки информации по техническим каналам, рассчитанного на круглосуточную работу в автоматическом режиме под непрерывной нагрузкой ($R_n=4,7-10\text{кОм}$).

- Электротехнические характеристики: изделие должно обеспечивать затухание сигнала на 60дБ в диапазоне 20МГц-400МГц, при уровне информативного сигнала 100мВ.

- Требования к электропитанию: изделие должно подключаться в шлейф пожарной сигнализации с постоянным напряжением 16-24 В и не вносить дополнительной нагрузки на шлей сигнализации, так как потребляемый ток ШС 3мА.

- Требования электромагнитной совместимости: изделие должно сохранять работоспособность и основные технические характеристики в условиях воздействия электромагнитных помех

2. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛУ АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМОГО ЗА СЧЁТ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАВЯЗЫВАНИЯ

2.1 Выбор способа защиты

В предыдущей главе мы пришли к выводу, что существует необходимость в разработке устройства для защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу в шлейфах охранной и пожарной сигнализаций. Наш выбор остановился на пассивном фильтре нижних частот в диапазоне от 20 МГц до 400 МГц. Выбор данного устройства обусловлен рядом факторов, а именно:

- Согласно своду правил СП 5.13130.2009 использование размыкателей или других устройств, препятствующих нормально работоспособности шлейфов пожарной сигнализации, не возможно.

Невозможность внедрения активного фильтра из-за особенностей строения самого фильтра, а также особенностей строения шлейфов пожарной сигнализации

Рассмотрим более подробно пассивный фильтр нижних частот. Пассивный фильтр — электронный фильтр, состоящий только из пассивных компонентов, таких как, конденсаторы и катушки, возможно также использование резисторов, а также диодов.

Принцип работы фильтров основан на свойствах конденсатора и катушки индуктивности. Они служат хранилищем энергии.

Диодный ограничитель также стоит упомянуть, который бывает по максимуму, минимуму и двунаправленному, что ограничивает уровень сигнала выше и ниже. Принцип последовательных диодных ограничителей достаточно прост и основан на ключевой особенности полупроводникового диода: в открытом состоянии диод пропускает электрический ток, а в закрытом состоянии электрический ток не проходит через диод.

Последовательные диодные ограничители состоят из диода, источника смещения и нагрузочного резистора. Разница в том, как подключен диод: в минимальном ограничителе диод включен в прямом направлении, а в максимальном ограничителе - в противоположном направлении.

Принцип работы ограничителя по минимуму состоит в том, что, если входное напряжение ниже, чем напряжение смещения, диод будет в закрытом состоянии, а выходное напряжение будет соответствовать напряжению смещения. Как только входное напряжение превышает напряжение смещения, диод открывается, и электрический ток начинает течь, а выходное напряжение соответствует входному напряжению.

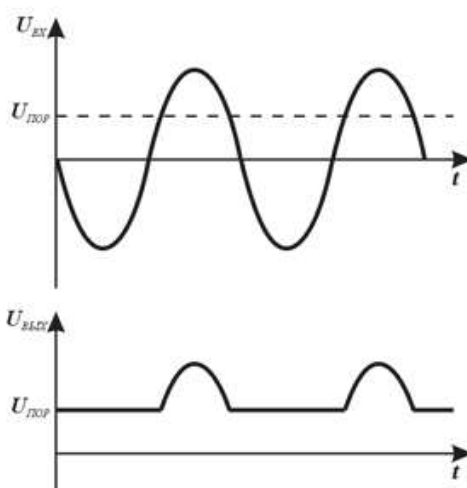


Рисунок 2.1- Эпюры напряжения последовательного ограничителя по минимуму

Принцип действия максимального ограничителя заключается в том, что, если входное напряжение ниже, чем напряжение смещения, диод находится в разомкнутом состоянии, а выходное напряжение будет таким же, как и напряжение смещения. Как только входное напряжение превышает напряжение смещения, диод открывается, и выходное напряжение равно входному напряжению.

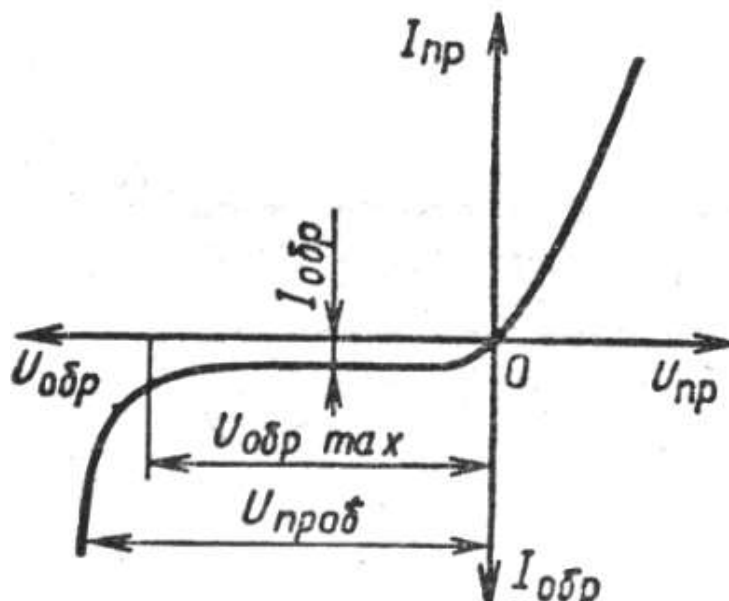


Рисунок 2.2- Вольтамперная характеристика диодного ограничителя

Из графика видно, что ВАХ устройства нелинейная. В начальном квадранте вольтамперной характеристики ее прямая ветвь отражает наибольшую проводимость устройства, когда к нему приложена прямая разность потенциалов. Обратная ветвь отражает ситуацию низкой проводимости. Это происходит при обратной разности потенциалов.

Емкость представляет значительно меньшее сопротивление прохождению через нее токов высокой частоты, чем токов низкой частоты, и полностью задерживает прохождение через нее постоянного тока.

Стоит заметить, что без конденсатора невозможна работа практически ни одной электрической цепи или отдельного функционального блока в приборе. В преобразователях напряжения, согласующих, преобразующих, передающих и усилительных цепях — везде используются конденсаторы. Даже цифровая электроника не может работать без них. Рассмотрим же историю этого электронного компонента. Когда и кем он был впервые создан.

Удивительно, но первый конденсатор, хоть и имел много общего с современными элементами (касательно физических свойств), совсем не был похож на них. Даже название у него было совершенно иное. Впервые

конденсатор был создан случайно, как впрочем, и множество других изобретений в области науки и техники. Некий голландский ученый Питер ванн Мушенбрук, проводя в 1745 году свои опыты с электрической машиной, случайно опустил один из ее электродов в банку с водой. А затем также случайно прикоснулся к электроду, когда машина не работала, и ощутил достаточно мощный электрический заряд.

По другой версии (как известно правдоподобность исторических фактов очень частот достаточно сложно доказать) Мушенбрук специально пытался «зарядить» воду в банке. В то время ученые и исследователи еще считали, что электричество – это некая жидкость, которая находится в любом заряженном теле или предмете. Так вот, ученый специально опустил электрод электрической машины в воду, а затем взяв одной рукой банку, а другой случайно прикоснувшись к электроду он опять таки ощутил мощнейший удар током. А поскольку опыт проводился в городе Лейдене, то эту банку – прототип конденсатора, стали называть Лейденской банкой.

Есть и еще одна версия происшедшего события. Примерно в то же время – в 1745 году настоятель собора в Померании – немецкий священнослужитель Эвальд Юген фон Клейст пытался провести научный опыт с целью «зарядить» святую воду электричеством и сделать ее тем самым еще более полезной. Он также использовал электрическую машину, которые в то время были достаточно популярными. Правда, он не опускал в банку сам электрод, а использовал в качестве проводника металлический гвоздь. Случайно дотронувшись потом до гвоздя от также ощутил всю силу электричества.

В таком виде конденсатор просуществовал следующие 200 лет. Ученые и исследователи его немного доработали – банку изнутри и снаружи покрыли металлом, а воду убрали, и использовали ее для различных опытов в области изучения электричества.

Кстати слово «емкость», которое сейчас используется для обозначения номинала современных конденсаторов – это дань прошлому. Ведь изначально

этот элемент был стеклянным сосудом (банкой), который имел некий объем или емкость. Кстати, Лейденские банки были разных объемов и чем больше, тем больше по площади электроды покрывали их изнутри и снаружи, как известно, даже из школьного курса физики – чем больше по площади электроды конденсатора, тем больше его емкость.

Из теории электротехники известно, что чистая, идеальная емкость – конденсатор, без активного сопротивления и индуктивности, представляет для проходящего через нее переменного тока сопротивление в Омах.

Как известно, напряжение на конденсаторе не может измениться мгновенно, а на индуктивности ток не может мгновенно возрасти или исчезнуть. Эти свойства и положены в основу работы фильтров..

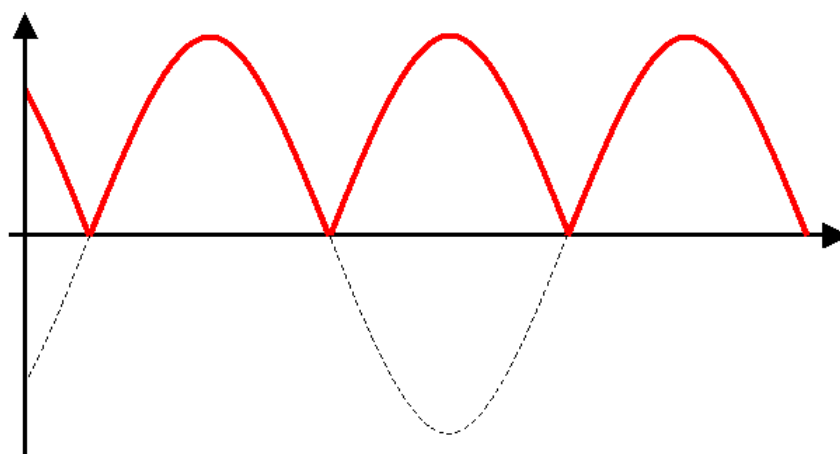


Рисунок 2.3 - Принцип работы конденсатора и диода

Конденсатор постепенно разряжается через нагрузку, таким образом, сглаживая огромные скачки уровня напряжения. Разряжается он до следующей положительной волны, а точнее, когда напряжение на катоде диода превысит напряжение на конденсаторе. И он вновь начнет заряжаться. Такая цикличность действий будет происходить постоянно (рисунок 2.3).

На индуктивности ток не может измениться моментально. По этому, при положительной части полуволны (нарастание) ток с небольшой задержкой увеличивает свое значение, а когда происходит спадание – катушка наоборот не

дает значению тока резко упасть, создается некоторое запаздывание (рисунок 2.4).

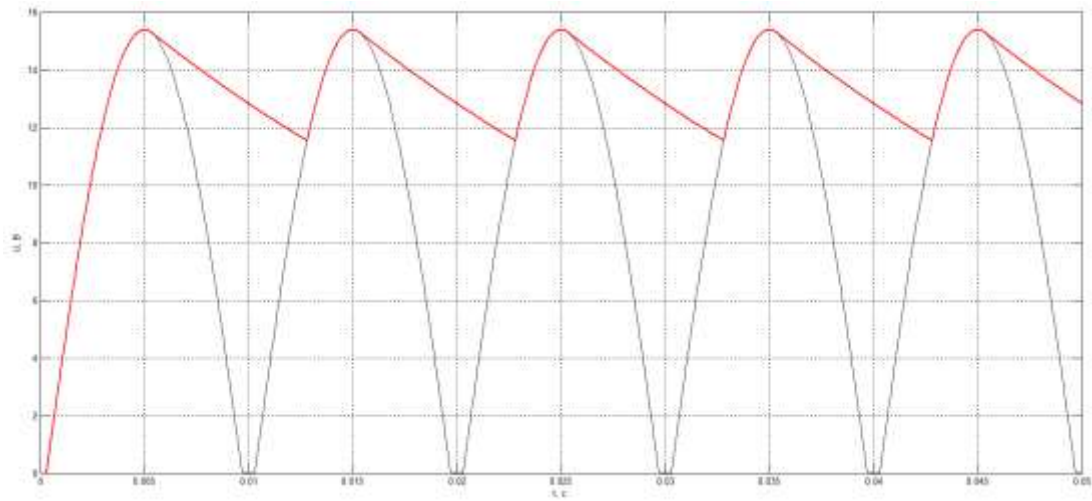


Рисунок 2.4 - Принцип работы катушки индуктивности

Стоит отметить, что существуют фильтры, состоящие из конденсаторов и резисторов. Фильтрация сигналов низких частот обычно осуществляется с помощью фильтров на основе сопротивления и емкости (RC). Схема фильтра и его амплитудно-частотная характеристика показаны на рисунке 2.5.

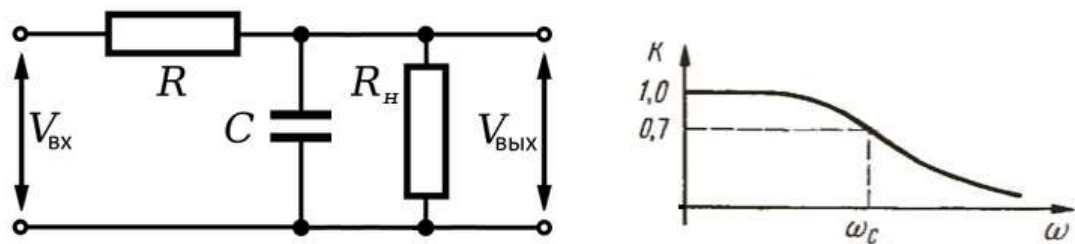


Рисунок 2.5 - Схема и амплитудно-частотная характеристика RC-фильтра

В этой схеме входное напряжение прикладывается и к резистору, и к конденсатору. Выходное же напряжение снимается с сопротивления. При уменьшении частоты сигнала возрастает реактивное сопротивление конденсатора, а следовательно, и полное сопротивление цепи. Поскольку

входное напряжение остается постоянным, то ток, протекающий через цепь, уменьшается. Таким образом, снижается и ток через активное сопротивление, что приводит к уменьшению падения напряжения на нем.

На рисунке 2.6 приведена схема и амплитудно-частотная характеристика типового Г-образного LC-фильтра нижних частот.

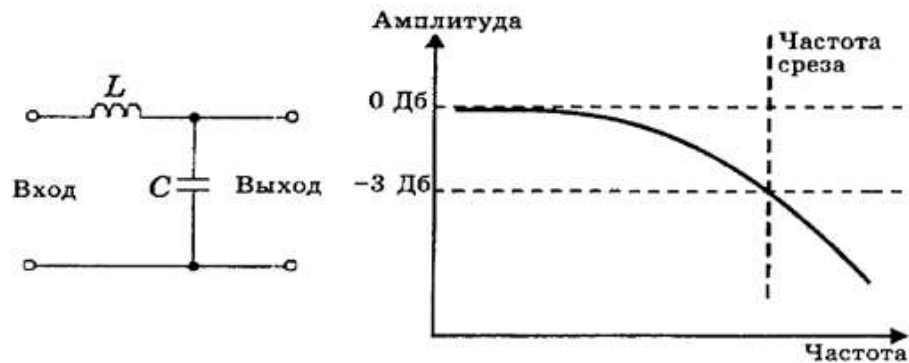


Рисунок 2.6- Схема и АЧХ Г-образного низкочастотного фильтра

Все LC-фильтры обладают тем преимуществом, что на переменном токе конденсаторы и катушки индуктивности работают взаимнообратно, т.е. при увеличении частоты сигнала индуктивное сопротивление возрастает, а емкостное падает. Таким образом, в LC-фильтре нижних частот реактивное сопротивление параллельного элемента при увеличении частоты сигнала уменьшается, и этот элемент шунтирует высокочастотные сигналы. На низких частотах реактивное сопротивление параллельного элемента достаточно высокое. Последовательный элемент обеспечивает прохождение низкочастотных сигналов, а для сигналов высоких частот его реактивное сопротивление велико.

Простой Г - образный фильтр не обеспечивает достаточную крутизну амплитудно-частотной характеристики. Для увеличения крутизны в основную Г-образную структуру вводят дополнительную катушку индуктивности, как показано на рисунке 2.7 Такой фильтр называется Т-образным.

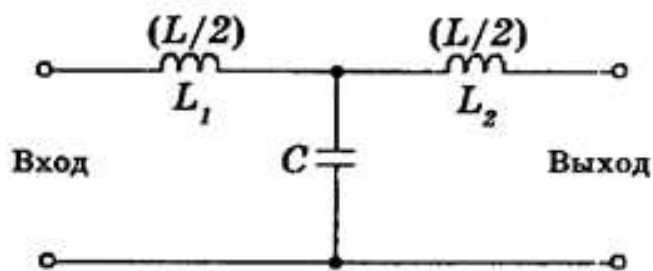


Рисунок 2.7 - Т-образный НЧ LC-фильтр.

В Т-образном фильтре значение конденсатора C такое же, как и в исходной Г-образной структуре, и все ее расчетные формулы сохраняются. Суммарная индуктивность катушек L_1 и L_2 должна быть эквивалентна индуктивности единственной катушки исходной Г-образной структуры. Обычно требуемая общая индуктивность распределяется между двумя этими катушками поровну таким образом, чтобы каждая из катушек в Т - образном фильтре нижних частот имела индуктивность в два раза меньше, чем катушка в Г - образном фильтре.

Крутизну амплитудно-частотной характеристики можно увеличить также путем введения в цепь дополнительного конденсатора. Такой фильтр называется П-образным (Рисунок 2.8)

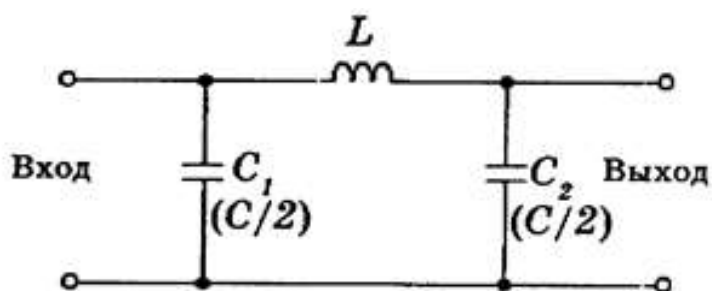


Рисунок 2.8 - П-образный низкочастотный LC-фильтр

В П-образном фильтре значение индуктивности L такое же, как и в исходной Г-образной структуре, тогда как суммарная емкость конденсаторов C_1 и C_2 должна быть эквивалентна емкости конденсатора исходной Г - образной структуры. Обычно требуемая общая емкость распределяется между двумя

этими конденсаторами поровну таким образом, чтобы каждый из конденсаторов в Π -образном фильтре имел емкость, равную половине емкости конденсатора в Γ -образном фильтре.

При рассмотрении вариантов использования фильтров мы не учитывали конструкцию наших защищаемых линий связи. Основная особенность это отсутствие заземления в шлейфе сигнализации. Это определяет наличие дифференциальных помех и, как следствие, конструкцию фильтра.

В таком случае эффективно работает только фильтр, в котором в прямом и обратном проводе есть по последовательно включенной катушке индуктивности, и имеется шунтирующий конденсатор. В таком фильтре требуется большая величина индуктивности, а значит и существенные геометрические размеры катушки за счет размеров ее сердечника и большого количества витков (Рисунок 2.9).

Такой фильтр, как правило, применяется для фильтрации от утечки зондирующего сигнала при дифференциальном включении и будет использовать Y -конденсаторы совместно с фильтром синфазных помех. Этот фильтр состоит из отдельного дросселя на каждой линии электропитания и размещается между входными выпрямителями и фильтром синфазных помех.

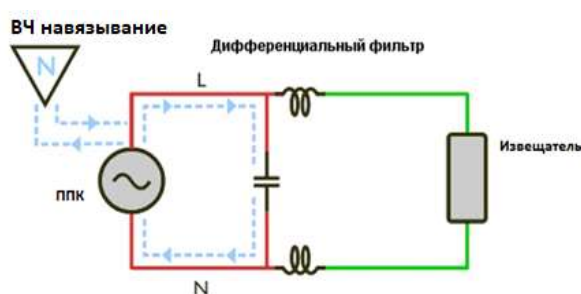


Рисунок 2.9 - Пример работы дифференциального фильтра

Фильтр от утечки зондирующего сигнала при дифференциальном включении должен иметь более низкий коэффициент затухания, поскольку при использовании более высоких коэффициентов затухания объединенная реакция

затухания всей секции фильтра будет слишком инертной.

Чем больше в фильтре звеньев — тем точнее получится фильтрация. В итоге наибольшую амплитуду на нагрузке будет иметь та частота, которая для данного фильтра окажется ближе всего к его резонансной частоте (условие - индуктивная составляющая звена равна на этой частоте его емкостной составляющей), остальная часть спектра будет подавлена.

Применение многозвенных фильтров делает возможным очень точно выделять сигнал нужной частоты из зашумленного сигнала. Даже если амплитуда на частоте среза относительно мала, остальная часть диапазона будет подавлена общим действием звеньев фильтра.

2.2 Расчёт параметров элементов фильтра

В практике проектирования фильтров используются два метода расчета фильтров: по рабочим и характеристическим параметрам..

При расчете фильтров использование характеристического затухания в качестве основного параметра расчета основано на том факте, что большинство радиотехнического оборудования стремится достичь наиболее полной координации, и поэтому разница между характеристическим и эксплуатационным затуханием обычно невелика.

Целью организационных и технических мер является быстрое решение вопросов защиты конфиденциальной информации с помощью самых простых средств и ограничительных организационных мер, регулирующих использование технических средств, расположенных в специально отведенных местах.

Определение контролируемой зоны на этом этапе позволяет выявлять наиболее опасные устройства с точки зрения утечки информации, уделять им особое внимание и отдавать приоритет технической защите.

Технические мероприятия для технической и инженерной защиты информации включают в себя блокирование каналов возможной утечки

информации с помощью инженерных сооружений, которые снижают значение опасного акустического сигнала, воздействующего на акустически передающий элемент, или уменьшают значение информационного сигнала, преобразованного в электромагнитный сигнал.

В этом случае возможны такие методы, как пассивная защита, а также активная защита или комбинированная защита.

Эти методы обычно выбираются из конструктивных особенностей элемента акустического преобразователя, значений напряжения и тока в линиях, в которые включен элемент акустического преобразователя, и режима работы цепей защиты.

Следует отметить, что в некоторых случаях, когда информативный акустический сигнал преобразуется в радиосигнал, возможные средства защиты также ограничены.

При выполнении расчетов принято, что входные и выходные сопротивления одинаковы, а элементы схемы характеризуются наименьшими допустимыми потерями (как это и имеет место в большинстве радиотехнических цепей). Результатом расчета каждого фильтра является формирование схемы, определение параметров реактивных элементов и построение АЧХ.

Расчет LC фильтров начинают с определения порядка и сопротивления нагрузки, затем элементы LC фильтра определяют умножением значений фильтра-прототипа на частоту среза. Элементы фильтров-прототипов рассчитаны заранее и сведены в таблицы. Наиболее полные таблицы приведены в справочнике по расчету LC фильтров Г. Ханзеля. В таблице 2.1 приведены элементы фильтра Баттерворта с частотой среза, равной 1 Гц и сопротивлением 1 Ом.

Элементы схемы характеризуются наименьшими допустимыми потерями (как это и имеет место в большинстве радиотехнических цепей). Результатом расчета каждого фильтра является формирование схемы, определение параметров реактивных элементов и построение АЧХ.

Таблица 2.1 - Элементы ФНЧ прототипа Баттерворта

Порядок фильтра	C1 (мФ)	L1 (мГн)	C2 (мФ)	L2 (мГн)	C3 (мФ)	L3 (мГн)	C4 (мФ)	L4 (мГн)	C5 (мФ)	L5 (мГн)
2	225,08	225,08	—	—	—	—	—	—	—	—
3	159,15	318,31	159,15	—	—	—	—	—	—	—
4	121,81	294,08	294,08	121,81	—	—	—	—	—	—
5	98,363	257,52	318,31	257,52	98,363	—	—	—	—	—
6	82,385	225,08	307,46	307,46	225,08	82,385	—	—	—	—
7	70,831	198,46	286,79	318,31	286,79	198,46	70,831	—	—	—
8	62,099	176,84	264,67	312,19	312,19	264,67	176,84	62,099	—	—
9	55,274	159,15	243,84	299,11	318,31	299,11	243,84	159,15	55,274	—
10	49,795	144,51	225,08	283,62	314,39	314,39	283,62	225,08	144,51	49,795

Схемы LC фильтров Баттерворта от второго до пятого порядка приведены на рисунке 2.10. Номиналы их элементов соответствуют частоте 1 Гц.

После определения фильтра-прототипа производится преобразование входного и выходного сопротивления фильтра. Для увеличения сопротивления LC фильтра значения индуктивностей увеличиваются, а значения емкостей конденсаторов уменьшаются, как это показано в следующей формуле:

Для преобразования нормированных величин в реальные их необходимо умножить на коэффициент преобразования (K_L (Гн) и K_C (Ф)), которые можно вычислить с помощью следующих формул:

$$K_L = \frac{R}{2 * \pi * f_c}, \quad (2.1)$$

$$K_C = \frac{1}{2 * \pi * R * f_c}, \quad (2.2)$$

где:

R - сопротивление нагрузки, Ом;

f_c - частота среза, Гц;

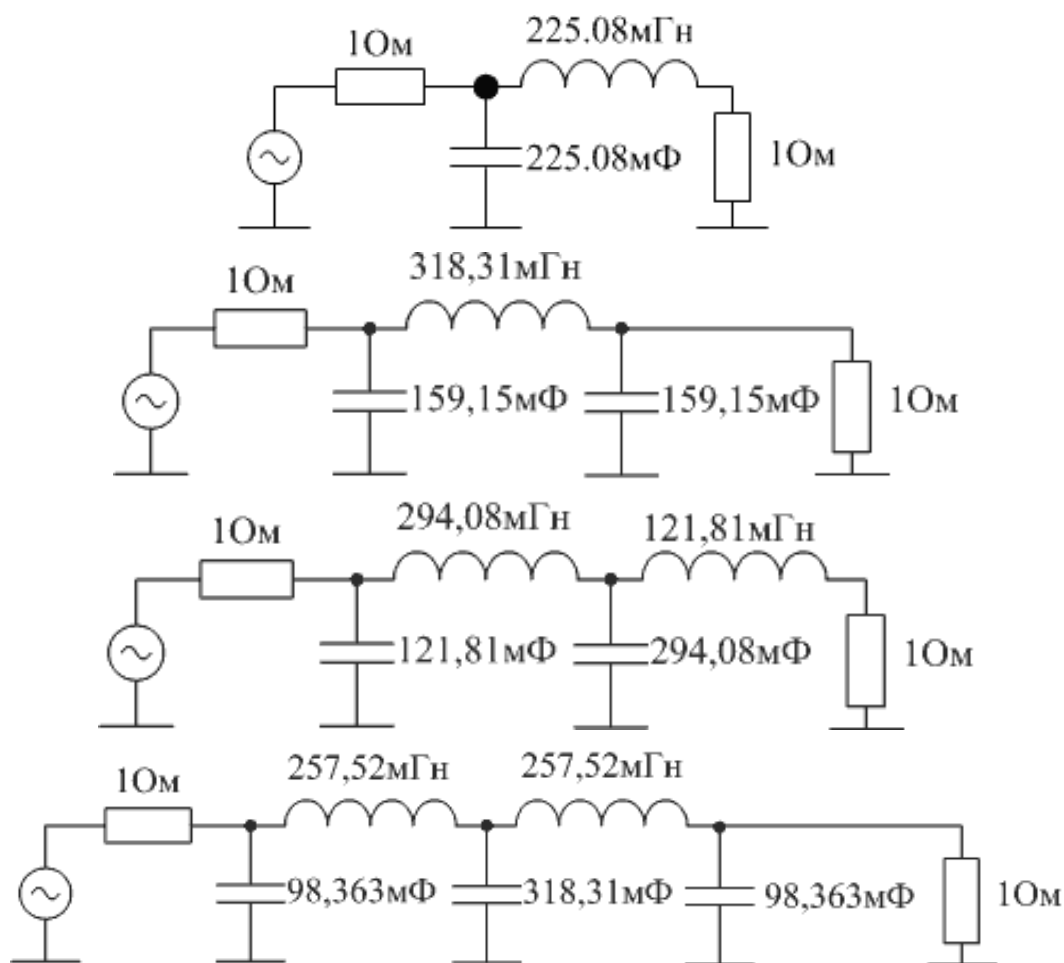


Рисунок 2.10 - Схемы П-образных фильтров Баттерворта

Требуемые значения индуктивности и емкости рассчитываются по следующей формуле по формуле:

$$L = L_p * K_L, \quad (2.3)$$

$$C = C_p * K_C, \quad (2.4),$$

где:

L_p и C_p - значения катушки индуктивности и конденсатора фильтра прототипа полученные из таблиц, приведенных в справочнике Г. Ханзеля.

Точно таким же образом можно рассчитать и LC фильтр Чебышева. Таблицы 2.2-2.5 L и C элементов фильтров Чебышева с полосой пропускания 1 Гц и сопротивлением 1 Ом приведены ниже.

Таблица 2.2 - Элементы ФНЧ прототипа Чебышева с неравномерностью 0.1 дБ

Порядок фильтра	C1 (мФ)	L1 (мГн)	C2 (мФ)	L2 (мГн)	C3 (мФ)	L3 (мГн)	C4 (мФ)	L4 (мГн)	C5 (мФ)
3	164,18	182,61	164,18	—	—	—	—	—	—
5	182,52	218,23	314,33	218,23	182,52	—	—	—	—
7	187,99	226,45	333,70	250,41	333,70	226,45	187,99	—	—
9	190,30	229,60	339,73	257,31	351,00	257,31	339,73	229,60	190,30

Таблица 2.3 - Элементы ФНЧ прототипа Чебышева с неравномерностью 0.5 дБ

Порядок фильтра	C1 (мФ)	L1 (мГн)	C2 (мФ)	L2 (мГн)	C3 (мФ)	L3 (мГн)	C4 (мФ)	L4 (мГн)	C5 (мФ)
3	254,06	174,54	254,06	—	—	—	—	—	—
5	271,50	195,70	404,39	195,70	271,50	—	—	—	—
7	276,51	200,25	419,91	213,95	419,91	200,25	276,51	—	—
9	278,60	201,97	424,60	217,61	433,53	217,61	424,60	201,97	278,60

Таблица 2.4 - Элементы ФНЧ прототипа Чебышева с неравномерностью 3 дБ

Порядок фильтра	C1 (мФ)	L1 (мГн)	C2 (мФ)	L2 (мГн)	C3 (мФ)	L3 (мГн)	C4 (мФ)	L4 (мГн)	C5 (мФ)
3	533,00	113,27	533,00	—	—	—	—	—	—
5	554,10	121,26	722,21	121,26	554,10	—	—	—	—
7	560,02	122,89	738,35	127,92	738,35	122,89	560,02	—	—
9	562,48	123,50	743,14	129,20	752,37	129,20	743,14	123,50	562,48

В таблицах приведены только фильтры нечетных порядков. Это связано с тем, что у LC фильтров Чебышева четных порядков входное и выходное сопротивление не могут быть равны.

Ранее было установлено, что ОУ обладает бесконечным входным и нулевым выходным сопротивлениями. Таким образом, его можно использовать для реализации невзаимодействующих звеньев.

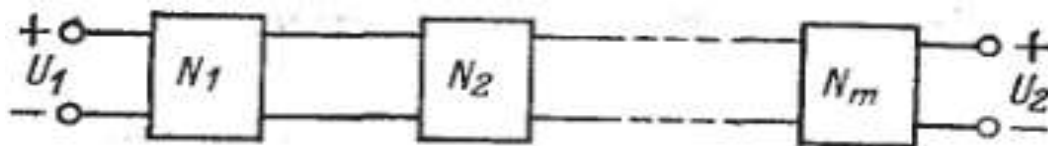


Рисунок 2.11 – Каскадное соединение звеньев

Основываясь на таблицах, приведенных в справочнике Г. Ханзеля, мы рассчитали параметры компонентов указанные в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Рассчитанные значения фильтров.

Тип фильтра	C1	L1	C2	L2	C3	L3	C4	L4	R1	R2
RC-фильтр нижних частот	80 мкФ	-	-	-	-	-	-	-	150 Ом	150 Ом
LC- фильтр нижних частот 3-го порядка	4,55 пФ	85,36 мкГн	4,55 пФ	-	-	-	-	-	-	-
LC- фильтр нижних частот 5-го порядка	4,93 пФ	97,77 мкГн	7,73 пФ	97,77 мкГн	4,93 пФ	-	-	-	-	-
LC- фильтр нижних частот 7-го порядка	4,58 пФ	91,33 мкГн	7,35 пФ	98,67 мкГн	7,35 пФ	91,33 мкГн	4,58 пФ	-	-	-
Дифференциальный фильтр LC- фильтр	6,2 пФ	135 мкГн	10 пФ	135 мкГн	6,2 пФ	125 мкГн	-	125 мкГн	-	-

Перед началом построения самого фильтра, проведем расчеты, основываясь на справочник Г. Ханзеля, проверим эти показатели при помощи программы имитационного моделирования процессов EWB.

2.3 Анализ рассчитанной схемы фильтра с помощью программы имитационного моделирования процессов EWB

Для анализа схемы фильтра с помощью программы имитационного моделирования процессов EWB.

Electronics Workbench – это лидер международного рынка по разработке наиболее широко используемого в мире программного обеспечения для проектирования схем. В комплект продуктов Electronics Workbench входят средства для описания электрических схем, их эмуляции (SPICE, VHDL и

patented co-simulation), а также для разработки и автоматической трассировки печатных плат. Пользователи получают по настоящему уникальный продукт, наиболее простые в отрасли средства использования, интегрированные между собой в единое целое (рисунок 2.12).

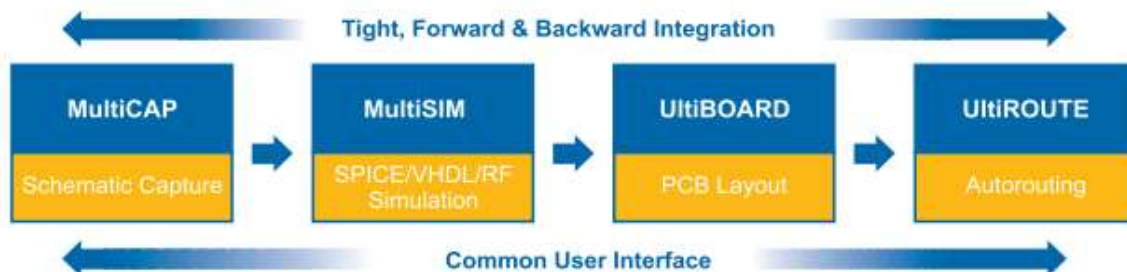


Рисунок 2.12 – Программного обеспечения Electronics Workbench

В нашем случае мы воспользуемся программой Multisim, который является единственным в мире интерактивным эмулятором схем. Он позволяет вам создавать лучшие продукты за минимальное время. Multisim включает в себя версию Multicap, что делает его идеальным средством для программного описания и немедленного последующего тестирования схем. Multisim 9 также поддерживает взаимодействие с LabVIEW и SignalExpress производства National Instruments для тесной интеграции средств разработки и тестирования.

При разработке схем мы будем использовать:

Генератор сигналов (function generator) (рисунок 2.13).

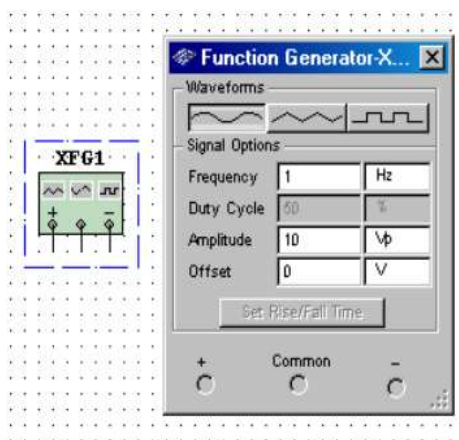


Рисунок 2.13 - Генератор сигналов в NI Multisim 10.0

В Multisim есть несколько модификаций осциллографов, (рисунок 2.14).

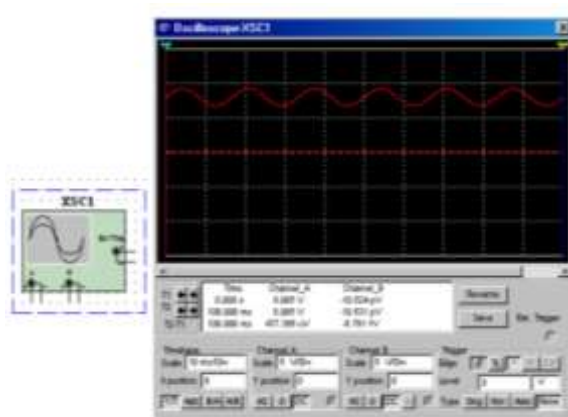


Рисунок 2.14 - Осциллограф в NI Multisim 10.0.

Построитель частотных характеристик (Боде Плоттер) (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 - Боде Плоттер в NI Multisim 10.0.

Перед началом исследований нам нужно:

- собрать схему установки;
- внедрить в схему генератор сигналов (рисунок 2.13) или источник переменного напряжения;
- осциллограф (рисунок 2.14);
- Боде Плоттер (рисунок 2.15);
- задать необходимые значения параметров (рисунок 2.16),

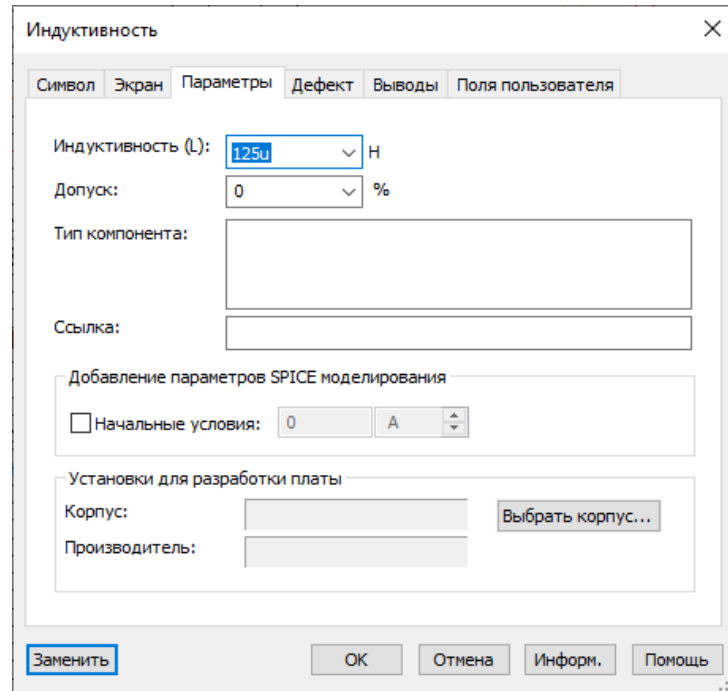


Рисунок 2.16– Установка параметров элементной базы

Для начала рассмотрим RC- фильтр нижних частот. Схема установки и АХЧ этого фильтра представлена на рисунках 2.17 и 2.18.

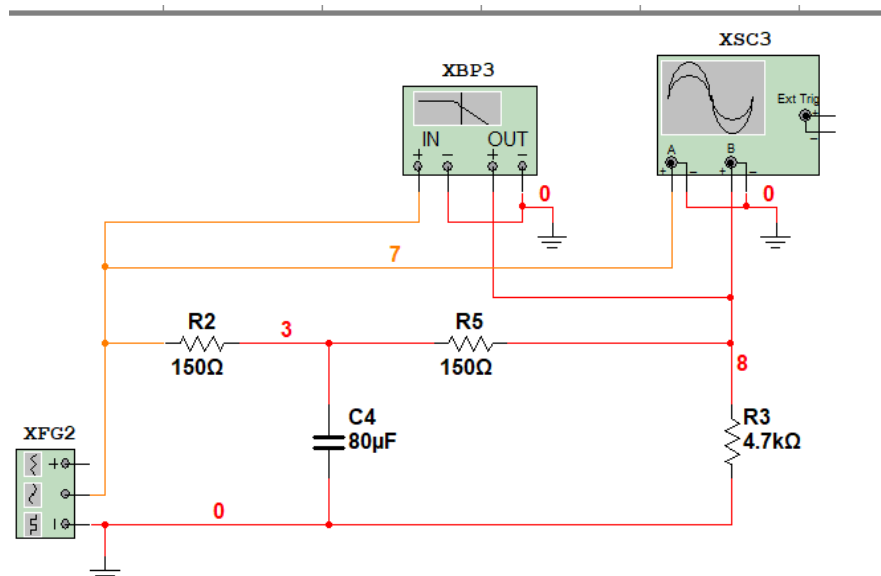


Рисунок 2.17 - Схема установки для проведения исследований RC- фильтра
НИЖНИХ ЧАСТОТ

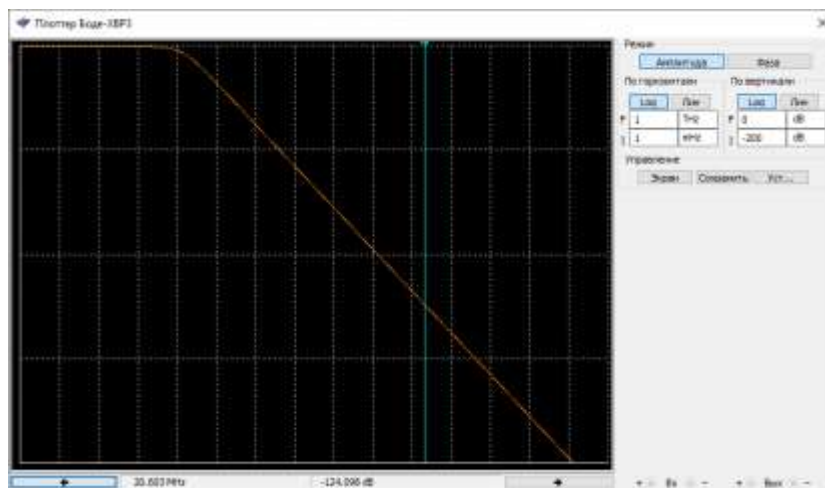


Рисунок 2.18 - АХЧ RC- фильтра нижних частот

Как можно заметить из рисунка 2.18 данный фильтр работает хорошо, но есть некоторые нюансы, а именно происходит увеличение нагрузки на шлейф сигнализации из-за чего есть вероятность выхода из строя данного шлейфа, ток в ШС не должен превышать 3mA. В связи с этим мы будем рассматривать только реактивное сопротивление катушек и конденсаторов.

Перейдем к LC- фильтру нижних частот 3-го порядка, схема установки которого представлена на рисунке 2.19.

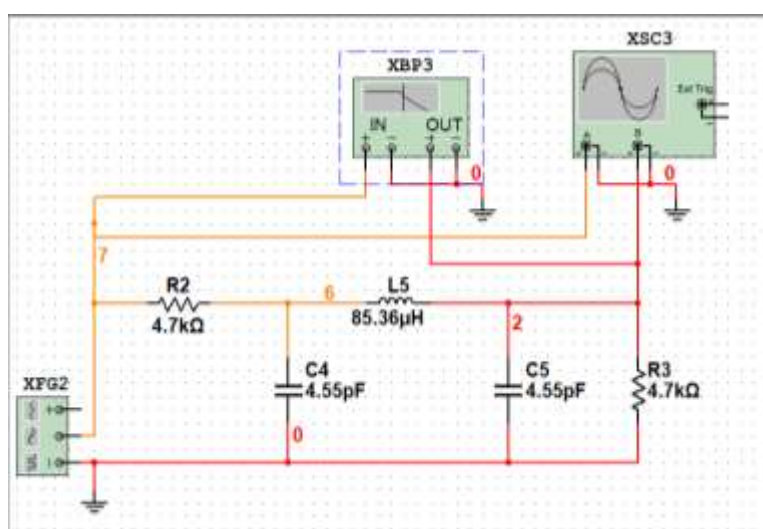


Рисунок 2.19 - Схема установки для проведения исследований LC- фильтра нижних частот 3-го порядка

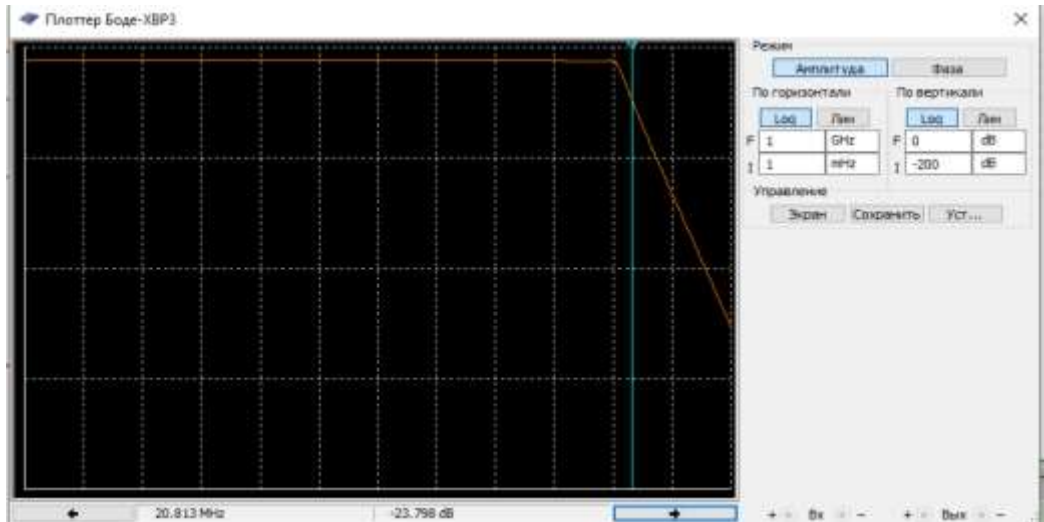


Рисунок 2.20 - АХЧ LC- фильтра нижних частот 3-го порядка

Из рисунка 2.20 видно, что данный фильтр не обеспечивает необходимого затухания на 60dB. Для формирования более крутой переходной области воспользуемся многозвенным фильтром. Добавление каждого звена приводит к увеличению затухания на заданной частоте среза.

На рисунках 2.21 и 2.22 представлены схема установки для проведения исследований LC- фильтра нижних частот 5-го порядка и АХЧ данного фильтра соответственно.

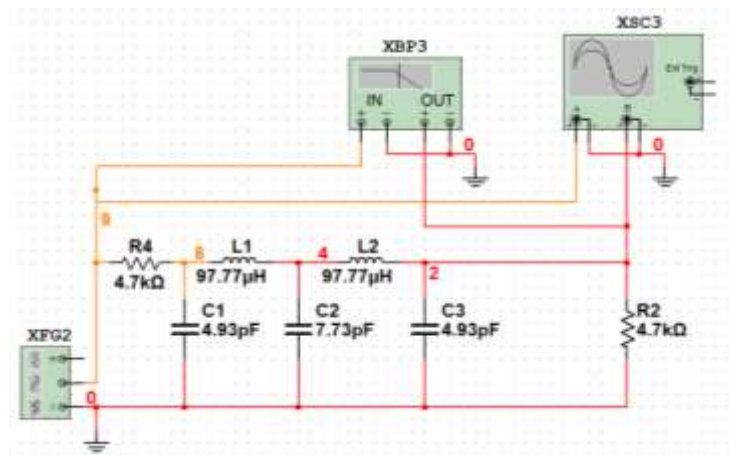


Рисунок 2.21 - Схема установки для проведения исследований LC- фильтра нижних частот 5-го порядка

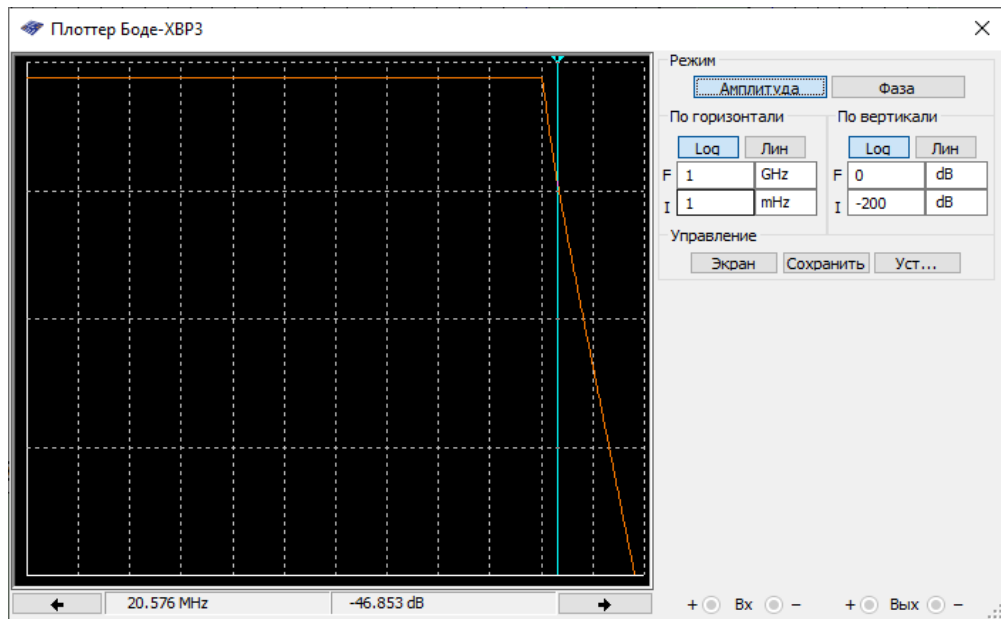


Рисунок 2.22 - АХЧ LC- фильтра нижних частот 5-го порядка

Рассмотрев рисунок 2.22, и сравнив с АХЧ предыдущего фильтра. Можно сделать вывод, что показатели улучшались, но мы не добились нужного результата, а именно данный фильтр также не обеспечивает необходимого затухания на 60dB.

Перейдем к LC- фильтру нижних частот 7-го порядка, схема установки которого представлена на рисунке 2.23.

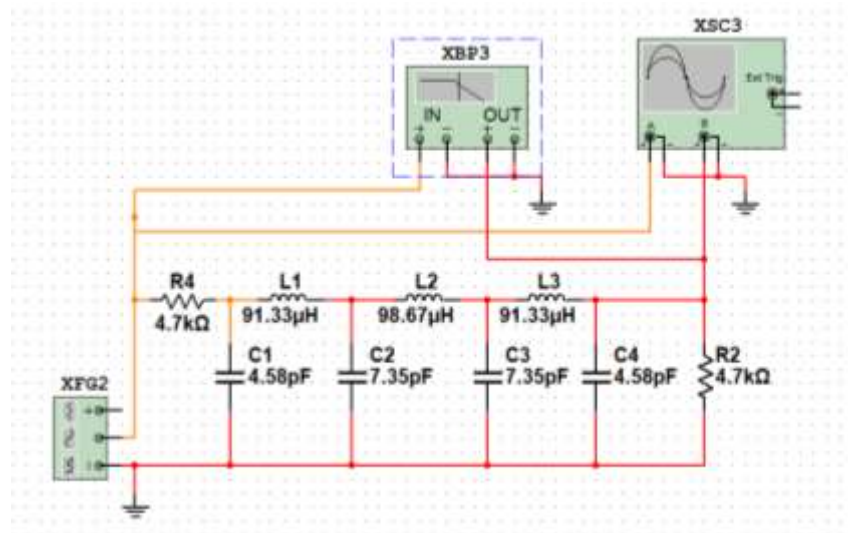


Рисунок 2.23 - Схема установки для проведения исследований LC- фильтра нижних частот 7-го порядка

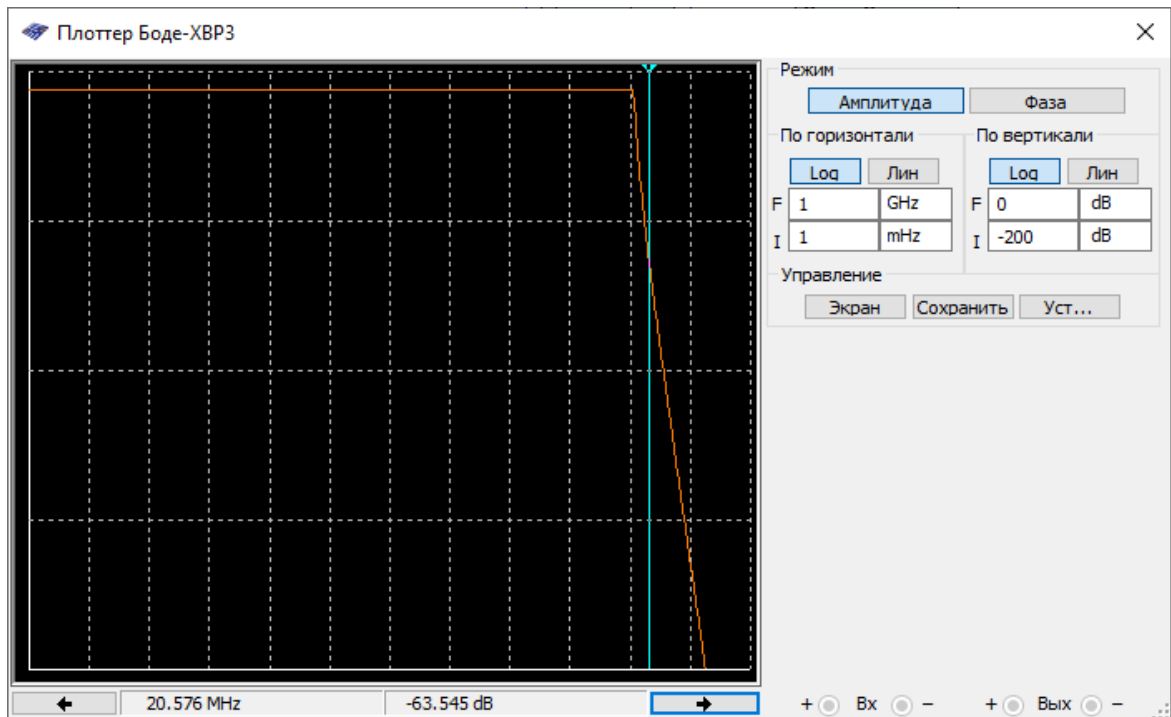


Рисунок 2.24 - АХЧ LC- фильтра нижних частот 7-го порядка

На рисунке 2.24 видно, что мы получили затухания на 60dB на частоте среза 20МГц. Но как уже говорилось ранее, при рассмотрении вариантов использования фильтров мы не учитывали конструкцию наших защищаемых линий связи. Основная особенность это отсутствие заземления в шлейфе сигнализации. Это определяет наличие дифференциальных помех и, как следствие, конструкцию фильтра.

В таком случае эффективно работает только фильтр, в котором в прямом и обратном проводе есть по последовательно включенной катушке индуктивности, и имеется шунтирующий конденсатор. Добавление этого каскада фильтрации позволит управлять затуханием на очень высоких частотах и приведет к затуханию любых помех при дифференциальном включении. Кроме того, он даст объединенное затухание.

На рисунках 2.25 и 2.26 представлены схема установки для проведения исследований дифференциального фильтра и АХЧ этого фильтра соответственно.

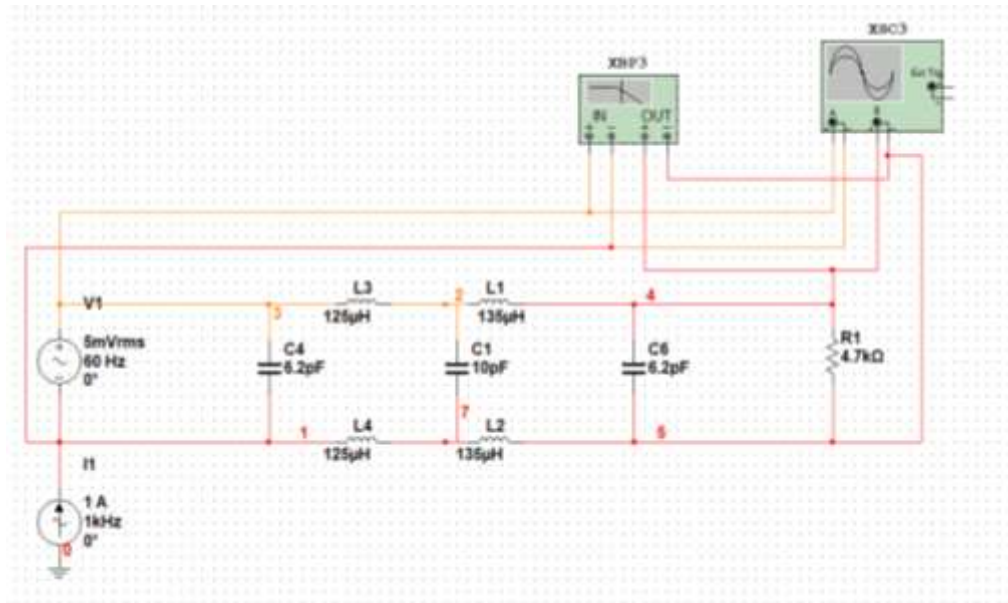


Рисунок 2.25 - Схема установки для проведения исследований дифференциального фильтра

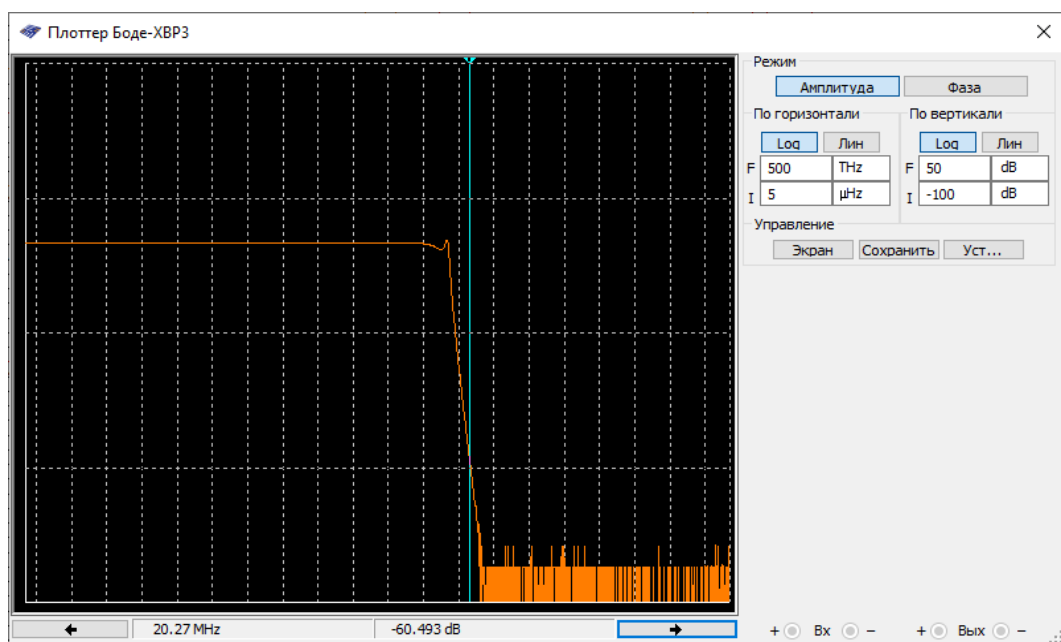


Рисунок 2.26 - АХЧ дифференциального фильтра

После получения необходимого результата мы переходим к созданию устройства и проведению лабораторных испытаний.

Таким образом, в данной главе мы рассмотрели разные типы LC фильтров и пришли к выводу, что в нашем случае эффективно работает только

фильтр, в котором в прямом и обратном проводе есть по последовательно включенной катушке индуктивности, и имеется шунтирующий конденсатор. В таком фильтре требуется большая величина индуктивности, а значит и существенные геометрические размеры катушки за счет размеров ее сердечника и большого количества витков.

Также мы определились с методикой расчета фильтра и выяснили, что расчет LC фильтров начинают с определения порядка и сопротивления нагрузки, затем элементы LC фильтра определяют умножением значений фильтра-прототипа на частоту среза. Элементы фильтров-прототипов рассчитаны заранее и сведены в таблицы. Все наши расчеты были основаны на таблицах из справочника Г. Ханзеля.

При проведении анализа схемы фильтра с помощью программы имитационного моделирования процессов EWB было получено необходимое затухание на 60dB в диапазоне частот от 20 МГц до 400МГц. Следующий этап работы это разработка устройства, выполнение лабораторных испытаний и анализ полученных результатов.

3 РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛУ АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМОГО ЗА СЧЁТ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАВЯЗЫВАНИЯ

3.1. Подбор элементной базы и компоновка элементов

История схемы или сокращенно «микросхемы» тесно связана с изобретениями других электронных компонентов. Ее начало положила история создания транзистора, история диода и других компонентов, без которых попросту не было бы микросхемы. Рассмотрим, как все это было.

Вообще идея объединения нескольких элементов в одну микроскопическую структуру, функционирующую как одна единая электрическая цепь и даже как целое электронное устройство, возникала в умах ученых и изобретателей задолго до того, как был представлен первый прототип интегральной схемы. Все началось как только был создан первый полупроводниковый элемент – транзистор и как только его создатели Джон Бардин, Уильям Шокли и Улофер Браттейн поняли кокой прорыв в практической электронике сделает уже в недалеком будущем их устройство.

Однако впервые логически сформулировал идею объединения нескольких электронных компонентов на одном кристалле полупроводника 7 мая 1952 года британский радиотехник, исследователь и изобретатель Джеффри Даммер. Правда эта несомненно светлая и великая мысль на протяжении более 6 лет так и оставалась просто хорошей идеей, так как технологии того времени пока не позволяли реализовать ее на практике.

Настоящий прорыв в этой области произошел лишь в конце 1958 года, когда практически одновременно несколько талантливых ученых-практиков нашли решения, как реализовать идею Джеффри Даммера. Трудно поверить, что спустя лишь полвека после этого электронные устройства стали работать на микросхемах, сложность которых в миллионы раз больше самой первой конструкции.

После расчета параметров можно приступить к проектированию конструкции фильтра. До недавнего времени при проектировании фильтра выбирались только конденсаторы, а индуктивности изготавливались самостоятельно. В последнее время появилась возможность покупать не только конденсаторы, но и индуктивности. Ряд фирм предоставляет готовые индуктивности с заданными параметрами. Отметим, что при невозможности достичь нужных результатов в схему будут добавляться звенья и проводиться перерасчет параметров.

В предыдущей главе мы определились с фильтром, схема которого указана на рисунке 2.23.

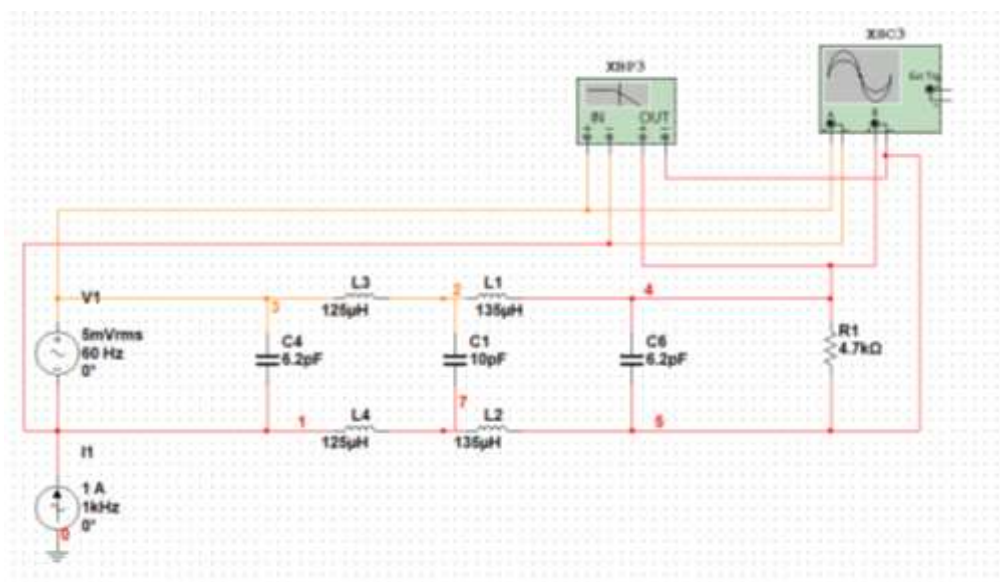


Рисунок 3.1 - Схема установки для проведения исследований дифференциального фильтра

При реализации фильтра, компоненты будем располагать на стандартной печатной плате, изображенной на рисунке 3.2.

Подбор параметров компонента происходит максимально приближенно к рассчитанным параметрам в предыдущей главе, так как полученные результаты не имеют эквивалента в элементной базе. Компоненты, которые мы использовали, представлены ниже:

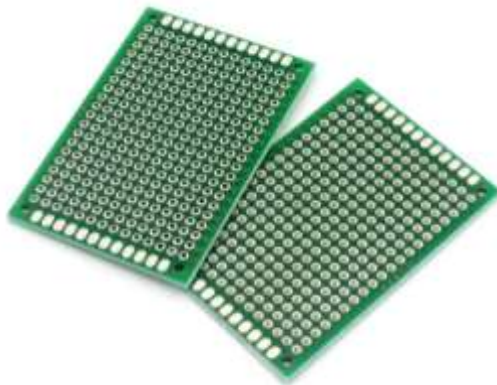


Рисунок 3.2 – Печатная плата

Катушка синфазные на ферритовом кольце SF0905 (рисунок 3.3) со следующими характеристиками:

- Номинальная индуктивность-100, мкГн
- Допуск номинальной индуктивности-10, %
- Максимальный постоянный ток-1000, мА
- Активное сопротивление-0.12, Ом
- Рабочая температура-20...80, С



Рисунок 3.3 – Катушка индуктивности В82464G4104М

Серия GRM - безвыводные керамические неполярные конденсаторы общего применения (рисунок 3.4) имеют превосходные импульсные характеристики и малый уровень собственных шумов благодаря низкому

импедансу на высоких частотах. Конденсаторы серии GRM выпускаются с различными типами диэлектриков.



Рисунок 3.4 – Конденсатор серии GRM

Характеристика данного конденсатора:

- Рабочее напряжение-50,В
- Номинальная емкость-10 пФ
- Допуск номинала-5,%
- Рабочая температура-55...125,С

После подбора всех нужных компонентов и компоновки на плате (рисунок 3.5), можем приступить к лабораторным испытаниям фильтра.

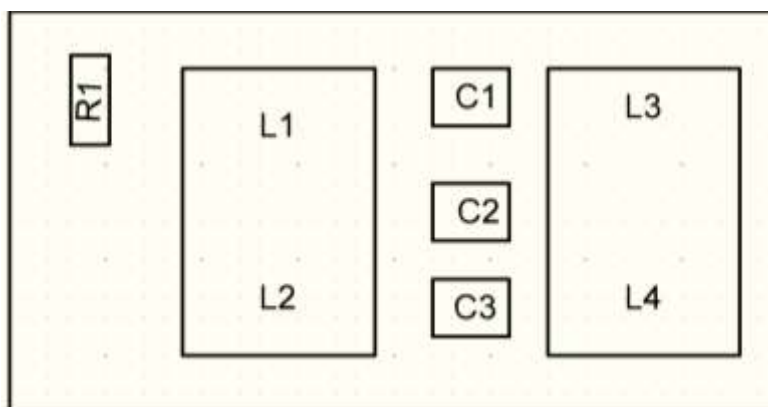


Рисунок 3.4 – Компоновка элементов на печатной плате

3.2. Выполнение лабораторных испытаний фильтра

Для начала измерения соберем лабораторную установку, изображенную на рисунке 3.6.

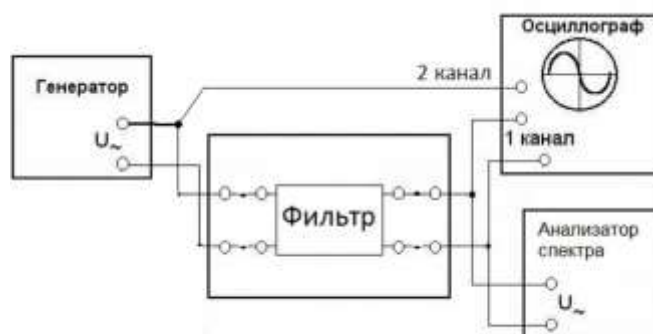


Рисунок 3.6 – Схема измерения для снятия АЧХ

Суть установки заключается в том, что к входу фильтра подключен генератор напряжения и осциллограф, который позволяет проанализировать сигнал на входе фильтра. На выходе также подключен осциллограф, на котором можем увидеть полученный сигнал, после воздействия фильтра. На анализаторе спектра выводился спектральный анализ полученных сигналов.

Использовалось следующее оборудование:

- **Осциллограф АОС-5302 (рисунок 3.7);**

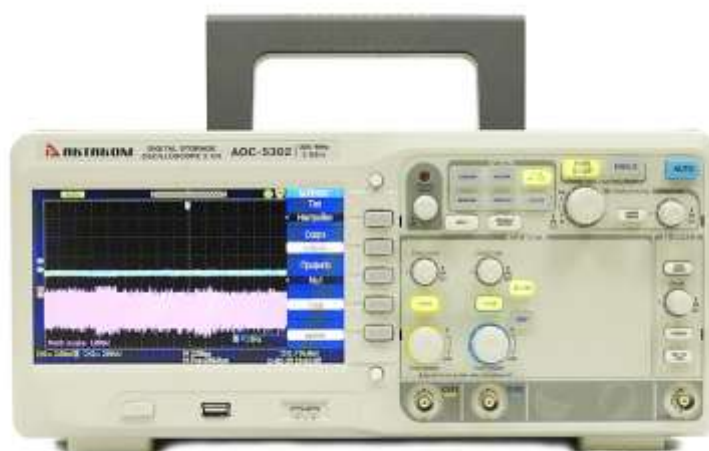


Рисунок 3.7 – Осциллограф АОС-5302

— Анализатор спектра FSC-6 - SPECTRUM ANALYZER (рисунок 3.8);

—



Рисунок 3.8 – Анализатор спектра fsc-6 - SPECTRUM ANALYZER

— Генератор сигналов высокочастотный Г4-107(рисунок 3.9);

—



Рисунок 3.9 – Генератор сигналов высокочастотный Г4-107

В таблице 3.1 указаны значения, полученные после проведения измерений.

Таблица 3.1 - Полученные значения при проведении лабораторных испытаний

Частота подаваемая на фильтр, МГц	Входное напряжение, мV	Выходное напряжение мV	Отношение входного напряжения к выходному	Отношение входного напряжения к выходному, дБ
12,5	219	3	73	37
25	224	4,6	48,69	33
25	240	4	60	35
45	186	3,1	60	35
50	193	2,9	66,55	36
50	135	2,5	54	34
55	113	2,2	51,36	34
67	84	3,5	24	27
100	117	1,9	61,57	35
100	72	2,5	28,8	29
115	77	1	77	37
126	95	1,8	52,77	34
150	65	2	32,5	30
175	99	1,8	55	34
200	119	5,5	21,63	26
200	71	2,3	30,86	29
240	38	0,9	42,22	32
280	9	0,5	18	25
300	58	1,5	38,66	31
350	75	2	37,5	31
400	86	2,1	40,95	32

Построим график АХЧ основывая на полученных результатах (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 –АХЧ фильтра

Из полученных результатов можно сделать вывод, что наш фильтр требует доработка, так как в диапазоне частот от 20МГц до 400МГц он обеспечил затухание лишь на 30dB.

3.3. Анализ полученных результатов и разработка рекомендаций по устранению выявленных замечаний

При проведении тестовых испытаний обнаружили большие шумы и помехи при частоте больше 20 МГц. Чтобы уйти от данной проблемы были предприняты следующие шаги:

- Экранирование катушек.
- Уменьшение длины соединительных проводов и изменение взаимного расположения элементов
- Замена кабелей, использование экранированных BNS кабелей,
- Также использовался на входе и на выходе фильтр Мурата, внешний вид которого изображен на рисунке 3.11. Помехоподавляющий фильтр Мурата

включаются в линии передачи для ликвидации как помех и шумов, создаваемых источником, так и наведенных внешним устройством. Следовательно, такие фильтры можно использовать для решения обеих задач помехоподавления — и для снижения уровня излучаемых помех и шумов, и для повышения помехоустойчивости. Для того чтобы помехи на входе и на выходе фильтра не могли смешаться друг с другом, фильтры следует располагать вблизи от источника помехи, а фильтры для повышения помехоустойчивости — вблизи от устройства, подверженного воздействию внешних помех.

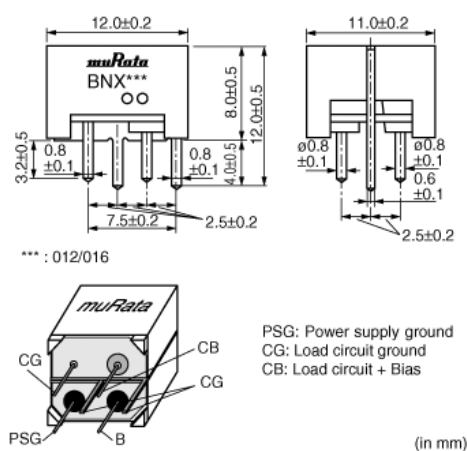


Рисунок 3.11 – Внешний вид фильтра Мурата

Особенности:

- Высокая характеристика вносимой потери над широким диапазоном изменения частот;
- Большой номинальный ток (15А);
- Низкопрофильный (высота: 8.0 mm за исключением стержня руководства);
- Эффективный для шума как электростатическая разрядка.

Также в целях улучшения показателей, а именно чтобы отсечь отрицательную волну синусоиды, воспользуемся диодами. Наш выбор остановился на КД503А (рисунок 3.12), со следующими характеристиками:

- Максимальное постоянное обратное напряжение: 30 В;
- Максимальный прямой ток: 20 мА;
- Рабочая частота диода: 350 мГц;
- Постоянное прямое напряжение: не более 1 В при прямой ток 10 мА;
- Постоянный обратный ток: не более 10 мкА при постоянное обратное напряжение 30 В;



Рисунок 3.12 – Диод КД503А

В конечном счете, после проведения нескольких тестовых испытаний мы получили следующую схему фильтра (рисунок 3.13).

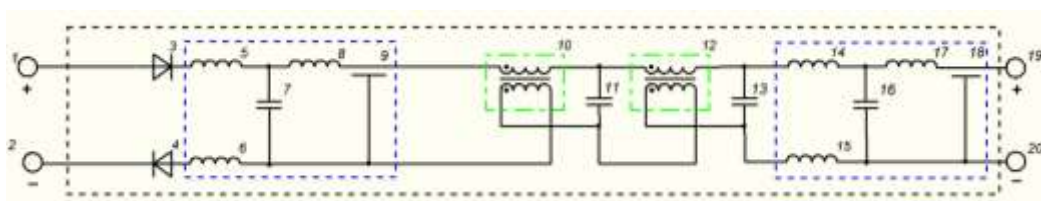


Рисунок 3.13– Конечная схема фильтра

Как видно из рисунка 3.13 катушки 10 и 12 находятся в экране, также пунктиром выделены фильтры Мурата, стоящие на входе и на выходе, для избавления от посторонних шумов и помех на высоких частотах. Смеха, по которой мы будем проводить измерения, изображена на рисунке 3.6. Результаты измерения представлены на рисунке 3.14.

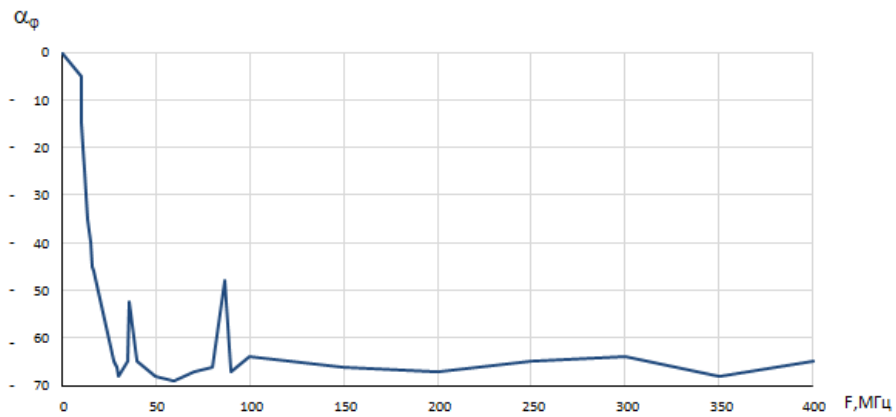


Рисунок 3.14 – АЧХ доработанного фильтра

Как можно заметить из рисунка 3.14, мы добились необходимого затухания сигнала на 60 dB в диапазоне частот от 20МГц до 400МГц. Нам также необходимо провести испытания и выяснить, вносит ли наш фильтр изменения в работу шлейфов сигнализации. Для этого соберем лабораторную установку, изображенную на рисунке 3.1, на которой происходят те же манипуляции, что и на схеме 3.5, но в этом случае также подключен прибор приемно-контрольный Сигнал 20М (рисунок 3.15).

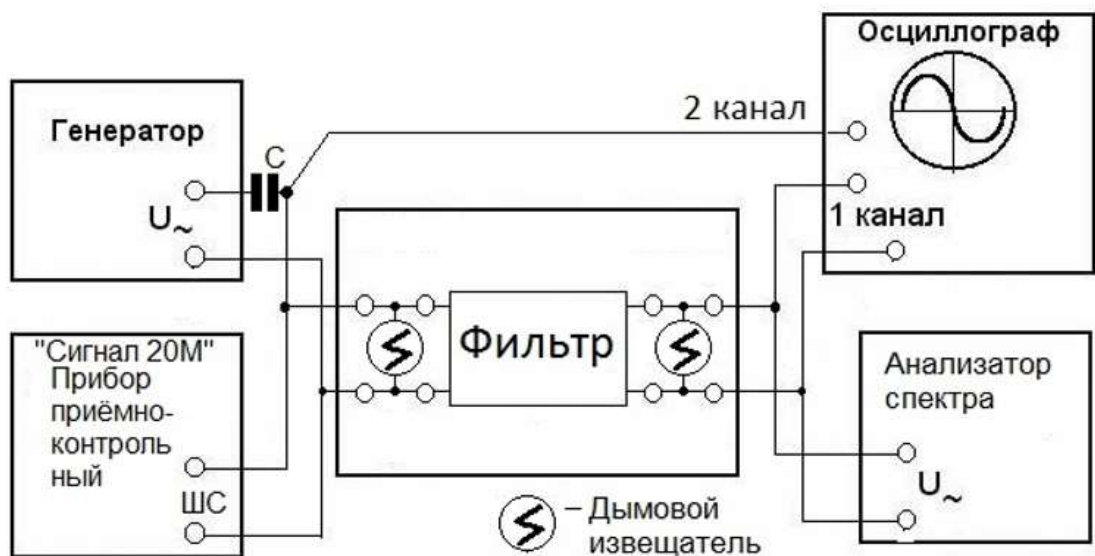


Рисунок 3.15– Схема измерения с ППК

В ходе проведения измерений было выявлено, что наш фильтр никак не влияет на работоспособность шлейфов сигнализации, то есть при интеграции его не возникнет проблем.

Таким образом, в данной главе мы подобрали необходимые компоненты для реализации схемы, рассчитанной в главе 2, провели лабораторные испытания и проанализировали полученные результаты, разработали рекомендации по устранению выявленных замечаний, реализовали данные замечания и снова провели ряд испытаний. В конечном счете, мы получили устройство, которое вносит необходимое затухание сигнала на нужном диапазоне, и который может быть беспрепятственно интегрирован в шлейфы сигнализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы создано устройство для защиты от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования, формируемого за счёт высокочастотного навязывания.

В процессе разработки устройства были выполнены следующие задачи:

- рассмотрели общую характеристику и классификацию технических каналов утечки информации;

- рассмотрели основы теории защиты речевой информации от утечки по техническим каналам;

- определились с инструментальным контролем защищенности речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования;

- проанализировали существующие средства защиты речевой информации от утечки по каналу акустоэлектрического преобразования;

- выбрали способ защиты для устранения выявленных недостатков.

- рассчитали параметры элементов разрабатываемого фильтра;

- проанализировали рассчитанную схему фильтра с помощью программы имитационного моделирования процессов EWB;

- подобрали элементную базу, скомпоновали устройство, выполнили лабораторные испытания фильтра;

- проанализировали полученные результаты, и разработали рекомендации по устранению выявленных замечаний.

- провели окончательные испытания, убедились в работоспособности фильтра.

В результате проведенных исследований и анализа, был сделан вывод, что устройство вносит необходимое затухание сигнала на нужном диапазоне, и может быть беспрепятственно интегрирован в шлейфы сигнализаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хорев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=954&lvl=04.03>.
2. Дураковский А.П., Куницын И.В., Лаврухин Ю.Н. Контроль защищенности речевой информации в помещениях. Аттестационные испытания вспомогательных технических средств и систем по требованиям безопасности информации: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – 152 с.
3. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. В 3 т. Т. 1. Технические каналы утечки информации. - М.: НПЦ «Аналитика», 2008. - 436 с.
4. Рокшин В.А., Вардазарян Г.Г., Калиберда И.В. Разработка способа защиты речевой информации от утечки по акустоэлектрическому каналу через двухпроводные линии шлейфов сигнализации. Материалы VII-й ежегодной научно-практической конференции СКФУ «Университетская наука – региону». – Пятигорск: СКФУ, 2019. – Т.1. – С. 224-228.
5. Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации (СТР-К). 2001.
6. Гатчин Ю.А., Карпик А.П., Ткачев К.О. и др. Теоретические основы защиты информации от утечки по акустическим каналам: учебное пособие. - Новосибирск.: Издательство СГГА, 2008.- 140 с.
7. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/128213/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

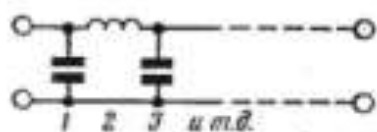


Таблица П.1.1

Значения элементов фильтров Баттерворта 2–9-го порядков

n	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄	C ₅	L ₆	C ₇	L ₈	C ₉
2	1,414	1,414							
3	1,000	2,000	1,000						
4	0,7654	1,848	1,848	0,7654					
5	0,6180	1,618	2,000	1,618	0,6180				
6	0,5176	1,414	1,932	1,932	1,414	0,5176			
7	0,4450	1,247	1,802	2,000	1,802	1,247	0,4450		
8	0,3902	1,111	1,663	1,962	1,962	1,663	1,111	0,3902	
9	0,3473	1,000	1,532	1,879	2,000	1,879	1,532	1,000	0,3473
n	L ₁	C ₂	L ₃	C ₄	L ₅	C ₆	L ₇	C ₈	L ₉

Таблица П.1.2

Значения элементов фильтров Гаусса 2–9-го порядков

n	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄	C ₅	L ₆	C ₇	L ₈	C ₉
2	2,145	0,5747							
3	2,196	0,9674	0,3364						
4	2,257	1,090	0,6776	0,2352					
5	2,251	1,106	0,8015	0,5058	0,1738				
6	2,262	1,111	0,8527	0,6383	0,3996	0,1364			
7	2,264	1,104	0,8684	0,7015	0,5245	0,3257	0,1106		
8	2,259	1,092	0,8670	0,7281	0,5918	0,4397	0,2710	0,0916	
9	2,264	1,086	0,8634	0,7404	0,6302	0,5105	0,3766	0,2312	0,0780
n	L ₁	C ₂	L ₃	C ₄	L ₅	C ₆	L ₇	C ₈	L ₉

Таблица П.1.3

Значения элементов фильтров с линейной фазовой характеристикой с погрешностью 0,05°

n	C ₁	L ₂	C ₃	L ₄	C ₅	L ₆	C ₇	L ₈	C ₉
2	0,6480	2,1085							
3	0,4328	1,0427	2,2542						
4	0,3363	0,7963	1,1428	2,2459					
5	0,2751	0,6541	0,8892	1,1034	2,2873				
6	0,2374	0,5662	0,7578	0,8760	1,1163	2,2448			
7	0,2085	0,4909	0,6653	0,7521	0,8749	1,0671	2,2845		
8	0,1891	0,4543	0,6031	0,6750	0,7590	0,8427	1,0901	2,2415	
9	0,1718	0,4146	0,5498	0,6132	0,6774	0,7252	0,8450	1,0447	2,2834
n	L ₁	C ₂	L ₃	C ₄	L ₅	C ₆	L ₇	C ₈	L ₉

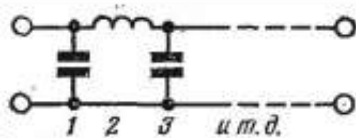


Таблица П.1.4

Значения элементов фильтров Чебышева при $\Delta A=0,011$ дБ

n	C_1	L_2	C_3	L_4	C_5	L_6	C_7	L_8	C_9
3	0,6395	0,9786	0,6395						
4	0,6349	1,203	1,203	0,6349					
5	0,7664	1,310	1,588	1,310	0,7664				
6	0,7275	1,380	1,607	1,607	1,380	0,7275			
7	0,8068	1,397	1,757	1,634	1,757	1,397	0,8068		
8	0,7670	1,433	1,718	1,754	1,754	1,718	1,433	0,7670	
9	0,8242	1,431	1,813	1,712	1,913	1,712	1,813	1,431	0,8242

n	L_1	C_2	L_3	C_4	L_5	C_6	L_7	C_8	L_9
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Таблица П.1.5

Значения элементов фильтров при $\Delta A=0,028$ дБ

n	C_1	L_2	C_3	L_4	C_5	L_6	C_7	L_8	C_9
3	0,7750	1,0684	0,7750						
4	0,8402	1,307	1,307	0,7402					
5	0,8973	1,359	1,727	1,359	0,8973				
6	0,8366	1,449	1,684	1,684	1,449	0,8366			
7	0,9350	1,431	1,874	1,634	1,874	1,431	0,9350		
8	0,8788	1,487	1,791	1,792	1,792	1,791	1,487	0,8788	
9	0,9511	1,459	1,922	1,696	2,009	1,696	1,922	1,459	0,9511

n	L_1	C_2	L_3	C_4	L_5	C_6	L_7	C_8	L_9
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Таблица П.1.6

Значения элементов фильтров Чебышева при $\Delta A=0,044$ дБ

n	C_1	L_2	C_3	L_4	C_5	L_6	C_7	L_8	C_9
3	0,8533	1,1036	0,8533						
4	0,7994	1,354	1,354	0,7994					
5	0,9732	1,372	1,803	1,372	0,9732				
6	0,8989	1,478	1,721	1,721	1,478	0,8989			
7	1,010	1,437	1,941	1,622	1,941	1,437	1,010		
8	0,9430	1,507	1,828	1,808	1,808	1,828	1,507	0,9430	
9	1,025	1,462	1,985	1,677	2,066	1,677	1,985	1,462	1,025

n	L_1	C_2	L_3	C_4	L_5	C_6	L_7	C_8	L_9
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									