

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 15:53:25
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине

«ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ»

для направления подготовки **10.03.01 Информационная безопасность**
направленность (профиль) **Безопасность компьютерных систем**

Пятигорск
2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ВВЕДЕНИЕ

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Защита информации от утечки по техническим каналам» является формирование набора общекультурных и профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность. Формируемые в рамках дисциплины компетенции способствуют решению профессиональных задач по защите информации от утечки по техническим каналам на объектах информатизации и в выделенных помещениях, а также приобретение набора общекультурных и общепрофессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность.

2. Наименование лабораторных занятий

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
6 семестр			
1	Лабораторная работа 1. Исследование сигнальных демаскирующих признаков радиоэлектронных средств.	1,5	
2	Лабораторная работа 2. Исследование источников опасных сигналов	1,5	
3	Лабораторная работа 3. Моделирование и исследование технических каналов утечки информации, возникающих за счет побочных электромагнитных излучений и наводок	1,5	
4	Лабораторная работа 4. Специально создаваемые радиоэлектронные технические каналы утечки информации	1,5	
5	Лабораторная работа 5. Способы и средства перехвата речевой информации, передаваемой по каналам связи	1,5	
6	Лабораторная работа 6. Исследование способов и принципов построения и работы технических средств подслушивания акустической (речевой) информации	1,5	
7	Лабораторная работа 7. Исследование акустического канала утечки информации, создаваемого способом высокочастотного навязывания	1,5	
8	Лабораторная работа 8. Методы, способы и средства защиты информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений и наводок.	1,5	
9	Лабораторная работа 9. Методы, способы и средства защиты информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений и наводок.	1,5	
10	Лабораторная работа 10. Исследование принципов построения и работы средств фильтрации информационных сигналов	1,5	

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

11	Лабораторная работа 11. Исследование принципов построения и работы генераторов шума для энергетического скрытия ПЭМИН	1,5	
12	Лабораторная работа 12. Исследование звукопоглощающих характеристик материалов, применяемых для звукоизоляции выделенных помещений	1,5	
13	Лабораторная работа 13. Принципы построения и работы программно-аппаратных комплексов поиска устройств негласного съема информации	1,5	
14	Лабораторная работа 14. Исследование принципов построения и работы средств выявления электронных устройств перехвата информации	1,5	
15	Лабораторная работа 15. Расчет и оценка защищенности технических средств от утечки информации за счет ПЭМИН		
16	Лабораторная работа 16. Исследование, расчет и оценка защищенности выделенного помещения от утечки речевой информации		
17	Лабораторная работа 17. Организация защиты информации от утечки по техническим каналам на объектах информатизации	1,5	
18	Лабораторная работа 18. Аттестация объектов информатизации по требованиям безопасности информации	1,5	
	Итого за 6 семестр	24	
	Итого	24	

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 1-3-3

Тема № 1 ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО КАНАЛА УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ, СОЗДАВАЕМОГО СПОСОБОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАВЯЗЫВАНИЯ

Время – 6 часов.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Моделирование и исследование процесса паразитной

(неэлектронной) модуляции (интермодуляции).

Моделирование и исследование принципов действия средств

высокочастотного навязывания.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Вводная часть

Одним из способов добывания речевой информации, циркулирующей в выделенном помещении, является применение средств высокочастотного навязывания, позволяющих обеспечить съём информации по телефонным линиям при положенной микротелефонной трубке телефонного аппарата.

ходе данной лабораторной работы проводится моделирование и исследование процесса паразитной (несанкционированной) модуляции, а также принципов действия средств высокочастотного навязывания.

ВОПРОСЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЮ

Моделирование и исследование процесса паразитной (несанкционированной) модуляции (интермодуляции)

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Добывание речевой информации путем высокочастотного навязывания достигается с помощью модуляции внешних высокочастотных радио– или электрического сигналов первичным электрическим сигналом, несущим речевую информацию. Для обеспечения такой модуляции необходимо дистанционно подавать внешнее электромагнитное поле или высокочастотные электрические сигналы на элементы, параметры которых или протекающие по ним токи меняются под действием речевых сигналов.

качестве таких элементов могут использоваться различные полости с электропроводной поверхностью, представляющие собой высокочастотные контуры с распределенными параметрами и объем которых меняется под действием акустической волны. Если частота такого контура совпадает с

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

частотой высокочастотного навязывания, а поверхность полости находится под воздействием акустической информацией, то эквивалентный контур переизлучает и модулирует внешнее поле.

Более часто в качестве модулирующего применяется нелинейный элемент, в том числе в схеме телефонного аппарата. В этом случае высокочастотное навязывание обеспечивается подведением к телефонному аппарату высокочастотного гармонического сигнала путем подключения к телефонному кабелю высокочастотного генератора. В результате взаимодействия высокочастотного колебания с речевыми сигналами на нелинейных элементах телефонного аппарата происходит модуляция высокочастотного колебания, речевым низкочастотным сигналом и излучение промодулированного высокочастотного колебания проводами телефонного аппарата. Так как частота высокочастотного навязывания злоумышленнику известна, то модулированные высокочастотные сигналы могут быть перехвачены его приемником.

Содержание практической работы, выполняемой студентами в ходе занятия

Описание лабораторного оборудования:

ПЭВМ на каждого обучающегося;
программный редактор схематического моделирования «Electronics Workbench» (EWB), версия не ниже 5.12.

3. Задание для работы

Смоделировать в программе EWB и исследовать процесс паразитной модуляции на нелинейном элементе – диоде.

Смоделировать в программе EWB и исследовать процесс паразитной модуляции на конденсаторном микрофоне.

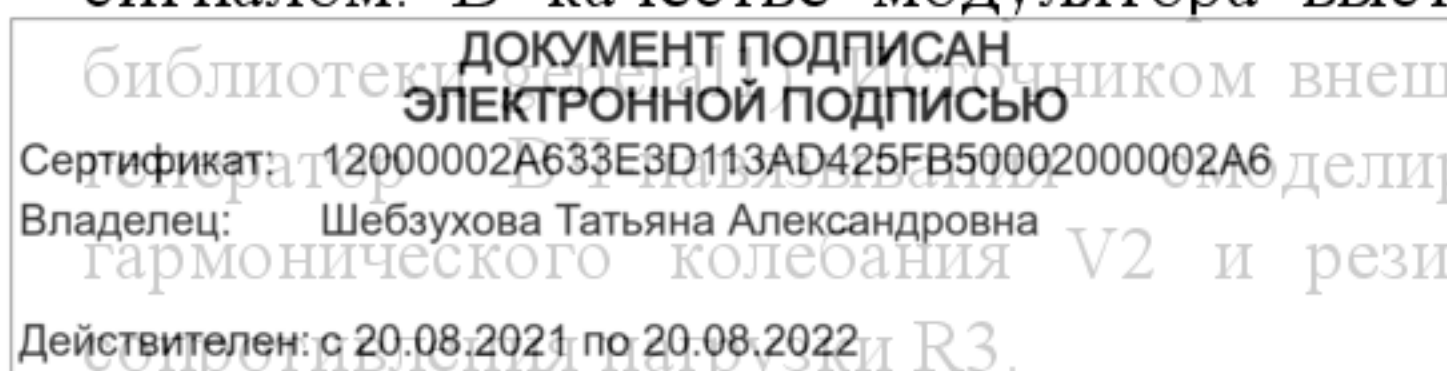
Оформить и защитить отчет по первой части сделанной лабораторной работы.

4. Порядок выполнения работы

Задание 1.1. Смоделировать в программе EWB и исследовать процесс паразитной модуляции на нелинейном элементе – диоде. Для этого необходимо:

Собрать электрическую схему замещения, приведенную на рис. 1.

Данная схема содержит акустоэлектрический преобразователь телефонного аппарата – микрофон, смоделированный с помощью трех генераторов гармонических колебаний V1, V3, V4, резисторов R5, R6, R7, R8 и аналогового сумматора A1, с выхода которого поступает многотональный сигнал, подобный речевому сигналу. Данный сигнал является модулирующим сигналом. В качестве модулятора выступает диод D1 (модель BA157GP из библиотеки моделирования). Внешний модулируемый сигнал является генератором V2 с частотой навязывания 1 МГц, смоделированный с помощью источника гармонического колебания V2 и резистора R4. АМ-сигнал снимается с сопротивления нагрузки R3.



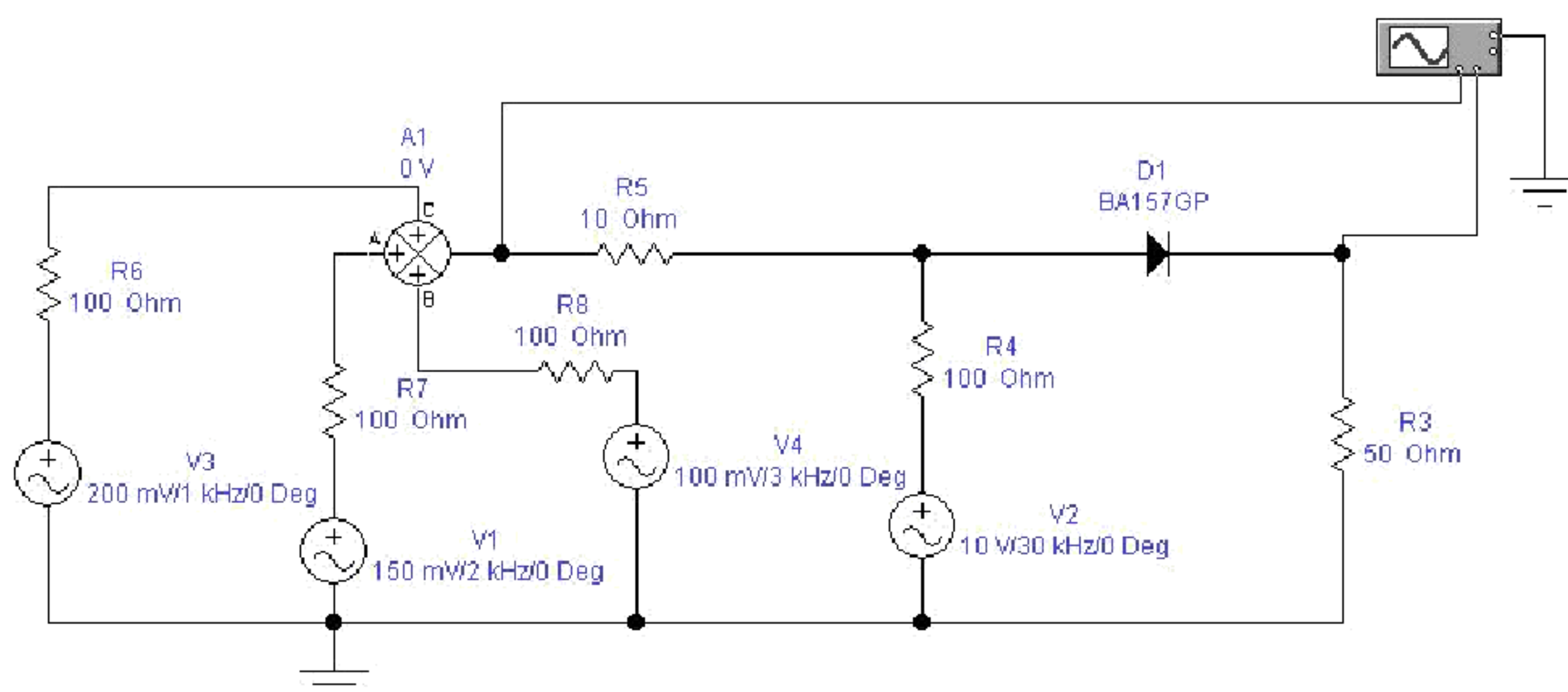


Рис. 1 – Электрическая схема замещения процесса модуляции на диоде

Установить параметры элементов, как указано на рис. 1, и отладить схему до работоспособного состояния, получив по обоим каналам осциллографа исследуемые сигналы.

Снять по первому каналу осциллографа и отобразить в отчете временную диаграмму и спектр речевого сигнала, выступающего в качестве информационного модулирующего сигнала.

Подключить ко второму входу осциллографа выход генератора V2, снять и отобразить в отчете временную диаграмму модулируемого сигнала, являющегося переносчиком информации.

Подключить второй вход осциллографа к входу диода D1, снять и отобразить в отчете временную диаграмму аддитивной смеси сигналов на входе диода D1.

Подключить второй вход осциллографа к выходу диода D1, снять и отобразить в отчете временную диаграмму амплитудно-модулированного сигнала.

Получить спектр амплитудно-модулированного сигнала. Для этого в Фурье-анализаторе установить основную частоту – 1 кГц, количество гармоник – 100 и запустить симулятор. Отобразить полученный спектр в отчет.

Сделать выводы по результатам проделанной работы. Кратко описав все физические процессы модуляции внешнего несущего сигнала, создаваемого генератором ВЧ-навязывания, информационным акустическим сигналом.

Задание 1.2. Смоделировать в программе EWB и исследовать процесс паразитной модуляции на конденсаторном микрофоне. Для этого необходимо:

Собрать электрическую схему замещения, приведенную на рис. 2.

Данная схема содержит акустоэлектрический преобразователь

телефонного микрофона, смоделированный с помощью трех генераторов V1, V3, V4, резисторов R5, R6, R7, R8 и аналогового сумматора A1, с выхода которого поступает многотональный сигнал, являющийся модулирующим

сигналом. В качестве модулятора выступает конденсаторный микрофон схемотехнически смоделированный из поляризационного конденсатора C1, источника постоянного напряжения (аккумулятора) V5 и нагрузочного сопротивления R9. Источником внешнего модулируемого сигнала является генератор ВЧ- навязывания, смоделированный с помощью источника гармонического колебания V2 и резистора R4. В данной схеме приведен также амплитудный детектор приемника ВЧ-навязывания, спроектированный на диоде D1 (модель BA157GP из библиотеки general1). Для развязки цепей конденсаторного микрофона и детектор по цепи постоянного тока в схему введен конденсатор C2. Амплитудно-модулируемый сигнал снимается с сопротивления нагрузки R10.

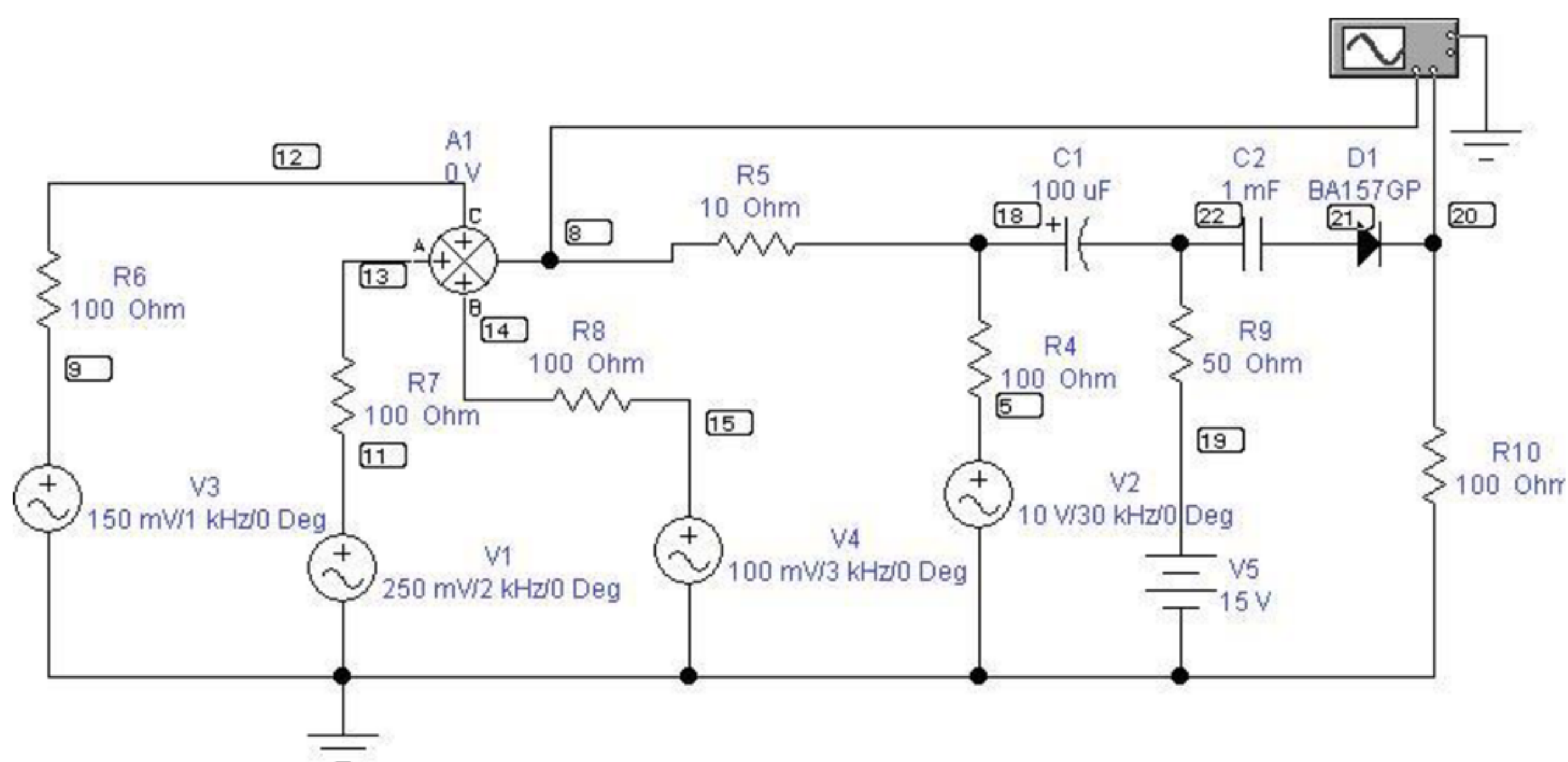


Рис. 2 – Электрическая схема замещения процесса модуляции на конденсаторном микрофоне

Установить параметры элементов, как указано на рис. 2, и отладить схему до работоспособного состояния, получив по обоим каналам осциллографа исследуемые сигналы.

Снять по первому каналу осциллографа и отобразить в отчете временную диаграмму и спектр речевого сигнала, выступающего в качестве информационного модулирующего сигнала.

Подключить ко второму входу осциллографа выход генератора V2, снять и отобразить в отчете временную диаграмму модулируемого сигнала, являющегося переносчиком информации.

Подключить второй вход осциллографа к положительному входу конденсатора C1, снять и отобразить в отчете временную диаграмму аддитивной смеси сигналов на входе конденсатора C1.

Подключить второй вход осциллографа к выходу конденсатора C1, снять и отобразить в отчете временную диаграмму сигнала с выхода конденсатора C1.

Подключить второй вход осциллографа к выходу диода D1 (детектора)

приемника ВЧ-навязывания), снять и отобразить в отчете временную диаграмму амплитудно-модулированного сигнала.

Получить спектр амплитудно-модулированного сигнала. Для этого в Фурье-анализаторе установить основную частоту – 1 кГц, количество гармоник – 100 и запустить симулятор. Отобразить полученный спектр в отчет.

Сделать выводы по результатам проделанной работы. Кратко описав все физические процессы модуляции внешнего несущего сигнала, создаваемого генератором ВЧ-навязывания, информационным акустическим сигналом.

Моделирование и исследование принципов действия средств высокочастотного навязывания

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Для съема информации используется высокочастотное навязывание. Под ВЧ навязыванием понимается способ получения информации, при котором в телефонную линию в сторону прослушиваемого телефона подают от специального генератора ВЧ колебания (рис. 3). Эти колебания за счет нелинейных элементов телефонного аппарата взаимодействуют с речевыми сигналами при разговоре (поднятая телефонная трубка) или с ЭДС микрофонного эффекта звонка (положенная трубка). Звуковой и ВЧ сигналы образуют сложную полиномиальную зависимость, т.к. нелинейность выполняет роль модулятора. Получается что-то вроде квазителефонной радиозакладки, в которой генератор ВЧ колебаний вынесен, а нелинейность аппарата выполняет роль модулятора.

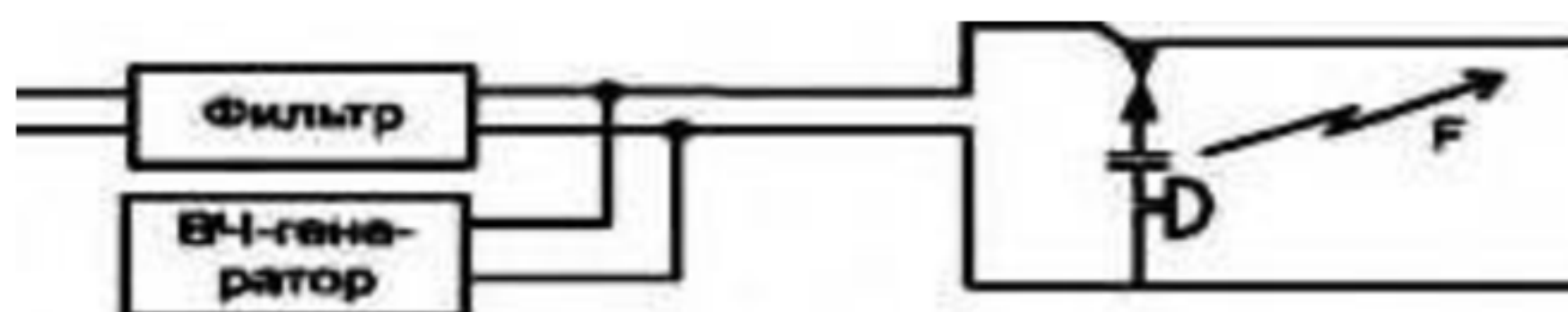


Рис. 3 – Реализация ВЧ навязывания на телефонный аппарат

Излучение модулированного сигнала в свободное пространство обеспечивается телефонным шнуром, соединяющим микрофонную трубку с телефонным аппаратом, или самим аппаратом. ВЧ навязывание может использоваться и на громкоговорители и на другие элементы, обладающие микрофонным эффектом.

Принцип реализации ВЧ навязывания на телефонный аппарат при положенной микрофонной трубке показан на рис. 4. Относительно общего корпуса (в качестве которого лучше использовать землю, трубы отопления и т. д.) на один провод подаются ВЧ колебания частотой от 150 кГц и выше.

Через элементы схемы ТА, даже если трубка лежит на аппарате, ВЧ колебания попадают на микрофон и далее, уже промодулированные, в линию.

Прием относительно общего корпуса через второй провод линии. Амплитудный детектор позволяет получить НЧ огибающую для дальнейшего анализа и записи. Электрически не связанные, но близко

расположенные элементы конструкции ТА за счет явления индукции являются хорошими проводниками ВЧ колебаний.

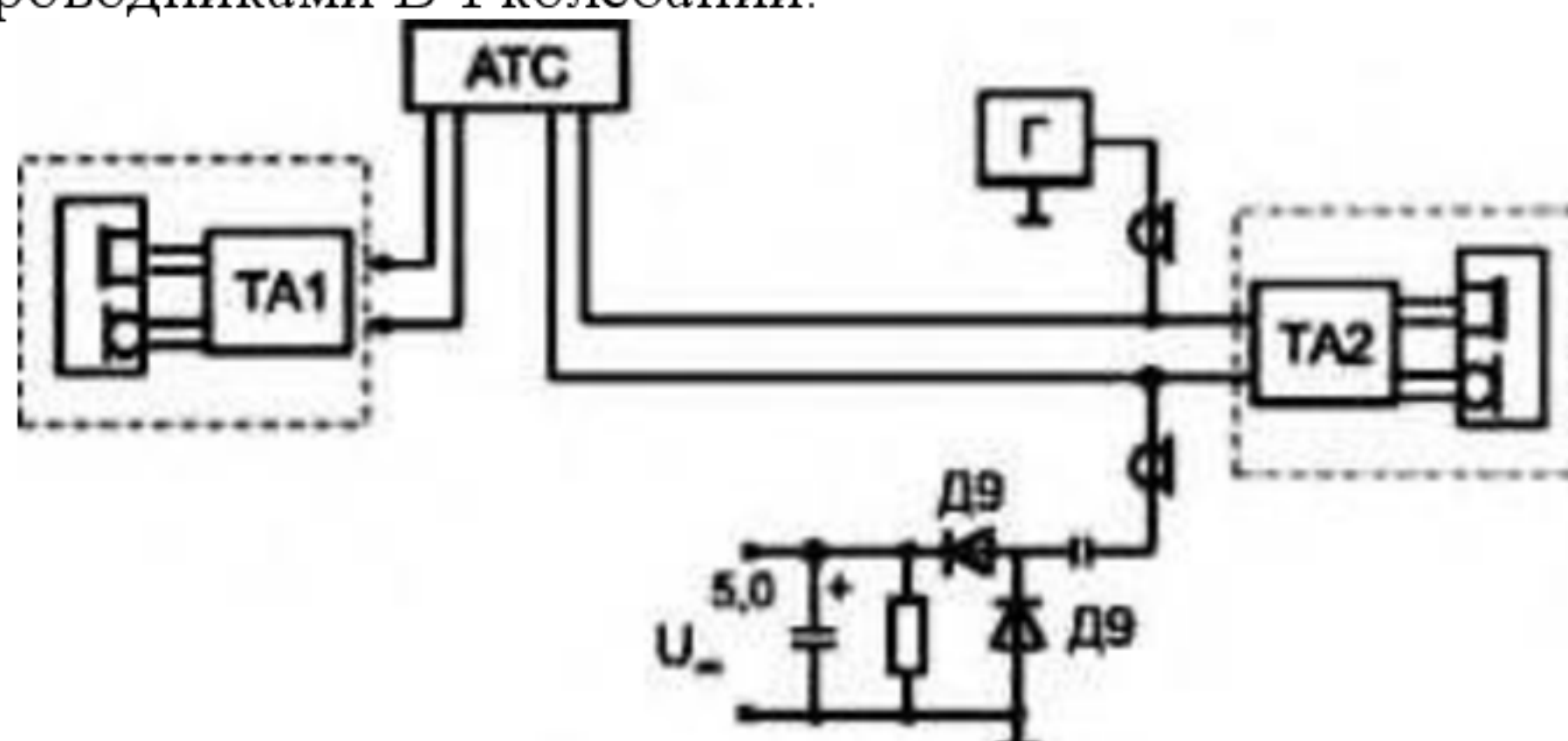


Рис. 4 – ВЧ навязывание при положенной трубке

Для качественной работы подобного устройства желательно, чтобы подключение ВЧ генератора и прием промодулированного ВЧ колебания происходил как можно ближе к телефонному аппарату, чтобы индуктивное влияние первого провода на второй было минимальным. Для выполнения этого условия ВЧ колебания подаются в линию и снимаются только экранированным проводом.

Содержание лабораторной работы, выполняемой студентами в ходе занятия

Описание лабораторного оборудования:

ПЭВМ на каждого обучающегося;
программный редактор схематического моделирования «Electronics Workbench» (EWB), версия не ниже 5.12.

3. Задание для работы

- Создать в программе EWB модель процесса высокочастотного навязывания.
- Исследовать в программе EWB процесс высокочастотного навязывания.
- Оформить и защитить отчет по второй части проделанной лабораторной работы.

4. Порядок выполнения работы

Задание 2.1. Создать в программе EWB модель процесса высокочастотного навязывания. Для этого необходимо:

Собрать электрическую схему замещения, приведенную на рис.

5. Данная схема содержит:

генератор ВЧ-навязывания, замещаемый генератором гармонического колебания V7;

приемник ВЧ-навязывания, состоящий из демодулятора A2 и

усилителя AR1 и резисторах R3, R5; к одному проводу которой подключен ВЧ-генератор, а к другому проводу – приемник, потери сигнала в линии

имитируются делителем напряжения, выполненным на резисторах R6 и R7;

трансформаторы T1 и T2, с помощью которых имитируется явление электромагнитной индукции, позволяющее высокочастотному току преодолевать разрывы в электрических цепях телефонного аппарата;

акустоэлектрический преобразователь телефонного аппарата, например, микрофон или пьезокристалл звонковой цепи, смоделированный с помощью трех генераторов гармонических колебаний V1, V4, V6 и аналогового сумматора A3,

ключ S1, имитирующий переключатель положения микрофонной трубки;

нелинейный элемент, осуществляющий интермодуляцию, представленный в виде модулятора A2.

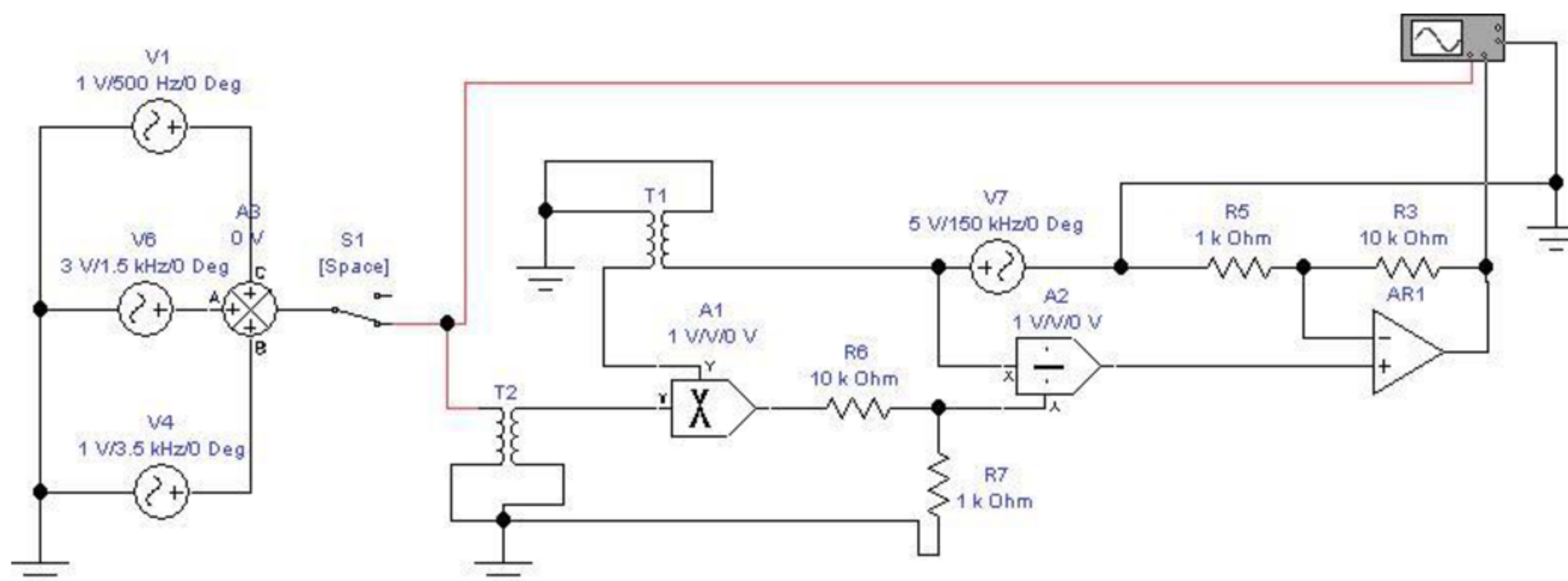


Рис. 5 – Схематехническая модель процесса ВЧ-навязывания

Установить параметры элементов, как указано на рис. 5, и отладить схему до работоспособного состояния, получив по обоим каналам осциллографа исследуемые сигналы.

Сохранить файл с созданной схемой.

Сделать выводы по схематехнической модели процесса ВЧ-навязывания.

Задание 2.2. Исследовать в программе EWB процесс высокочастотного навязывания. Для этого необходимо:

Открыть файл с созданной схемой и запустить ее нажатием на переключателе в верхней панели окна программы.

Смоделировать ситуацию, при которой трубка поднята, нажав клавишу пробел, так чтобы ключ S1 был разомкнут. В этом случае в телефонном аппарате размыкается звонковая цепь и к телефонной линии подключается цепь микрофонной трубки. Оценить возможность ВЧ-навязывания в этом случае.

Подключить 1-й канал осциллографа к выходу акустоэлектрического преобразователя, снять и отобразить в отчете временную диаграмму и спектр акустического сигнала.

Подключив 2-й канал осциллографа к выходу генератора ВЧ-навязывания, снять и отобразить в отчете осциллограмму высокочастотного сигнала.

Подключив 2-й канал осциллографа к входу «У» нелинейного элемента А1 телефонного аппарата, убедиться в том, что высокочастотный сигнал попал в телефонный аппарат, несмотря на то, что к линии подключена только звонковая цепь.

Подключив 2-й канал осциллографа к выходу нелинейного элемента А1 телефонного аппарата, снять и отобразить в отчете осциллограмму и спектр амплитудно-модулированного сигнала.

Подключив 1-й и 2-й канал осциллографа к входам Х и У демодулятора А2 приемника ВЧ-навязывания, снять и отобразить в отчете осциллограммы и спектра входных сигналов.

Подключив 2-й канал осциллографа к выходу демодулятора А2 приемника ВЧ-навязывания, снять и отобразить в отчете осциллограмму и спектр продемодулированного сигнала. Сравнить его с исходным акустическим сигналом, подключив для этого 1-й канал осциллографа к выходу акустоэлектрического преобразователя А3.

Подключив 2-й канал осциллографа к выходу усилителя АR1 приемника ВЧ-навязывания, снять и отобразить в отчете осциллограмму продемодулированного сигнала. Сравнить его с исходным акустическим сигналом.

Сделайте выводы о проделанной работе, в том числе, предложив способы защиты от ВЧ-навязывания.

Задание 2.3. Оформить и защитить отчет по проделанной лабораторной работе.

Список литературы, рекомендуемой для самостоятельной работы:

Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др. Технические средства и методы защиты информации: Учеб. пособие для студентов вузов. Под ред. Зайцева А.П. и Шелупанова А.А.. Изд. 4-е испр. и доп. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 616 с.

Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации: Учебное пособие. – М.: «Гелиос АРВ», 2005. – 960 с.

Хорев А.А. Техническая защита информации: Учеб. пособие для студентов вузов. В 3-х т. М.: ИПЦ «Аналитика», 2010. – 436 с.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 4-6.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И РАБОТЫ СИСТЕМ ЭКРАНИРОВАНИЯ, ФИЛЬТРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ И ГЕНЕРАЦИИ ШУМА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СКРЫТИЯ ПЭМИН.

Время – 6 часов.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

Моделирование и исследование принципов работы средств экранирования ПЭМИН.

Моделирование и исследование принципов построения и работы средств фильтрации информационных сигналов.

Моделирование и исследование принципов построения и работы средств генерации шума для энергетического скрывания ПЭМИН.

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

ВОПРОСЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ИССЛЕДОВАНИЮ

Моделирование и исследование принципов работы средств экранирования ПЭМИН

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Под экранированием в общем случае понимается как защита приборов от воздействия внешних полей, так и локализация излучения каких-либо средств, препятствующая проявлению этих излучений в окружающей среде.

Эффективность экранирования определяется степенью ослабления составляющих поля (электрической или магнитной). Она определяется как отношение действующих значений напряженности полей в данной точке пространства при отсутствии и наличии экрана. Так как отношение этих величин, то удобнее пользоваться эффективностью экранирования:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$K_E = 20 \lg \frac{E_0}{E_1}, dB \quad K_H = 20 \lg \frac{H_0}{H_1}, dB \quad (1)$$

где K_E – коэффициент ослабления (экранирования) по электрической составляющей, K_H – коэффициент ослабления (экранирования) по магнитной составляющей, $E_0(H_0)$ – напряженность электрической (магнитной) составляющей поля в отсутствии экрана, $E_1(H_1)$ – напряженность электрической (магнитной) составляющей поля при наличии экрана в той же точке пространства.

Теоретическое решение задачи экранирования чрезвычайно затруднительно, поэтому в зависимости от типа решаемой задачи представляется удобным рассматривать *отдельные виды экранирования*: электрическое, магнитостатическое и электромагнитное. Последнее является наиболее общим и часто применяемым, так как в большинстве случаев экранирования приходится иметь дело либо с переменными, либо с флуктуирующими и реже – действительно со статическими полями.

Главным фактором, определяющим качество экрана, являются радиофизические свойства материала и конструкционные особенности. Это позволяет при расчете эффективности экрана в реальных условиях пользоваться наиболее простым его представлением: сфера, цилиндр, плоскопараллельный лист и т. п.

Экранирование с хорошим контактом делается медной сеткой или фольгой по всем стенам, потолку и полу, окна закрывают алюминиевыми жалюзи. Принцип действия экранирования представлен на рис. 1.

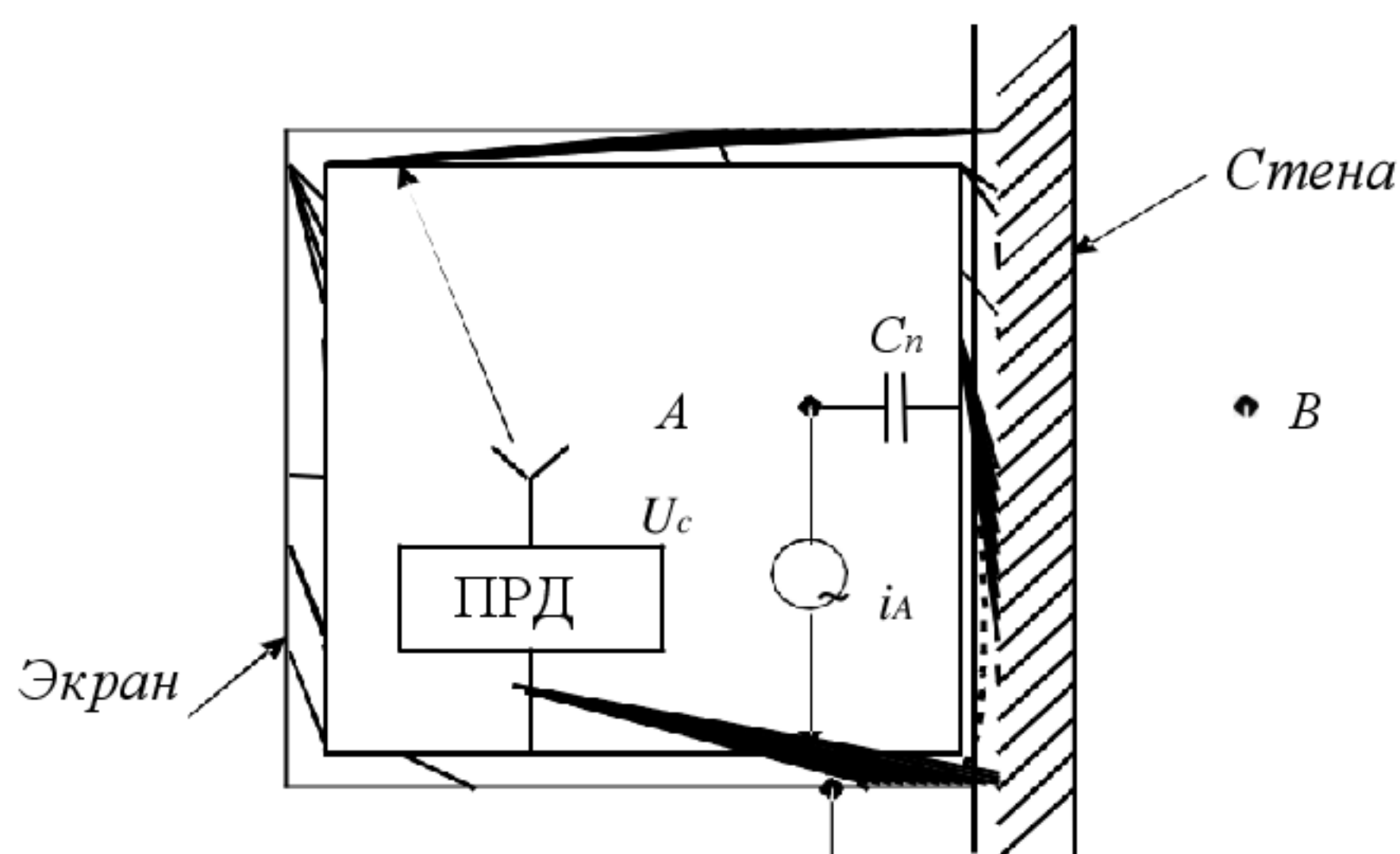


Рис. 1 – Принцип действия экранирования источника ЭМИ

Без экрана информация из точки А от сигнала U_c передавалась в точку В через паразитную емкость C_n , а сигналы от передатчика излучались в пространство. При наличии экрана сигнал с точки А через C_n замыкается на

экран, с которого также замыкается на экран. Эффект излучения за пределы помещения снижается в 10 – 1000 раз.

Таким образом, в месте нахождения агента информация не поступает.

При невозможности использования экранирующих коробов наиболее важные информационные сигналы передаются с использованием экранированных проводов.

Подавление емкостных паразитных связей

Емкостная паразитная связь между двумя электрическими цепями возникает через ближнее электрическое поле. ***Для снижения паразитной емкости между электрическими цепями вводится токопроводящий экран,*** соединенный с общим проводом и замыкающий на общий провод большую часть электрических силовых линий.

Введением экрана, имеющего сопротивление, равное нулю относительно общего провода, теоретически наводку можно снизить до нуля. Практически же всегда из-за наличия проводников и технологических отверстий и возникновения краевых эффектов имеется остаточное ближнее электрическое поле и, следовательно, остаточная емкость.

При экранировании электрического поля очень важно создать низкое сопротивление экрана относительно корпуса (общего провода). Появление любого сопротивления, особенно индуктивного, в цепи соединения экрана с общим проводом создает эффект паразитной связи через посторонний провод, поэтому все металлические элементы конструкции всегда должны тщательно соединяться между собой и с общим проводом.

Подавление индуктивных паразитных связей

Паразитная индуктивная связь возникает между двумя электрическими цепями через ближнее магнитное поле. Для снижения величины магнитных полей используют ***два вида экранирования: магнитоэлектрическое и динамическое.***

Магнитоэлектрическое экранирование или экранирование шунтированием магнитного поля основано на применении экранов из ферромагнитных материалов с большой магнитной проницаемостью. Эффективность экранирования снижается при наличии в конструкции экрана стыков и швов, идущих поперек линий магнитного поля и снижающих эффективное значение магнитной проницаемости экрана. Сущность ***динамического экранирования*** заключается в том, что переменное магнитное поле ослабляется по мере проникновения в металл, так как внутренние слои экранируются вихревыми токами, возникающими в слоях, расположенных ближе к поверхности.

Экранирование проводов и катушек индуктивности

При экранировании реальных элементов, например трансформаторов, катушек индуктивности, проводов и т. д., обычно требуется одновременное экранирование от электрических и магнитных полей.

Наилучшим образом обеспечивается экранирование от электрического, так и от магнитного полей связи типа экранированного бифиляра, трифиляра (трех скрученных вместе проводов, из которых один используется в качестве экрана), триаксиального кабеля (изолированного

коаксиального кабеля, помещенного в электрический экран), экранированного плоского кабеля (плоского многопроводного кабеля, покрытого с одной или обеих сторон медной фольгой). Чтобы уменьшить уровень ПЭМИ, необходимо особенно тщательно выполнять соединение оболочки провода (экрана) с корпусом аппаратуры. Экранированные провода и кабели следует применять в основном для соединения отдельных блоков и узлов друг с другом. Кабельные экраны выполняются в форме цилиндра из сплошных оболочек, в виде спирально намотанной на кабель плоской ленты или в виде оплетки из тонкой проволоки. Экраны однослойные и многослойные. Материал: свинец, сталь, медь, алюминий или их сочетание.

Для полного экранирования проводов от электрических и магнитных полей необходимо добиваться, чтобы весь обратный ток протекал по экрану, т.

чтобы токи, протекающие по экранируемому проводу и экрану, были равны между собой (рис. 2, а). Для этого необходимо выводы генератора и нагрузки подключать к проводу и экрану непосредственно без промежуточных проводников, а соединение с корпусом производить в одной точке, лучше со стороны приемника сигнала.

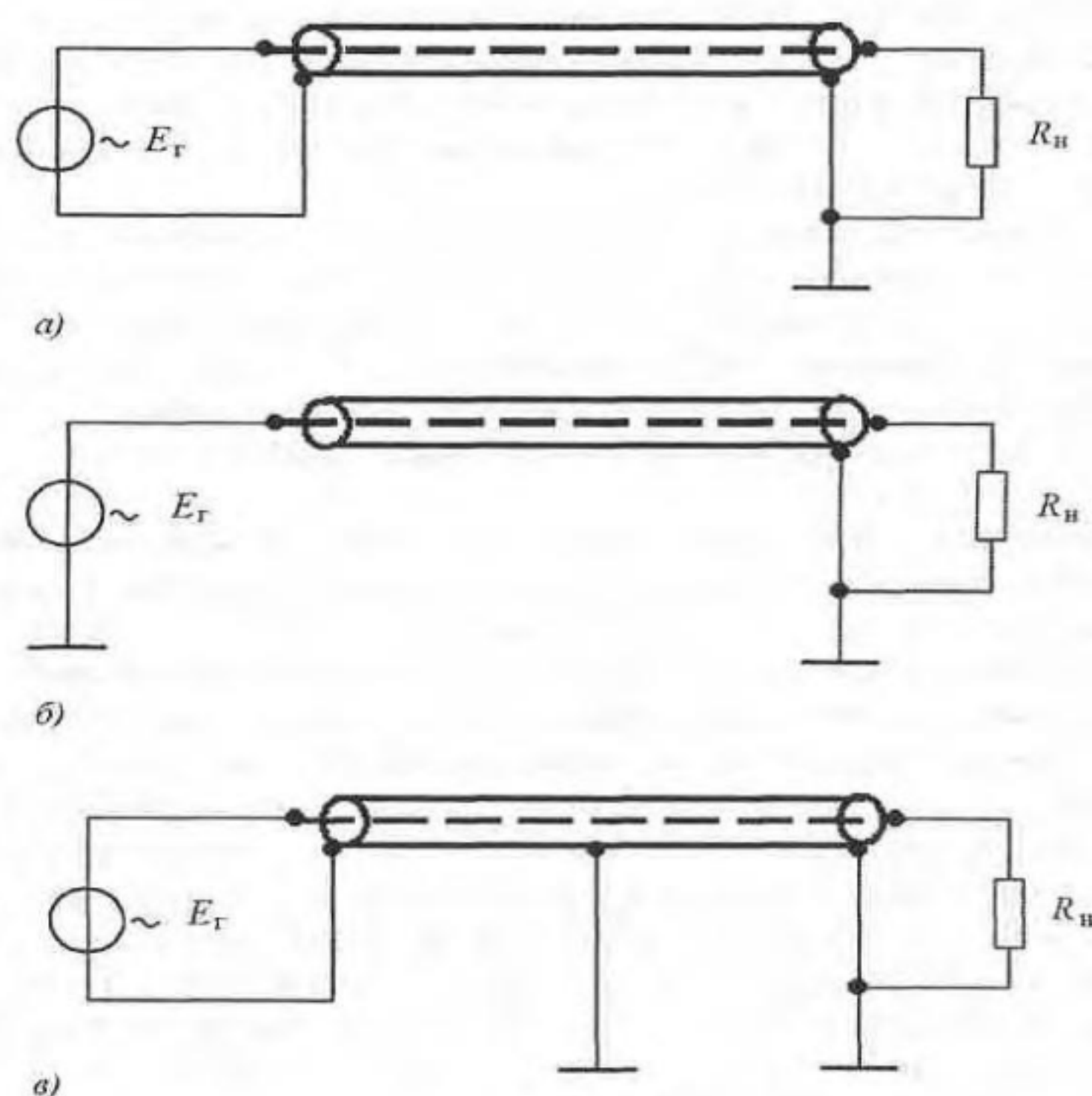


Рис. 2 – Полное экранирование провода от электрических и магнитных полей (а), экранирование провода от электрических полей (б), экранирование и замыкание части экрана провода на корпус (в)

При подключении общего провода генератора к корпусу, а не к экрану (рис. 2, б) получается экранирование только от электрических полей, при подключении общего провода к экрану и замыкании части экрана на корпус (рис. 2, в) нарушается магнитное экранирование части провода, расположенного между точкой

замыкания экрана на корпус и нагрузкой. В этом случае довольно часто наблюдается, что при отключении соединения экрана около нагрузки уровень

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

наводок снижается. Если это явление наблюдается, необходимо найти и устранить замыкание экрана на корпус.

На высоких частотах из-за поверхностного эффекта обратный ток протекает в основном по внутренней поверхности экрана, поэтому на частотах более 10 МГц замыкание экранов на корпус не снижает эффективности экранирования. Экранироваться могут не только отдельные блоки аппаратуры и их соединительные линии, но и помещения в целом.

Содержание практической работы, выполняемой студентами

Описание лабораторного оборудования:

ПЭВМ с программным редактором «Electronics Workbench».

Требования безопасности при выполнении работы аналогичны.

Задание для работы

С помощью эквивалентных схем замещения провести исследование принципов экранирования источников электромагнитного излучения, электрических и магнитных полей.

Составить отчет о проделанной работе в соответствии с требованиями, изложенными в описании работы.

Порядок выполнения работы

4.1. Запустить моделирующую программу EWB5. Набрать и отладить схему, представленную на рис. 3, с указанными на схеме параметрами. Данной схемой моделируется электромагнитное излучение, создаваемое источником, помещенным в экран в соответствии с рис. 1, приведенным в теоретической части.

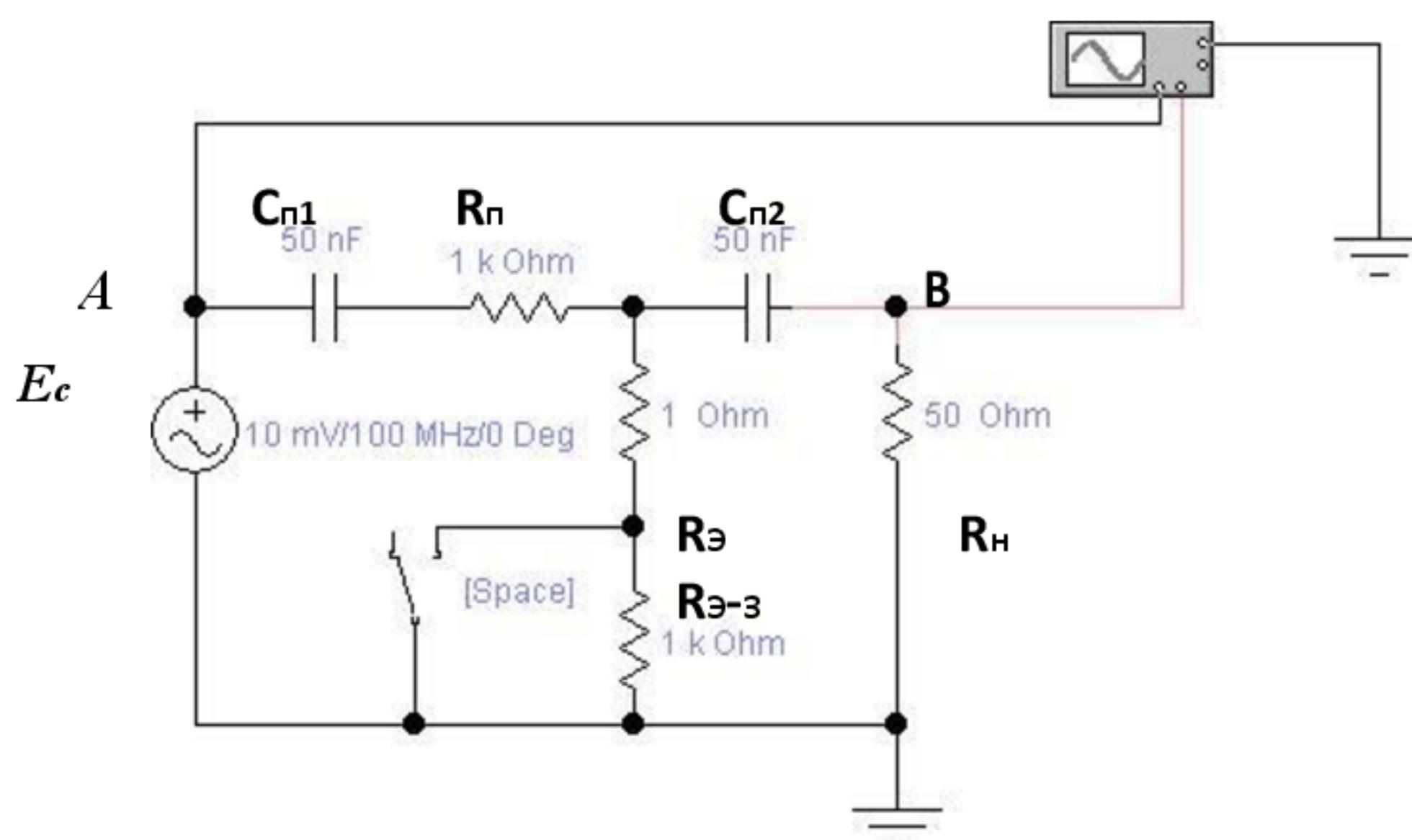


Рис. 3 – Моделируемая эквивалентная схема экранирования источника электромагнитного излучения

4.2. **ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ** с помощью переклю-
чателе по 1-му каналу осциллографа
произвести измерение напряжения сигнала ЭМИ в точке А, а по 2-му каналу –
напряжения сигнала ЭМИ в точке В. Отобразить в отчете эпюры напряжения
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

сигналов U_A и U_B электромагнитного излучения.

4.3. Рассчитать коэффициент эффективности экранирования (коэффициент ослабления) для случая незаземленного экрана.

4.4. При включенном переключателе по 1-му каналу осциллографа произвести измерение напряжения сигнала ЭМИ в точке A , а по 2-му каналу – напряжение сигнала ЭМИ в точке B . Отобразить в отчете эшоры напряжения сигналов U_A и U_B электромагнитного излучения.

4.5. Рассчитать коэффициент эффективности экранирования (коэффициент ослабления) для случая заземленного экрана.

4.6. Сделать выводы об эффективности экранирования.

4.7. Набрать и отладить схему, представленную на рис. 4, с указанными на схеме параметрами. Данной схемой моделируется пример экранирования провода, представленный на рис. 2, б), то есть осуществляется экранирование только электрического поля. В этом случае между проводом и экраном возникает паразитная индуктивная связь.

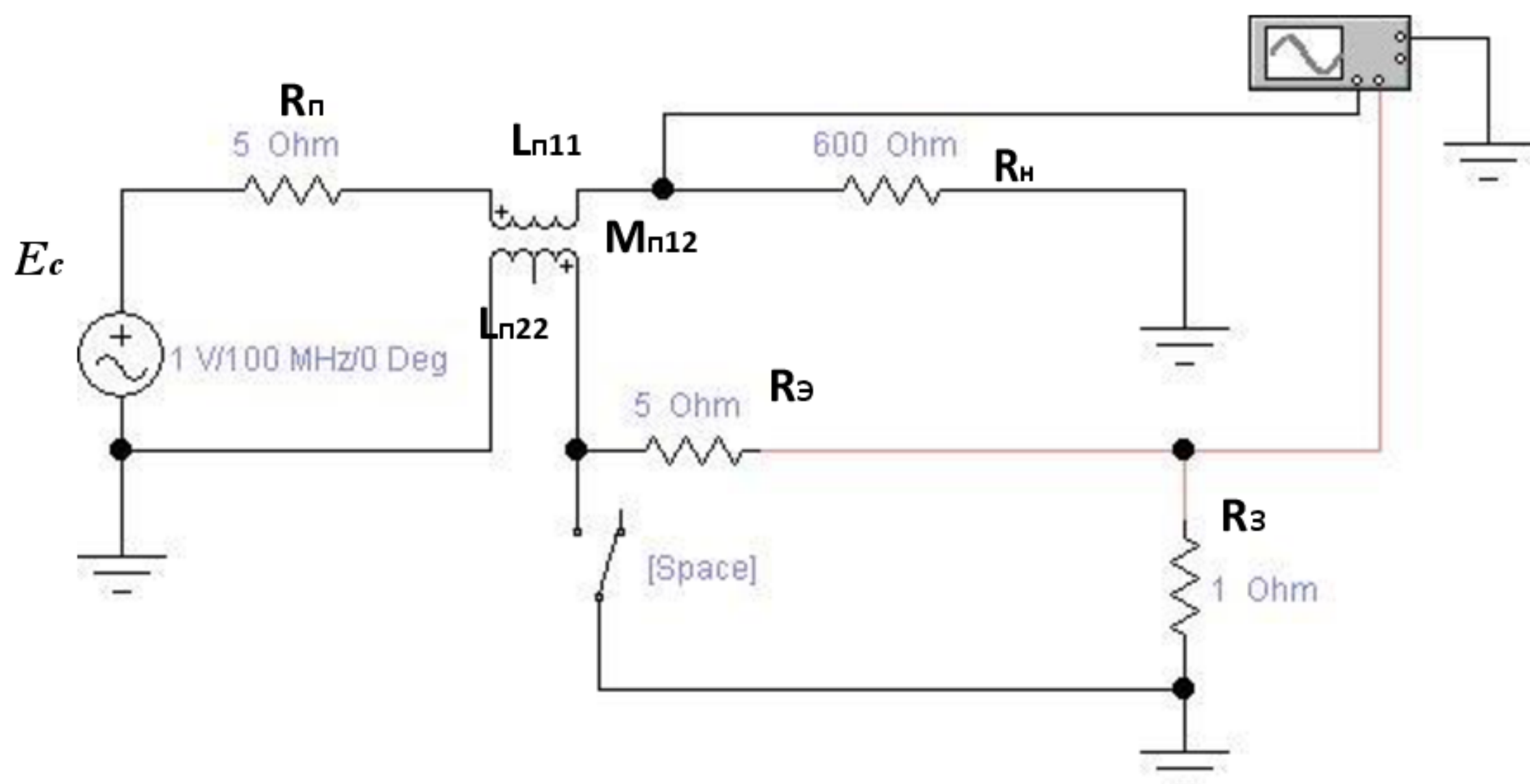


Рис. 4 – Моделируемая эквивалентная схема электрического экранирования провода

4.8. При отключенном переключателе по 1-му каналу осциллографа произвести измерение напряжения U_c электрического тока в проводнике, а по 2-му каналу – напряжение наводки $U_{нэ}$ на экране провода. Отобразить в отчете эшоры напряжения сигналов U_c и $U_{нэ}$.

4.9. Рассчитать коэффициент эффективности экранирования (коэффициент ослабления) для данного варианта экранирования.

4.10. При включенном переключателе по 1-му каналу осциллографа произвести измерение напряжения U_c электрического тока в проводнике, а по 2-му каналу – напряжение наводки $U_{нэ}$ на экране провода. Отобразить в отчете эшоры напряжения сигналов U_c и $U_{нэ}$.

4.11. Рассчитать коэффициент эффективности экранирования (коэффициент ослабления) для данного варианта экранирования.

4.12. Сделать выводы об эффективности экранирования.

4.13. Набрать и отладить схему, представленную на рис. 5, с указанными на схеме параметрами. Данной схемой моделируется пример экранирования провода, представленный на рис. 2, в). В этом случае между проводом и экраном может возникнуть паразитная емкостная связь.

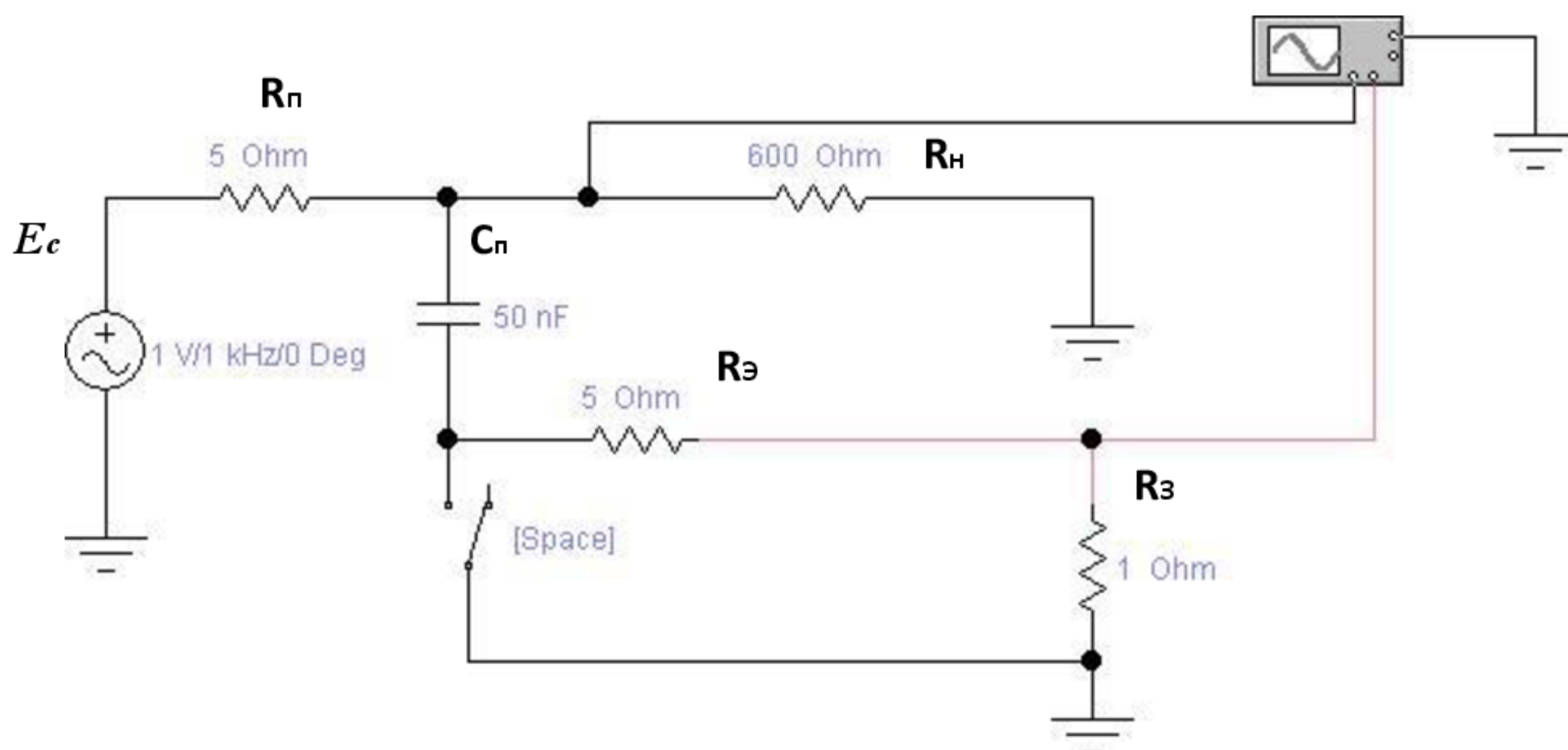


Рис. 5 – Моделируемая эквивалентная схема магнитного экранирования провода

4.14. При отключенном переключателе по 1-му каналу осциллографа произвести измерение напряжения U_c электрического тока в проводнике, а по 2-му каналу – напряжение наводки $U_{нэ}$ на экране провода. Отобразить в отчете эшоры напряжения сигналов U_c и $U_{нэ}$.

4.15. Рассчитать коэффициент эффективности экранирования (коэффициент ослабления) для данного варианта экранирования.

4.16. При включенном переключателе по 1-му каналу осциллографа произвести измерение напряжения U_c электрического тока в проводнике, а по 2-му каналу – напряжение наводки $U_{нэ}$ на экране провода. Отобразить в отчете эшоры напряжения сигналов U_c и $U_{нэ}$.

4.17. Рассчитать коэффициент эффективности экранирования (коэффициент ослабления) для данного варианта экранирования.

4.18. Сделать выводы об эффективности экранирования.

4.19. Оформить отчет о проделанной работе.

Требования к отчету о проделанной лабораторной работе. В отчете привести:

задание на выполнение работы,

порядок проведения работы,

исследуемые принципиальные эквивалентные схемы,

результаты исследования – эшоры напряжений сигнала и наводки для каждой исследуемой схемы по каждому каналу, их АЧХ;
сравнение расчетных результатов с экспериментальными.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

выводы о проделанной работе.

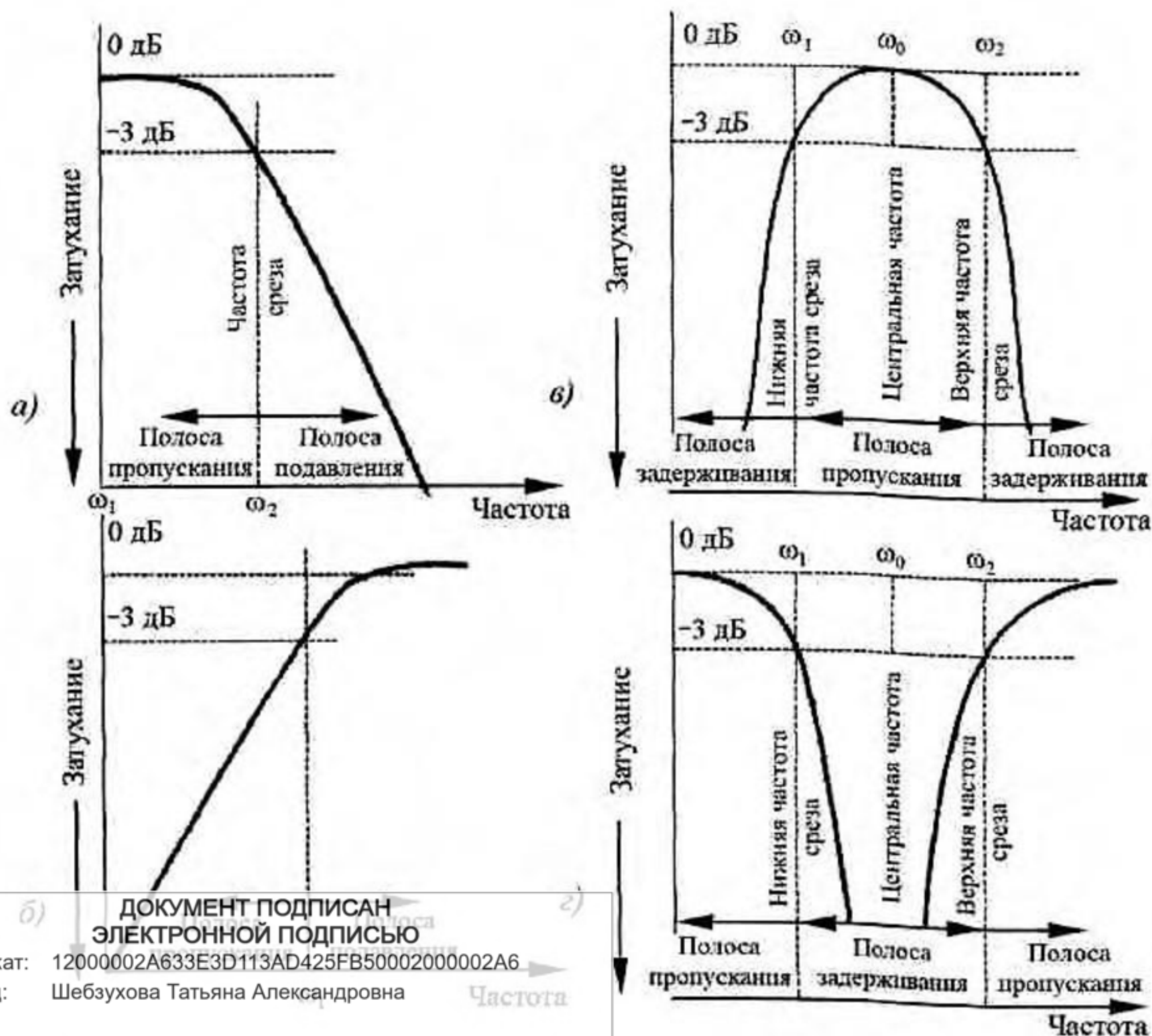
Моделирование и исследование принципов построения и работы средств фильтрации информационных сигналов

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Помехоподавляющие фильтры обеспечивают ослабление нелинейных сигналов в разных участках частотного диапазона. Основное значение фильтров – пропускать без значительного ослабления сигналы с частотами, лежащими в рабочей полосе, и подавлять сигналы за пределами полосы.

Фильтрация является основным и эффективным средством подавления (ослабления) кондуктивных помех (наводок) в цепях электропитания, в сигнальных цепях интерфейса и на печатных платах, в проводах заземления. Помехоподавляющие фильтры позволяют снизить кондуктивные помехи, как от внешних, так и от внутренних источников помех.

соответствии с расположением полосы пропускания фильтра относительно полосы помехоподавления в частотном спектре различают четыре класса помехоподавляющих фильтров, амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) которых показаны на рис. 1:



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Частота
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рисунок 1 – АЧХ помехоподавляющих фильтров

фильтры нижних частот (низкочастотные) – ФНЧ, пропускающие сигналы в диапазоне частот от $\omega_1 = 0$ до ω_2 (рис. 1, а);

фильтры верхних частот (высокочастотные) – ФВЧ, пропускающие сигналы в диапазоне частот от ω_1 до $\omega_2 = \infty$ (рис. 1, б);

полосовые (полосно-пропускающие) ПФ, пропускающие сигналы в диапазоне частот от ω_1 до ω_2 (рис. 1, в);

заграждающие или режекторные (полосно-задерживающие) ЗФ, пропускающие сигналы в диапазоне частот от 0 до ω_1 и от ω_2 до ∞ (рис. 1, г).

зависимости от типов элементов, из которых составлены фильтры, их делят на:

пассивные реактивные, состоящие из элементов L и C ;

пьезоэлектрические, состоящие из кварцевых пластин;

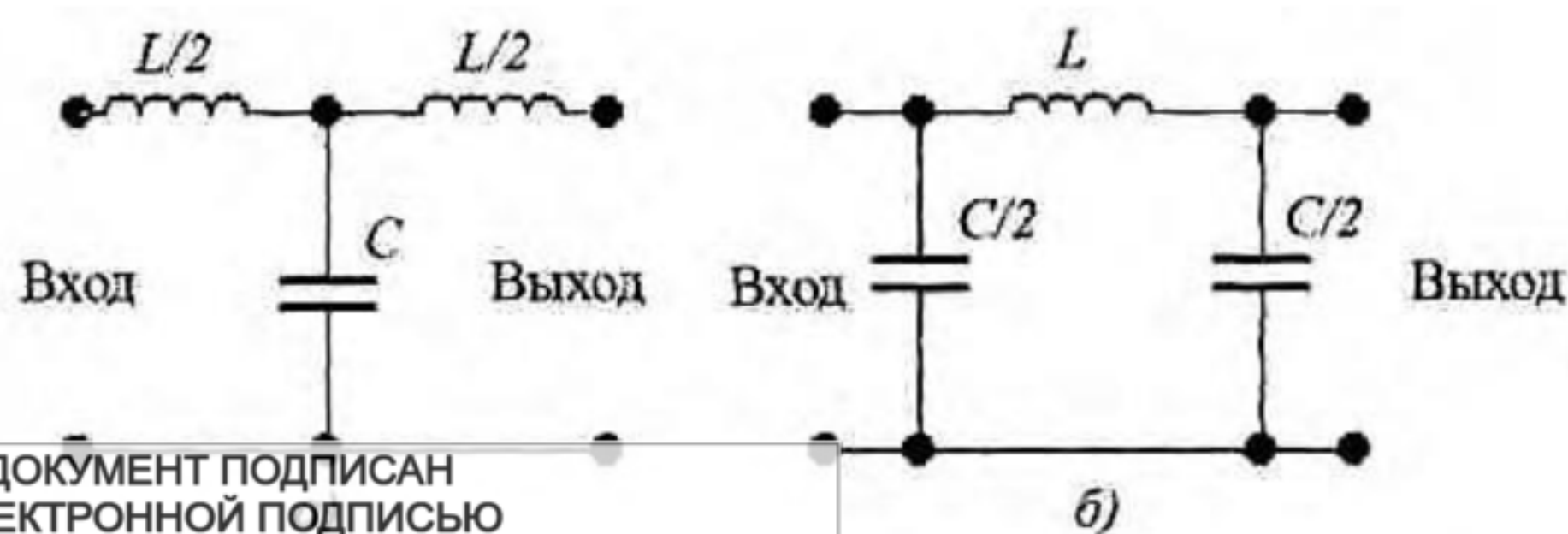
безындукционные пассивные, состоящие из элементов R и C .

Возможно применение активных RC-фильтров на основе микросхем (операционных усилителей). Это может быть целесообразно в тех случаях, когда пассивные LC-фильтры становятся очень громоздкими при понижении частоты среза до звуковых частот, когда даже при выборе относительно малой емкости (например, 0,01 мкФ) дроссель становится несоизмеримо большого размера и массы. В активном фильтре операционный усилитель преобразует импеданс подключаемой к нему RC-цепи так, что устройство ведет себя как индуктивность.

Методика расчета параметров пассивных НЧ и ВЧ фильтров

Для фильтрации информационных сигналов в виде кондуктивных помех могут применяться симметричные LC-фильтры нижних или высоких частот типа К (рис. 2 и 3). В фильтрах этого типа произведение полных сопротивлений емкости и индуктивности при изменении частоты остается примерно постоянным (из-за обратно пропорционального изменения их реактивных сопротивлений при изменении частоты). Например, если емкостное реактивное сопротивление снижается при увеличении частоты, то индуктивное реактивное сопротивление увеличивается на соответствующую величину.

На рисунках 2 и 3 приведены схемы типовых LC-фильтров нижних и верхних частот Т-образной и П-образной структур. П-образные фильтры применяют для увеличения крутизны переходной области АЧХ.



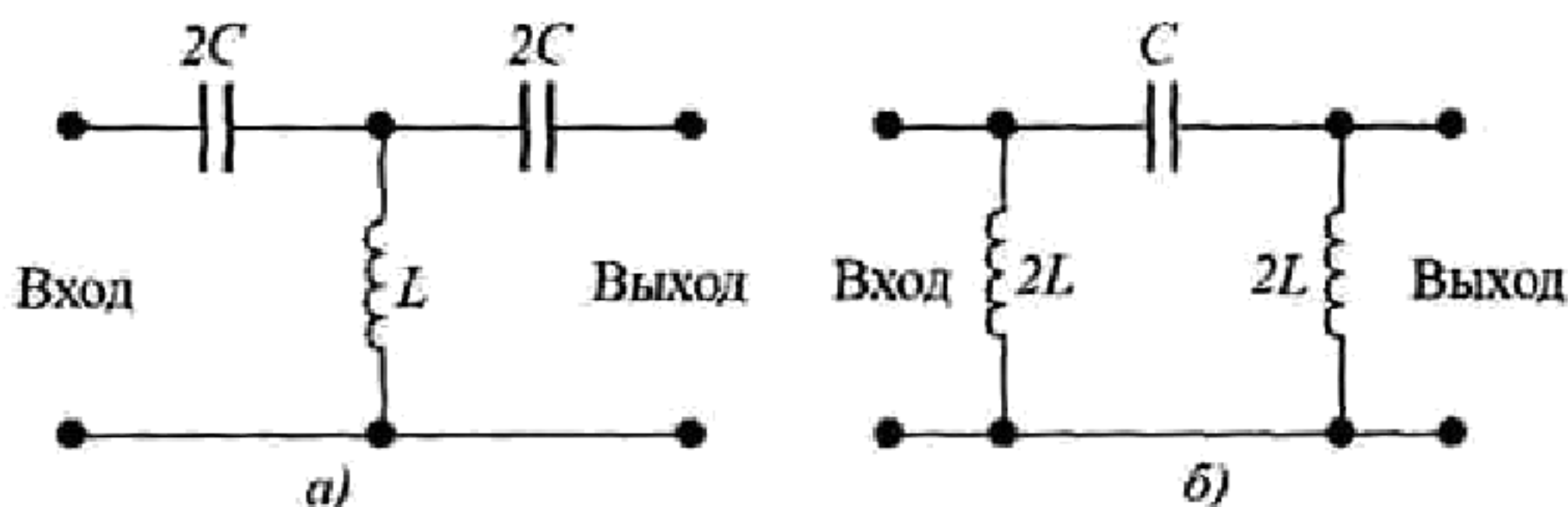


Рисунок 3 – Симметричные фильтры высоких частот:
а) - Т-образный, б) - П-образный

НЧ фильтрах значения параметров выбираются по следующим выражениям:

$$L = \frac{2R}{\omega^2}; \quad \omega^2 = \frac{2}{\sqrt{LC}}; \quad C = \frac{2}{\omega^2 R}; \quad R = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (1)$$

где R – активное или комплексное сопротивление нагрузки фильтра; $\omega^2 = 2 F_0$ – круговая частота среза фильтра; F_2 - линейная частота среза. Формулы (1) могут быть выражены через линейную частоту среза:

$$L = \frac{R}{3,14 F^2}; \quad F^2 = \frac{1}{3,14 \sqrt{LC}}; \quad C = \frac{1}{3,14 F^2 R}, \quad (2)$$

Суммарная индуктивность Т-образного фильтра распределяется поровну между катушками (рис. 1, а) и суммарная емкость П-образного фильтра распределяется поровну между конденсаторами фильтра (рис. 1, б).

Расчетные уравнения для ВЧ фильтра:

$$L = \frac{R}{\omega^2 F}; \quad \omega^2 F = \frac{1}{4 \sqrt{LC}}; \quad C = \frac{1}{4 \omega^2 R}; \quad R = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (3)$$

Формулы (3) могут быть выражены через линейную частоту среза:

$$L = \frac{R}{F^2}; \quad F^2 = \frac{1}{4 \sqrt{LC}}; \quad C = \frac{1}{8 F^2 R}; \quad R = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad (4)$$

ВЧ фильтрам также присуще-то преимущество, что для переменного тока

работают противоположным образом. частот последовательный элемент имеет более низкое реактивное сопротивление. Такие элементы пропускают высокочастотные сигналы, а для сигналов низких частот его реактивное сопротивление велико. Параллельный элемент оказывает

шунтирующее влияние на сигналы низких частот, а для высокочастотных сигналов его реактивное сопротивление велико.

Требуемая суммарная емкость Т-образного фильтра распределяется поровну между конденсаторами фильтра так, что каждый конденсатор имеет

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

емкость, равную удвоенному расчетному значению. В Π -образном фильтре общая индуктивность распределяется поровну между двумя катушками так, что каждая из них имеет индуктивность, равную удвоенному расчетному значению.

На рис. 8 приведены схемы типовых полосно-заграждающих LC-фильтров Т-образной и Π -образной структур.

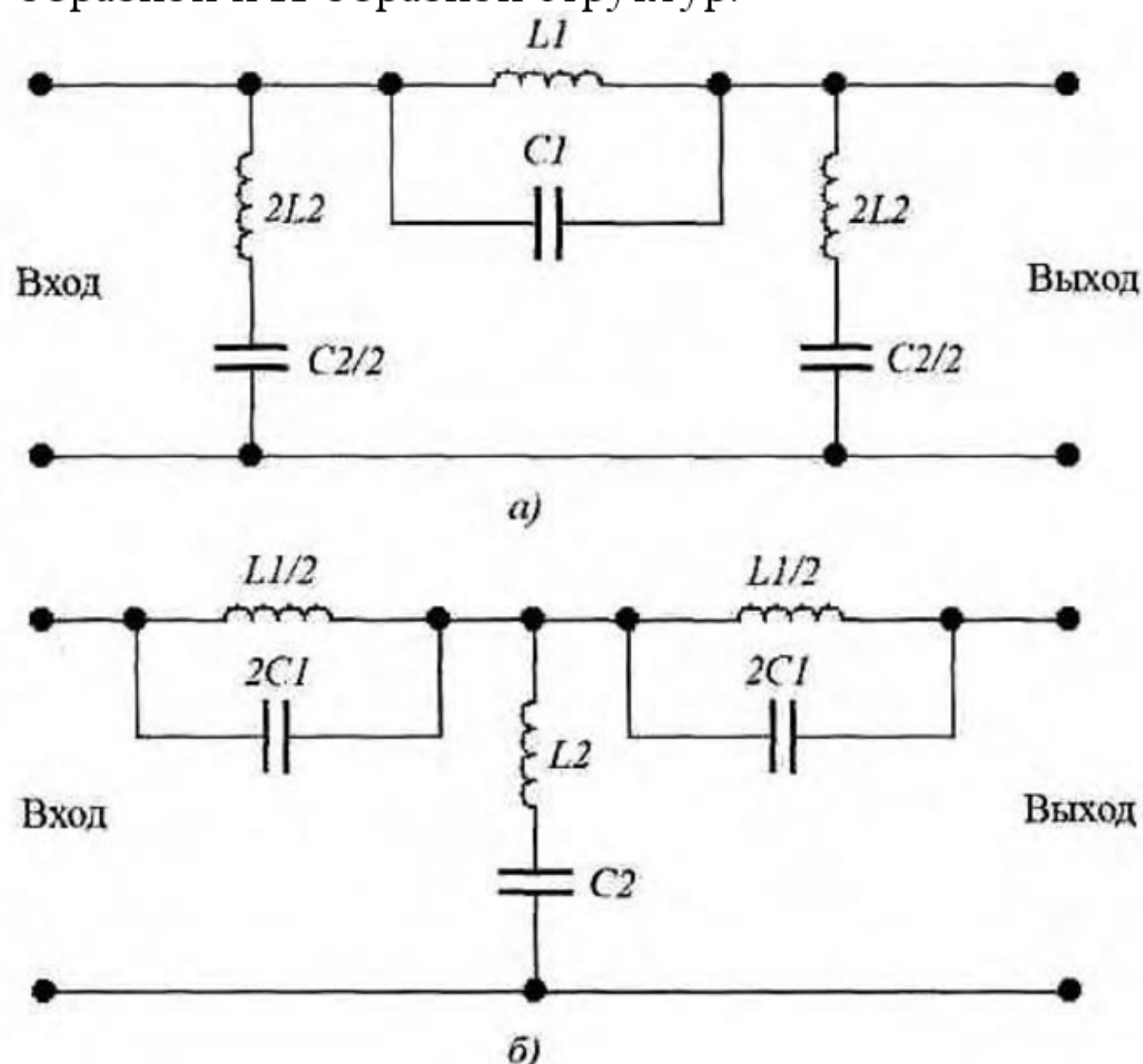


Рисунок 8 – Схемы полосно-заграждающих фильтров:
а - Π -образная; б - Т-образная

Полосно-заграждающий фильтр обладает тем преимуществом, что последовательные и параллельные резонансные цепи имеют различные характеристики их полных сопротивлений. Параллельная LC-цепь создает на резонансной частоте максимально большое сопротивление в то время, как у последовательной цепи оно минимально. При соединении этих двух LC-цепей определенным образом, как показано на рис. 8, можно создать схему полосно-заграждающего фильтра. Последовательная ветвь обладает минимальным полным сопротивлением на центральной частоте требуемого диапазона. Ее полное сопротивление начинает увеличиваться по обе стороны от частоты резонанса. На центральной частоте эта ветвь оказывает шунтирующее воздействие. Параллельная ветвь на центральной частоте имеет максимальное сопротивление, и оно уменьшается по обе стороны резонанса. Эта ветвь препятствует прохождению сигналов в диапазоне частот по обе стороны от центральной частоты.

На рис. 9 приведены схемы типовых полосно-пропускающих LC-фильтров Т-образной и Π -образной структур.

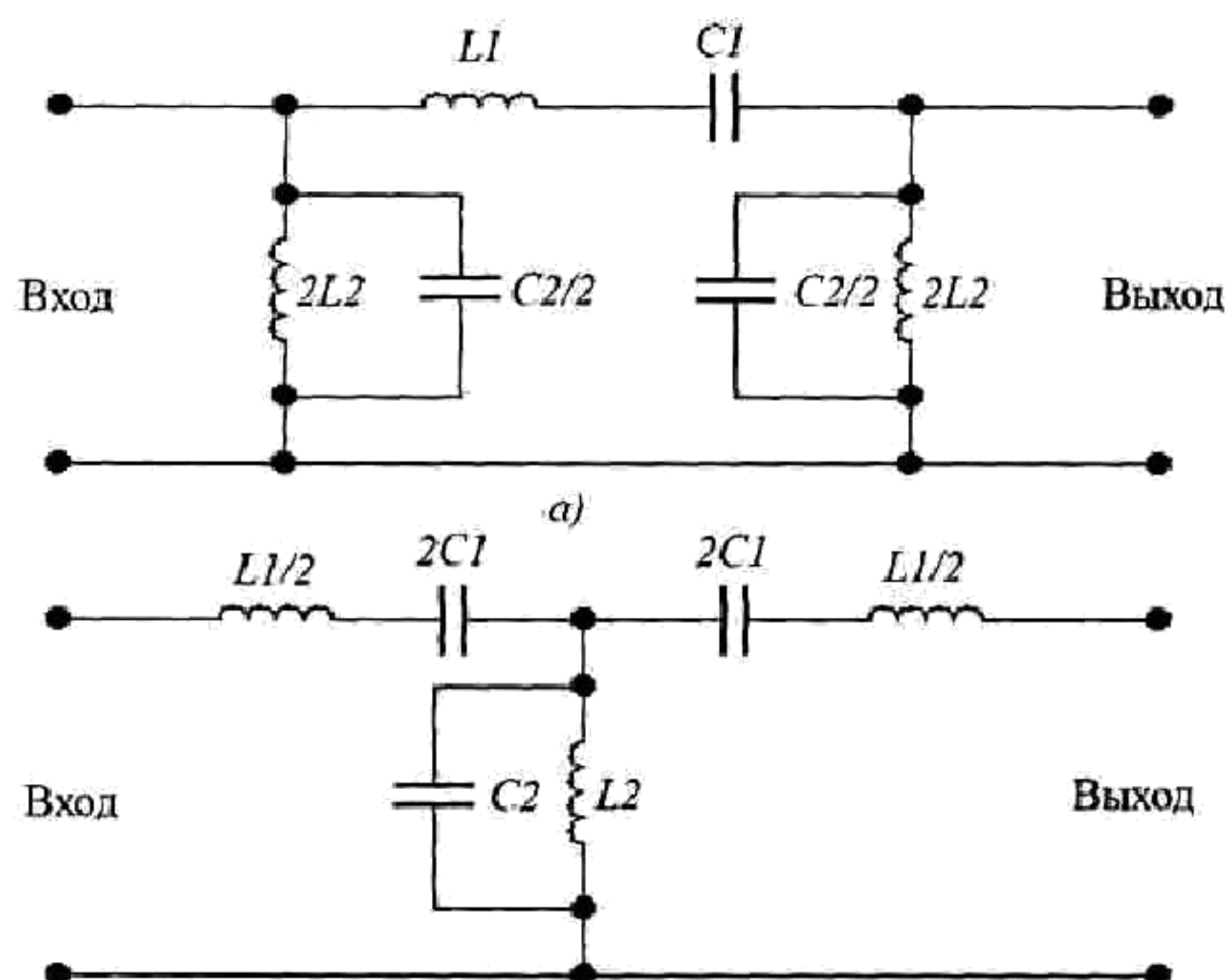


Рисунок 9 – Схемы полосно-пропускающих фильтров:
а - Π-образная; б - Т-образная

Полосно-пропускающий фильтр обладает тем преимуществом, что последовательные и параллельные резонансные цепи имеют различные характеристики их полных сопротивлений, как и полосно-заграждающий фильтр. Параллельная LC-цепь создает на резонансной частоте максимально большое сопротивление в то время, как у последовательной цепи оно минимально. На основе этих двух LC-цепей можно реализовать полосно-пропускающий фильтр. Последовательная ветвь обладает на центральной частоте требуемого диапазона минимальным полным сопротивлением, которое увеличивается по обе стороны от частоты резонанса. Эта ветвь оказывает шунтирующее воздействие на сигналы с частотами выше и ниже центра заданной полосы. Вследствие этого как последовательная, так и параллельная ветвь обеспечивают прохождение сигналов в диапазоне частот, лежащем по обе стороны от заданной центральной частоты.

Методика расчета параметров пассивных полосовых и режекторных фильтров

Для расчета параметров режекторных (заграждающих) фильтров обеих структур можно воспользоваться следующими формулами:

$$L_1 = \frac{2R}{F_2 - F_1} \sqrt{\frac{F_2 F_1}{F_2 + F_1}}; \quad L_2 = \frac{R}{4(F_2 - F_1)} \sqrt{\frac{F_2 F_1}{F_2 + F_1}}; \quad (5)$$

$$C_1 = \frac{1}{2R} \sqrt{\frac{F_2 - F_1}{F_2 F_1}}; \quad C_2 = \frac{1}{4R} \sqrt{\frac{F_2 - F_1}{F_2 F_1}}; \quad (6)$$

$$\frac{1}{2} \frac{2R}{21R4R(F2 F1)}$$

$$R \frac{1}{2} \frac{2RF1F2}{159}$$

$$F_{рез}(\text{кГц}) = \frac{159}{\sqrt{L(\text{мкГн}) \cdot C(\text{мкФ})}} \quad (7)$$

Для расчета параметров полосовых фильтров обеих структур можно воспользоваться следующими формулами:

$$R_{L1} = \frac{2R}{21} \frac{R}{(F2 F1)}; \quad L^2 = \frac{(21)R}{2} \frac{(F2 F1)}{4 F1F2} \quad (8)$$

$$C = \frac{F}{2} \frac{F}{4 F F}; \quad \frac{R}{2} \frac{R}{1} \frac{F}{2} \frac{F}{1} \quad (9)$$

$$F_{рез}(\text{кГц}) = \frac{159}{\sqrt{L(\text{мкГн}) \cdot C(\text{мкФ})}} \quad (10)$$

Содержание лабораторной работы работы, выполняемой студентами

Описание лабораторного оборудования:

ПЭВМ с программным редактором «Electronics Workbench».

Требования безопасности при выполнении работы

Задание для работы

Для фильтра низких частот по заданной полосе пропускания F_2 и нагрузке R рассчитать параметры L и C Т-образной и П-образной структур.

Снять экспериментальные амплитудно-частотные характеристики фильтров низких частот с расчетными параметрами и сравнить заданную (расчетную) и экспериментальную полосы пропускания для обеих структур фильтра.

Для фильтра высоких частот по заданной полосе подавления F_1 и нагрузке R рассчитать параметры L и C Т-образной и П-образной структур.

Снять экспериментальные амплитудно-частотные характеристики фильтров высоких частот с расчетными параметрами и сравнить заданную (расчетную) и экспериментальную полосы подавления для обеих структур фильтра.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Для фильтра по заданной полосе подавления от F_1 до F_2 и нагрузке R рассчитать параметры L и C Т-образной и П-образной структур.

Снять экспериментальные амплитудно-частотные характеристики заградительных фильтров с расчетными параметрами и сравнить заданную (расчетную) и экспериментальную полосы пропускания для обеих структур фильтра.

Для полосового фильтра по заданной полосе пропускания от F_1 до F_2 и нагрузке R рассчитать параметры L и C Т-образной и П-образной структур.

Снять экспериментальные амплитудно-частотные характеристики полосовых фильтров с расчетными параметрами и сравнить заданную (расчетную) и экспериментальную полосы подавления для обеих структур фильтра.

Составить отчет о проделанной работе в соответствии с

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

требованиями, изложенными в описании лабораторной работы.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Запустить моделирующую программу EWB5. Набрать схему Т-образного фильтра нижних частот по рис. 4.

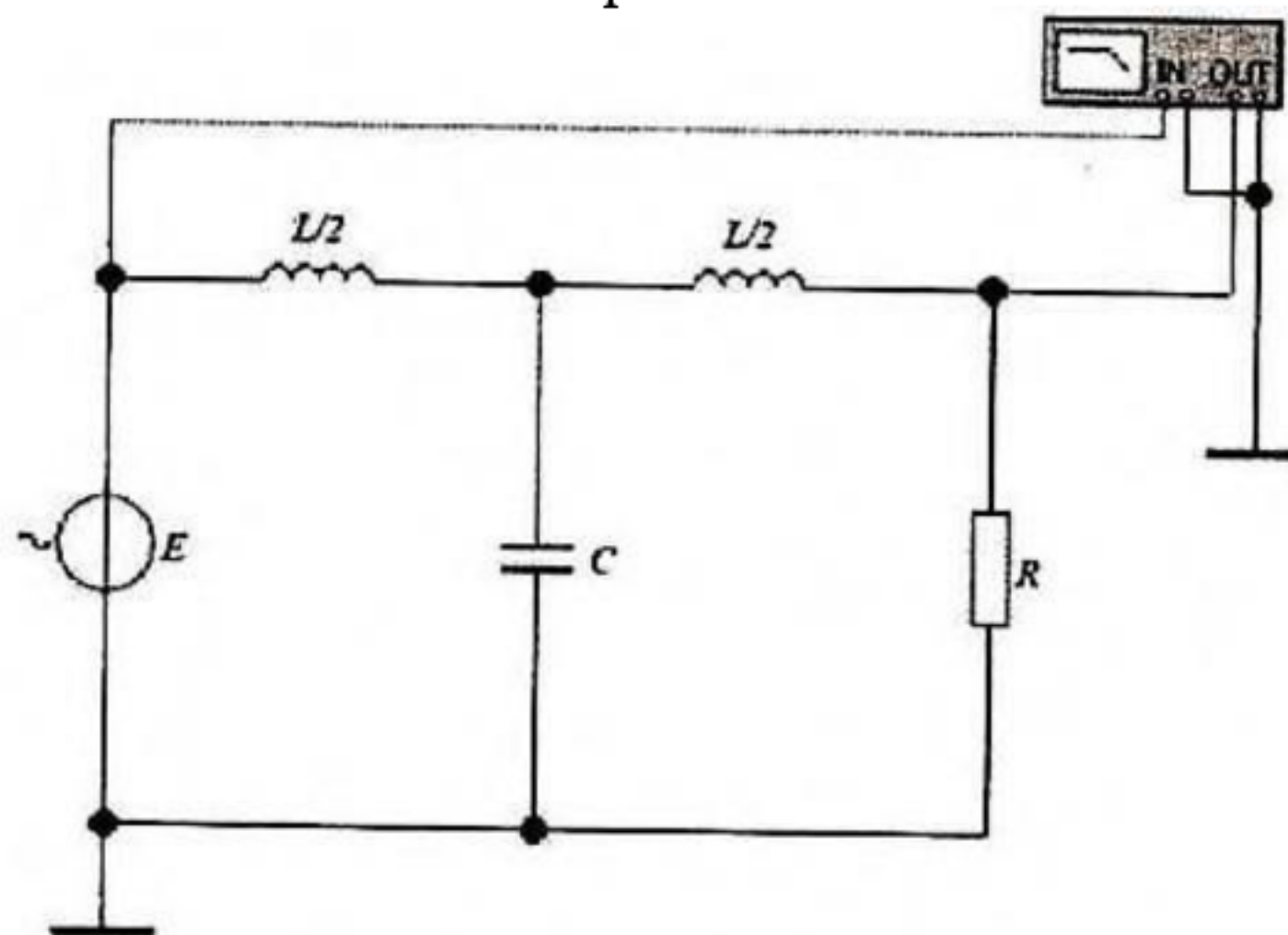


Рисунок 4 – Моделируемая схема Т-образного НЧ фильтра

4.2. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 1 рассчитать параметры фильтра L и C , воспользовавшись формулами (1) и (2). Таблица 1 – Исходные требования к исследуемому НЧ фильтру

E= 220 В, R= 1 кОм	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F ₂ , кГц	5 , 0	5 , 5	6, 0	6 , 5	7, 0	7 , 5	8, 0	8, 5	9	10

4.3. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

4.4. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ Т-образного НЧ фильтра.

4.5. Определить полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы пропускания с заданным значением.

4.6. Набрать схему П-образного фильтра нижних частот по рис. 5.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

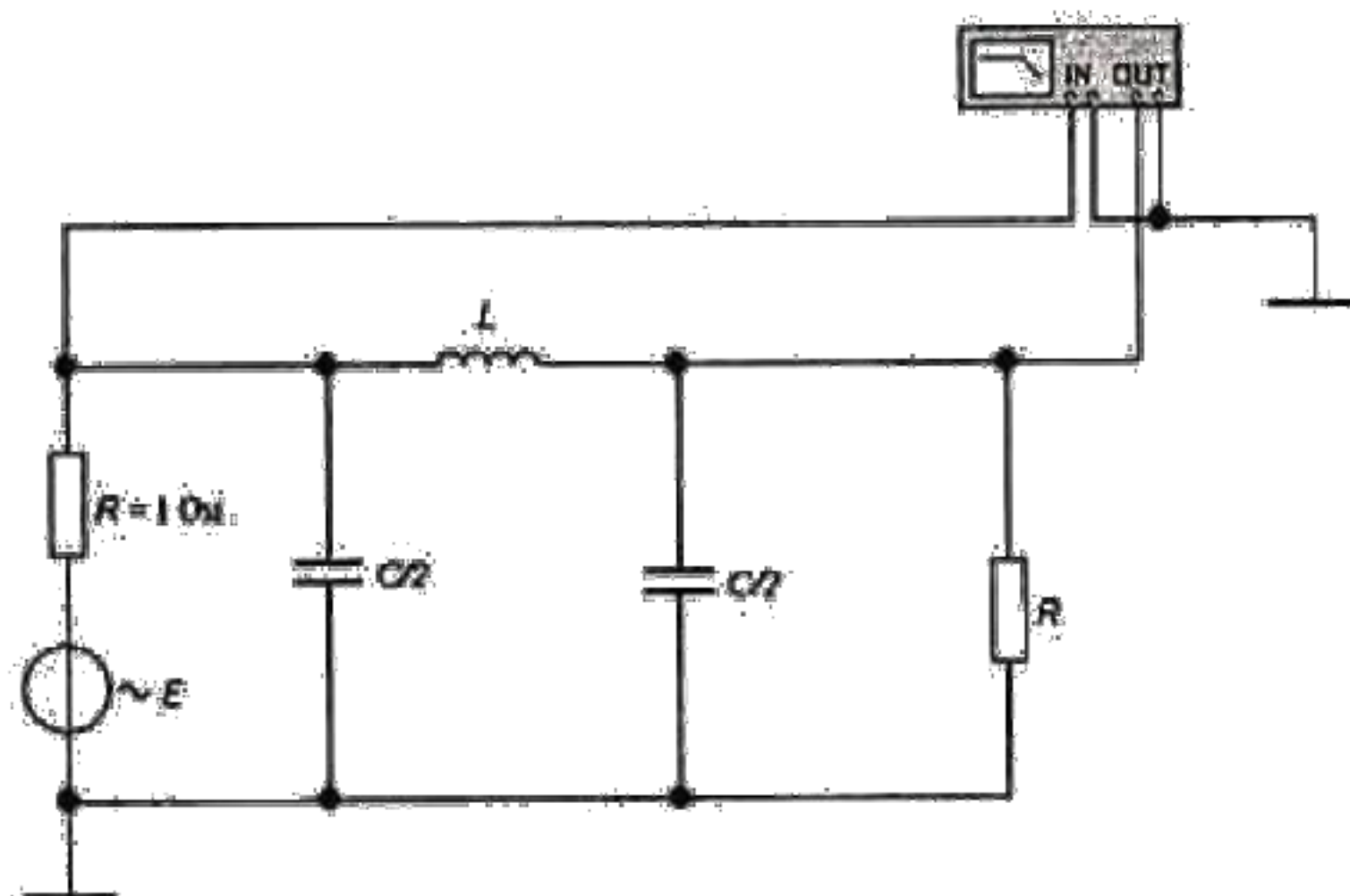


Рисунок 5 – Моделируемая схема П-образного НЧ фильтра

- 4.7. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 1 рассчитать параметры фильтра L и C , воспользовавшись формулами (1) и (2).
- 4.8. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.
- 4.9. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ П-образного НЧ фильтра.
- 4.10. Определить полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы пропускания с заданным значением. Сравнить полосы пропускания Т-образного и П-образного фильтров.
- 4.11. Набрать схему Т-образного фильтра высоких частот по рис. 6.

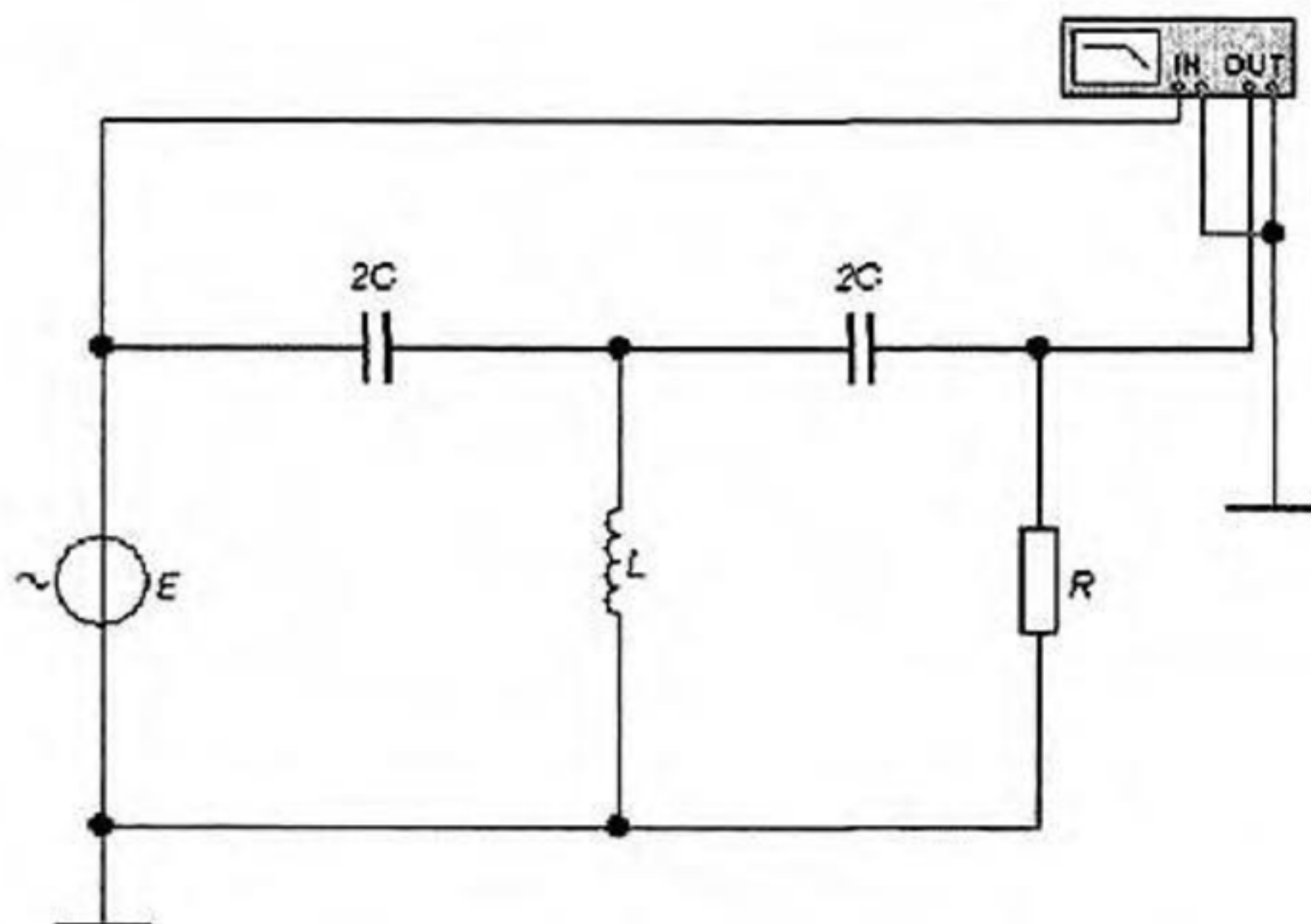


Рисунок 6 – Моделируемая схема Т-образного ВЧ фильтра

- 4.12. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 2 рассчитать параметры фильтра L и C , воспользовавшись формулами (3) и (4).

Таблица 2 – Исходные требования к исследуемому ВЧ фильтру

E= 220 В, R= 1 кОм F ₁ , кГц	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5 , 0	5 , 2	5, 4	5 , 6	5, 8	6 , 0	6, 2	6, 4	6 , 6	6,8

4.13. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

4.14. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ Т-образного ВЧ фильтра.

4.15. Определить полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы пропускания с заданным значением.

4.16. Набрать схему П-образного фильтра высоких частот по рис. 7.

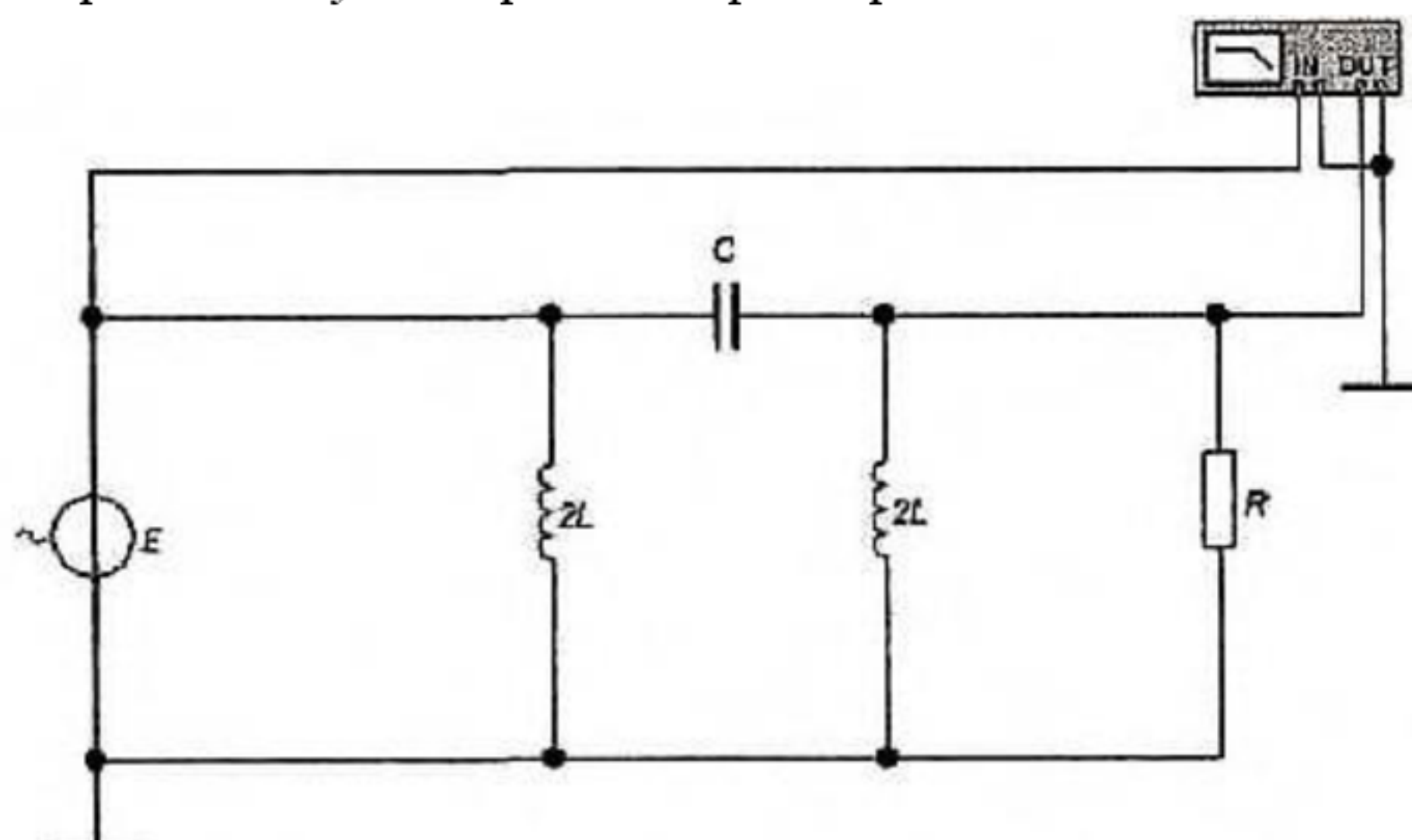


Рисунок 7 – Моделируемая схема П-образного ВЧ фильтра

4.17. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 2 рассчитать параметры фильтра L и C, воспользовавшись формулами (3) и (4).

4.18. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

4.19. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ П-образного ВЧ фильтра.

4.20. Определить полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы пропускания с заданным значением. Сравнить полосы пропускания Т-образного и П-образного фильтров.

5.1. Запустить моделирующую программу EWB5. Набрать схему Т-образного ВЧ фильтра по рис. 10.

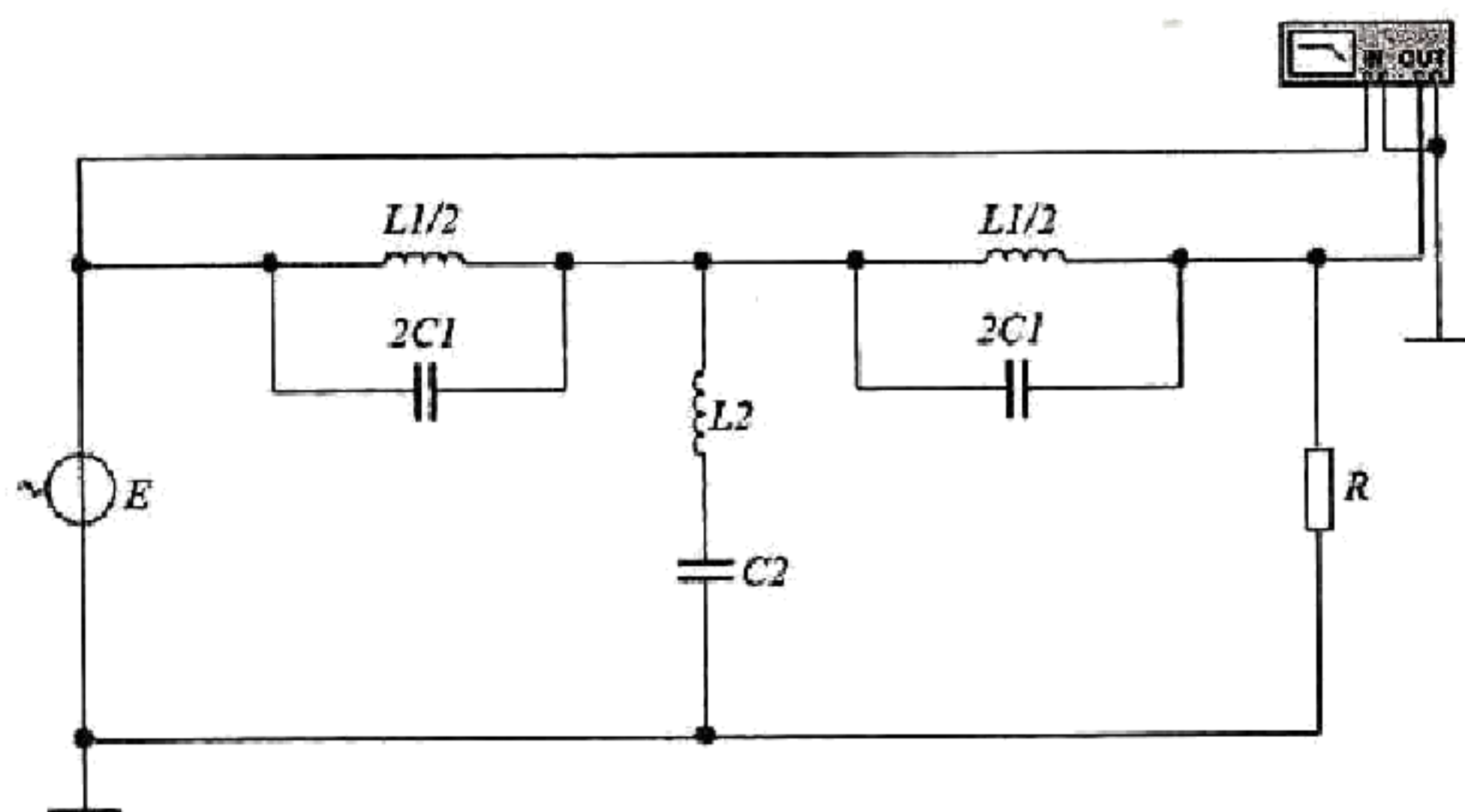


Рисунок 10 – Моделируемая схема Т-образного заградительного фильтра

5.2. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 3 рассчитать параметры фильтра L и C , воспользовавшись формулами (5) - (7).
Таблица 3 – Исходные требования к исследуемым полосно-заграждающим и полосно-пропускающим фильтрам

E= 220 В, R= 1 кОм	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F ₁ , кГц	5,0	5, 5	6, 0	6, 5	7, 0	7, 5	8, 0	8, 5	9	10
F ₂ , кГц	70	7, 5	8, 0	8, 5	9, 0	9, 5	10, 0	10, 5	11	12

5.3. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

5.4. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ Т-образного ЗФ.

5.5. Определить полосу подавления фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы подавления с заданным значением.

5.6. Набрать схему П-образного заградительного фильтра по рис. 11.



Рисунок 11 – Моделируемая схема П-образного заградительного фильтра

5.7. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 3

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

рассчитать параметры фильтра L и C , воспользовавшись формулами (5) - (7).

5.8. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

5.9. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ П-образного ЗФ.

5.10. Определить полосу подавления фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы подавления с заданным значением. Сравнить полосы подавления Т-образного и П-образного заградительных фильтров.

5.11. Набрать схему Т-образного полосового фильтра по рис. 12.

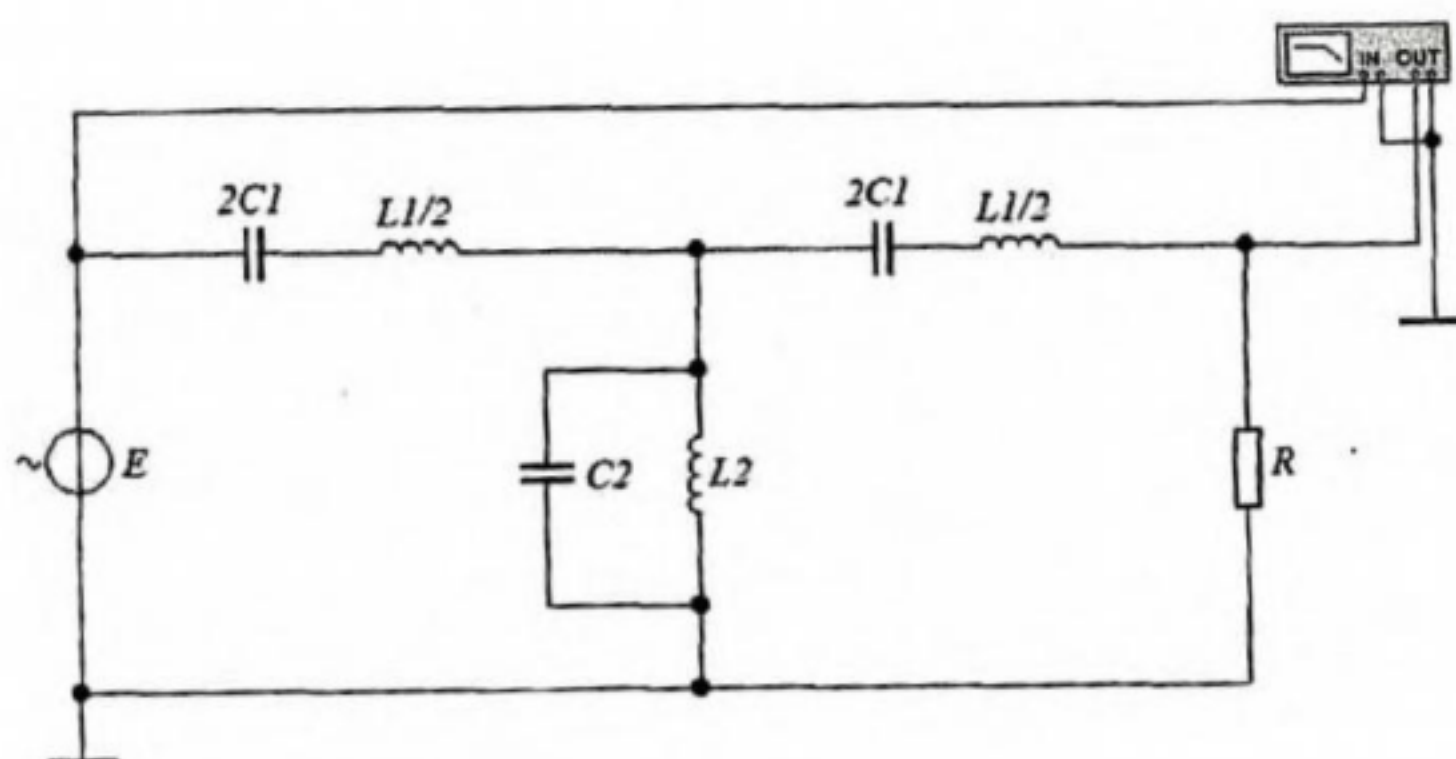


Рисунок 12 – Моделируемая схема Т-образного полосового фильтра

5.12. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 3 рассчитать параметры фильтра L и C , воспользовавшись формулами (8) - (10).

5.13. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

5.14. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ Т-образного ПФ.

5.15. Определить полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы пропускания с заданным значением.

5.16. Набрать схему П-образного полосового фильтра по рис. 13.

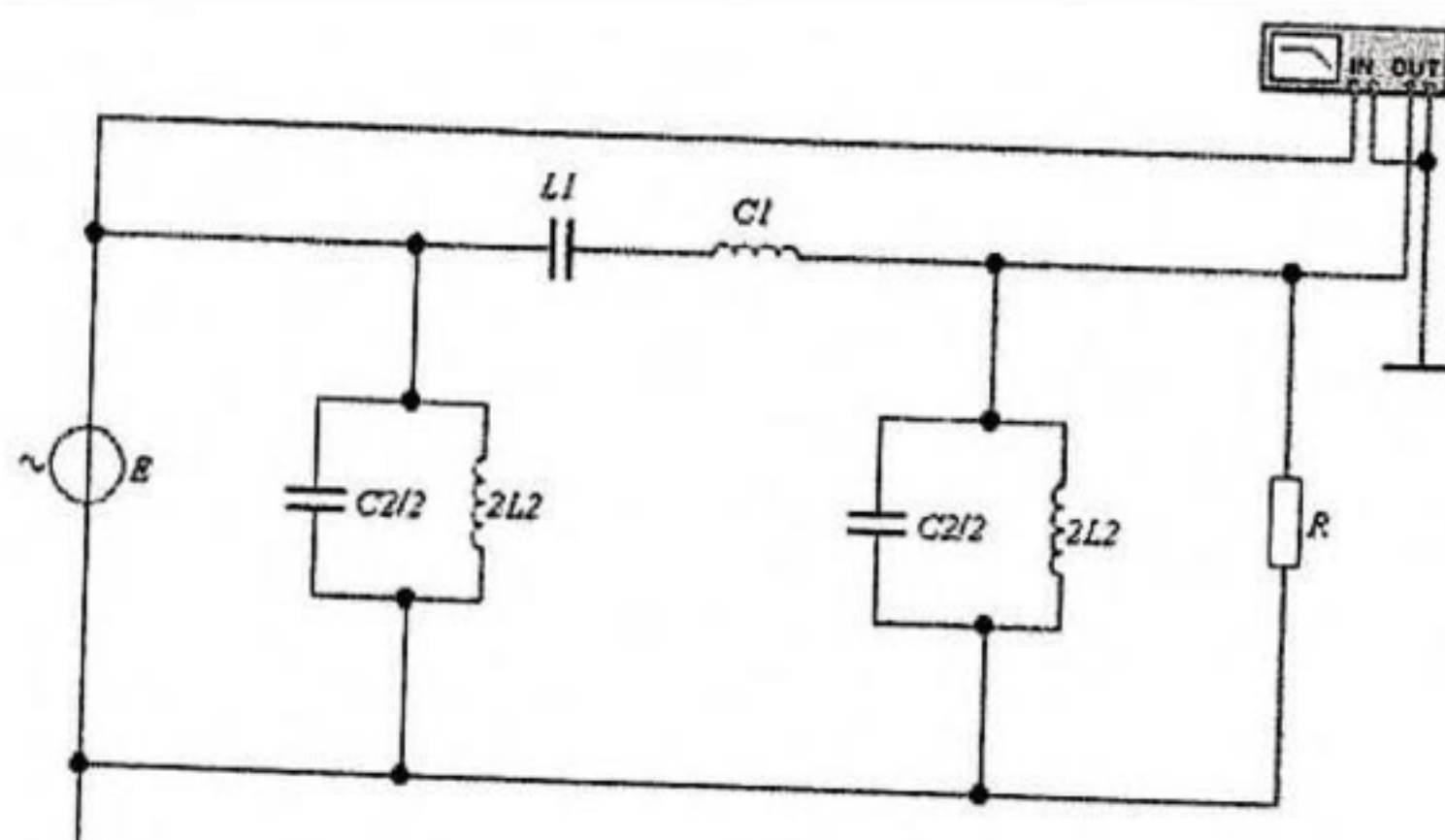


Рисунок 13 – Моделируемая схема П-образного полосового фильтра

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5.17. Согласно заданному преподавателем варианту из таблицы 3

рассчитать параметры фильтра L и C, воспользовавшись формулами (8) - (10).

5.18. Отредактировать схему согласно расчетным параметрам.

5.19. Включить схему, двойным щелчком мыши по измерителю частотных характеристик (*Bode plotter*) раскрыть его и в линейном режиме снять АЧХ П-образного ПФ.

5.20. Определить полосу пропускания фильтра на уровне 3 дБ (в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от максимального значения). Сравнить значение полосы пропускания с заданным значением. Сравнить полосы пропускания Т-образного и П-образного полосовых фильтров.

6. Требования к отчету о проделанной лабораторной работе.

отчете привести:

задание на выполнение работы,

порядок проведения работы,

моделируемые принципиальные схемы фильтров,

результаты расчетов параметров фильтров;

результаты измерений амплитудно-частотных характеристик для каждой исследуемой схемы фильтра;

сравнение расчетных результатов с

экспериментами. выводы о проделанной работе.

Моделирование и исследование принципов построения и работы средств генерации шума для энергетического скрывтия ПЭМИН

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

ГЕНЕРАТОР ШУМА ГШ-1000М

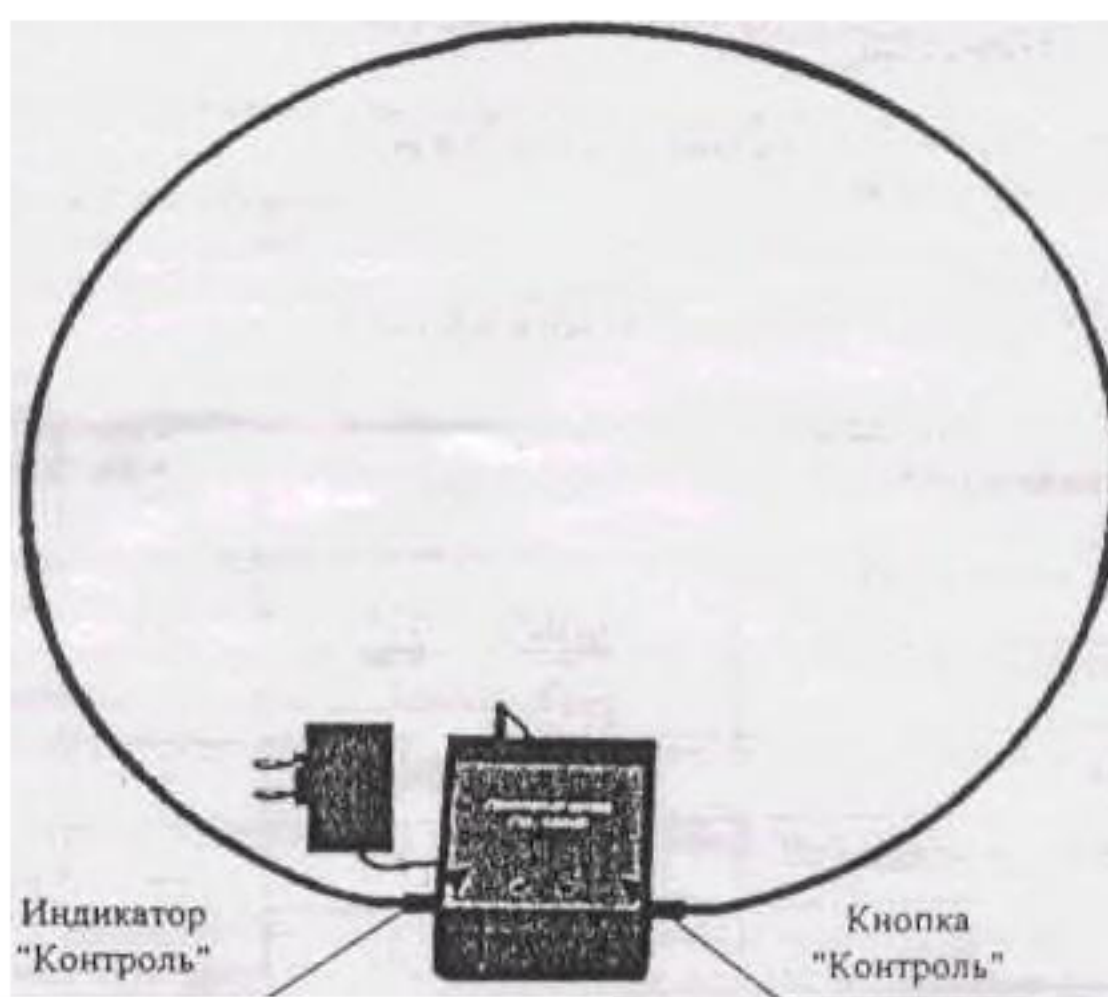


Рис. 1.

Описание и работа.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Генератор шума ГШ-1000М (далее по тексту генератор) предназначен для маскировки побочных, информативных электромагнитных излучений персональных компьютеров, компьютерных сетей и комплексов на объектах вычислительной техники первой, второй и третьей категорий путем формирования и излучения в окружающее пространство электромагнитного поля шума (ЭМПШ) в диапазоне частот 0,1-1000 МГц.

Технические характеристики

Значения спектральной плотности напряженности магнитного (Нш) и электрического (Еш) компонентов нормированного электромагнитного поля шума (ЭМПШ) в децибелах к 1мкВ/м* кГц, формируемого генератором на расстоянии d=1м для Нш и d=3м для Еш не ниже, значений указанных в таблице 1.

Табл. 1

Частота, МГц	0,1	0,5	1	5	10	30	100	200	300	500	700	1000
Норма по ТУ	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	35
Еш, дБ.	5	0	0	5	0	0	5	5	5	0	0	
Результат измерения Еш, дБ.	4	5	6	6	7	6	4	5	4	4	4	37
Норма по ТУ	6	5	5	5	5	4						
Нш, дБ.	0	5	5	5	0	5						
Результат измерения	6	7	8	7	7	6						
Нш, дБ.	7	7	1	2	1	0						

Нормализованный коэффициент качества ЭМПШ (К), формируемого генератором не менее 0,8. 1. 2. 3 Генератор обеспечивает визуальную и звуковую индикацию выполнения требований по п.п. 1.2.1, 1.2.2 (нормального режима работы).

Генератор обеспечивает возможность дистанционного контроля выполнения требований по п.п. 1.2.1. 1.2.2 (нормального режима работы)

Электропитание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220±22 В и частотой 50 Гц

Генератор сохраняет свои технические характеристики в интервале температур от плюс 5 до плюс 40°С и относительной влажности до 80% при температуре плюс 25°С.

Время наработки на отказ - 5000 ч. Срок службы - 10 лет. Технический ресурс - 20000ч.

Габаритные размеры:

блока генератора с излучающей антенной - 700*600*35 мм,

блока питания - 115*80*65

мм. Масса.

блока генератора с излучающей антенной не более - 0,8

кг, ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ не более - 0,4 кг.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Состав комплекта генератора приведен в таблице 2.

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Табл. 2

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1 Блок генератора с излучающей антенной	ШЛ2.211.037	1	
2 Блок питания	ШЛ2.087.263	1	или аналогичный
3 Тара упаковочная	ШЛ4.170.036	1	
4 Руководство по эксплуатации	ШЛ2.211.038 РЭ	1	
5 Этикетка	ШЛ2.211.038ЭТ	1	

Устройство и работа изделия Принцип действия.

Работа генератора основана на использовании нелинейных свойств транзистора и организации широкополосной обратной связи для генерации широкополосного шумового сигнала и его усиления. Сформированный шумовой сигнал излучается в окружающее пространство. Его интенсивность значительно превышает интенсивность радиоизлучения от средств вычислительной техники, что обеспечивает надежную защиту обрабатываемой ими информации от несанкционированного доступа.

состав генератора шума входит устройство контроля нормального режима работы генератора. Если уровень сигнала на выходе генератора превышает заданный уровень, то горит светодиод "Контроль" служащий индикатором нормального режима работы генератора.

Если же уровень сигнала на выходе генератора окажется ниже заданного уровня, что может быть обусловлено как падением уровня выходной мощности генератора, так и изменением характера спектра генерируемого им сигнала, то индикаторный светодиод гаснет и запускается генератор звукового сигнала. Это является признаком нарушения нормального режима работы генератора.

состав генератора шума входит устройство дистанционного контроля нормального режима работы генератора.

Внешнее контрольное и/или управляющее устройство может быть подключено к коаксиальному разъему DJK- 0,2 А диаметром 2,1мм. "Дист. контроль" на задней панели генератора с помощью вилки DJK -10А, причем положительный контакт – внешний, отрицательный - внутренний. Так как выходным элементом схемы дистанционного контроля является транзисторная оптопара АОТ128А, то значения параметров коммутируемых напряжения и тока не должны превышать максимально допустимых для этой оптопары, а именно, максимально допустимое коммутируемое напряжение не более 50 В, максимально допустимый ток нагрузки не более 8мА.

Если уровень сигнала на выходе генератора превышает заданный уровень, то транзистор оптопары открыт и поданное на него напряжение передается в нагрузку.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Если уровень сигнала на выходе генератора окажется ниже заданного уровня, что может быть обусловлено как падением уровня выходной мощности генератора, так и изменением характера спектра генерируемого им сигнала, то

транзистор оптопары закрывается и поданное на него напряжение в нагрузку не передается. Это является признаком нарушения нормального режима работы генератора.

Описание конструкции.

Внешний вид генератора представлен на рис. 1.

Генератор состоит из блока генератора с излучающей антенной и блока питания.

Конструктивно блок генератора размещен в пластмассовом литом корпусе. Излучающая антенна выполнена в виде металлического проводника, помещенного в пластиковую оболочку и закрепленного на боковых стенках металлического шасси блока генератора. Предусмотрена возможность поворота плоскости излучающей антенны, как единого целого без изменения ее формы, относительно корпуса блока генератора, вокруг проходящей через боковые стенки корпуса оси. При этом плоскость антенны может поворачиваться на любой угол и фиксироваться с помощью фигурных гаек на боковых кронштейнах металлического шасси блока генератора

На крышке корпуса блока генератора размещены: индикатор нормального режима работы генератора и кнопка оперативного контроля его работоспособности. На задней стенке корпуса блока генератора размещены разъемы для подключения блока питания и внешней системы дистанционного контроля.

В качестве блока питания генератора использован блок питания стабилизированный БП-02Б-1 ШЛ2.087.263 ТУ, но может быть использован и аналогичный с выходным напряжением +12В и током нагрузки не менее 300мА.

Специальное заземление при работе генератора не требуется.

Характерные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование неисправностей	Вероятная причина	Способы устранения
1. Не светится индикатор на корпусе блока генератора при не нажатой кнопке на передней панели	Неисправен блок питания	Заменить блок питания
2. Не светится индикатор на корпусе блока генератора при не нажатой кнопке на передней панели	Отсутствие генерации	Заменить блок генератора
3. При нажатой кнопке на передней панели корпуса блока генератора индикатор не гаснет и звуковой сигнал не излучается	Нарушен нормальный режим работы генератора	Заменить блок генератора

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание лабораторной работы,

исполненной студентами в ходе 3-го вопроса занятия

Описание лабораторного оборудования:
генератор шума ГШ-100М;
осциллограф С1-93 или GOS-620FG;
микрофонная радиозакладка;

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

элементы коммутации;
сканирующий приемник AR3000A.

Требования безопасности при выполнении работы:

Работы по установке генератора производить только при выключенном напряжении питания.

Какие-либо специальные требования, отличающиеся от требований, предъявляемых в соответствии с инструкциями по работе с электроаппаратурой, питающейся от сети с напряжением 220В и частотой 50Гц и с постоянным напряжением 12В при токах порядка 0,3А, отсутствуют.

Электромагнитные поля, создаваемые генератором на расстоянии более 1м от антенны не превышают допустимого уровня на рабочих местах и соответствуют ГОСТ 12.006-84, ГОСТ В21.953-76, СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИРЧ). Санитарные нормы и правила".

3. Порядок выполнения работы:

3.1. Исследование генератора по вопросу использования его по назначению

3.1.1. Подготовка изделия к использованию

После извлечения генератора из упаковочной тары внешним осмотром убедиться в отсутствии дефектов, поломок при транспортировке и проверить комплектность.

Перед включением генератора и проведением с ним каких-либо работ необходимо ознакомиться с настоящим документом.

При установке генератора допускается поворот плоскости излучающей антенны на любой угол с последующей фиксацией гайками.

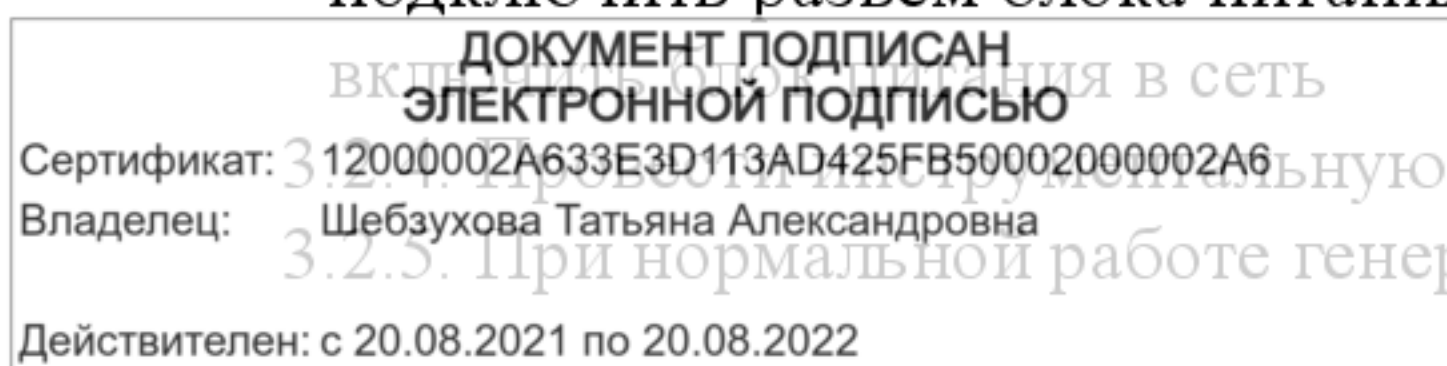
Установка генератора на объекте должна производиться квалифицированными специалистами, имеющими возможность провести контроль эффективности его работы в конкретных условиях эксплуатации с помощью специальной аппаратуры. После установки должна быть проведена аттестация объекта информатизации.

3.2. Исследование рекомендаций по использованию изделия.

3.2.1. Установить генератор вблизи защищаемого компьютера. Один генератор обеспечивает маскировку (защиту) информации устройств вычислительной техники, размещенной в помещении площадью — 40м².

3.2.2. Для защиты информации от утечки по побочным электромагнитным каналам на больших вычислительных центрах, в терминальных залах, мощных вычислительных комплексах рекомендуется использовать несколько генераторов ГШ-1000М, размещая их по периметру объекта. Максимальное расстояние между соседними генераторами должно быть не более 20 метров.

3.2.3. Включение генератора производится в следующем порядке:
подключить разъем блока питания к генератору,



проверку защищенности информации.
3.2.3. При нормальной работе генератора должно наблюдаться свечение

индикатора "Контроль" на передней панели блока генератора. При нажатии кнопки "Контроль" на передней панели корпуса блока генератора индикатор "Контроль" должен гаснуть и излучаться прерывистый звуковой сигнал. Нормальный режим работы генератора устанавливается не более 10 секунд.

3.2.6. К разъему "Дист. контроль" на задней панели корпуса блока генератора может быть подключено внешнее устройство дистанционного контроля, позволяющее автоматически блокировать работу систем вычислительной техники в случае возникновения неполадок в работе генератора во время работы операторов с информацией с ограниченным доступом или индицировать работу генератора на центральном пульте контроля, если таковой установлен.

3.2.7. В случае возникновения внештатной ситуации (индикатор погас и подается прерывистый звуковой сигнал) следует прекратить работу с указанной информацией до выяснения причин нарушения работы генератора.

3.2.8. В выделенных помещениях первой, второй и третьей категорий при проведении режимных мероприятий (переговоры, совещания), генератор должен быть отключен от цепи питания или применены специальные меры защиты информации в соответствии с СТР-97.

3.2.9. Для защиты информации от утечки по каналам ПЭМИ на объектах информатизации первой категории рекомендуется использовать несколько генераторов, размещая их по периметру объекта и располагая антенные системы в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

3.3. Исследование способа зашумления радиоизлучений при помощи генератора шума «ГШ – 1000М».

3.3.1. Собрать структурную схему лабораторной установки, представленную на рис. 2.

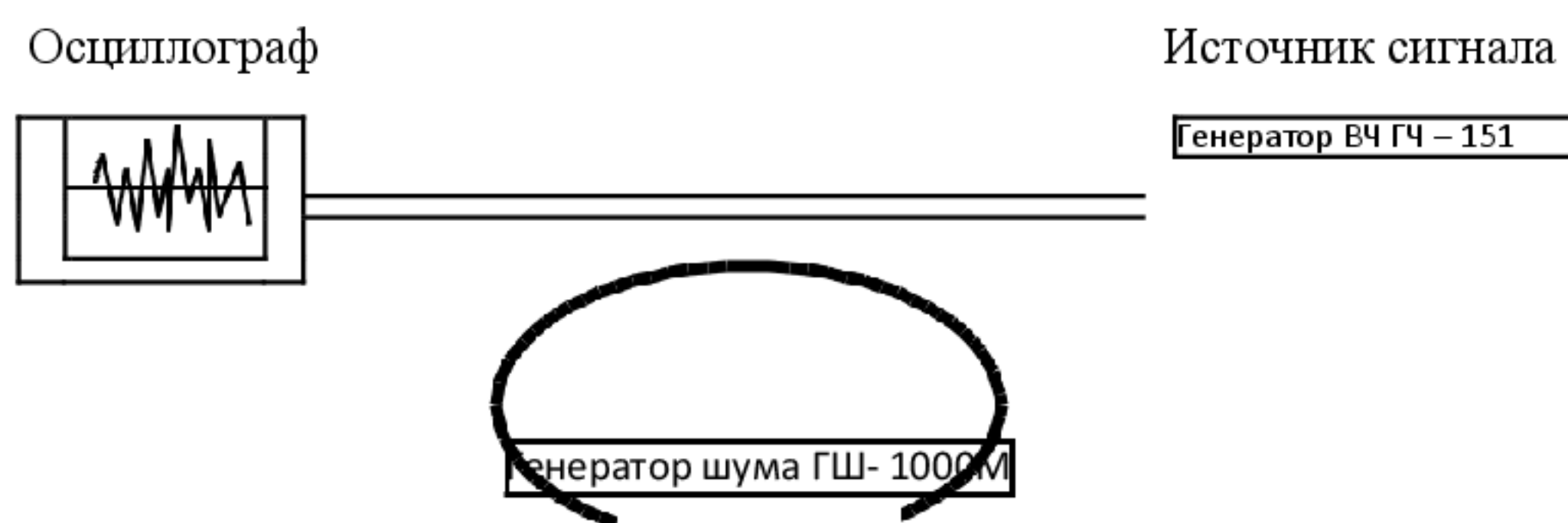


Рис. 2. Структурная схема исследования

3.3.2. При отключенном генераторе ГЧ-151, включить генератор шума ГШ-1000М. При помощи осциллографа посмотреть вид шума. Изобразить в

генератор ГЧ-151 и установить на нем глубину модуляции 100%. При помощи осциллографа посмотреть вид радиосигнала и измерить частоту 10 МГц.

Изобразить в отчете исследуемый сигнал.

3.3.4. Меняя амплитуду ВЧ сигнала с помощью аттенюатора ГЧ-151, добиться того, чтобы на выходе осциллографа наблюдались соотношения амплитуды сигнала к уровню шума, равное – 10, 5, 3, 2, 1. Изобразить измеренные эпюры напряжения аддитивной смеси сигнал и шум.

3.3.5. Включить генератор шума ГШ-1000М на расстоянии 0,5 м от генератора сигнала и повторно при помощи осциллографа измерить частоту 10 МГц, а также определить возможность распознавания исходного сигнала после его детектирования. Оценить результаты измерения. Изобразить в отчете аддитивную смесь сигнала и шума.

3.3.6. При помощи осциллографа измерить частоту 10 МГц на расстоянии 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 м от нее. Построить график зависимости эффективности подавления высокой частоты от расстояния $D=f(r)$ при $r=0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5$ м. Оценить результаты измерений.

3.4. Исследование способа зашумления радиозакладок при помощи генератора шума «ГШ – 1000М».

3.4.1. Собрать структурную схему лабораторной установки, представленную на рис. 3.



Рис. 3. Структурная схема исследования

3.4.2. Включить микрофонную радиозакладку. Включить и настроить сканирующий приемник AR – 3000. Найти частоту излучения радиозакладки и прослушать передаваемую информацию.

3.4.3. Включить генератор шума ГШ-1000М на расстоянии 0,5 м от радиозакладки. Прослушать передаваемую информацию и качественно оценить эффективность энергетического скрытия.

3.4.4. Изменяя расстояние радиозакладки от стационарного генератора шума, определить предельное расстояние, на котором обеспечивается эффективное зашумление. В лабораторном отчете на структурной схеме (рис. 3) нанести радиус эффективного зашумления.

4.1. Запустить моделирующую программу EWB.

4.2. Изобразить эквивалентную схему замещения генератора шума по рис. 4

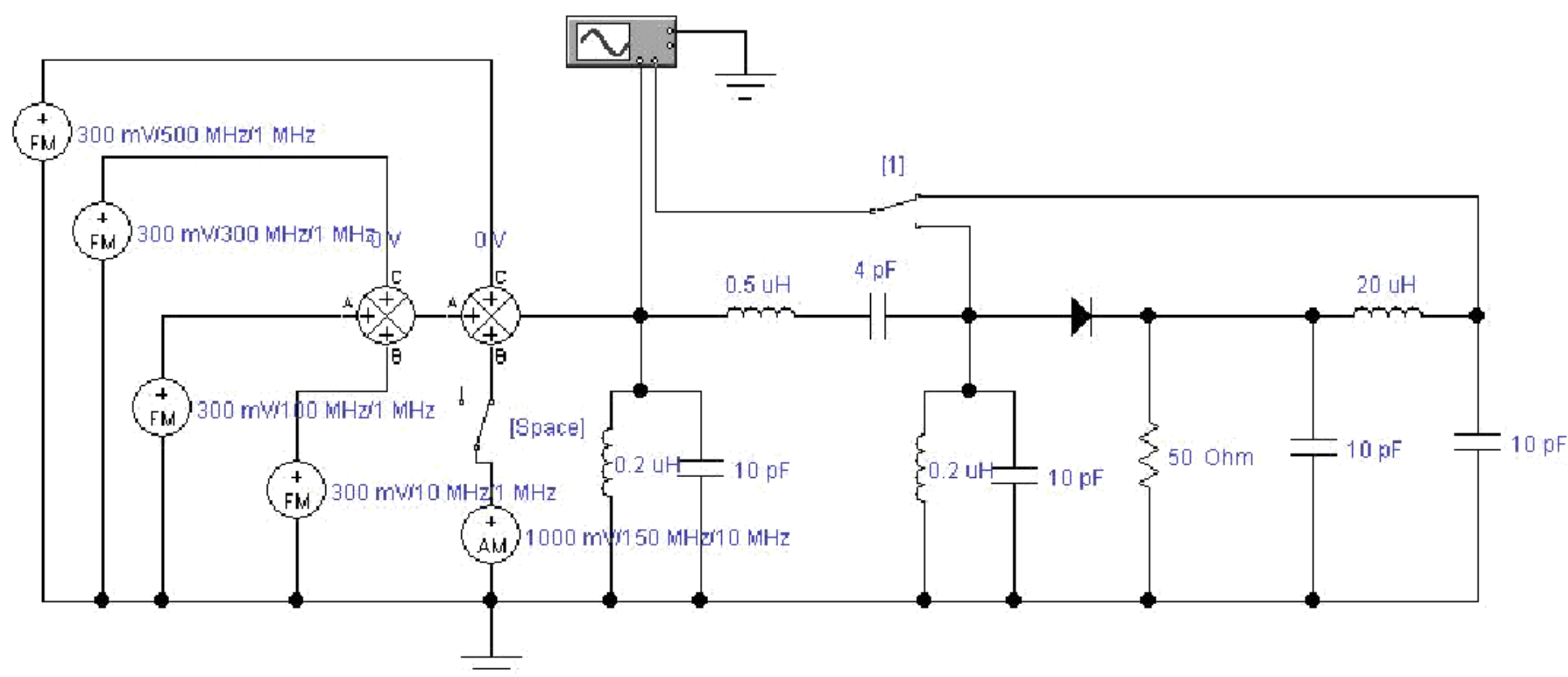


Рис. 4 – Эквивалентную схему замещения генератора шума

4.3. Включить симулятор EWB, убедиться в работоспособности схемы.

4.4. Снять временные диаграммы аддитивной смеси амплитудно-модулированный сигнал и шум. Для этого двойным щелчком мыши нажав по значку осциллографа, открыть окно осциллографа, а для увеличения окна нажать кнопку «Expand». Канала осциллографа перевести в режим «АС».

4.5. Снять спектр зашумленного АМ сигнала. Для этого, в начале войти в меню Circuit Schematic Options Show/Hide, где установить флажок в окне – Show nodes. В результате на собранной схеме появятся номера узлов схемы для удобства их дальнейшего исследования с помощью Фурье-анализа. Затем выключив симулятор войти в меню Analysis Fourier Simulate. При этом для измерения спектра в меню Fourier установить значения основной частоты, равное 1 МГц, а количество гармоник – 500. Меняя значение Output nodes (узлов схемы) снять спектр АМ сигнала, шума и аддитивной смеси. Отобразить отснятые спектры в отчете лабораторной работы.

4.6. Меняя амплитуду АМ сигнала в генераторе АМ сигналов от 500 мВ до 2000 мВ с шагом 250 мВ, снять и отобразить в отчете спектры зашумленного АМ сигнала. Для каждого спектра измерить амплитуду боковой (информационной) гармоники АМ сигнала и среднее значение уровня шума на соседних гармониках и определить величину отношение сигнал/шум. Сделать выводы о возможности распознавания исходного АМ сигнала.

Составить отчет о выполнении лабораторной работы. В отчете отобразить:

тему и цель работы, порядок ее выполнения;

структурные схемы исследования;

указания в задании временные диаграммы (эпюры напряжения) и

спектры.

по результатам работы сделать обобщающие вывод об эффективности

активных способов энергетического скрытия сигналов.

5. Защитить отчет по проделанной лабораторной работе.

Список литературы, рекомендуемой для самостоятельной работы:

Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др. Технические средства и методы защиты информации: Учеб. пособие для студентов вузов. Под ред. Зайцева А.П. и Шелупанова А.А.. Изд. 4-е испр. и доп. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 616 с.

Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации: Учебное пособие. – М.: «Гелиос АРВ», 2005. – 960 с.

Хорев А.А. Техническая защита информации: Учеб. пособие для студентов вузов. В 3-х т. М.: НПЦ «Аналитика», 2010. – 436 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7-9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗВУКОИЗ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Время – 6 часов

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

Исследование звукопоглощающих и звукоизоляционных характеристик материалов, применяемых для звукоизоляции выделенных помещений

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Вводная часть

Проверка подготовленности обучаемых к лабораторной работе:

Методы энергетического скрывтия акустических сигналов.

Сравнительная характеристика методов звукоизоляции и звукопоглощения.

Классификация, сущность и параметры звукоизоляции ограждений, кабин, акустических экранов, глушителей.

Способы повышения звукоизоляции окон и дверей.

Основные звукопоглощающие материалы и способы их применения.

Способы оценки энергетических показателей безопасности речевой информации

Краткое описание справочно-информационные материалы

Документ подписан
Электронной подписью
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
называемым беззащитным методом. Обнаружить аппаратуру такого съема
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Метод съема информации по вибрационному каналу относится к так

информации крайне трудно, т.к. она устанавливается за пределами контролируемого помещения.

Речь, вызывающая акустические сигналы, представляет собой механические колебания воздушной среды. Падая на твердые поверхности, они преобразуются в структурные вибрационные сигналы, которые распространяются по строительным конструкциям зданий. По мере распространения в любой среде звуковые волны затухают. При этом величина затухания зависит от длины акустической волны. С увеличением частоты величина затухания быстро возрастает.

Звуковые волны обладают энергией, которая отражается, поглощается и передается через строительный материал и конструкции.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

При падении акустической волны на границу поверхностей с различными удельными плотностями большая часть падающей волны отражается. Меньшая часть волны проникает в материал и распространяется в нем, теряя свою энергию в зависимости от длины пути и его акустических свойств. Под воздействием акустической волны звукоизолирующая поверхность совершает сложные колебания, также поглощающие энергию падающей волны.

Количественно поглощенная, отраженная и прошедшая звуковая энергия определяется коэффициентами $K_{\text{погл}}$, $K_{\text{отр}}$, и $K_{\text{прош}}$.

$$K_{\text{погл}} = (W_{\text{пад}} - W_{\text{отр}}) / W_{\text{пад}} \text{ или } K_{\text{погл}} = (W_{\text{погл}} + W_{\text{прош}}) / W_{\text{пад}};$$

$$K_{\text{прош}} = W_{\text{прош}} / W_{\text{пад}} - \text{коэффициент звукопередачи (звукопроницаемость);}$$

$$K_{\text{отр}} = W_{\text{отр}} / W_{\text{пад}}.$$

Все эти коэффициенты называются диффузными, т.к. характеризуют усредненный эффект поглощения, отражения или прохождения звуковых волн, падающих на поверхность под всевозможными углами.

Величина проникновения звука в иную среду при существенном различии акустических сопротивлений сред определяется по приближенной формуле Рэлея

$$\frac{1}{2} \frac{c_1}{c_2},$$

где c - скорость распространения звуковой волны в веществе (среде), ρ - удельная плотность вещества. Произведение ρc называется акустическим сопротивлением сред.

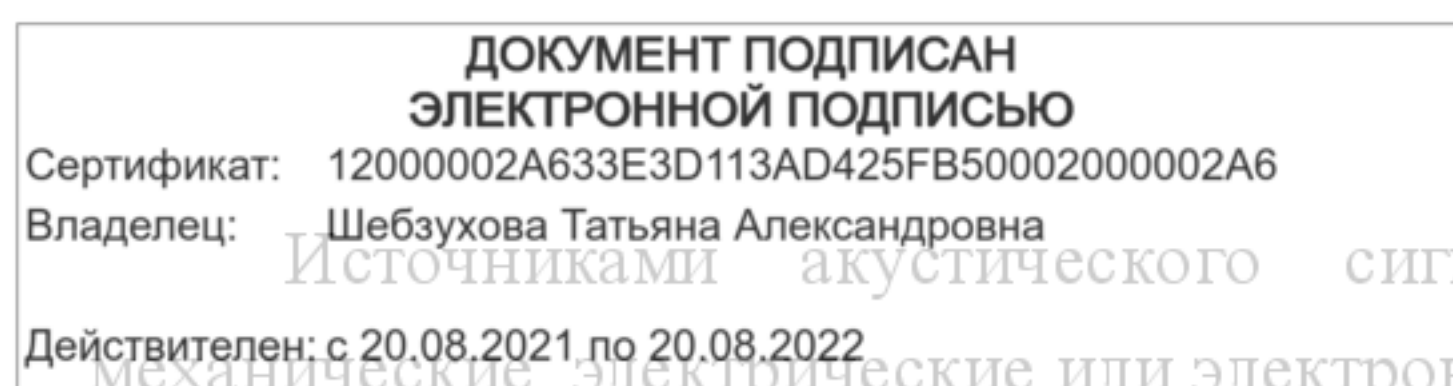
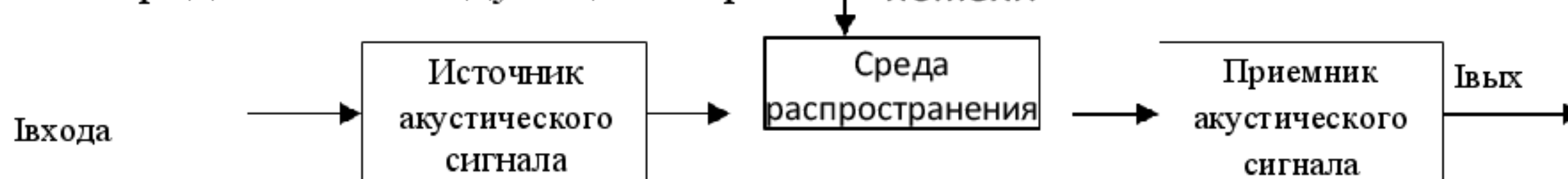
Если рассматривать падение отдельной плоской звуковой волны на поверхность, то коэффициент звукопоглощения зависит от материала поверхности, толщины, частоты звуковой волны и от угла падения.

Звукоизолирующую способность конструкции характеризуют величиной звукоизоляции, определяемой соотношением.

$$R = 10 \lg \frac{I_{\text{пад}}}{I_{\text{прош}}} \text{ (дБ)},$$

где $I_{\text{пад}}$ и $I_{\text{прош}}$ — интенсивность волны, падающей на преграду и прошедшей через нее.

Структурную схему утечки информации по вибрационному каналу можно представить следующим образом:



Источниками акустического сигнала могут быть люди, звучащие механические, электрические или электронные устройства, приборы и средства,

воспроизводящие ранее записанный звуки.

Среда распространения информации неоднородная, т.к. образуется последовательными участками различных физических сред: воздух, древесина, кирпич, бетон, металл, в которых скорость распространения различная.

Например: в железе - $v = 4800 \text{ м/с}$,

дереве - $v = 4000 \text{ м/с}$,

Энергетическое скрывание акустических сигналов в соответствии с рассмотренными методами защиты информации **обеспечивается** путем применения способов и средств, уменьшающих энергию носителя или увеличивающих энергию помех.

Звукоизоляция направлена на локализацию источников акустических сигналов в замкнутом пространстве внутри контролируемых зон. Основное требование к ней – за пределами этой зоны соотношение сигнал/помеха не должны превышать максимально-допустимые значения, исключающие добывание информации злоумышленниками. Учитывая, что средняя громкость звука говорящего в помещении составляет около 50 – 60 дБ, то в зависимости от категории помещения его звукоизоляция должна быть не менее норм, приведенных в таблице 1.

Таблица 1.

Частота, Гц	Категория выделенного помещения, дБ		
	I	II	III
500	53	48	43
1000	56	51	46
2000	56	51	46
4000	55	50	45

При этих значениях звукоизоляции уровни звука вне помещений на фоне акустических шумов не обеспечивают подслушивание разговоров.

Звукоизоляция оценивается величиной ослабления R в дБ акустической волны, равного $R = 10 \lg R_{\text{пад}}/R_{\text{пр}}$, где $R_{\text{пад}}$ – мощность падающей на средство звукоизоляции акустической волны, $R_{\text{пр}}$ – мощность акустической волны, прошедшей через это средство. При падении акустической волны на границу поверхностей с различными удельными плотностями большая часть падающей волны отражается. Меньшая часть волны проникает в материал звукоизолирующей конструкции и распространяется в нем, теряя свою энергию в зависимости от длины пути и его акустических свойств материала. Под действием акустической волны звукоизолирующая поверхность совершает сложные колебания, также поглощающие энергию падающей волны.

Характер этих поглощений определяется соотношением частот

падающей волны и спектральных характеристик (распределения частот) поверхности средства звукоизоляции. В области резонансных частот (до 25-45 Гц) средств звукоизоляции ослабление зависит в основном от внутреннего трения в звукоизолирующем материале, на более высоких

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
(до 25-45 Гц) средств звукоизоляции
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

частотах от его поверхностной плотности, измеряемой в кг на 1 м² поверхности.
С учетом действующих норм на звукоизоляцию в помещении поверхностная

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

масса основных ограждающих конструкций должна составлять не менее 250 – 300 кг.

Звукоизолирующие ограждения — это стены, перекрытия, перегородки, окна, двери, имеющие по периметру контакты с другими ограждениями. Величина звукоизоляции однослойного ограждения характеризуется сложной нелинейной зависимостью как от частоты $f_{зв}$ колебания акустической волны, так и от большой группы характеристик ограждения. В общем случае эту зависимость можно представить в виде следующей функции:

$$R=F(f_{зв}, m, h/f_{ог}, \rho, v), \quad (1)$$

где m – поверхностная масса ограждения; h – коэффициент потерь энергии в материале; $f_{ог}$ собственная частота колебаний ограждения; ρ – удельная плотность материала ограждения; v — скорость звука в материале ограждения

Для повышения звукоизоляции применяют также многослойные ограждения, чаще двойные. Они состоят из двух однослойных поверхностей, разделенных в простейшем случае воздушным слоем. Между поверхностями, соединенных ребрами жесткости, помещают различные звукопоглощающие материалы. Значения ослабления звука ограждениями, выполненными из некоторых часто применяемых строительных конструкций, указаны в табл. 2.

Таблица 2

Материал	Толщина а, см	Звукоизоляция в дБ на частотах в Гц					
		1	2	5	10	20	40
		2	5	0	00	00	00
Кирпичная кладка	1/2 кирпича	3	4	4	48	54	60
		9	0	2			
Отштукатуренная с двух сторон	1 кирпич	3	4	4	51	58	64
	1,5 кирпича	6	1	4			
		4	4	4	55	61	65
	2 кирпича	1	4	8			
		4	4	5	59	65	70
	2,5 кирпича	5	5	2			
		4	5	6	67	70	70
Железобетонные блоки	4	3	3	3	38	47	53
		0	2	6	5		
	10	4	4	4	50	55	60
		0	0	4			
	2	4	4	5	59	65	65
		0	2	4	1		
	0						
		3	4	5	5	65	69
	0	5	0	8			
		0					
	4	4	5	6	68	70	70
		8	5	1			
	0						
		5	6	6	70	70	70
	0	5	1	8			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	0						
Шлакоблоки	2	4	4	4	54	60	63
	2	2	2	8			
	0						
Древесностружечная плита	2	2	2	2	26	26	26
	0	0	3	6			

Уровень акустического сигнала $R_{вн}$, в дБ за ограждением можно приближенно оценить по формуле:

$$R_{вн} = R_{рс} + 6 + 10 \lg S_{ог} - R_{ог}, \quad (2)$$

где $R_{рс}$ – уровень речевого сигнала в контролируемом помещении, дБ; $R_{ог}$ – звукоизолирующая способность ограждения дБ; $S_{ог}$ - площадь ограждения м².

Звукопоглощение обеспечивается путем преобразования в звукопоглощающем материале кинетической энергии акустической волны в тепловую энергию. Звукопоглощающие свойства материалов оцениваются коэффициентом звукопоглощения, определяемым отношением энергии,

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

поглощенной в материале звуковых волн к звуковой энергии, падающей на поверхность материала. Коэффициенты поглощения некоторых широко применяемых материалов на частотах речевого диапазона приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Материал	Коэффициент поглощения на частотах, Гн					
	125	250	500	1000	2000	4000
Кирпичная стена	0.024	0.025			0.049	0.07
Деревянная обивка	0.1	0.11	0.11	0.08	0.082	0.11
Стекло одинарное		–	0.027	–	0.02	–
Штукатурка известковая	0.025	0.04	0.06	0.085	0.043	0.058
Войлок (толщина 25 мм)	0.18	0.36	0.71	0.82	0.82	0.85
Ковер с ворсом	0.09	0.08	0.21	0.27	0.27	0.37
Стеклянная вата (толщиной 9 мм)	0.32	0.4	0.51	0.65	0.65	0.66
Хлопчатобумажная ткань	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35

Применение звукопоглощающих материалов при защите акустической информации имеет некоторые особенности по сравнению со звукоизоляцией. Одной из особенностей является необходимость создания непосредственно в помещении акустических условий для обеспечения разборчивости речи в различных его зонах. Таким условием является, прежде всего, обеспечение оптимального соотношения прямого и отраженного от ограждений акустических сигналов. Чрезмерное звукопоглощение приводит к ухудшению уровня сигнала в различных точках помещения, малое – к большому времени и ухудшению разборчивости речи в результате наложения различных звуков.

Обеспечение рациональных значений рассмотренных условий определяется как общим количеством звукопоглощающих материалов в помещении, так и распределением звукопоглощающих материалов по ограждающим конструкциям с учетом конфигурации и геометрических размеров помещения.

По конструктивным свойствам различают рыхлые акустические материалы, плитные материалы, акустическая штукатурка и резонансные поглотители в виде панелей и щитов из дерева и других материалов. **Средства** поглощения звуков в помещениях, используемые для акустической обработки

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

звукпоглощающие облицовки в виде акустических плит мелкой зернистой или ячеечной структуры (плиты минераловатные «Акмигран»,

«Акмант», «Силакпор», «Винипор», ПА/С, ПА/О, ПП-80, ППМ, ПММ);

звукопоглощающие облицовки из слоя пористо-волокнистого материала (стеклянного или базальтового волокна, минеральной ваты) в защитной оболочке из ткани или пленки с перфорированным покрытием (металлическим, гипсовым и др.). В качестве защитных покрытий применяются: ткани марок ЭЗ-100, А-1, ТСД, пленки типа ПЭТА, алюминиевые перфорированные панели

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

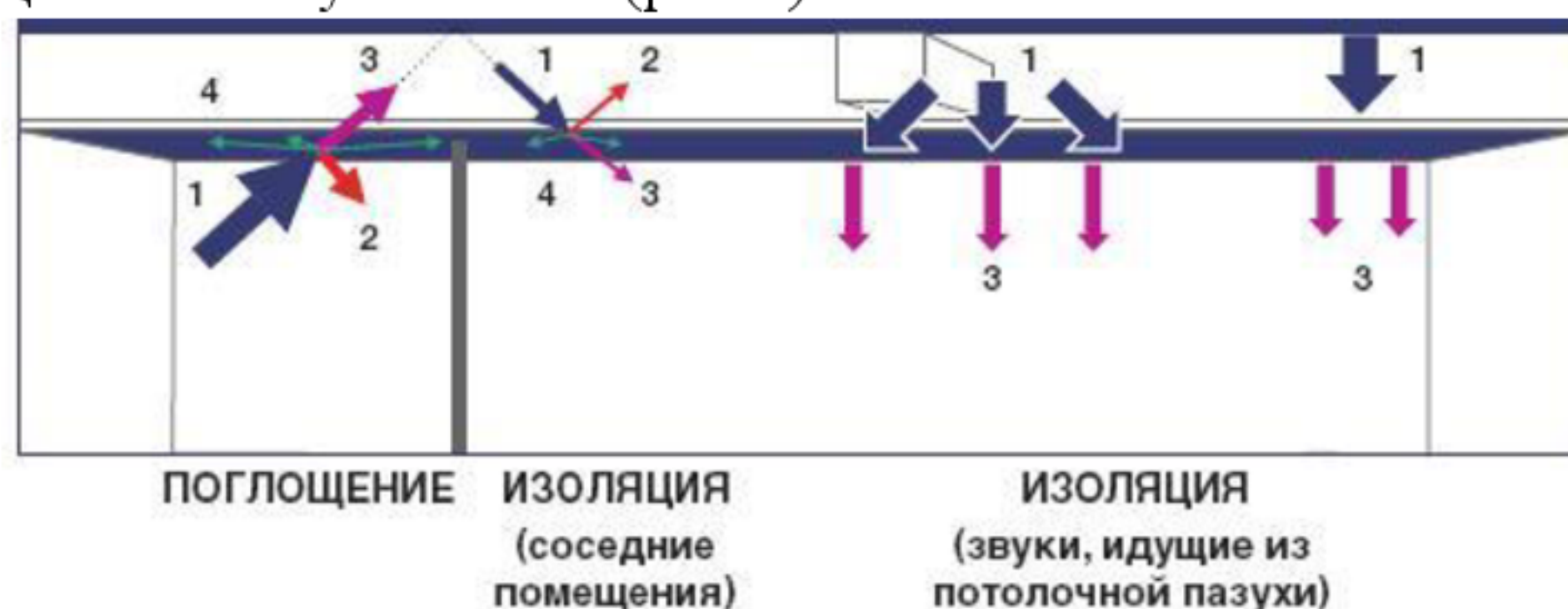
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

типа ПА, ЛАП. ЛАК, листы стальные перфорированные, асбоцементные перфорированные листы, листы гипсовые типа АГП, АГШБ и др.

Плоский слой звукопоглощающего материала облицовок устанавливается на жестком основании, который крепится непосредственно или с воздушным промежутком на поверхности ограждения, к потолку или стенам.

Для дополнительного звукопоглощения и уменьшения числа переотражений от ограждений с целью снижения времени реверберации используются штучные звукопоглотители. Они представляют собой одно или многослойные объемные звукопоглощающие конструкции (в виде куба, параллелепипеда, конуса), подвешиваемые к потолку помещения. Размеры граней штучных звукопоглотителей составляют 40-400 см.

Каналы вентиляции и систем кондиционирования могут способствовать утечке информации из помещения. Передача звука через вентиляционный канал происходит по воздуху, находящемуся в полости канала, и по элементам конструкции канала. Наиболее эффективной мерой предотвращения утечки информации через воздухопроводы является установка в них абсорбционных глушителей. (рис.1)



- 1 Изначальный звук
- 2 Отраженный звук
- 3 Передающийся звук
- 4 Поглощенный звук
- 1-2 Звукопоглощение

	Звукопоглощение	Звукоизоляция
Плотность ↗	↘	↗
Пористость ↗	↗	↘
Толщина ↗	↗	↗

	Звукопоглощение	Звукоизоляция
Методы управления акустикой	Звукоотражение в помещении	Звукопередача между помещениями
	Разборчивость речи	Конфиденциальность и концентрация
	Для тех, кто находится в этом помещении	Для тех, кто находится в соседних помещениях

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 1 Принципы звукопоглощения и звукоизоляции

Звукоизоляция и звукопоглощение

Основной способ борьбы с воздушным шумом – улучшение звукоизоляции. Посмотрим, от чего зависит звукоизоляция стальной панели без дополнительных звукопоглощающих материалов. Соответствующий график приведен на рисунке (сплошная линия – "голая" пластина, штриховая – оклеенная вибропоглощающим материалом). (рис. 2)

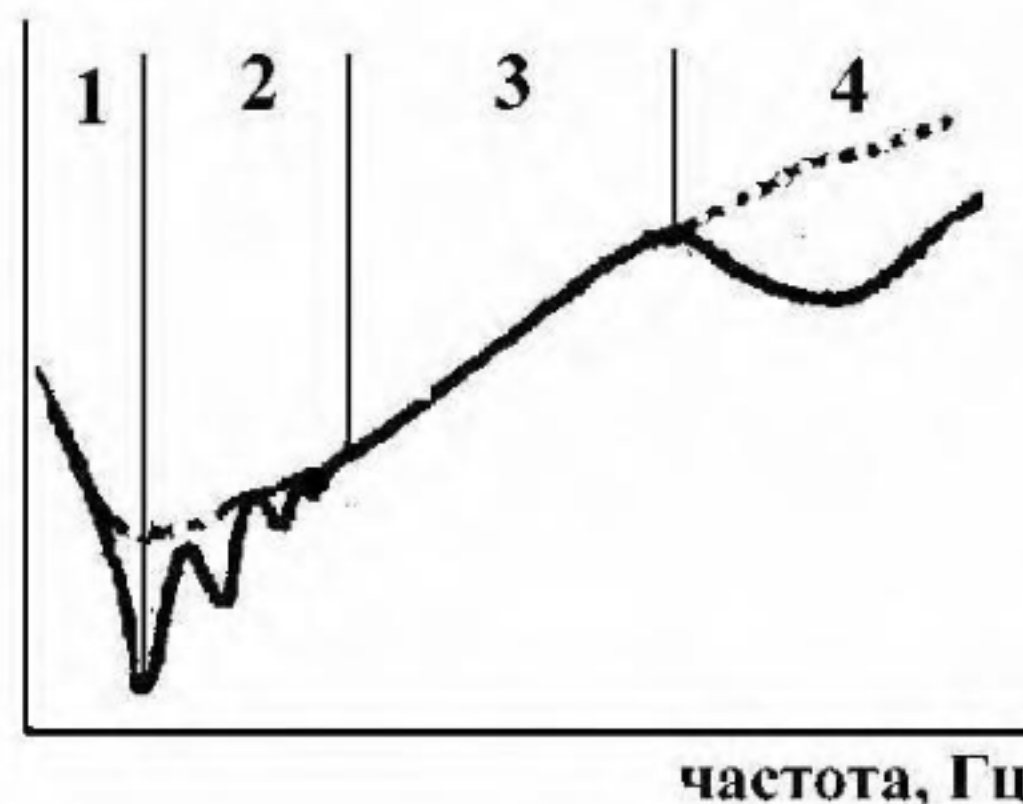


Рис. 2 График зависимости звукоизоляции стальной панели от частоты источника звука

На нем явно видно несколько областей. В первой области звукоизоляция определяется жесткостью пластины: чем она больше, тем левее будет ее граница и, соответственно, лучше звукоизоляция на низких частотах. Вторая область – так называемая "область резонансов", в которой звукоизоляция заметно падает. В эту область попадают частоты примерно до 500 Гц. Видно, что вибропоглощающий материал значительно улучшает звукоизоляцию в этой зоне. В третьей области звукоизоляция определяется инерционностью пластины, тут действует "закон массы". Он формулируется очень просто: звукоизоляция увеличивается вдвое (на 6 дБ) при удвоении частоты или удвоении поверхностной массы (т. е. толщины пластины). Приблизительно звукоизоляцию в этой области можно рассчитать по формуле:

$$R=20*\lg(m*f) ,$$

где m – поверхностная масса пластины, кг/кв.м; f – частота, Гц

четвертой зоне звукоизоляция падает из-за так называемого "эффекта совпадений". Четвертая зона начинается примерно с 12 кГц, поэтому особого значения не имеет – в спектре шума таких частот практически нет.

Звукоизоляция даже "голового" стального листа толщиной 1 мм немаленькая – на частоте 500 Гц она уже равна 27 дБ (то есть металлическая пластина снижает звуковое давление в 20 раз), а с ростом частоты она еще увеличивается по "закону массы". Иными словами, меньше 3 процентов звуковой энергии проходит сквозь пластину, а остальные 97 процентов отражаются назад (звукопоглощение у стали практически нулевое). В результате звуковая волна многократно отражается от пластины, повышая звуковое давление на 10 дБ по

сравнению с гипотетической ситуацией, когда отраженная волна отсутствует вовсе.

Вдобавок шумопоглощение пористых материалов отнюдь не 100%, в реальности эффект от оклеивания металла изнутри пористыми звукопоглощающими материалами (поролон, войлок) будет не выше 3-4 дБ. Такие материалы хорошо гасят высокочастотные звуки, хуже среднечастотные практически бесполезны на низкой частоте.

Шумопоглощение, %

Материал	Частота, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Войлок 10 мм	0	8	1	30		
Войлок 25 мм			0		40	50
Поролон 20 мм	1	2	5	63		
	5	2	4		57	52
Пенополиэтилен ППЭ-РЛ	н.	1	2	50		н.д.
	8	5			80	.
	0	1	1	10		
		0	0		12	60
Винилискожа перфор. (дубл. поролоном 8 мм)	0	1	2	50		
		2	0		85	65

Важно, чтобы поры были открытыми, т.е. сообщались между собой, как в губке – тогда звуковая волна "гоняет" воздух по порам, теряя при этом свою энергию. Если поры закрытые, как в пенополиэтилене или пенопласте, звукопоглощающие свойства будут намного хуже – в каждом пузырьке воздух, упруго сжимаясь, "отфутболивает" звуковую волну назад.

Максимальная прибавка к звукоизоляции получается в том случае, если пористый материал расположен между двумя тяжелыми стенками: из-за многократного отражения от стенок эффективность пористого слоя увеличивается в десятки раз. Для этого сделать такой "бутерброд" самостоятельно из войлока и листа плотного картона, оргалита, пластика и т.п.

Содержание лабораторной работы, выполняемой студентами в ходе занятия

Описание лабораторного оборудования:
осциллограф GOS-620FG;
блок питания НУ3005;
набор пластин материалов,

генератор звуковых частоты,
аккумулирующая батарея,
соединительные провода,
набор слесарных инструментов.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна;

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

электронная методическая разработка по лабораторной работе.

Требования безопасности при выполнении работы:

I. Перед началом выполнения лабораторной работы:

Изучить оборудование и рабочее место.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Получить разрешение к выполнению лабораторных работ от руководителя занятий или лаборанта.

II. Во время выполнения лабораторных работ:

Убедиться, что на измерительных приборах переключатели установлены в исходном положении ручек, на минимальное напряжение и максимальные пределы измерения.

Включать питающие напряжения и собранные схемы только после разрешения руководителя занятий или лаборанта и предупреждения всех работающих.

Проверять наличие питающих напряжений и проводить измерения электрических величин только с помощью соответствующих измерительных приборов, одной рукой, после установки на них максимально ожидаемого результата и рода измеряемой величины.

ВНИМАНИЕ!

Не прикасаться к открытым токоведущим частям, проводникам, клеммам и зажимам, не облакачиваться на приборы, не прикасаться к батареям, не отвлекаться от измерений, не производить изменений в схеме и не оставлять без наблюдения цепь, находящуюся под напряжением.

При работе с катушками индуктивности и конденсаторами не трогать их и соединительные провода, так как вследствие резонанса могут возникнуть большие токи и напряжение.

При обнаружении неисправностей в измерительных приборах **немедленно** отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

III. По окончании выполнения лабораторных работ:

Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.

Обесточить собранные схемы, разобрать их (если это предусмотрено) и выключить контрольно-измерительные приборы.

Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

ПРИ РАБОТЕ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

**производить самостоятельное включение автоматов защиты, заменять предохранители, устранять неисправности и повреждения;
проводить какие-либо переключения, соединения, не
предусмотренные инструкциями по выполнению лабораторных работ.**

ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ:

немедленно отключить автоматы защиты, доложить руководителю занятий и действовать согласно его указаний;
при поражении электрическим током оказать первую помощь в соответствии с принятой методикой до прибытия врача.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ:

лица, нарушившие требования инструкции отстраняются от выполнения лабораторных работ и допускаются только после сдачи зачета по правилам и мерам безопасности;

лица, нарушившие требования инструкции отстраняются от выполнения лабораторных работ и допускаются только после сдачи зачета по правилам и мерам безопасности;

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB5000200002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

3. Порядок выполнения работы:

3.1. Соберите блок-схему согласно рис. 3. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

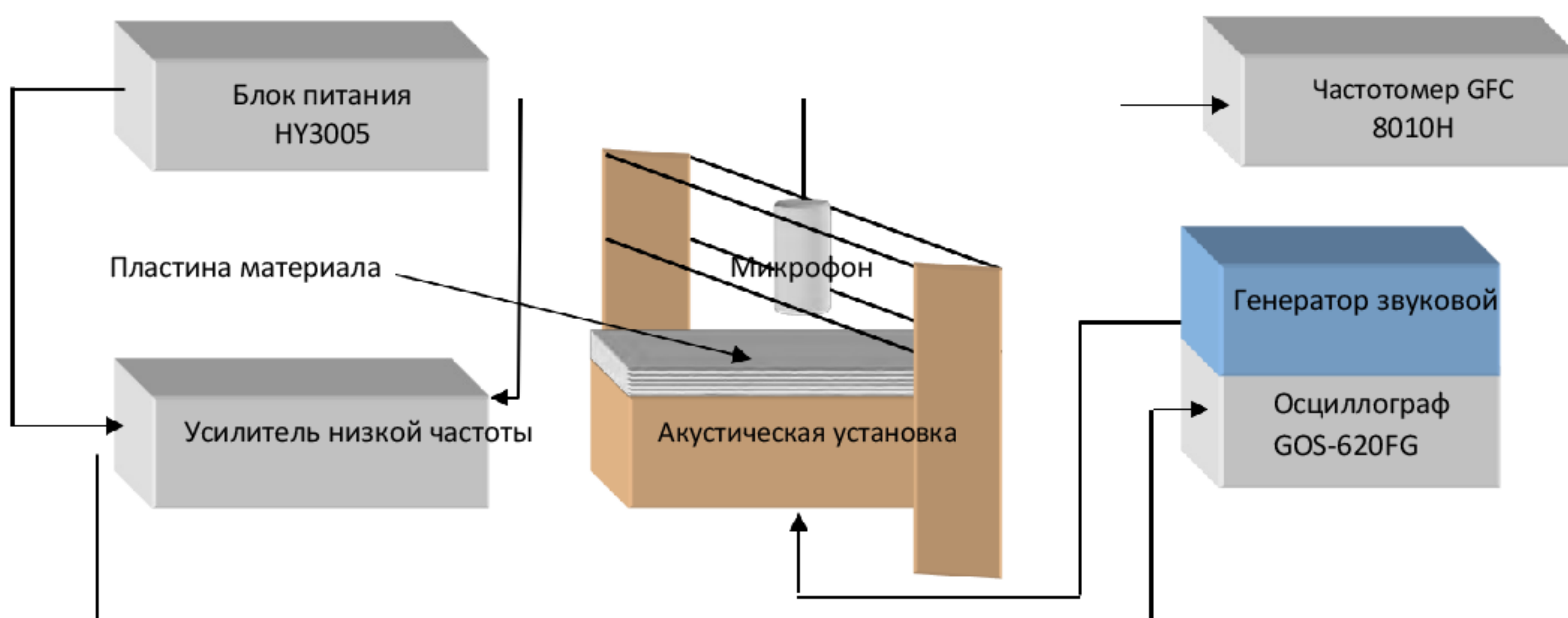


Рис. 3 Блок-схема измерительного стенда

подать сигнал с генератора осциллографа на акустическую установку с помощью соединительного кабеля с разъемами «BNC – клемные зажимы»;
ко входу I усилителя низких частот (УНЧ) подсоединить микрофон;
выход УНЧ I соединить с входом СН1 осциллографа с помощью соединительного кабеля;

подать питание на УНЧ от блока питания НУ3005;

параллельно акустической установке подключить частотомер GFC 8010H;

включить питание приборов.

Установите на блоке питания напряжение 10V. Убедитесь в наличии сигнала на экране осциллографа и выставить ручкой «TIME/DIV» значение 1мс. При помощи регулятора «VOLTS/DIV» установите напряжение равное 1V.

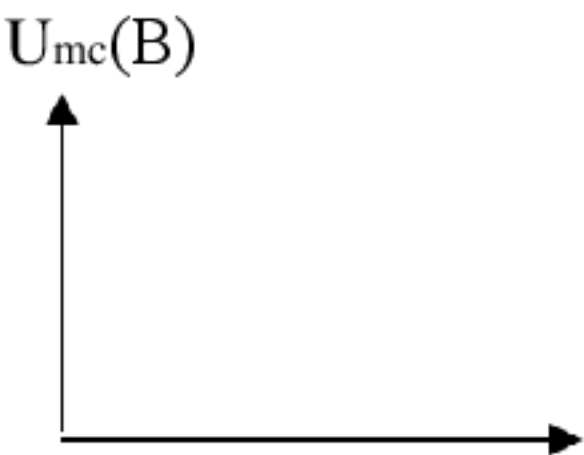
Исследование звукопоглощающих и звукоизоляционных свойств материалов.

Для исследования звукопоглощающих и звукоизоляционных свойств будем использовать следующий набор пластин материалов: пенопласт (20-30-40мм), изокор комбинированный (5-8-10мм), войлок (2-4-14мм), изокор (5-8-10мм), древесностружечная плита (16мм), металлическая пластина.

Изменяя частоту f_c на генераторе GOS-620FG в диапазоне от 300 до

3400 Гц, плавно изменяя амплитуду сигнала (U_{max} и U_{min} для данного вида материала-экстремумы сигнала) и частоту сигнала U_{мс} по осциллографу. Результаты измерений занести в табл. 4-8 Построить график зависимости U_{мс} от частоты f_c для каждого вида материала.

Табл.4 Результаты измерений звукоизоляционных
свойств ДСП



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

f_c (Гц))	30 0	48 4	104 0	150 0	250 0	270 0	330 0	340 0
U_{mc} (В))								

f_c (Гц)

Табл.5 Результаты измерений звукоизоляционных свойств металла

f_c (Гц))	30 0	38 0	518	960	150 0	260 0	300 0	340 0
U_{mc} (В))								

f_c (Гц)

Табл.6 Результаты измерений звукоизоляционных свойств пенопласта

f_c (Гц))	30 0	43 5	100 0	140 0	160 0	220 0	260 0	340 0
U_{mc} (В))								

f_c (Гц)

f_c (Гц)

Табл.7 Результаты измерений звукоизоляционных свойств войлока

f_c (Гц))	30 0	34 0	110 0	160 0	240 0	280 0	320 0	340 0
U_{mc} (В))								

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Результаты измерений
звукоизоляционных свойств изокома

U_{mc} (В)							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

f_c (Гц)

По результатам измерений сделать вывод о звукоизоляции и звукопоглощении при изменении частоты сигнала и звукоизоляционных свойств материалов.

4.2. Изменяя количество исследуемых пластин материала (пенопласта) перед озвучивающим устройством, то есть, изменяя толщину материала, каждый раз измерять величину сигнала U_{mc} по осциллографу, задавая чистоту в соответствии с таб. 6. Результаты измерений занести в табл. 9. Построить график зависимости величины сигнала U_{mc} от толщины исследуемых пластин

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



материала.

U_{mc} , (В)

Табл. 9

Толщина а материала (мм)	20 мм	30 мм	40 мм
U_m (В)			

Сделать вывод об изменении звукоизоляции и звукопоглощения при увеличении толщины исследуемого материала.

4.3. Для исследования звукопроницаемости комбинированных материалов повторить все действия п.1. Построить графики зависимости величины U_{mc} от частоты звука для различных комбинаций материалов.

U_{mc} , (В)

Табл. 10



f (Гц)

f (Гц)	30 0	47 0	64 0	110 0	240 0	290 0	340 0
U_{mc} (В)							

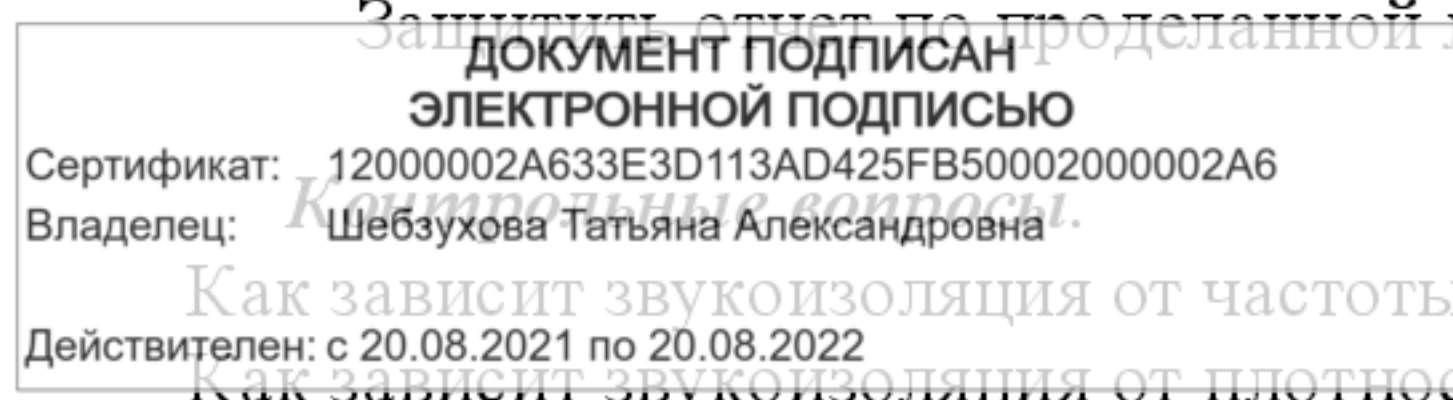
Результаты измерений занести в табл. 10.

Сделать выводы по результатам измерений и построить графики. Сравнить полученные данные с П.1.

Составить отчет о выполнении лабораторной работы. В отчете отобразить:

- тему и цель работы, порядок ее выполнения;
- блок-схему измерительного стенда;
- указанные в задании таблицы и зависимости;
- по результатам работы сделать обобщающие вывод о эффективности пассивных способов энергетического скрывтия акустических сигналов.

Защитить отчет по проделанной лабораторной работе.



Как зависит звукоизоляция от частоты сигнала?

Как зависит звукоизоляция от плотности материала?

Как зависит звукоизоляция от толщины материала?

Чем характеризуется звукоизолирующая способность конструкций и как она определяется?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

5. Как объяснить увеличение U_{mc} по отношению к величине сигнала озвучивания на отдельных частотах?
Какие превращения энергии звуковой волны происходят при падении на поверхность.
Что такое реверберация и как она оценивается?
Что такое звукоизоляция и звукопоглощение?
В чем отличие звукоизоляции от звукопоглощения?

Задание обучаемым для самостоятельной учебной работы при подготовке к лабораторной работе:

Закрепить и углубить знания, полученные на лекции, для этого изучить конспект лекций и рекомендуемую литературу.
Изучить методические указания к лабораторной работе и подготовить отчет по лабораторной работе согласно методическим указаниям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Торокин А.А. Инженерно-технической защита информации. – М.: «Гелиос АРВ», 2005.
Конахович Г.Ф. и др. Защита информации в телекоммуникационных системах. – К.: «МК-Пресс», 2005.
Петраков А.В. Основы практической защиты информации. – М.: «Радио и связь», 2000.
Халягин Д.В. Вас подслушивают? Защищайтесь! – М.: «Мир безопасности», 2001.
Калинин С.В. Исследование систем виброакустического зашумления. Защита информации. Конфидент, №4, 1998.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 10-12. ИССЛЕДОВАНИЕ
СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ
ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕФОННЫХ ЛИНИЯХ**

Время – 6 часов

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

Моделирование пассивных средств защиты телефонных линий и аппаратов.

Исследование принципов работы пассивных средств защиты телефонных линий и аппаратов.

Моделирование кабельных радаров.

Исследование принципов работы кабельных радаров.

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Вводная часть

Проверка подготовленности обучаемых к лабораторной работе:

Направленность способов и устройств защиты телефонных аппаратов и телефонных линий.

Предназначение средств пассивной защиты телефонных линий.

Способы пассивной защиты телефонных линий.

Предназначение средств активной защиты телефонных линий.

Способы активной защиты телефонных линий.

Вступительное слово для мотивации обучаемых

Анализ угроз безопасности информации в линиях связи показал, что способы и устройства защиты телефонных аппаратов телефонных линий должны быть направлены на исключение: использования телефонных аппаратов и линий для прослушивания переговоров, которые ведутся в помещении; непосредственного прослушивания телефонных аппаратов; несанкционированного использования телефонной линии. При этом все средства защиты делятся на два вида: пассивной защиты, предназначенные для ослабления прямых каналов утечки информации и действий атакующей аппаратуры, а также активной защиты, предназначенные для выявления атакующую аппаратуру и/или генерации сигналов, маскирующих среду распространения и обработки сигналов.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1 – 2. Моделирование и исследование принципов работы пассивных средств защиты телефонных линий и аппаратов

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

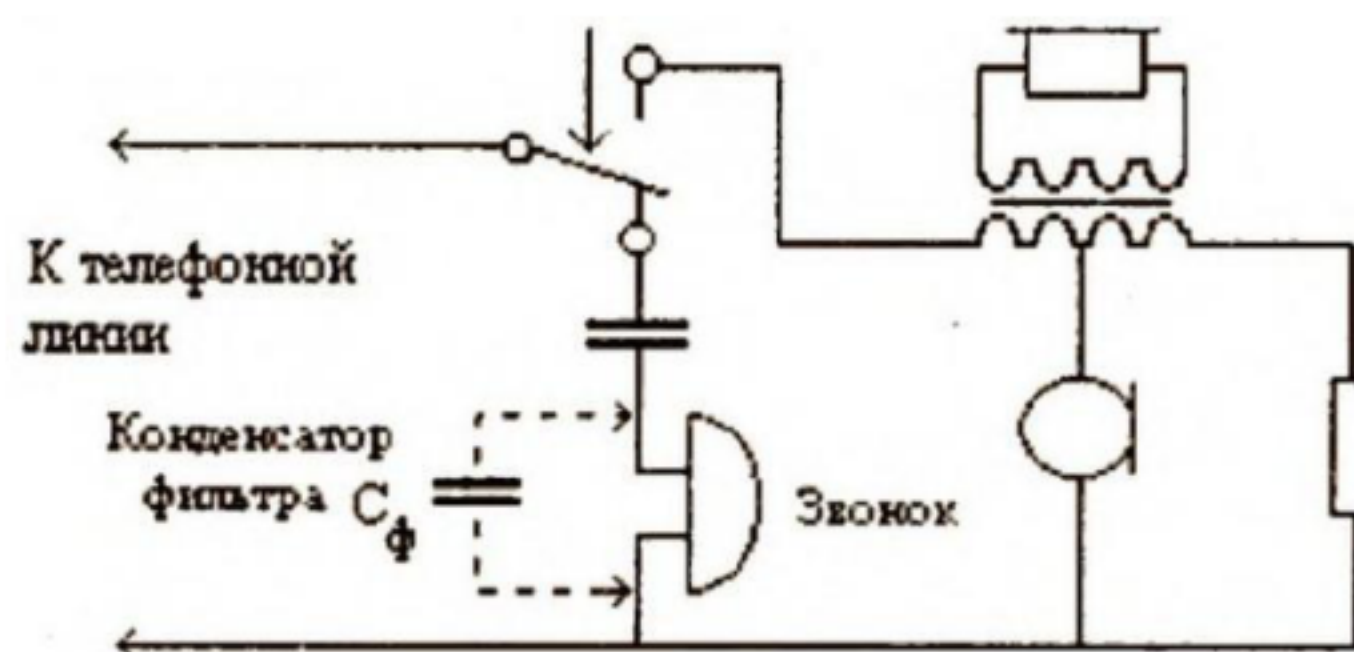


Рис. Упрощенная схема телефонного аппарата

Для защиты телефонного аппарата от утечки речевой информации используются пассивные и активные способы защиты и устройства.

пассивным способам относятся:

амплитудное ограничение опасных сигналов;
фильтрация опасных сигналов; нейтрализация
источников опасных сигналов.

пассивным средствам относятся диодные ограничители, фильтры и другие приспособления, предназначенные для срыва некоторых видов прослушивания помещений с помощью телефонной линии, находящейся в режиме отбоя. Эти средства могут устанавливаться в разрыв телефонной линии или встраиваться в цепи непосредственно телефонного аппарата. Задача этих средств предотвратить использование акустоэлектрических преобразователей телефонного аппарата для подслушивания информации в режиме отбоя, то есть при положенной телефонной трубке.

режиме отбоя опасные сигналы в телефонном аппарате возникают за счет следующих явлений:

так называемого обратного микрофонного эффекта (акустоэлектрического преобразования) в звонковых цепях телефонного аппарата;
паразитных связей (как правило, индуктивных), приводящих к утечке речевой информации за счет ПЭМИН из микротелефонной цепи;
высокочастотного навязывания (накачки).

Таким образом, для того, чтобы защитить телефонный аппарат, необходимо защитить цепь микрофона, цепь звонка, двухпроводную линию телефонной связи.

Схема защиты звонковой цепи телефонного аппарата представлена на

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Подделец: Шебзухова Татьяна Александровна
Идентификатор: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

тся части звонка, и в линию наводится прослушано злоумышленником. Для в аппарат ставятся диодные

ограничители. Они не пропускают в линию опасные сигналы малой величины; телефонный разговор, имеющий амплитуду сигнала 1 – 3 В, и проходит практически без затухания.

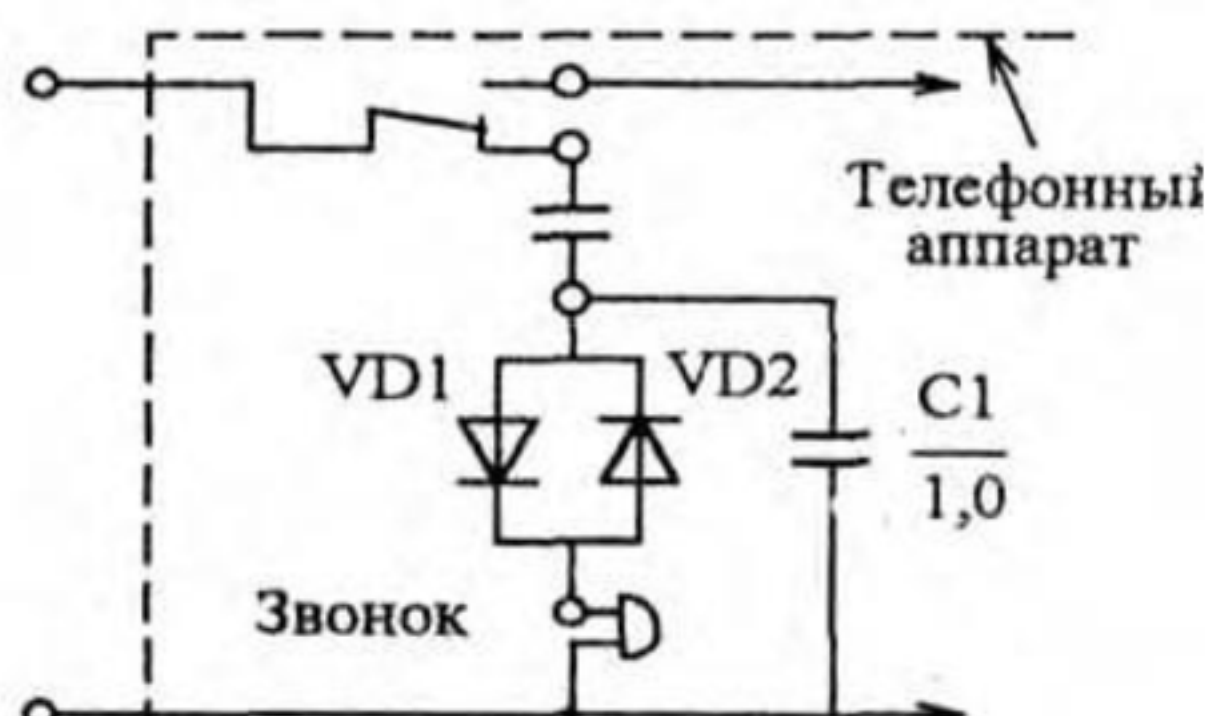


Рисунок 1 – Схема защиты звонковой цепи

Схема защиты микрофона от воздействия внешнего высокочастотного сигнала представлена на рис. 2.

При воздействии ВЧ облучения переключатели, реле, тумблеры являются распределенными индуктивностями и емкостями, через которые микрофон подключается к телефонной линии и, что приведет к съему сигнала в линии. Для устранения этого эффекта параллельно микрофону включается блокировочный конденсатор, который шунтирует возникающий опасный сигнал. Данный блокировочный конденсатор снижает более, чем в 10 тысячу раз эффект этого подключения.

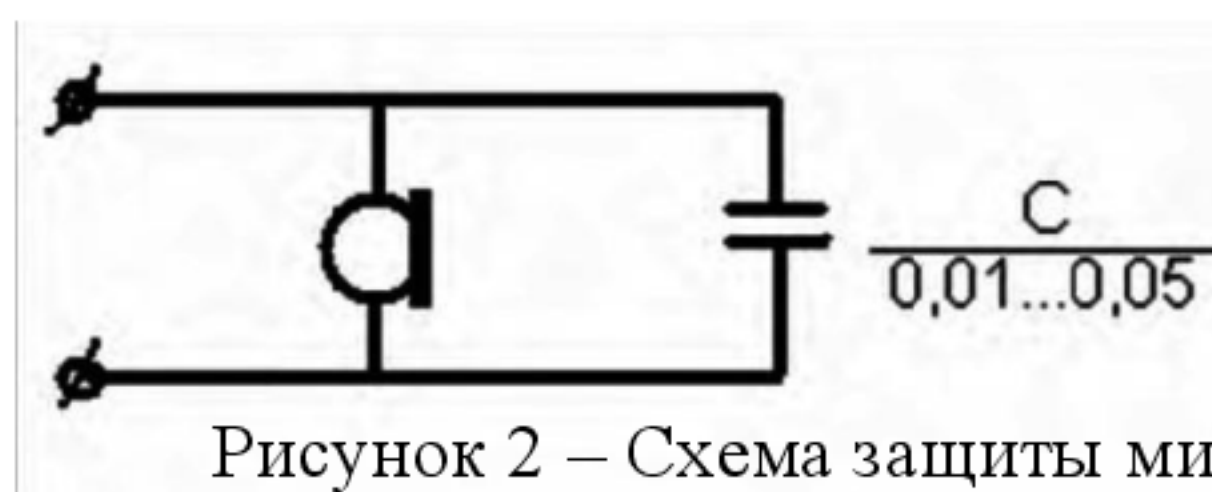
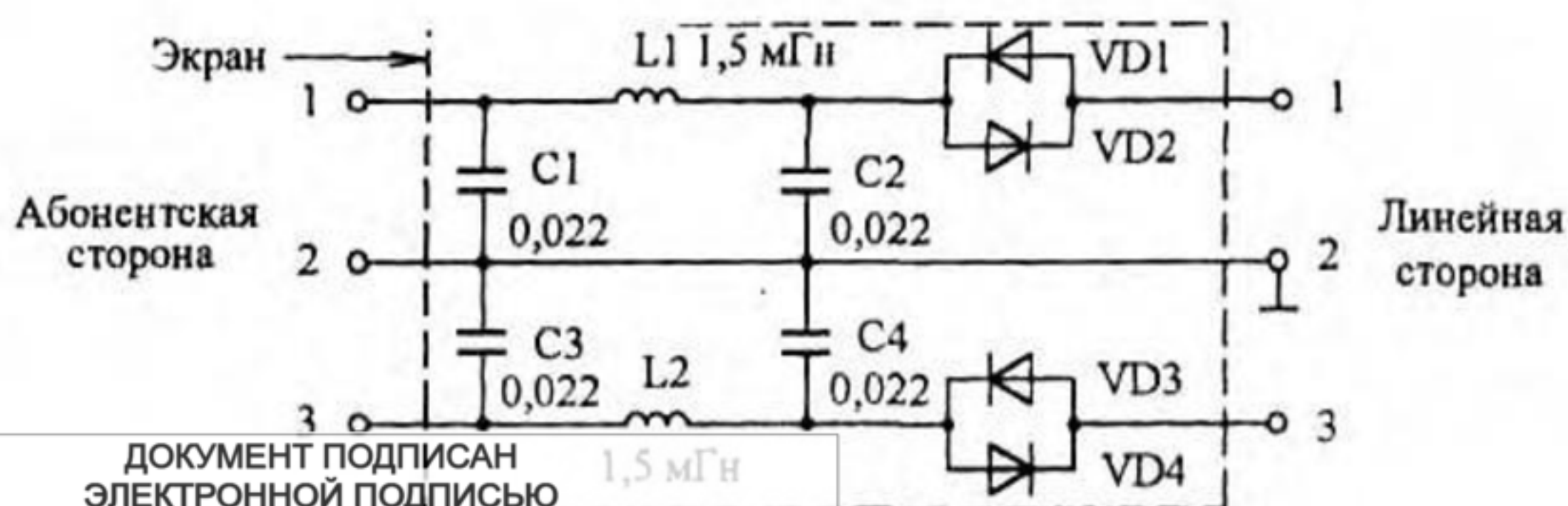


Рисунок 2 – Схема защиты микрофона

На рис. 3 представлена **комбинированная схема защиты** телефонного аппарата и линии, обеспечивающая защиту, как от ВЧ навязывания, так и от утечки за счет паразитных наводок. Схема защиты содержит П-образный фильтр нижних частот и амплитудные диодные ограничители.



Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Щербухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рисунок 3 – Комбинированная схема защиты телефонного аппарата и линии

Положительные свойства пассивных средств защиты:

Предотвращение перехвата речевой информации в помещениях методом ВЧ-навязывания.

Предотвращение перехвата речевой информации в помещениях из-за микрофонного эффекта телефонного аппарата.

Предотвращение перехвата речевой информации в помещениях с помощью микрофонов, передающих речевую информацию по телефонной линии на ВЧ поднесущей при условии правильного размещения фильтра на телефонной линии.

Недостатки пассивных средств защиты – не защищают от всего остального разнообразия систем перехвата.

**Содержание лабораторной работы,
выполняемой студентами в ходе занятия**

Описание лабораторного оборудования:

ПЭВМ с программным редактором «Electronics Workbench».

Требования безопасности при выполнении работы

Перед началом выполнения лабораторной работы:

Изучить оборудование и рабочее место.

Получить разрешение к выполнению лабораторных работ от руководителя занятий или лаборанта.

Во время выполнения лабораторных работ:

Убедиться, что на измерительных приборах переключатели установлены в исходном положении ручек, на минимальное напряжение и максимальные пределы измерения.

Включать питающие напряжения и собранные схемы только после разрешения руководителя занятий или лаборанта и предупреждения всех работающих.

соответствии с методическими рекомендациями по выполнению лабораторных работ, выполнить необходимые измерения и занести их в рабочую тетрадь.

Проверять наличие питающих напряжений и проводить измерения электрических величин только с помощью соответствующих измерительных приборов, одной рукой, после установки на них максимально ожидаемого результата и рода измеряемой величины.

ВНИМАНИЕ!

Не прикасаться к открытым токоведущим частям, проводникам, клеммам и зажимам, не облакачиваться на приборы, не прикасаться к батареям, не отвлекаться от измерений, не производить изменений в схеме и не оставлять без наблюдения цепь, находящуюся под напряжением.

При работе с катушками индуктивности и конденсаторами не трогать их и соединительные провода, так как вследствие резонанса могут возникнуть большие токи и напряжение.

При обнаружении неисправностей в измерительных приборах **немедленно**

отключить источник питания и доложить об этом руководителю занятий или

лаборанту.

По окончании выполнения лабораторных работ:

Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Обесточить собранные схемы, разобрать их (если это предусмотрено) и выключить контрольно-измерительные приборы.
Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

ПРИ РАБОТЕ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

**производить самостоятельное включение автоматов защиты, заменять предохранители, устранять неисправности и повреждения;
проводить какие-либо переключения, соединения, не предусмотренные инструкциями по выполнению лабораторных работ.**

ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ:

**немедленно отключить автоматы защиты, доложить руководителю занятий и действовать согласно его указаний;
при поражении электрическим током оказать первую помощь
соответствии с принятой методикой до прибытия врача.**

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ

БЕЗОПАСНОСТИ:

лица, нарушившие требования инструкции отстраняются от выполнения лабораторных работ и допускаются только после сдачи зачета по правилам и мерам безопасности;
при выводе из строя приборов и оборудования лаборатории по вине лица, проводившего работы и в случае нарушения требования инструкции, они несут материальную ответственность в соответствии с действующим законодательством РФ.

Задание для работы

По эквивалентным схемам замещения провести исследование принципа работы амплитудного диодного ограничителя, исследование схем защиты звонковой цепи, цепи микрофона, фильтрации опасных сигналов и комбинированной схемы защиты телефонного аппарата.

Снять временные диаграммы сигналов и амплитудно-частотные характеристики схем защиты и определить величины ослабления опасных сигналов.

Составить отчет о проделанной работе в соответствии с требованиями, изложенными в описании работы.

Порядок выполнения работы

4.1. Запустить моделирующую программу EWB5.

4.2. Провести исследование принципа работы амплитудного диодного ограничителя.

4.2.1. Набрать эквивалентную схему замещения диодного ограничителя по рис. 4 с указанными на схеме параметрами, где R_n – сопротивление нагрузки.

4.2.2. Включить симулятор EWB5, убедиться в работоспособности схемы. 4.2.3.

Снять временные диаграммы сигналов на входе и выходе диодного ограничителя. Для наблюдения сигналов открыть окно осциллографа. Оба

канала осциллографа установить в режим «АС».

Сертификат: 412000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

характеристику полупроводникового диода. Для этого в левом углу

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

осциллографа нажать кнопку «В/А».

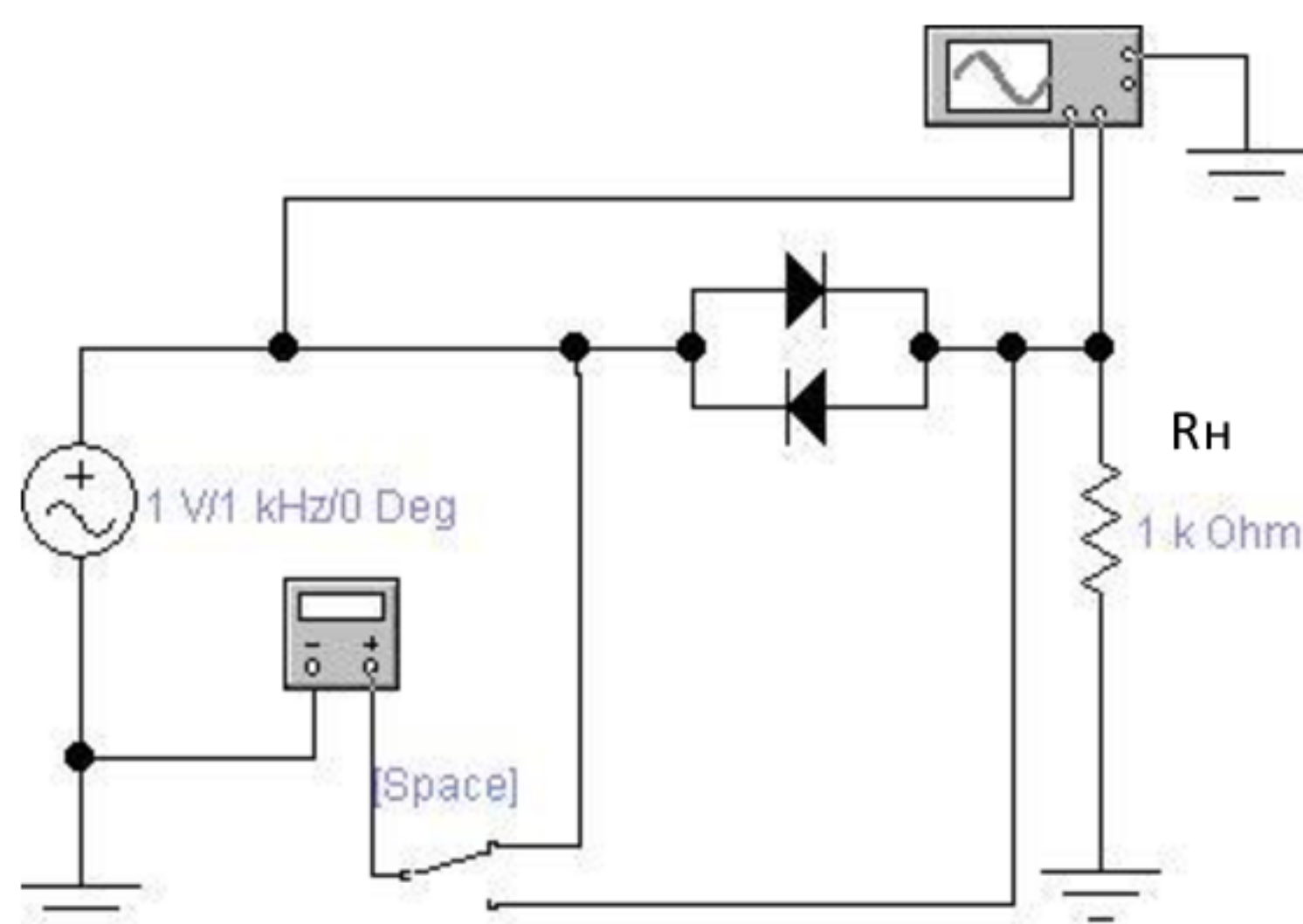


Рисунок 4 – Эквивалентная схема замещения диодного ограничителя

4.2.5. Провести исследование эффективности амплитудного ограничения опасных сигналов. Для этого последовательно задавая с помощью источника напряжения амплитуду сигнала, равную 1 мкВ, 10 мкВ, 100 мкВ, 1 мВ, 10 мВ, 100 мВ, 200 мВ, 300 мВ, 400 мВ, 500 мВ, 1 В, 1,5 В, 2 В и 3 В, измерить с помощью мультиметра уровни сигнала в децибелах на входе и выходе ограничителя, подключая мультиметр к указанным точкам с помощью ключа. Измеренные данные занести в отчет в виде таблицы. Построить график зависимости величины затухания опасного сигнала в диодном ограничителе от величины напряжения опасного сигнала на его входе.

4.3. Провести исследование схемы защиты звонковой цепи.

4.3.1. Набрать эквивалентную схему замещения звонковой цепи телефонного аппарата по рис. 5 с указанными на схеме параметрами, где $R_{вн}$ – внутреннее сопротивление звукового индикатора. При этом для звукового индикатора установить величину напряжения равную 120 В, а тока – 4 А.

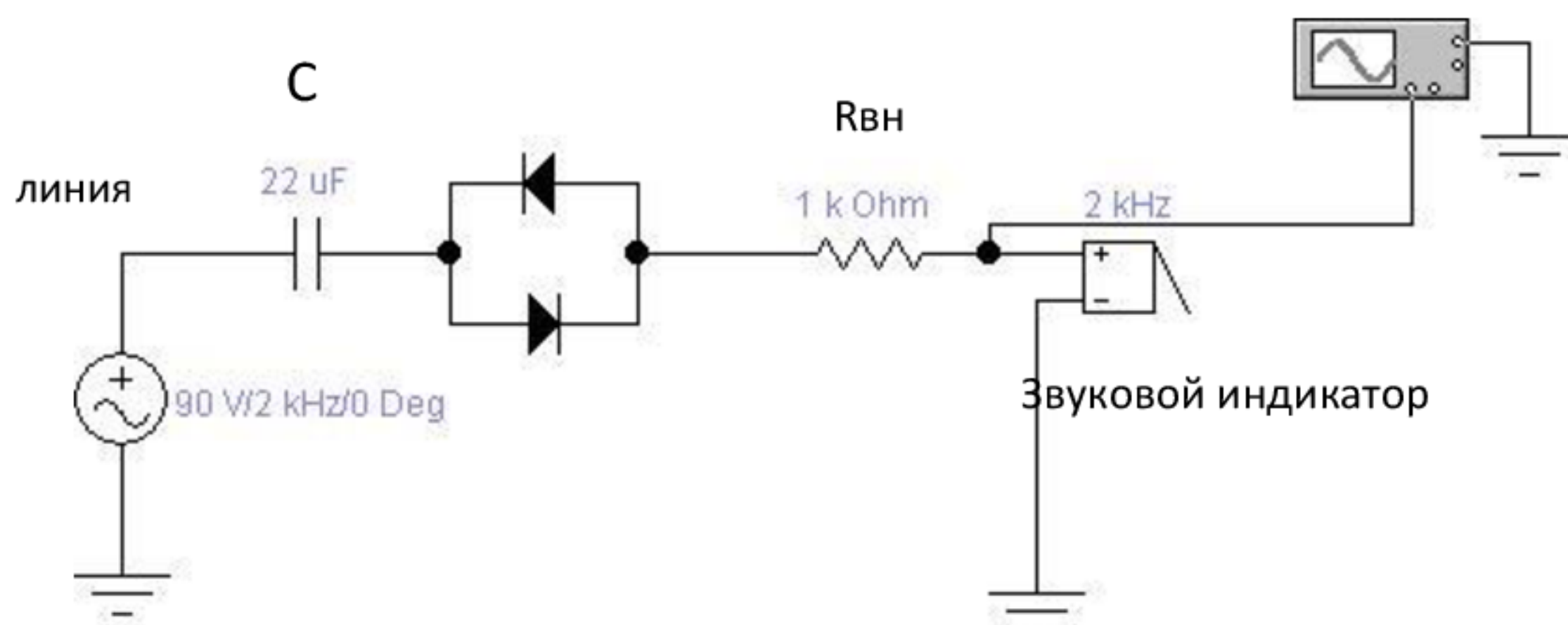


Рисунок 5 – Эквивалентная схема замещения звонковой цепи ТА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4.3.2. Включить симулятор EWB5, убедиться в работоспособности схемы по экрану осциллографа, на котором должен наблюдаться сигнал с частотой

равной 2 КГц и амплитудой напряжения – 120 В, обеспечивающий работу звонка телефона.

4.3.3. Отредактировать схему, представленную на рис. 5, преобразовав ее схему замещения устройства защиты звонковой цепи, имеющую вид как на рис.6. для этого заменить звонок (звуковой индикатор) источником переменного напряжения, имитирующим работу акустоэлектрического преобразователя, а источник сигнала вызова – R_n сопротивлением нагрузки.

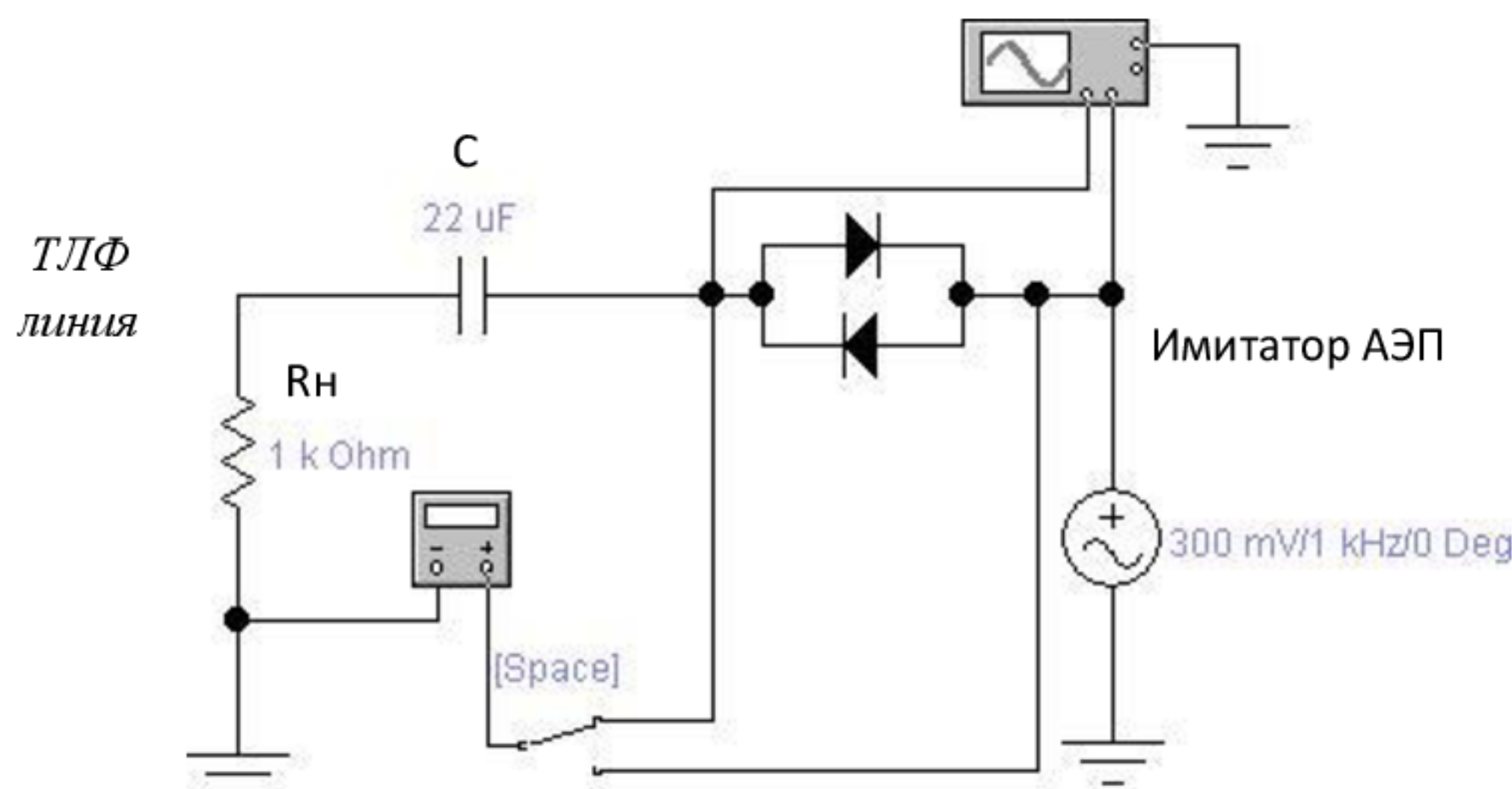


Рисунок 6 – Эквивалентная схема замещения средства защиты звонковой цепи ТА

4.3.3. Снять временные диаграммы и уровни опасных сигналов на входе и выходе схемы защиты звонковой цепи при различных значениях величины опасного сигнала. Для этого с помощью источника переменного напряжения, имитирующего появление в звонковой цепи опасного сигнала, последовательно установить напряжение U_{oc} , равное 30 мВ, 100 мВ, 300 мВ. Измеренные данные занести в отчет.

4.4. Провести исследование схемы защиты цепи микрофона.

4.4.1. Набрать эквивалентную схему замещения средства защиты цепи микрофона телефонного аппарата по рис. 7 с указанными на схеме параметрами. Сопротивление в этой схеме замещения имитирует внутреннее сопротивление микрофона. *Справочно: внутренне сопротивление электродинамических микрофонов лежит в пределах от 50 Ом до 1 КОм, а конденсаторных и электретных микрофонов может достигать десятки Мом.* Источником переменного напряжения моделируется работа микрофона в режиме поднятая микротелефонная трубка, то есть передачи сообщений, а амплитудным модулятором – работа микрофона в режиме отбоя, то есть имитируется ВЧ навязывание.

4.4.2. Включить симулятор EWB5, убедиться в работоспособности схемы

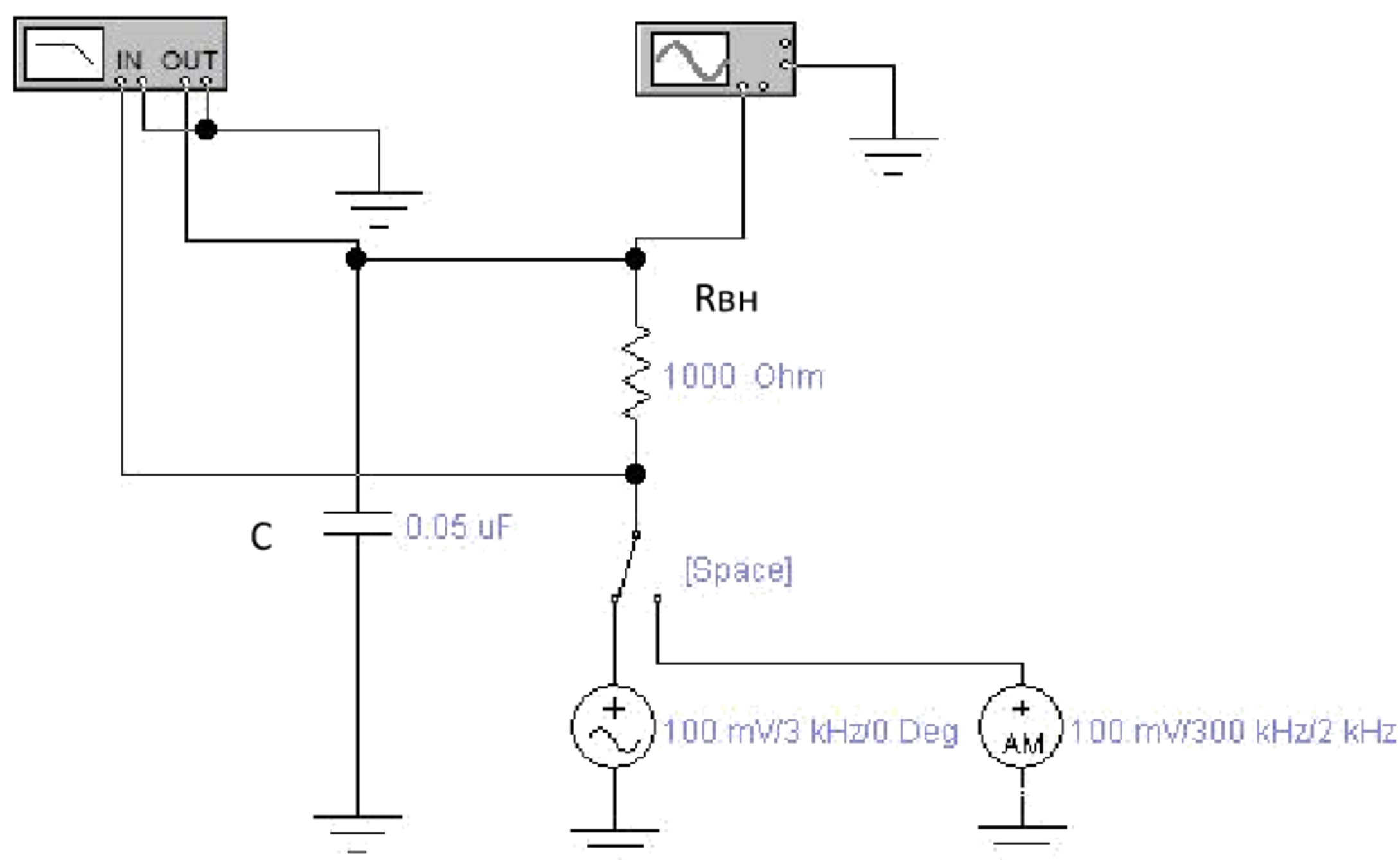


Рисунок 7 – Эквивалентная схема замещения средства защиты цепи микрофона

4.4.4. Снять амплитудно-частотные характеристики данного RC фильтра при следующих значениях параметров: 1) $R_{вн} = 1000 \text{ Ом}$, $C = 0,05 \text{ мкФ}$; 2) $R_{вн} = 1000 \text{ Ом}$, $C = 0,01 \text{ мкФ}$. Для этого в измерителе частотных характеристик (*Bode plotter*) установить следующие параметры в логарифмическом масштабе: по вертикали ($F = 0 \text{ дБ}$, $I = -60 \text{ дБ}$), по горизонтали ($F = 1 \text{ МГц}$, $I = 100 \text{ Гц}$).

4.4.5. Провести оценку эффективности работы схемы защиты цепи микрофона (рис. 7) при различных значениях внутреннего сопротивления микрофонов (100 Ом, 300 Ом, 500 Ом, 1 Ком и 1Мом). Для этого при указанных номиналах $R_{вн}$ снять АЧХ и проанализировать эффективность ослабления опасных сигналов и передачи речевых сигналов.

4.5. Провести исследование схемы фильтрации опасных сигналов.

4.5.1. Набрать эквивалентную схему замещения П-образного фильтра нижних частот по рис. 8 с указанными на схеме параметрами.

4.5.2. Включить симулятор EWB5, убедиться в работоспособности схемы по экрану осциллографа.

4.5.3. Снять временные диаграммы опасных сигналов на выходе фильтра.

4.5.4. Измерить амплитудно-частотную характеристику фильтра при заданных параметрах. Для этого в измерителе частотных характеристик (*Bode plotter*) установить следующие параметры в логарифмическом масштабе: по вертикали ($F = 10 \text{ дБ}$, $I = -80 \text{ дБ}$), по горизонтали ($F = 1 \text{ МГц}$, $I = 300 \text{ Гц}$). Определить полосу пропускания фильтра на уровне -3 дБ (то есть в том месте, где значение АЧХ снизится до 0,707 от начального значения).

4.5.5. Измерить амплитудно-частотную характеристику индуктивностей и емкостей, установив $L = 15$

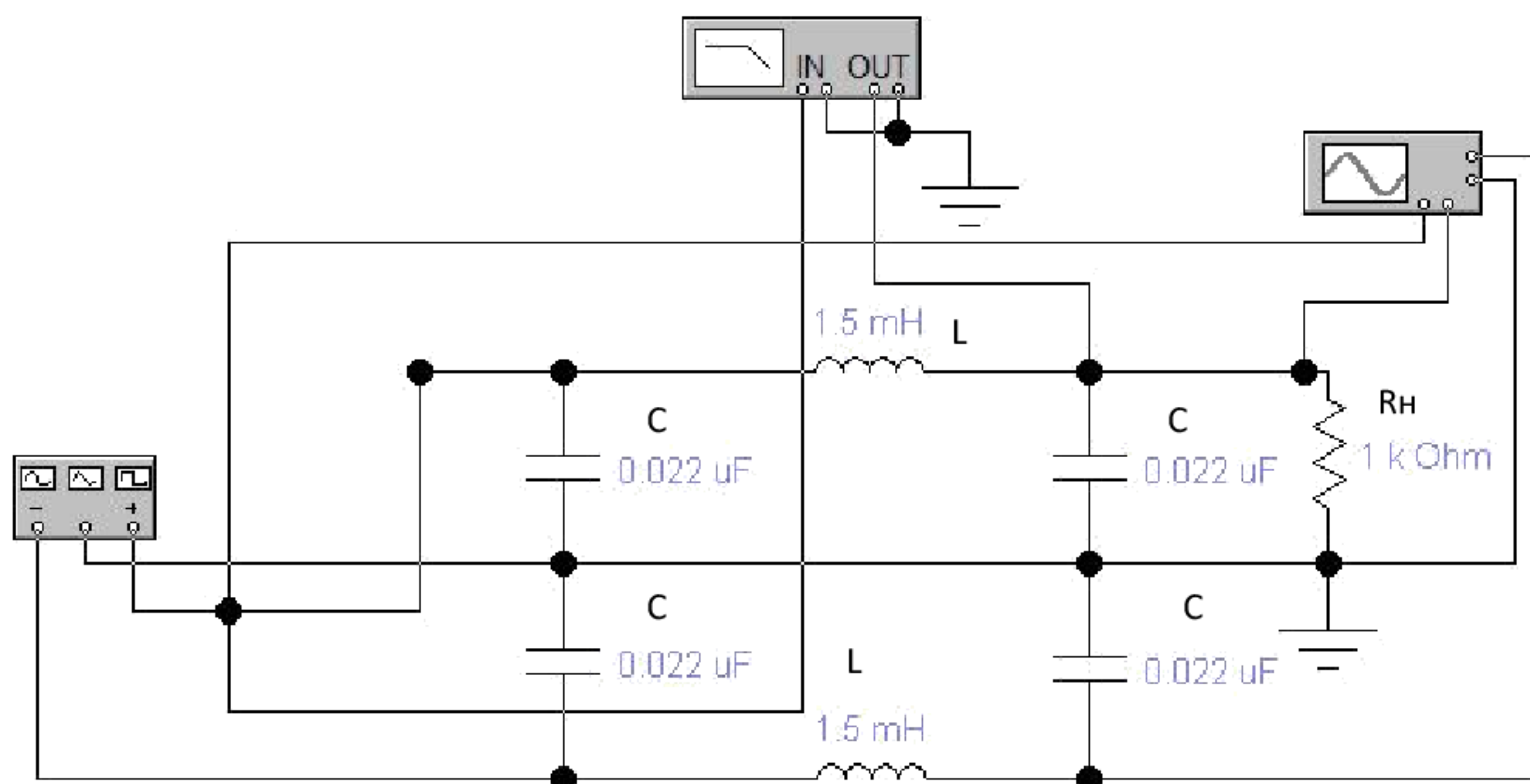
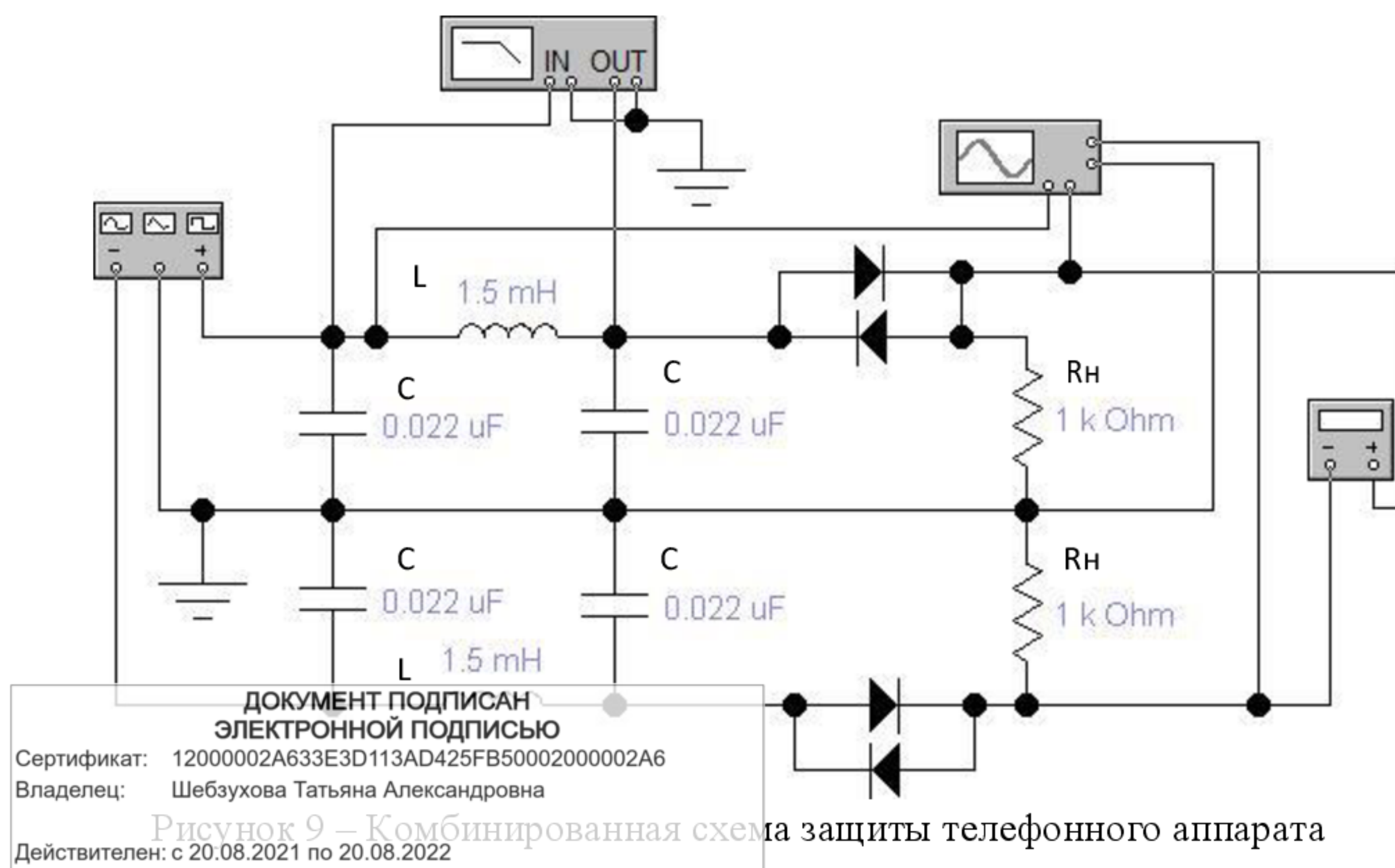


Рисунок 8 – Эквивалентная схема замещения средства фильтрации опасных сигналов

4.5.6. Сравнить АЧХ фильтров и сделать выводы об эффективности фильтрации опасных сигналов.

4.5. Провести исследование комбинированной схемы защиты телефонного аппарата.

4.5.1. Набрать эквивалентную схему замещения комбинированной схемы защиты телефонного аппарата по рис. 9 с указанными на схеме параметрами.



4.5.2. Установить на выходе генератора напряжение речевого сигнала 3 В частотой 3 КГц. Включить симулятор EWB5, убедиться в работоспособности схемы по экрану осциллографа, при этом наблюдая на мультиметре незначительное ослабление амплитуды сигнала из-за диодного ограничителя.

4.5.3. Исследовать работу схемы в режиме защиты от маломощных опасных сигналов. Для этого, изменяя напряжение опасного сигнала частотой 3 КГц от 100 мВ до 1000 мВ с шагом с помощью генератора, измерить величину его ослабления. Измеренные данные занести в таблицу. Определить пороговое значение величины опасного сигнала, при котором схема обеспечивает защиту от утечки.

4.5.4. Исследовать работу схемы в режиме защиты от ВЧ навязывания. Для этого, установив напряжение опасного сигнала 100 мВ, и изменяя частоту от 100 КГц до 500 КГц с шагом 100 КГц, измерить величину ослабления сигналов. Измеренные данные занести в таблицу.

4.5.5. Снять амплитудно-частотную характеристику фильтра при заданных параметрах. Для этого в измерителе частотных характеристик (*Bode plotter*) установить следующие параметры в логарифмическом масштабе: по вертикали ($F = 10$ дБ, $I = -60$ дБ), по горизонтали ($F = 1$ МГц, $I = 300$ Гц).

4.5.6. Сравнить полученные результаты с теоретическими данными и сделать выводы.

3 - 4. Моделирование и исследование принципов работы кабельных радаров

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Кабельные радары предназначены для измерения неоднородностей в телефонных линиях. Определение неоднородности линии возможно методом измерения КСВ (коэффициента стоящей волны) в широком диапазоне частот, методом измерения переходных характеристик, методом импульсной рефлектометрии.

Методы измерения КСВ и переходных характеристик позволяют оценить суммарный эффект влияния неоднородности линии на её характеристики, однако при наличии нескольких неоднородностей этими методами практически невозможно определить расположение и характер каждой неоднородности.

Метод импульсной рефлектометрии (рефлектометрии во временной области) позволяет определить местоположение каждой неоднородности, оценить ее характер и численное значение. Сущность метода заключается в получении информации о неоднородности по характеру отраженного от неё импульсного сигнала.

Метод импульсной рефлектометрии может быть реализован

зондированием с помощью видеоимпульсом (микросекундная импульсная реперная шкала) методом напряжения (нано-пикосекундная импульсная рефлектометрия).
Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Расстояние до неоднородности L_x определяется по времени запаздывания

t_3 отраженного сигнала относительно фронта зондирующего импульса

$$L_x = 0,5 V t_3 = 0,5 c t_3 / \gamma, \quad (1)$$

где V — скорость распространения электромагнитной волны (ЭМВ) в линии;
 c — скорость распространения ЭМВ в свободном пространстве; $\gamma = c/V$ — коэффициент укорачивания ЭМВ в линии.

Отсутствие отраженного сигнала свидетельствует о точном согласовании линии с волновым сопротивлением. Характер и значение неоднородности определяются по форме отраженного сигнала в общем случае по известному выражению

Отсутствие отраженного сигнала свидетельствует о точном согласовании линии с волновым сопротивлением. Характер и значение неоднородности определяются по форме отраженного сигнала в общем случае по известному выражению

Основу работы измерителя положен метод импульсной рефлектometрии, основанный на зондировании исследуемой системы импульсным сигналом с широким спектром (единичным перепадом напряжения) и наблюдения отражения от неоднородности линии посредством стробоскопического метода индикации, то есть, измерений мгновенных значений повторяемых сигналов, поступающих на вход устройства, посредством коротких импульсов напряжения — стробирующих импульсов. Стробимпульсы сдвигаются во времени относительно сигнала при каждом повторении и, таким образом, следовательно считывают его по точкам.

Основными узлами измерителя являются (рис. 10): задающий генератор (ЗГ); генератор зондирующих импульсов (ГЗИ); генератор горизонтального отклонения (ГГО); усилители горизонтального (УГО) и вертикального (УВО) отклонения; дифференциальное устройство (ДУ); электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). Также в схему измерителя входят стробоскопический преобразователь (смеситель), временный калибратор, блоки питания прибора и ЭЛТ, регулировочные элементы для удобства работы с прибором.

Также в схему измерителя входят стробоскопический преобразователь (смеситель), временный калибратор, блоки питания прибора и ЭЛТ, регулировочные элементы для удобства работы с прибором.

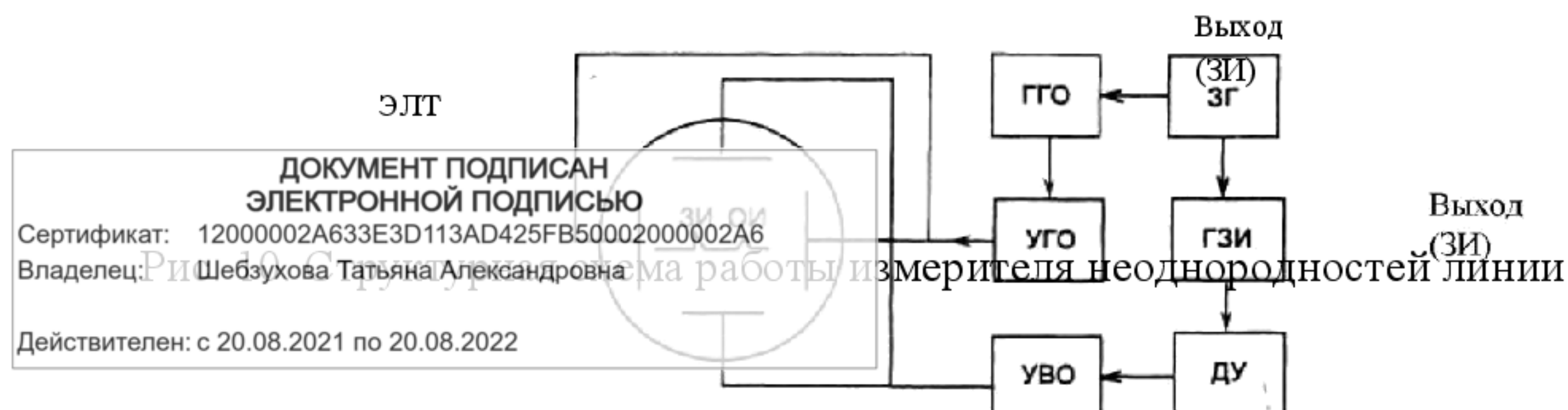


Рис. 10. Структурная схема работы измерителя неоднородностей линии

ЗГ руководит работой всей схемы измерителя и может работать в двух режимах: измерения и калибровки. В режиме измерения тактовые импульсы генерируются задающим мультивибратором. В режиме калибровки тактовые импульсы поступают от временного калибратора. Импульсами ЗГ запускаются ГЗИ и ГГО. Пилоподобные импульсы ГГО, усиленные УГО, поступают на горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ.

Зондирующие импульсы (ЗИ) от ГЗИ поступают через ДУ в исследуемую линию и через ДУ (ослаблены) на УВО вертикально отклоняют пластины ЭЛТ.

Отраженные неоднородностью линии импульсы (ОИ) поступают на вход ДУ, усиливаются и подаются на УВО и вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ.

Проведение измерений. Посредством измерителя (например, марки Р5- можно проводить следующие измерения:

- определение характера неоднородности;
- определение значения неоднородности (R , C , L);
- определение расстояния до неоднородности (повреждение);
- определение временной задержки;
- измерение коэффициента укорачивания;
- измерение волнового сопротивления;
- измерение расстояния до первой большой неоднородности.

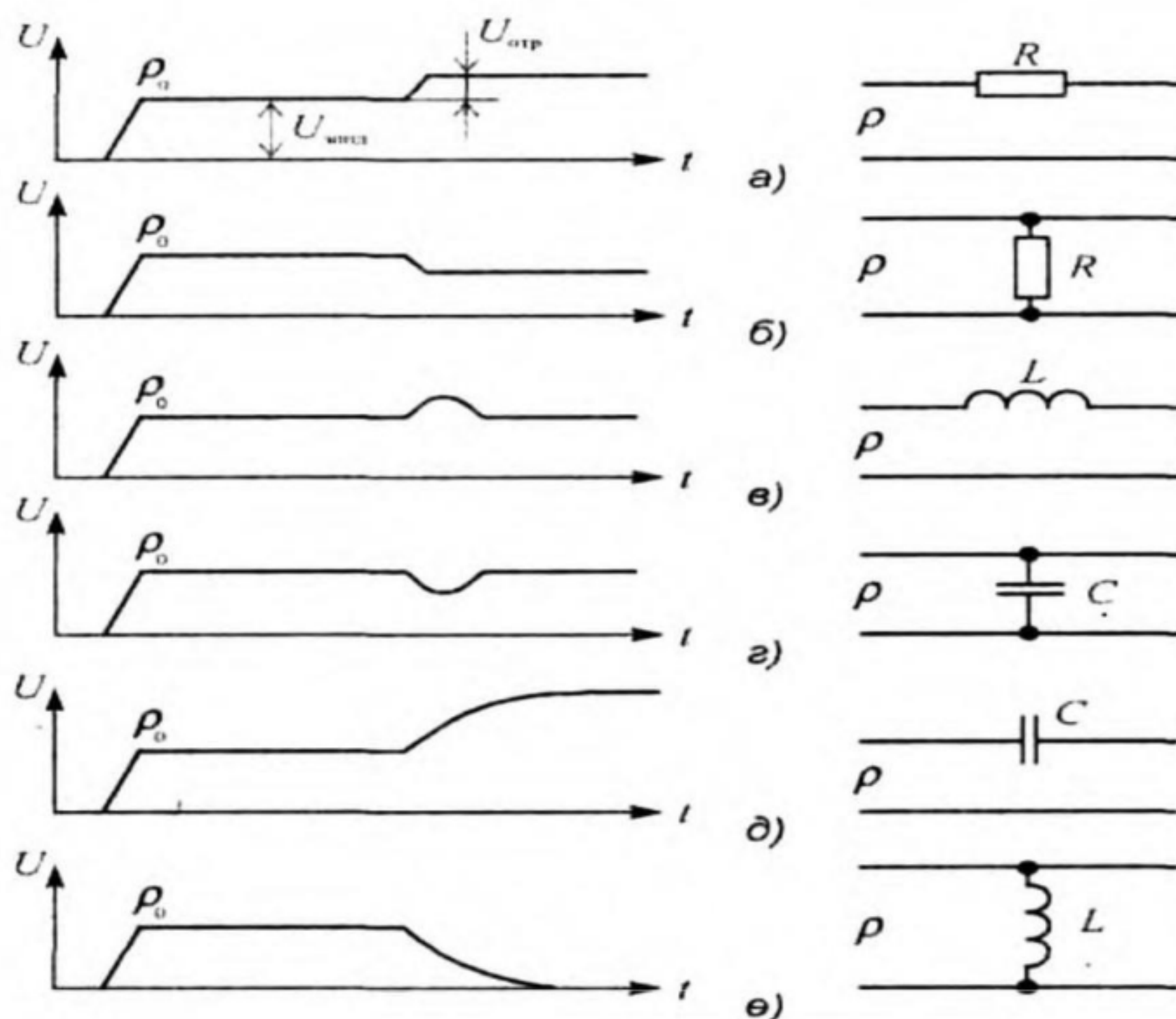


Рисунок 11 – Рефлектограммы простейшей неоднородности:

На рисунке 11 указано:

а, б – плохая изоляция, последовательная или параллельная неоднородность;

в, г – кабельные дефекты, допуски гнезд, ошибки размеров конструкции; д, е – случайные обрывы, короткие замыкания или ошибки элементов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

конструкции высокочастотных узлов.

Определение активных сопротивлений

Активному сопротивлению соответствуют плохие контакты, плохая изоляция, дополнительная нагрузка, постороннее подключение. Плоская вершина зондирующего перепада соединяется с верхней или нижней горизонтальной чертой шкалы ЭЛТ (нижней — при увеличении волнового сопротивления, верхней — при уменьшении волнового сопротивления). Значение неоднородности вычисляется по номограмме (прилагается к описанию прибора).

Определение реактивностей типа шунтирующей емкости и последовательной индуктивности

Такого рода реактивностям соответствуют кабельные дефекты, допуски гнезд, ошибки размеров конструкции (рис. 12).

Значение емкостной неоднородности определяется в соответствии с выражением

$$C = 2U_0 t_{\phi} / p_0 = 2K n t_{\phi} / 100 p_0, \quad (3)$$

а значение индуктивной неоднородности в соответствии
определяется выражением

$$L = 2 U_0 p_0 t_{\phi} = 2K_0 n p_0 t_{\phi} \cdot 100, \quad (4)$$

где K_0 — установленное значение ручки «Коэф. отраж %»; n — значение отсчетов вертикальной шкалы.

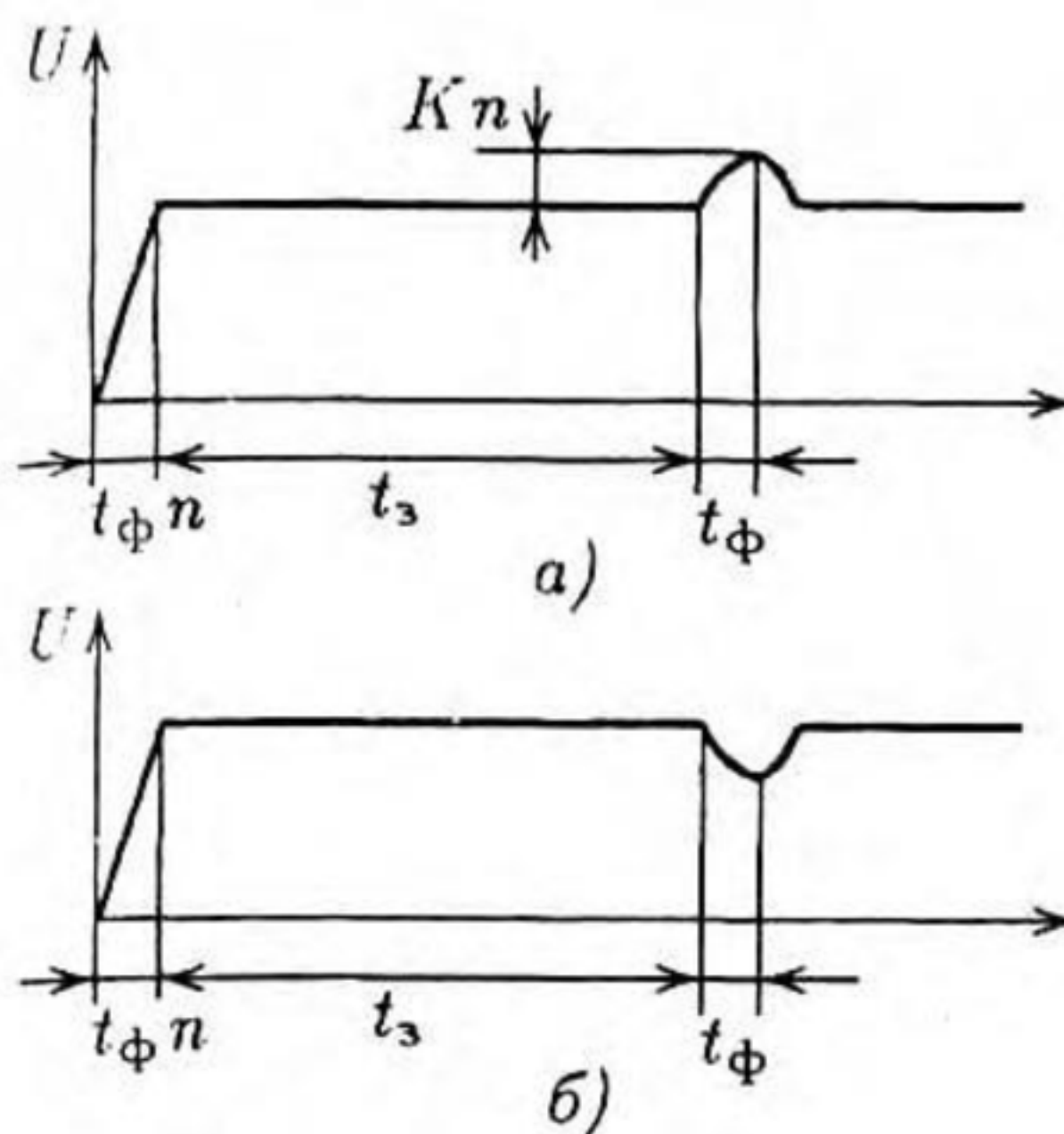


Рисунок 12— Рефлектограммы реактивных неоднородностей: а — линии с последовательной индуктивностью; б — линии с параллельной емкостью

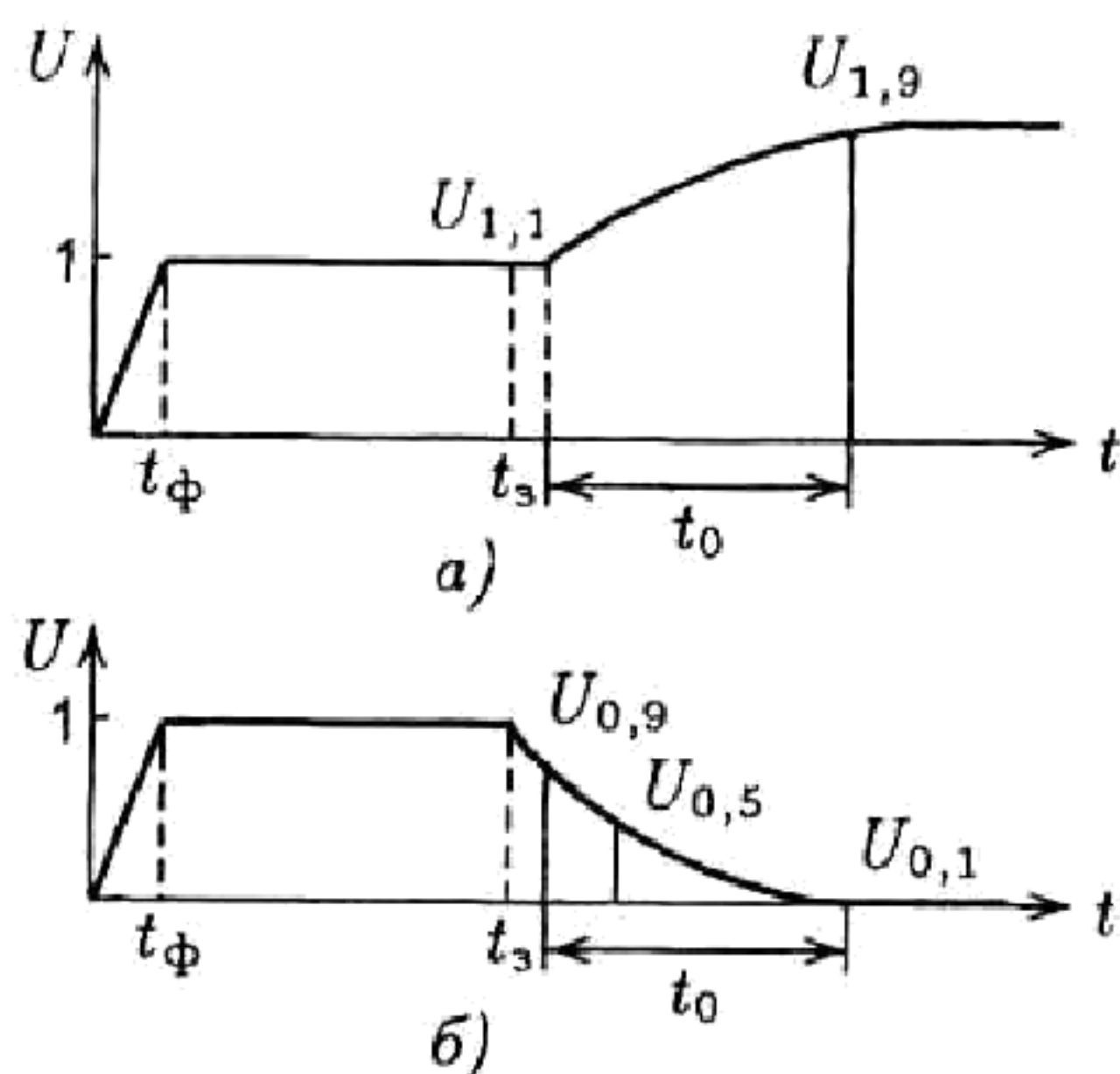


Рисунок 13 – Рефлектограммы неоднородностей: а – линии с последовательной емкостью; б – линии с параллельной индуктивностью.

Оценка неоднородности по значению отраженного сигнала невозможна, однако малые неоднородности такого вида, хоть и с меньшей точностью, но могут быть оценены по продолжительности нарастания отраженного сигнала t_0 по выражениям:

$$t_0 = 0.8 t_\delta \ln(0.1 / 2 p_0 c) / t_\delta, \quad (5)$$

где t_ϕ — длительность фронта зондирующего сигнала.

Значение индуктивности может быть также оценено по продолжительности интервала времени Δt , между моментами, соответствующими значениям напряжений $U = 1$, $U = 0,5$, измеряемым на спаде осциллограммы:

$$L = p_0 \Delta t / 1,386. \quad (6)$$

Целесообразно вспомнить об особенностях низкочастотного детектора проводных коммуникаций "Визир", принцип действия которого аналогичный вышеупомянутому (измеритель неоднородности линии), а именно: в линию подается зондирующий синусоидальный сигнал, и происходит регистрация высших гармоник тока, возникающих в полупроводниковых элементах подключенного к линии средства прослушивания.

Содержание лабораторной работы, выполняемой студентами ходе занятия

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Описание лабораторного оборудования:
Лаборатория «Electronics Workbench».

Изучить оборудование и рабочее место.

Получить разрешение к выполнению лабораторных работ от руководителя занятий или лаборанта.

II. Во время выполнения лабораторных работ:

Убедиться, что на измерительных приборах переключатели установлены в исходном положении ручек, на минимальное напряжение и максимальные пределы измерения.

Включать питающие напряжения и собранные схемы только после разрешения руководителя занятий или лаборанта и предупреждения всех работающих.

соответствии с методическими рекомендациями по выполнению лабораторных работ, выполнить необходимые измерения и занести их в рабочую тетрадь.

Проверять наличие питающих напряжений и проводить измерения электрических величин только с помощью соответствующих измерительных приборов, одной рукой, после установки на них максимально ожидаемого результата и рода измеряемой величины.

ВНИМАНИЕ!

Не прикасаться к открытым токоведущим частям, проводникам, клеммам и зажимам, не облокачиваться на приборы, не прикасаться к батареям, не отвлекаться от измерений, не производить изменений в схеме и не оставлять без наблюдения цепь, находящуюся под напряжением.

При работе с катушками индуктивности и конденсаторами не трогать их и соединительные провода, так как вследствие резонанса могут возникнуть большие токи и напряжение.

При обнаружении неисправностей в измерительных приборах **немедленно** отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

По окончании выполнения лабораторных работ:

Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.

Обесточить собранные схемы, разобрать их (если это предусмотрено) и выключить контрольно-измерительные приборы.

Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

ПРИ РАБОТЕ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

**производить самостоятельное включение автоматов защиты, заменять предохранители, устранять неисправности и повреждения;
проводить какие-либо переключения, соединения, не предусмотренные инструкциями по выполнению лабораторных работ.**

ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ:

**немедленно отключить автоматы защиты, доложить руководителю занятий и действовать согласно его указаний;
при поражении электрическим током оказать первую помощь
соответствии с принятой методикой до прибытия врача.**

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ

БЕЗОПАСНОСТИ:

лица, нарушившие требования инструкции отстраняются от выполнения

лабораторных работ. Работы допускаются только после сдачи зачета по правилам и

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

при выводе приборов и оборудования лаборатории по вине лица, проводящего работы и в случае нарушения требования инструкции, они несут

материальную ответственность в соответствии с действующим законодательством РФ.

Задание для работы

Задание для работы

По эквивалентным схемам замещения провести исследование принципов работы кабельного радара.

Снять рефлектограммы неоднородностей, определить их вид, для реактивных неоднородностей определить значения емкости и индуктивности.

Составить отчет о проделанной работе в соответствии с требованиями, изложенными в описании работы.

Порядок выполнения работы

4.1. Запустить моделирующую программу EWB5. Набрать эквивалентную схему замещения работы кабельного радара по рис. 14 с указанными на схеме параметрами, где $R_{и}$ – внутреннее сопротивление источника, $R_{н}$ – сопротивление нагрузки телефонной линии, $R1$ – сопротивления неоднородности. В автоматическом переключателе установить время включения – 3 с, а время выключения – 0.

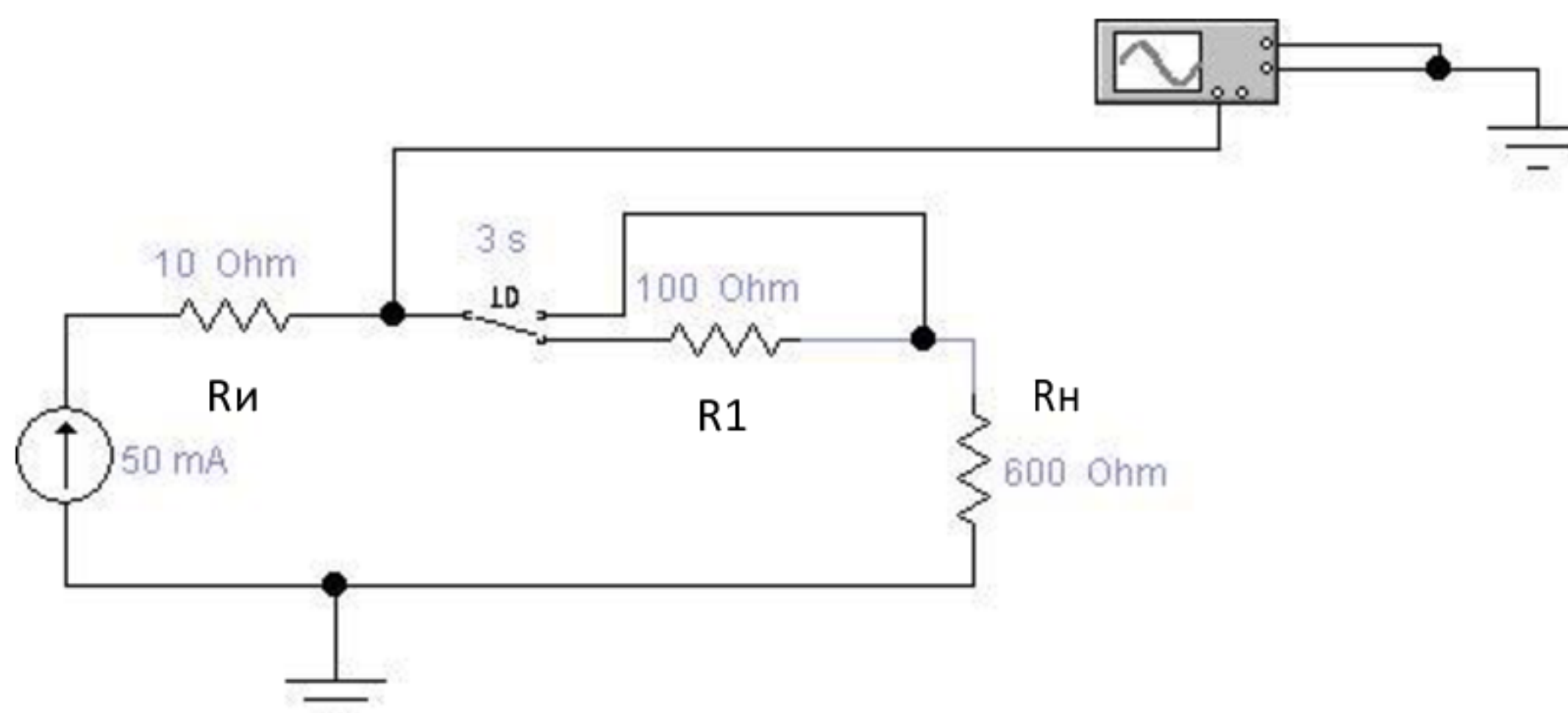


Рисунок 15 – Эквивалентная схема 1 замещения работы кабельного радара

4.2. Снять с экрана осциллографа рефлектограмму неоднородности. По виду рефлектограммы определить вид неоднородности.

4.3. Установить зависимость величины перепада напряжения в рефлектограмме от величины сопротивления неоднородности $R1$, изменяя его следующим образом: 1 Ом, 3 Ом, 5 Ом, 10 Ом, 20 Ом, 50 Ом, 100 Ом. Измеренные даны занести в таблицу, сравнить с теоретическими сведениями и сделать выводы с учетом того, что величина постоянного напряжения в исследуемой ТЛФ линии может изменяться до 5%.

4.4. Набрать эквивалентную схему 2 замещения работы кабельного радара по рис. 16 с указанными на схеме параметрами, где $R_{и}$ – внутреннее

выключения – 3,05 с.

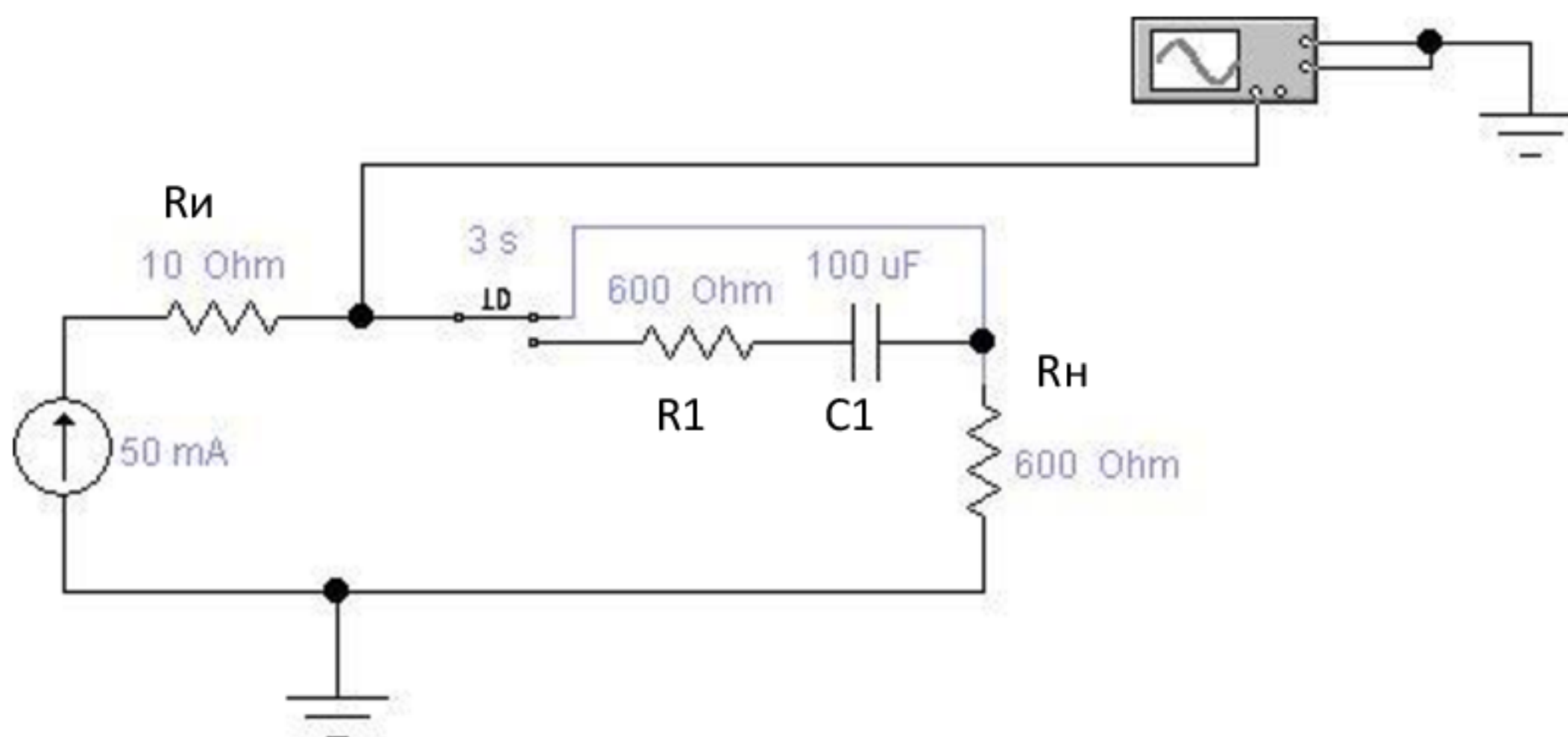


Рисунок 16 – Эквивалентная схема 2 замещения работы кабельного радара

4.5. Снять с экрана осциллографа рефлектограмму неоднородности. Для этого временную (горизонтальную) развертку осциллографа установить на 0,02 s/div, а амплитудную (вертикальную) развертку на 20 V/div. Включить симулятор EWB5, и дождавшись появления на экране рефлектограммы, поставить его на паузу. По виду рефлектограммы определить вид неоднородности.

4.6. Определить реактивное значение неоднородности используя выражения (3) или (4) в зависимости от вида неоднородности с учетом того, что волновое сопротивление линии p_0 равно 600 Ом, а коэффициент отражения – 10₋₃.

4.7. Изменить величину эквивалентного сопротивления $R1$, установив его значение - 100 Ом. Повторно снять с экрана осциллографа рефлектограмму неоднородности.

4.8. Определить реактивное значение новой неоднородности используя выражения (3) или (4) в зависимости от вида неоднородности с учетом того, что волновое сопротивление линии p_0 равно 600 Ом, а коэффициент отражения – 1.

4.9. Набрать эквивалентную схему 3 замещения работы кабельного радара по рис. 17 с указанными на схеме параметрами, где $R_{и}$ – внутреннее сопротивление источника, $R_{н}$ – эквивалентное сопротивление нагрузки телефонной линии, $R_{л}$ – эквивалентное сопротивление неоднородности. В автоматическом переключателе установить время включения – 3 с, а время выключения – 0 с.

4.10. Снять с экрана осциллографа рефлектограмму неоднородности. По виду рефлектограммы определить вид неоднородности.

4.11. Установить зависимость величины перепада напряжения в рефлектограмме от величины сопротивления неоднородности $R1$, изменяя его

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен с 20.08.2021 по 20.08.2022	750 КОм, 500 КОм, 100 КОм, 50 КОм, 30 КОм, 10 КОм. в таблицу, сравнить с теоретическими значениями и сделать выводы с учетом того, что величина постоянного тока может изменяться до 5%.
--	--

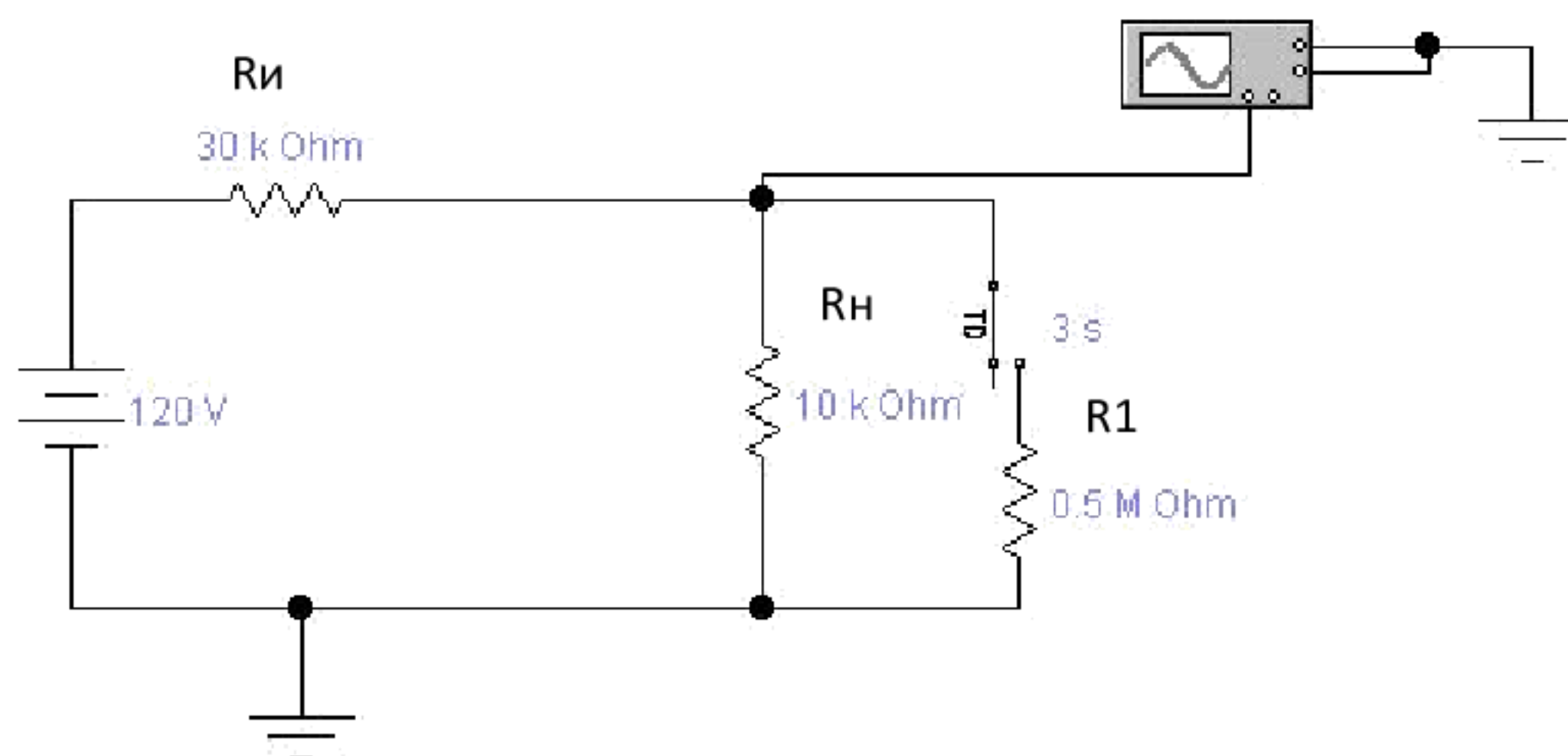


Рисунок 17 – Эквивалентная схема 3 замещения работы кабельного радара

4.12. Набрать эквивалентную схему 4 замещения работы кабельного радара по рис. 18 с указанными на схеме параметрами, где $R_{и}$ – внутреннее сопротивление источника, $R_{н}$ – эквивалентное сопротивление нагрузки телефонной линии, $R1$ и $Z1$ – эквивалентные активное и реактивное сопротивления неоднородности. В автоматическом переключателе установить время включения – 3 с, а время выключения – 0 с.

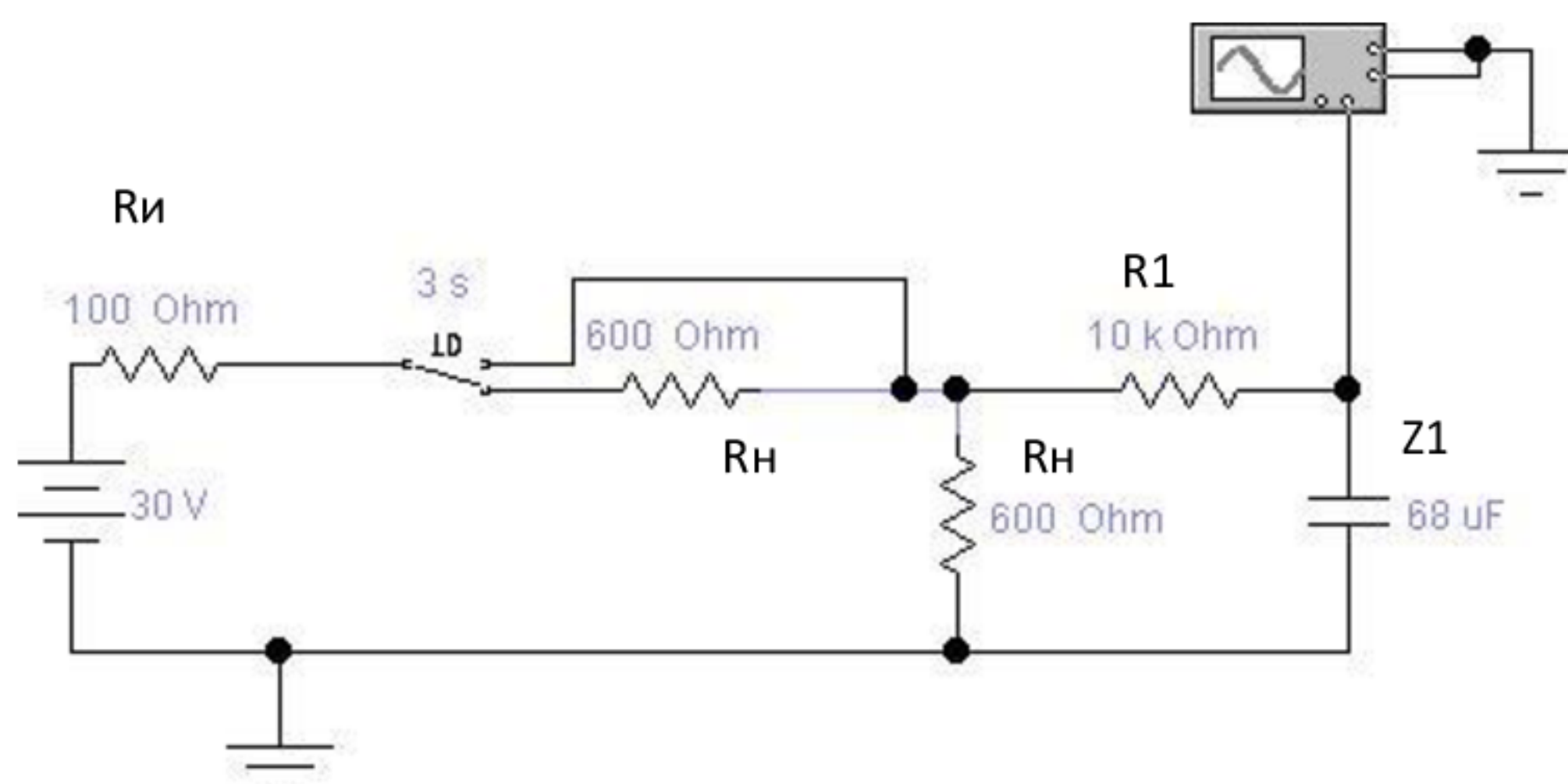


Рисунок 18 – Эквивалентная схема 4 замещения работы кабельного радара

4.13. Снять с экрана осциллографа рефлектограмму неоднородности. По виду рефлектограммы определить вид неоднородности.

4.14. Набрать эквивалентную схему 5 замещения работы кабельного радара по рис. 19 с указанными на схеме параметрами, где $R_{и}$ – внутреннее сопротивление источника, $R_{н}$ – эквивалентное сопротивление нагрузки телефонной линии, $R1$ и $Z1$ – эквивалентные активное и реактивное сопротивления неоднородности. В автоматическом переключателе установить время включения – 3 с, а время выключения – 0 с.

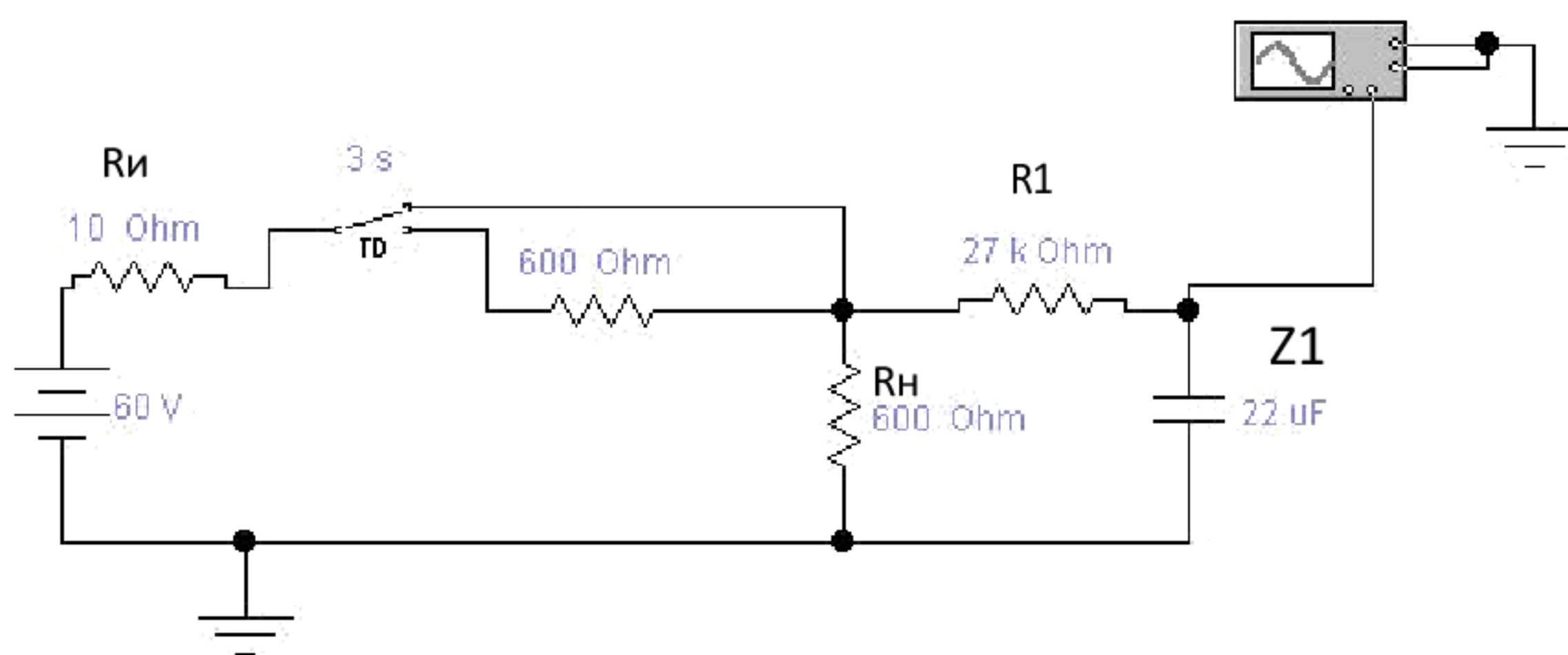


Рисунок 19 – Эквивалентная схема 5 замещения работы кабельного радара

4.15. Снять с экрана осциллографа рефлектограмму неоднородности. По виду рефлектограммы определить вид неоднородности.

Требования к отчету о проделанной лабораторной работе. В отчете привести:

задание на выполнение работы,
порядок проведения работы,
исследуемые принципиальные эквивалентные схемы,
результаты расчетов;
результаты исследований – временные диаграммы сигналов, АЧХ средств защиты;
сравнение расчетных результатов с
экспериментами. выводы о проделанной работе.

Контрольные вопросы для подготовки к защите отчета:

Характеристика пассивных способов защиты телефонных аппаратов и линий от подслушивания.

Принципы работы амплитудного диодного ограничителя.

Характеристика схемы защиты цепи звонка.

Характеристика схемы защиты микрофонной цепи.

Характеристика схемы фильтрации опасных сигналов.

Средства защиты телефонного аппарата и линии от высокочастотного навязывания.

Амплитудно-частотная характеристика фильтра нижних частот.

Характеристика комбинированной схемы защиты телефонного аппарата и линии.

Предназначение и принцип работы кабельного радара.

Характеристика метода импульсной рефлектометрии измерения неоднородностей.

Вид рефлектограмм для типовых неоднородностей.

Структурная схема кабельного радара.

**Задание обучаемым для самостоятельной учебной работы
при подготовке к лабораторной работе:**

Закрепить и углубить знания, полученные на лекциях №3 и 4, для этого изучить конспект лекций и рекомендуемую литературу.

[2] Конахович Г.Ф., Климчук В.П., Паук С.М., Потапов В.Г. Защита информации в телекоммуникационных системах. – К.: «МК-Пресс», 2005. – С. 107 – 130.

Изучить методические указания к лабораторной работе №1 и подготовить отчет по лабораторной работе согласно методическим указаниям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Технические средства и методы защиты информации. Учебное пособие для вузов / Под ред. А.П. Зайцева и А.А. Шелупанова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – С. 120 – 127.

Конахович Г.Ф., Климчук В.П., Паук С.М., Потапов В.Г. Защита информации в телекоммуникационных системах. – К.: «МК-Пресс», 2005. – С. 107 – 130.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 13-15
Исследование принципов построения и работы аналоговых скремблеров речевого с
речевого сигнала

Время – 6 часов

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

Исследование принципов построения и работы аналоговых скремблеров речевого сигнала.

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Вводная часть

Проверка подготовленности обучаемых к лабораторной работе:

Способы шифрации речевых сигналов вы знаете.
Отличительная характеристика методов закрытия речевого сигнала.
Способы скремблирования.
Достоинства и недостатки различных способов скремблирования.
Частотная полоса речевого сигнала.
Допустимая величина задержки для скремблированного сигнала.
Формулы дискретного преобразования Фурье.
Выражение для спектра мощности Фурье.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Вопросы информационной безопасности занимают особое место в жизни общества в связи с возрастающей ролью информации и требуют к себе все большего внимания. Безопасность связи при передаче речевых сообщений основывается на использовании большого количества различных методов закрытия сообщений, меняющих характеристики речи таким образом, что она становится неразборчивой и неузнаваемой для подслушивающего лица, перехватившего закрытое речевое сообщение. При этом главной целью при разработке систем передачи речи является сохранение тех ее характеристик, которые наиболее важны для восприятия слушателем.

Одним из самых распространенных методов закрытия речевых сообщений являются методы скремблирования, которые впервые появились в 40-х годах прошлого века. Среди последних достижений в этой области следует отметить широкое использование интегральных микросхем, микропроцессоров

цифровой обработки сигналов (ЦПОС). Все что обеспечивает закрытия речи с уменьшением их размера и стоимости.
Действителен с 20.08.2021 по 20.08.2022

использовании большого количества различных методов закрытия сообщений, меняющих характеристики речи таким образом, что она становится неразборчивой и неузнаваемой при прослушивании. Основной целью при разработке систем закрытия речевых сообщений является сохранение тех ее характеристик, которые наиболее важны для восприятия слушателем.

В речевых системах связи используются два метода закрытия речевых сигналов, разделяющихся по способу обработки и передачи речи. Это шифрация и скремблирование.

Системы на основе шифрования речи не передают никакой части речевого сигнала. Речевые компоненты кодируются в цифровой поток данных, который смешивается с псевдослучайной последовательностью, вырабатываемой генератором по одному из соответствующих алгоритмов, и полученное таким образом сообщение передается с помощью модема в канал связи (рис. 1). Недостатками метода являются необходимость специальных широкополосных каналов. Для методов, использующих узкополосные каналы, необходимо использование алгоритмов кодирования высокой сложности.

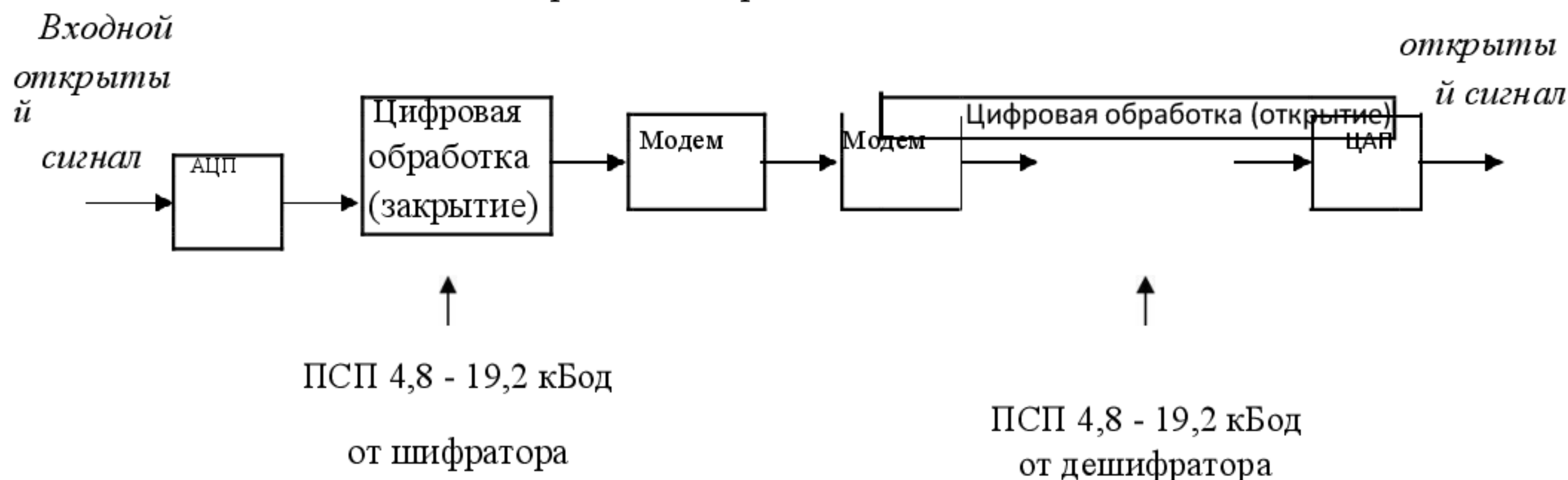


Рис. 1. Схема закрытия речи по каналам связи методом шифрования: дискретизация речи с последующим шифрованием

Другим методом является метод речевого скремблирования, что означает перемешивание, смешивание.

Под скремблированием понимается изменение характеристик речевого сигнала так, чтобы полученный сигнал, обладая свойствами неразборчивости и неузнаваемости, занимал такую же полосу частот, что и исходный, открытый сигнал. При использовании этого метода в закрытом сигнале присутствуют куски исходного сообщения, преобразованные в частотной и(или) временной областях. Т.е. такие системы могут быть атакованы криптоаналитиком противника на уровне анализа звуковых сигналов.

Аналоговое скремблирование. Наибольшая часть аппаратуры засекречивания речевых сигналов использует в настоящее время метод аналогового скремблирования, поскольку:

необходимая для этого аппаратура применяется в большинстве случаев в

стандартизированных каналах с полосой 0,3 - 3,4 кГц;

обеспечивается коммерческое качество дешифрованной речи;

гарантируется достаточно высокая стойкость закрытия.

Системы скремблирования можно разделить на два следующих класса:

статические, схема кодирования которых остается неизменной в течение всей передачи сообщения; такие системы не обладают сколько ни будь значительной стойкостью, но вполне приемлемы как модели реальных систем скремблирования и учебные пособия;

динамические, постоянно генерирующие кодовые подстановки в ходе передачи;

настоящий момент системы скремблирования построены следующим образом, исходный аналоговый речевой сигнал дискретизируется с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), подвергается цифровой обработке и преобразовывается снова в аналоговый речевой сигнал с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

Преобразование речи в цифровую форму. Известно, что речевой сигнал занимает полосу частот 300-3400 Гц, которая гарантирует высокую разборчивость речи и узнаваемость диктора по голосу. Отсюда следует, что необходимая частота дискретизации, которая, исходя из теоремы Котельникова, не должна быть меньше 6,8кГц, в стандартных линиях связи она принята равной 8 кГц. При преобразовании аналогового сигнала в цифровой, на первом шаге происходит периодическая дискретизация сигнала. В дискретах содержится вся информация, необходимая для восстановления исходного сигнала на приеме, если дискреты формируются с частотой 8 кГц. Второй шаг в процессе аналого-цифрового преобразования состоит в квантовании по уровню, т. е. определении того, на какой интервал амплитуд из группы смежных интервалов приходится значение дискрета. По существу, в процессе квантования амплитуда каждого дискрета, которая может принимать непрерывные значения, заменяется дискретной величиной, размещенной в середине соответствующего шага квантования. Поскольку квантованные дискреты имеют дискретные уровни, они представляют собой многоуровневый цифровой сигнал. В стандартных системах связи разрядность преобразованного сигнала равна 8-12.

Для передачи квантованные по амплитуде дискреты преобразуются в двоичные кодовые комбинации, которые передаются затем в виде двоичных импульсов. На приемной стороне линии цифровой передачи поток двоичных цифровых сигналов восстанавливается и воссоздаются величины квантованных дискретов. Затем для интерполяции между величинами дискретов и восстановления исходной формы сигнала используется фильтр нижних частот. Если ошибок в передаче не было, сигнал на выходе идентичен входному, за исключением небольшого искажения в результате квантования: разности между величиной дискрета и ее квантованным представлением. При большом числе шагов квантования (и, следовательно, достаточном числе разрядов в кодовой комбинации для их представления) шаги квантования могут быть достаточно малы для того, чтобы существенно уменьшить заметность

искажений

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

обычно используют преобразования
их комбинации.

Для реализации частотных скремблеров используют дискретное

преобразование Фурье.

Дискретное преобразование Фурье. Если x_n - периодическая последовательность с периодом N , то дискретным преобразованием Фурье (ДПФ) называется пара взаимно однозначных преобразований [2]:

$$C_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{j2\pi kn/N} \quad k=0, 1, \dots, N-1, \quad (1)$$

$$x_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} C_k e^{-j2\pi kn/N} \quad n=0, 1, \dots, N-1. \quad (2)$$

Выражение (1) определяет *прямое ДПФ*, а выражение (2) - *обратное ДПФ*.

Обозначения:

N — количество значений сигнала, измеренных за период, а также количество компонент разложения (гармоник);

x_n — измеренные значения сигнала (в дискретных временных точках с номерами $n = 0, 1, \dots, N-1$, которые являются входными данными для прямого преобразования и выходными для обратного;

$x_k, k = 0, 1, \dots, N-1$ — значения N комплексных амплитуд **синусоидальных** сигналов (гармоник), слагающих исходный сигнал; являются выходными данными для прямого преобразования и входными для обратного; поскольку амплитуды комплексные, то по ним можно вычислить одновременно и амплитуду, и фазу:

X_k/N — обычная (вещественная) амплитуда k -го синусоидального сигнала;

$\arg(X_k)$ — фаза k -го синусоидального сигнала (аргумент комплексного числа);

k — частота k -го сигнала, равная k/T , где T — период времени, в течение которого брались входные данные.

Из последнего видно, что преобразование раскладывает сигнал на синусоидальные составляющие (которые называются гармониками) с частотами от N колебаний за период до одного колебания за период.

Дискретное преобразование Фурье является линейным преобразованием, которое переводит вектор временных отсчётов $\vec{x}$ в вектор спектральных отсчётов $\vec{C}$ той же длины.

При частотном скремблировании временная последовательность x_n , полученная в результате преобразования аналогового речевого сигнала в цифровую форму, разбивается на окна длиной N . Длина окна выбирается таким

образом, чтобы при скремблировании сигнал был достаточно неразборчив, но не связан с эффектом так называемого «эха».

Известны два типа частотных скремблирования: частотная инверсия и полосуное разбиение спектра речевого сигнала. Инверсное скремблирование

основано на повороте спектральной последовательности относительно некоторой точки, что равносильно повороту частотной полосы речевого сигнала относительно некоторой частоты (см. рис.2), используя для этого

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

выражение (1) для дискретного преобразование Фурье. Данный способ обеспечивает невысокий уровень закрытия.

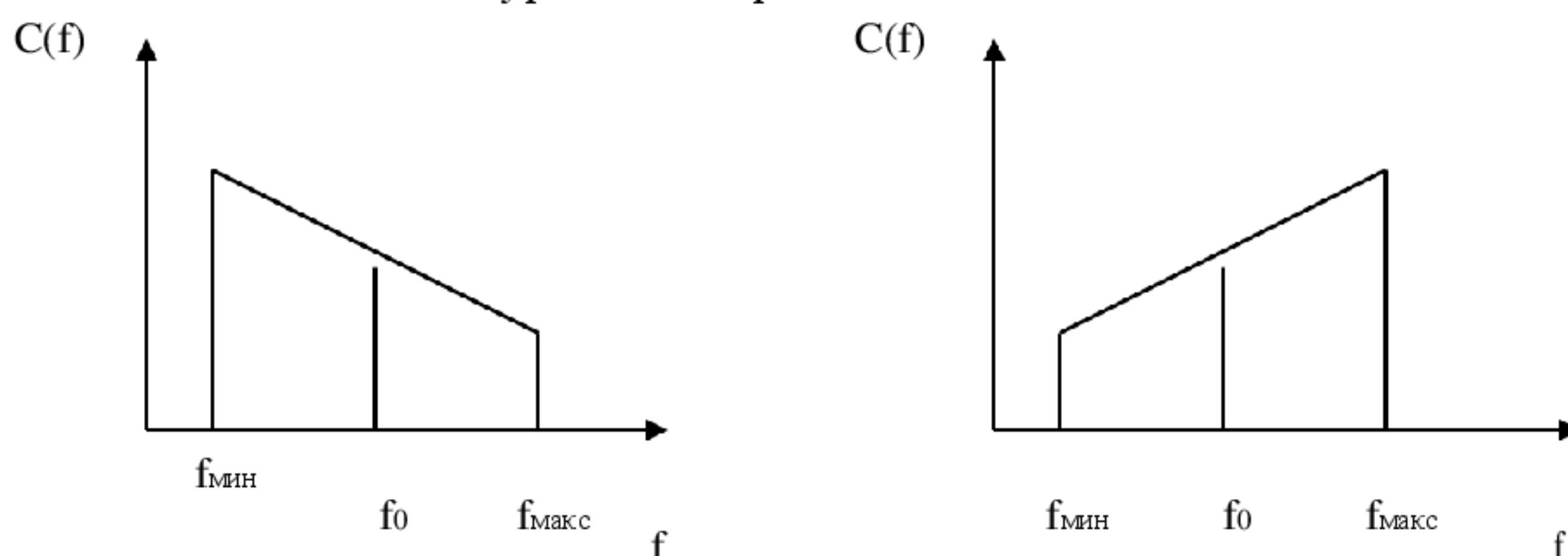


Рис. 2. Принцип работы инвертора спектра

Полосовое скремблирование основано на разделении спектра на несколько частотных полос и их перемешивании по некоторому принципу (см. рис.3). Данное преобразование осуществляется также с помощью дискретного преобразования Фурье. Коэффициенты C_k разбиваются на группы, исходя из необходимых частотных полос:

$(1 \dots k_1), (k_1+1 \dots k_2), (k_d+1 \dots N)$.

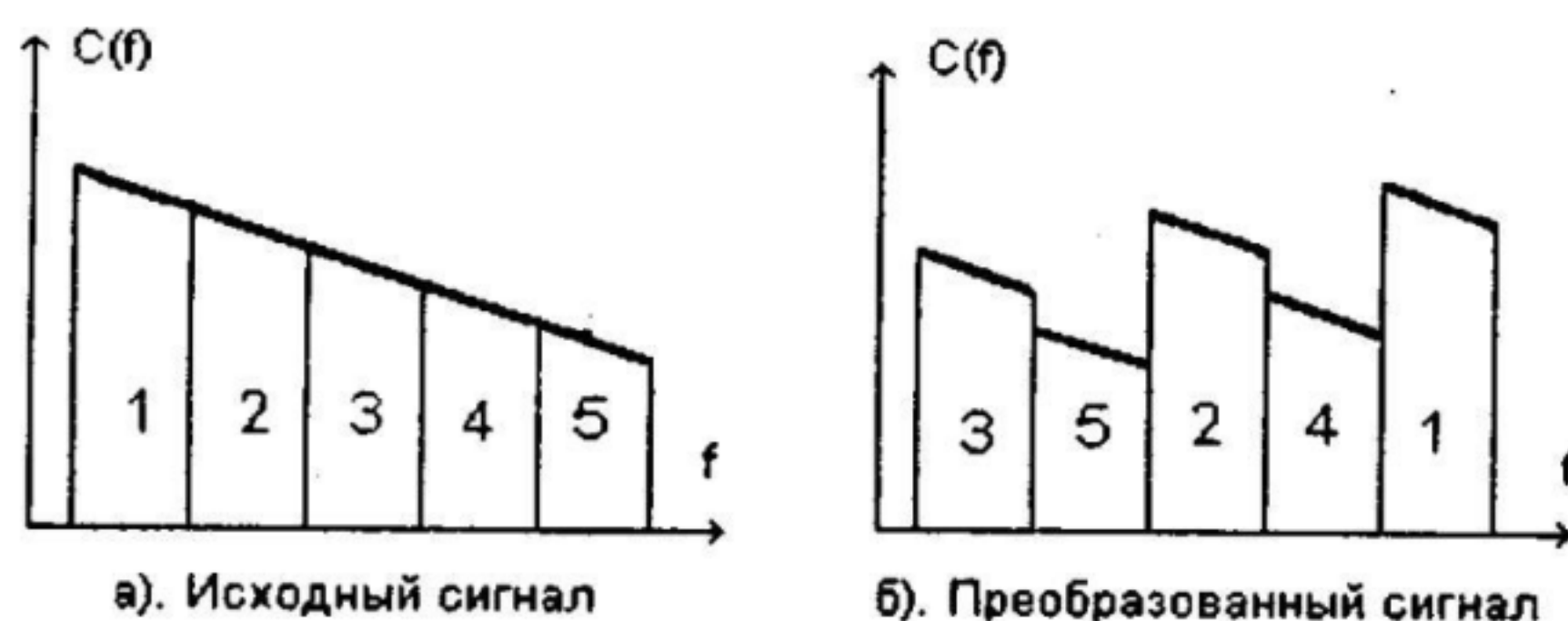


Рис. 3. Принцип работы полосового частотного скремблера

Группы коэффициентов меняют местами согласно выбранному порядку полос частот и производят обратное преобразование Фурье. В результате получается речевой сигнал с искаженным спектром, который обеспечивает неразборчивость сигнала. На приемном пункте выполняется обратная процедура. После преобразования принятого сигнала в цифровую форму, производят операцию ДПФ, восстанавливают правильную последовательность частотных полос спектра и применяют обратное ДПФ. Исходный цифровой сигнал преобразовывают в аналоговый сигнал цифроаналоговым преобразователем.

Можно дополнительно повысить степень закрытия путем осуществления задержек отдельных компонентов сигнала на различное время.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Изменение ключа системы позволяет повысить степень закрытия, но требует введения синхронизации на приемной стороне системы. Система обладает достаточно высокой криптостойкостью.

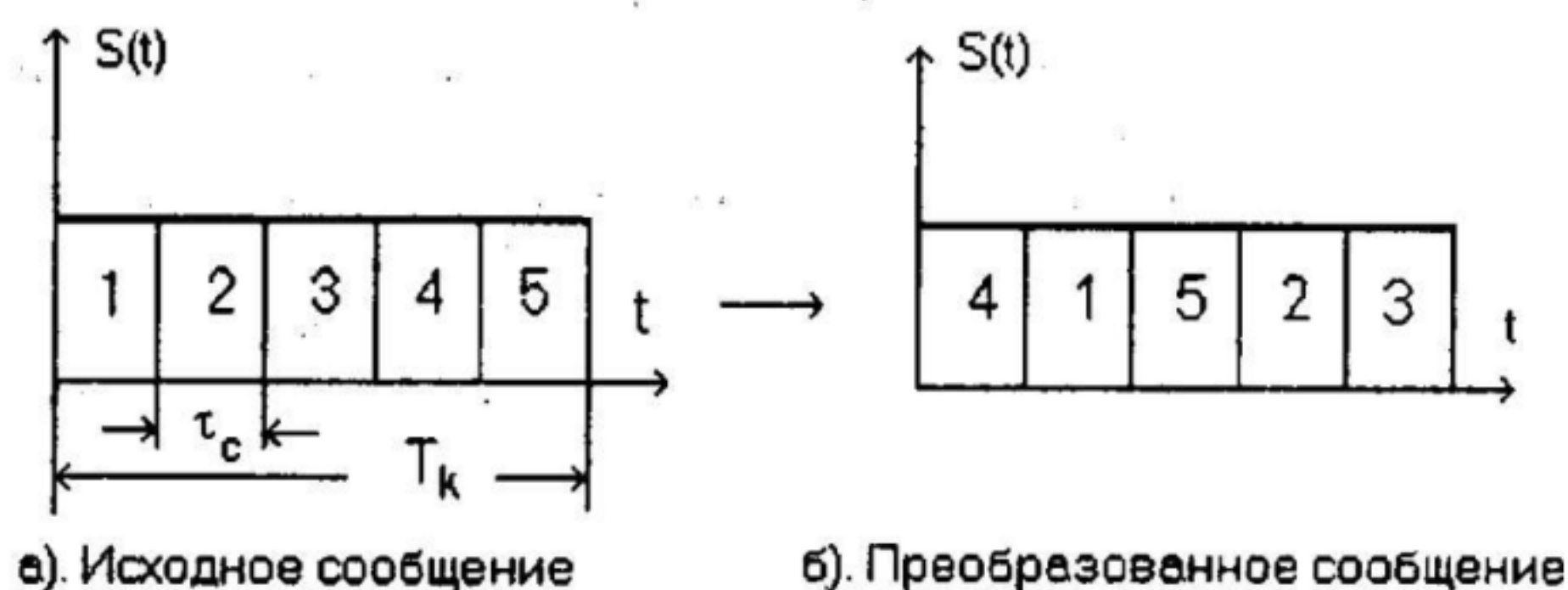
На рис. 4 представлена блок-схема скремблирования речевого сигнала с использованием частотного метода.



Рис.4. Принцип работы скремблера с использованием преобразования Фурье.

Часто используют комбинацию из первых двух систем, что обеспечивает еще лучшее закрытие голосового сигнала.

Временные скремблеры. В скремблерах с временной перестановкой сигнал делится на фрагменты над которыми осуществляется перестановка отсчетов речевого сигнала (например инверсия), причем фрагмент (кадр) может быть как фиксированным так и скользящим. Принцип работы такой системы представлен на рис.5. У таких скремблеров уровень закрытия, зависит от



длительности сегментов, а также создают значительные задержки при работе
Рис.5. Временной скремблер

скремблерах с временной инверсией происходит временная инверсия на фрагментах речевого сигнала. Разборчивость сигнала зависит от размера фрагмента, чем больший фрагмент, тем лучшее закрытие речевого сигнала.

На практике обычно используется комбинация этих двух методов.

Основные принципы построения систем закрытия речи

речевых системах связи известны *два основных принципа закрытия речевых сигналов*, которые разделяются по способу передачи каналом связи:

аналоговое скремблирование;

дискретизация речи с последующим шифрованием.

На основе этих принципов разработаны и внедрены на практике

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

частотных перестановок отрезков речи (тип А);

комбинированные речевые скремблеры на основе частотно-временных перестановок отрезков речи, представленных дискретными отсчетами, применением цифровой обработки сигналов (тип В).

2) цифровые системы закрытия речи:

широкополосные (тип С);

узкополосные (тип D).

Структурные схемы этих систем закрытия речи, представлены на рис. 6.

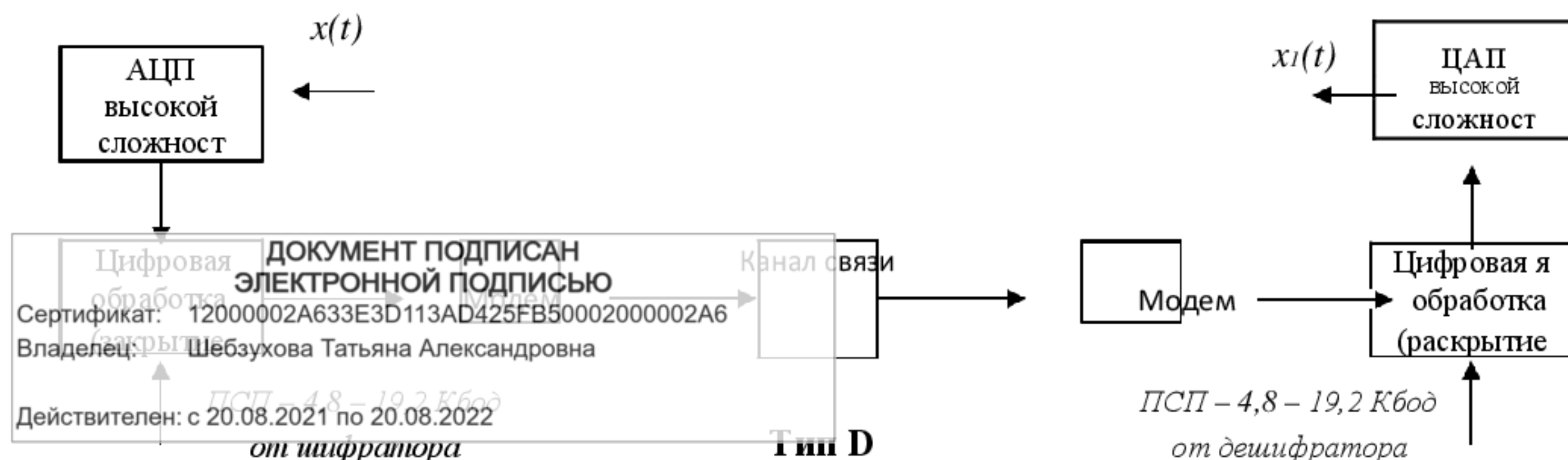
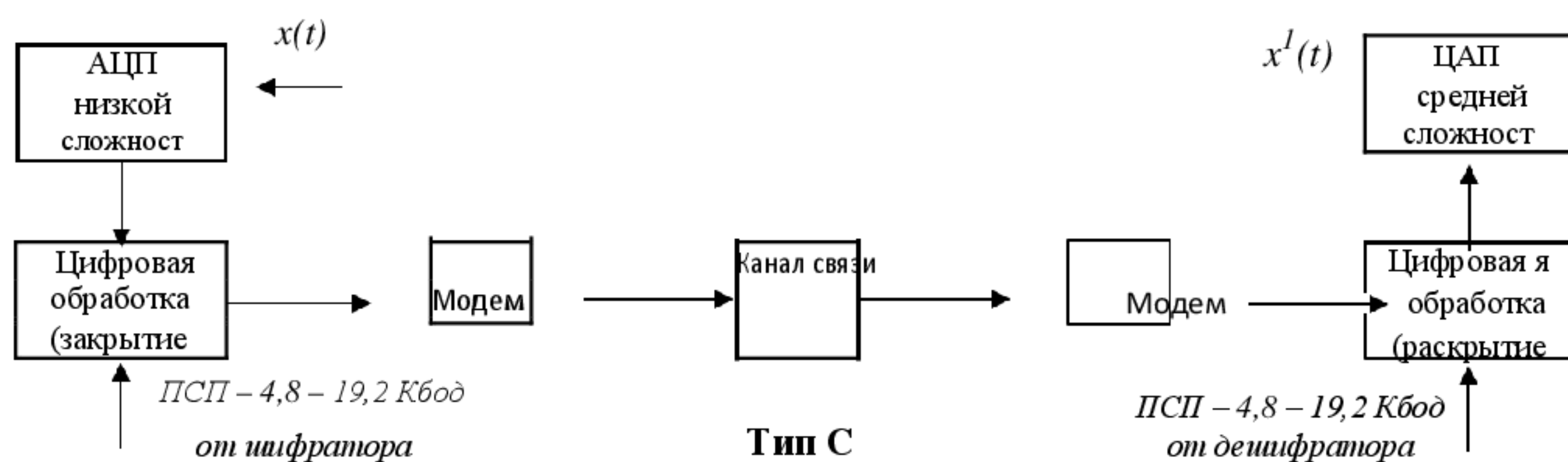
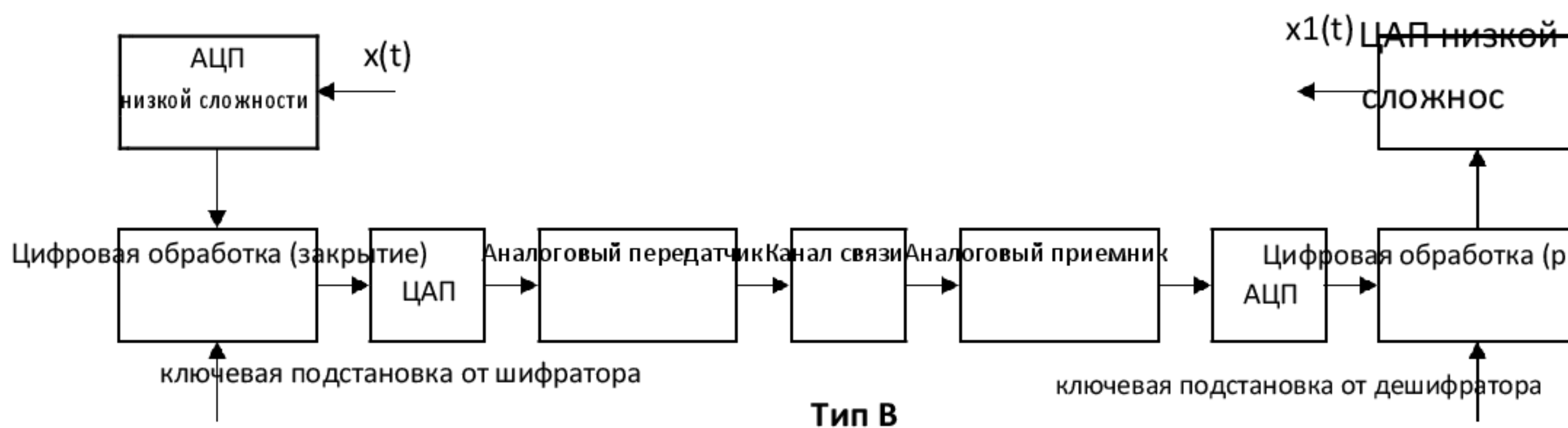
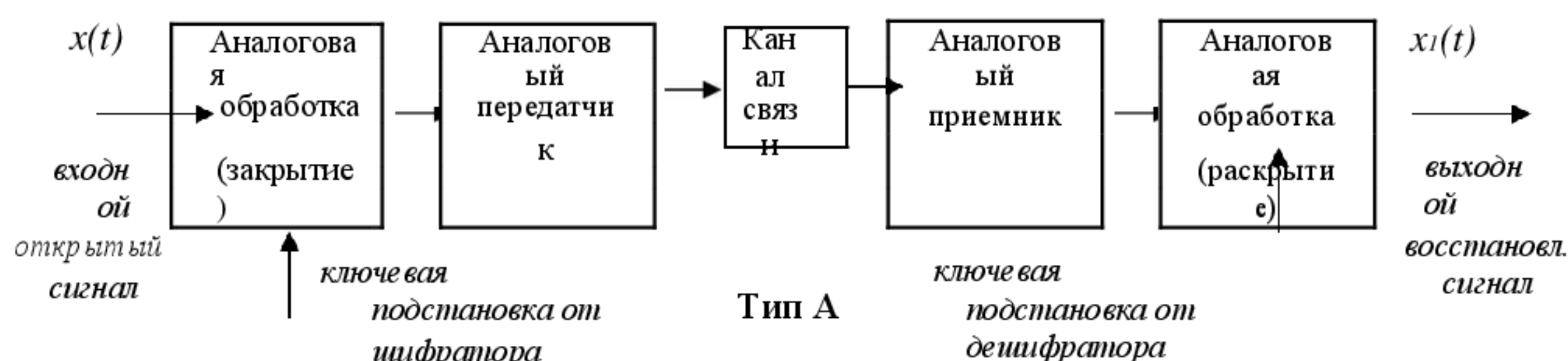


Рис. 6. Виды систем закрытия речи (АЦП/ЦАП – аналогово-цифровое/цифро-аналоговое преобразование; ПСП – псевдослучайная последовательность)

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рассмотрим их подробнее.

Достоинство **аналогового скремблера простейшего типа** (типа А) состоит в том, что он прост в реализации, поскольку осуществляет только аналоговую обработку речевого сигнала путем его преобразования (перемешивания) в частотной и/или временной областях. Однако в простейшем скремблере при передаче речи в канале связи присутствуют фрагменты исходного, открытого речевого сообщения. Это означает, что эти системы могут быть атакованы криптоаналитиком противника на уровне анализа звуковых сигналов. В результате простейший аналоговый скремблер осуществляет восстановление речи с высоким качеством и разборчивостью, обеспечивая при этом лишь низкую степень закрытия. Это означает, что он обеспечивает защиту только на тактическом уровне, то есть на период времени, измеряемый минутами или днями. *Принципы работы простейших скремблеров детально рассмотрены в рамках учебной дисциплины ИТЗИ.*

Современные или новейшие (разработанные в последние годы) **аналоговые скремблеры** (типа В), осуществляющие цифровую обработку аналоговых сигналов и реализующие комбинированные алгоритмы частотно-временного преобразования, способны обеспечить не только средний, но иногда и очень высокий уровень секретности. Данные скремблеры приближаются к стратегическому уровню защиты, когда время дешифровки перехваченного сообщения соизмеримо или даже несколько превышает время жизненного цикла перехваченной информации. Это преимущество достигается усложнением и удорожанием аппаратуры из-за потребности в цифровых процессорах обработки сигналов и дополнительных ЦАП и АЦП. *Более детально техническую реализацию данных скремблеров рассмотрим во 2-м учебном вопросе лекции.*

Широкополосные цифровые системы закрытия речи (типа С) не передают какой-нибудь части входного речевого сигнала. Речевые компоненты кодируются в цифровой поток данных, который смешивается с псевдослучайной последовательностью, формируемой ключевым генератором по одному из криптографических алгоритмов. Полученное таким способом закрытое речевое сообщение передается с помощью модема в канал связи, на приемочном конце которого выполняются обратные преобразования с целью получения открытого речевого сигнала.

Технология изготовления систем закрытия речи типа С хорошо известна. Также не составляет особых трудностей техническая реализация используемых для этих целей способов кодирования языка типа АДИКМ (адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции), ДМ (дельта-модуляции) и т.п. Только несколько усложняется реализация ЦАП, поскольку он дополняется синтезатором речи.

Однако документ, подписанный такими способами дискретизированная речь может передаваться по специально выделенным широкополосным каналам связи с полосой пропускания, которая обычно лежит в диапазоне 4,8-10,2 кГц, для передачи по линиям телефонной сети общего

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

пользования, где требуемая скорость передачи данных должна составлять 2400 бит/с.

таких случаях используются *узкополосные цифровые системы закрытия типа D*, при реализации которых главной трудностью является высокая сложность алгоритмов сжатия речевых сигналов, осуществляемого в вокодерных устройствах, входящих в состав ЦАП и АЦП и, следовательно, существенно усложняющих их реализацию.

С помощью дискретного кодирования речи с последующим шифрованием всегда достигалась высокая степень закрытия, однако в прошлом этот метод не находил широкого распространения в повсеместно имеющихся узкополосных каналах связи из-за низкого качества восстановления переданной речи. Последние достижения в развитии низкоскоростных дискретных кодеров позволили значительно улучшить качество речи без снижения надежности закрытия.

Содержание лабораторной работы, выполняемой студентами ходе занятия

Описание лабораторного оборудования:

ПЭВМ с электронной программой «WAV Scrambler».

Программа демонстрирует основные принципы скремблирования и дескремблирования звуковых данных, хранящихся в формате RIFF (WAV-файлы).

Данная программная система моделирует цифровой скремблер, работающий с частотой дискретизации $F_d = 22050$ Гц и динамическим диапазоном речевого сигнала 8 бит (256 уровней квантования).

модели представлены несколько видов операций скремблирования:

- временной инвертор, производящий временную инверсию дискрет речевого сигнала, попадающих в окно фиксированного размера N ;
- временной скремблер, производящий операции с дискретами, попадающими в окно фиксированного размера N , осуществляющий временные перестановки произвольного числа блоков;
- частотный инвертор, использующий прямое и обратное ДПФ, производящий инверсию гармоник, полученных от ряда дискрет с фиксированным размером окном N ;
- полосовой частотный скремблер, использующий прямое и обратное ДПФ, производящий операции над произвольным числом блоков гармоник, полученных от ряда дискрет с фиксированным размером окном N .

качестве исходных сигналов скремблера использованы звуковые файлы в формате WAV. Скремблер может выполнять загрузку звуковых файлов в формате WAV, их скремблирование или дескремблирование по одному из нескольких алгоритмов с изменяемыми параметрами, запись результата в файлы в формате WAV, также визуализировать и озвучить как исходный, так

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Требования безопасности при выполнении работы:

I. Перед началом выполнения лабораторной работы:

Изучить оборудование и рабочее место.

Получить разрешение к выполнению лабораторных работ от руководителя занятий или лаборанта.

II. Во время выполнения лабораторных работ:

Убедиться, что на измерительных приборах переключатели установлены в исходном положении ручек, на минимальное напряжение и максимальные пределы измерения.

Включать питающие напряжения и собранные схемы только после разрешения руководителя занятий или лаборанта и предупреждения всех работающих.

Проверять наличие питающих напряжений и проводить измерения электрических величин только с помощью соответствующих измерительных приборов, одной рукой, после установки на них максимально ожидаемого результата и рода измеряемой величины.

ВНИМАНИЕ!

Не прикасаться к открытым токоведущим частям, проводникам, клеммам и зажимам, не облакачиваться на приборы, не прикасаться к батареям, не отвлекаться от измерений, не производить изменений в схеме и не оставлять без наблюдения цепь, находящуюся под напряжением.

При работе с катушками индуктивности и конденсаторами не трогать их и соединительные провода, так как вследствие резонанса могут возникнуть большие токи и напряжение.

При обнаружении неисправностей в измерительных приборах **немедленно** отключить источники питания и доложить об этом руководителю занятий или лаборанту.

III. По окончании выполнения лабораторных работ:

Доложить руководителю занятий или лаборанту о завершении работ.

Обесточить собранные схемы, разобрать их (если это предусмотрено) и выключить контрольно-измерительные приборы.

Привести в порядок и сдать рабочее место лаборанту, и доложить руководителю занятий о сдаче.

ПРИ РАБОТЕ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

**производить самостоятельное включение автоматов защиты, заменять предохранители, устранять неисправности и повреждения;
проводить какие-либо переключения, соединения, не предусмотренные инструкциями по выполнению лабораторных работ.**

ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ:

немедленно отключить автоматы защиты, доложить руководителю занятий и действовать согласно его указаний;
при поражении электрическим током оказать первую помощь в соответствии с принятой методикой до прибытия врача.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ

ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ:

лица, нарушившие требования инструкции отстраняются от выполнения

лабораторных работ. Допускаются только после сдачи зачета по правилам и

Сертификат: М12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

при выводе прибора и оборудования лаборатории по вине лица, проводящего работы и в случае нарушения требования инструкции, они несут

материальную ответственность в соответствии с действующим законодательством РФ.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Ознакомление с принципом работы скремблера.

3.1.1 Произвести загрузку звуковых файлов.

Скремблер может выполнять загрузку звуковых файлов в формате WAV, их скремблирование или дескремблирование по одному из нескольких алгоритмов с изменяемыми параметрами, запись результата в файлы в формате WAV, а также визуализировать и озвучить как исходный, так и обработанный звук. На рис. 7 показан общий вид рабочего экрана системы.

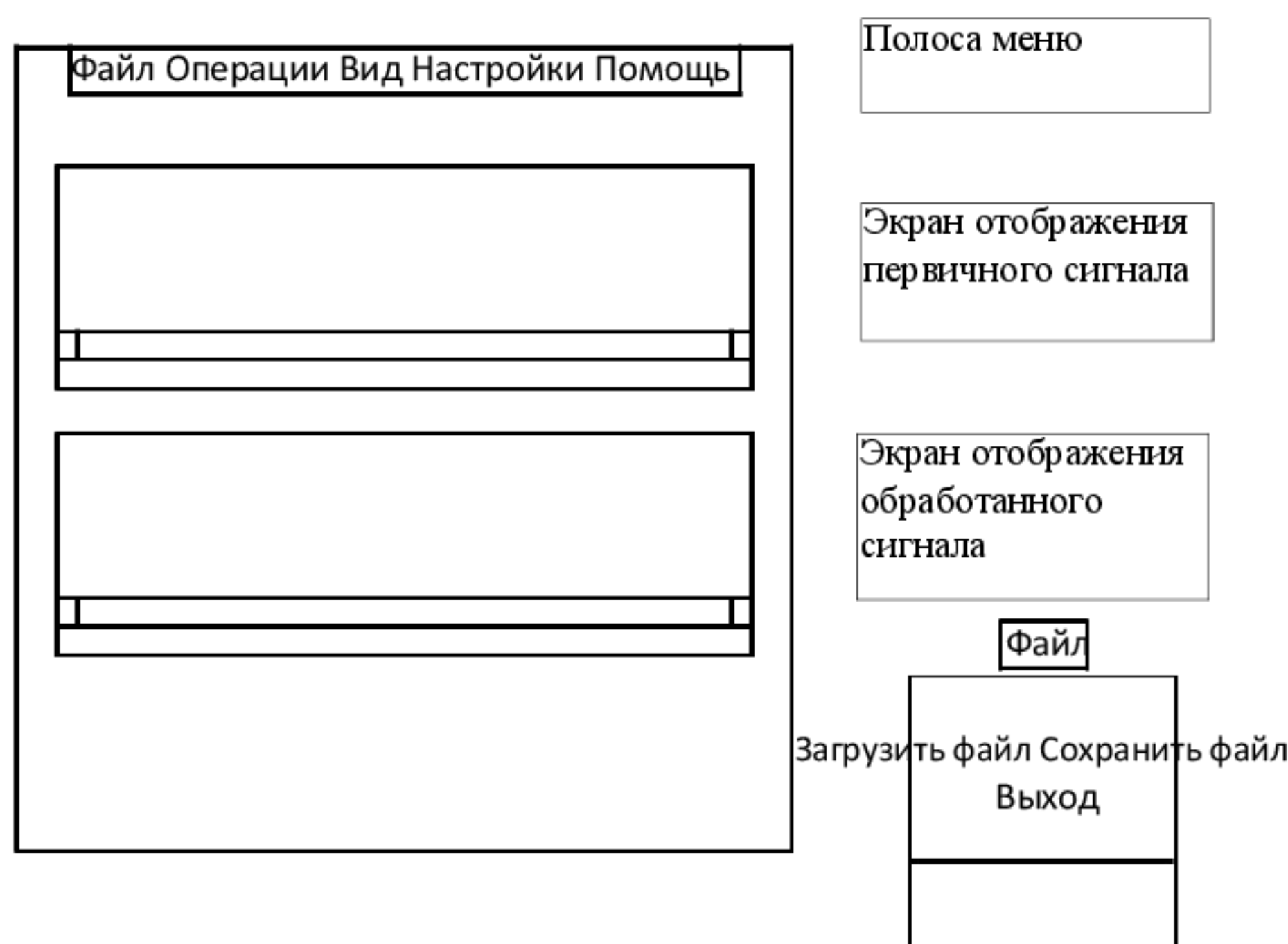


Рис. 7. Общий вид рабочего экрана программы.

Порядок загрузки и сохранения файлов.

Для загрузки звуковых файлов в формате WAV необходимо выбрать пункт **Файл | Загрузить файл**, после чего с звуковой информацией данного файла можно проводить все необходимые операции.

Если после обработки сигнала требуется сохранить его необходимо выбрать пункт **Файл | Сохранить файл**.

3.1.2. Произвести настройку скремблера.

Настройки скремблера определяют параметры текущей операции скремблирования (дескремблирования). В число настроек входят: тип скремблирования и порядок перестановки блоков.

Для изменения настроек необходимо выбрать **Настройки | Настройки скремблера**.

Настройки

Настройки скремблера

Тип скремблирования

нет перестановки

временная перестановка

частотная перестановка

частотная инверсия

Порядок перестановки

Рис. 7.Окно настройки режима скремблера

Выбор типа скремблирования осуществляется путем нажатия одной из четырех кнопок:

нет перестановки - скремблирование и дескремблирование не проводится, в этом случае порядок перестановки блоков несущественен;

3.1.3. Произвести операцию «Скремблирование (Дескремблирование)».

Для выполнения операции скремблирования (дескремблирования) необходимо выбрать пункт **Операции | Скремблирование** (или **Операции | Дескремблирование**).

временная перестановка - перестановка восьми временных блоков по 256 отсчетов каждый в пределах блока из 2048 отсчетов. Порядок перестановки блоков задается;

частотная перестановка - перестановка восьми спектральных блоков по 256 отсчетов каждый в пределах блока из 2048 отсчетов. Порядок перестановки блоков задается;

частотная инверсия - инверсия спектра в блоке из 2048 отсчетов. Порядок перестановки блоков несущественен.

Для выполнения работы записать две - три фразы с помощью стандартного редактора звуковых файлов. Провести скремблирование фразы всеми типами скремблера, при их различных параметрах. Оценить разборчивость заскремблированных фраз.

3.1.4. Произвести просмотр результатов работы.

Исходные данные и результаты работы скремблера можно просмотреть. Для этого необходимо выбрать пункт **Вид| Просмотреть исходный сигнал** или **Вид| Просмотреть обработанный сигнал**. Данные можно также прослушать. Для этого необходимо выбрать пункт меню **Вид| Прослушать исходный сигнал** или **Вид| Прослушать обработанный сигнал**.

3.2. Установка параметров работы временного инвертора.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

установить параметры скремблера: размер окна (бит) N – 512, количество

блоков не имеет значение.

Произвести скремблирование данного звукового файла. Прослушать закрытый файл и качественно определить словесную разборчивость речи.

Сохранить и загрузить скремблированный звуковой файл.

Произвести его дескремблирование и определить словесную разборчивость речи.

Записать временные диаграммы исходной и скремблированной речи и сравнить их.

Устанавливая размер окна N равным 512, 1024, 4096, 6144 и 7680 бит, произвести скремблирование исходного звукового файла и оценить его словесную разборчивость, затем произвести его дескремблирование и также определить словесную разборчивость речи.

Сделать вывод о качестве закрытия речи данным скремблером.

3.3. Исследование принципов работы временного скремблера.

Загрузить звуковой файл b_otboy.wav.

Установить параметры скремблера: размер окна (бит) N – 7680, количество блоков -8.

Произвести скремблирование данного звукового файла. Прослушать закрытый файл и качественно определить словесную разборчивость речи.

Сохранить и загрузить скремблированный звуковой файл.

Произвести его дескремблирование и определить словесную разборчивость речи.

Записать временные диаграммы исходной и скремблированной речи и сравнить их.

Устанавливая количество блоков равным 64, 128, 256, 512, произвести скремблирование исходного звукового файла и оценить его словесную разборчивость, затем произвести его дескремблирование и также определить словесную разборчивость речи.

Сделать вывод о качестве закрытия речи данным скремблером.

3.4. Исследование принципов работы частотного инвертора.

Загрузить звуковой файл b_otboy.wav.

Установить параметры скремблера: размер окна (бит) N – 7680, количество блоков не имеет значение.

Произвести скремблирование данного звукового файла. Прослушать закрытый файл и качественно определить словесную разборчивость речи.

Сохранить и загрузить скремблированный звуковой файл.

Произвести его дескремблирование и определить словесную разборчивость речи.

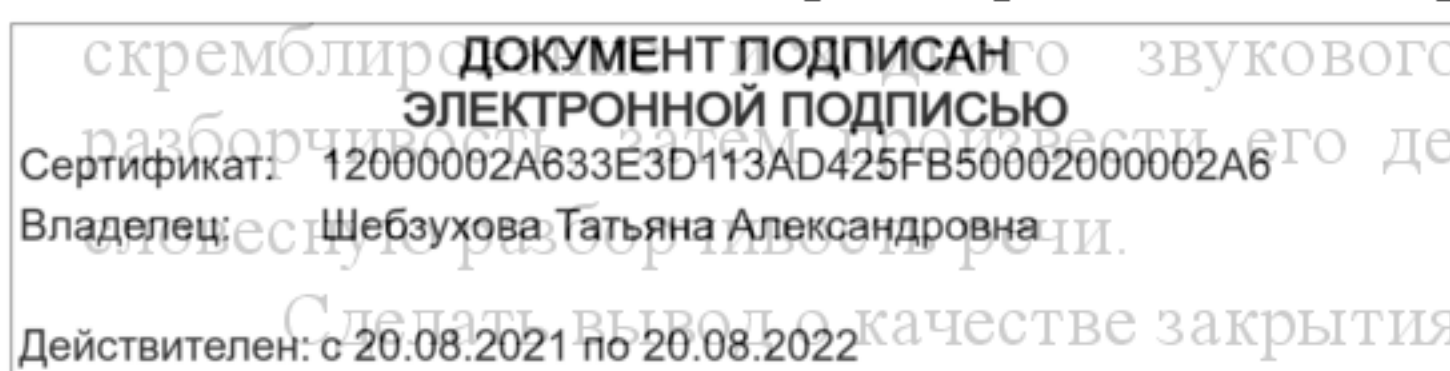
Записать временные диаграммы исходной и скремблированной речи и сравнить их.

Устанавливая размер окна N равным 256 и 64 бит, произвести

скремблирование данного звукового файла и оценить его словесную разборчивость, затем произвести его дескремблирование и также определить

словесную разборчивость речи.

Сделать вывод о качестве закрытия речи данным скремблером.



3.5. Исследование принципов работы частотного скремблера.

Загрузить звуковой файл b_otboy.wav.

Установить параметры скремблера: размер окна (бит) $N = 64$, количество блоков -8.

Произвести скремблирование данного звукового файла. Прослушать закрытый файл и качественно определить словесную разборчивость речи.

Сохранить и загрузить скремблированный звуковой файл.

Произвести его дескремблирование и определить словесную разборчивость речи.

Записать временные диаграммы исходной и скремблированной речи и сравнить их.

Сделать вывод о качестве закрытия речи данным скремблером.

4. Составить отчет о выполнении лабораторной работы.

отчете отобразить:

тему и цель работы, порядок ее выполнения;

структурные схемы 4-х видов скремблеров, приведенных в теоретической части.

результаты выполнения заданий, указанных в пункте 3;

по результатам работы сделать обобщающие вывод о том, какой из способов скремблирования дает наилучший результат (наименее узнаваемый сигнал).

5. Защитить отчет по проделанной лабораторной работе.

Задание обучаемым для самостоятельной учебной работы при подготовке к лабораторной работе:

Закрепить и углубить знания, полученные на лекции, для этого изучить конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Изучить методические указания к лабораторной работе №12 и подготовить отчет по лабораторной работе согласно методическим указаниям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Торокин А.А. Инженерно-технической защита информации. – М.: «Гелиос АРВ», 2005.

Конахович Г.Ф. и др. Защита информации в телекоммуникационных системах. – К.: «МК-Пресс», 2005.

Лагутин В.С., Петраков А.В. Утечка и защита информации в телефонных каналах. – М.: Энергоатомиздат, 1996.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ № 16.

СРЕДСТВ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕХВАТА ИНФОРМАЦИИ: ДЕТЕКТОРОВ ПОЛЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И РАБОТЫ СРЕДСТВ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕХВАТА ИНФОРМАЦИИ: ДЕТЕКТОРОВ ПОЛЯ, СКАНИРУЮЩИХ ПРИЕМНИКОВ И НЕЛИНЕЙНЫХ ЛОКАТОРОВ

Время – 2 часа

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- | | | | |
|--|---------------|----------------|--------------|
| 1. Моделирование и исследование детекторов (индикаторов) поля. | принцип
ов | построен
ия | и работ
ы |
| 2. Моделирование и исследование сканирующих приемников. | принцип
ов | построен
ия | и работ
ы |
| 3. Моделирование и исследование нелинейных локаторов. | принцип
ов | построен
ия | и работ
ы |

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И РАБОТЫ ДЕТЕКТОРОВ (ИНДИКАТОРОВ) ПОЛЯ

Краткие теоретические или справочно-информационные материалы

Простейшими средствами изучения радиозакладок являются индикатор или детекторы поля, предназначенные для оперативного выявления радиопередающих устройств независимо от используемого вида модуляции. Они являются ни чем иным как приемниками с очень низкой чувствительностью, поэтому выявляют излучение радиозакладных устройств на очень маленьком расстоянии (до 0,4 м), чем и обеспечивается селекция нелегальных излучений на фоне мощных сигналов.

Важным преимуществом детекторов поля является способность находить передающие устройства независимо от вида модуляции. Основной принцип поиска с помощью детекторов поля абсолютного максимума уровня излучения в помещении. Главными индикаторами поля имеют частотомеры, акустические динамики, режим прослушивания и двойную индикацию уровня сигнала.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022