

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Факультет информационных
технологий и электроники

Кафедра
«Информационная безопасность
систем и технологий»

Специальность 10.05.03 –

Специализация -

Информационная безопасность
автоматизированных систем
Защищенные автоматизированные
системы управления

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ
РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Студентка



Гаврилова Ольга Максимовна

Руководитель



Иванов А.П.

Нормоконтролёр



Иванов А.П.

Рецензент зам. ген. директора АО «ПНИЭИ»



Сомкин С.А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от

25.06.21 №

16)

Заведующий кафедрой



С.Л. Зефиров

Работа защищена с отметкой



(протокол заседания ГЭК

от 25.06.21 № 10)

Секретарь ГЭК



А.П. Иванов

Пенза 2021

Содержание

Введение	3
1 Каналы утечки речевой информации из защищаемого помещения	5
1.1 Понятие технического канала утечки информации	5
1.2 Общая классификация технических каналов утечки информации	6
1.3 Воздушный канал утечки информации	7
1.4 Вибрационный канал утечки информации	9
1.5 Электроакустический канал утечки информации	10
1.6 Оптико-электронный канал утечки информации	12
1.7 Параметрический канал утечки речевой информации	12
2 Разработка структуры стенда	14
3 Выбор компонентов стенда	16
4 Разработка стенда для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации	21
5 Разработка рекомендаций для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации	26
5.1 Методические рекомендации по подготовке и проведению лабораторных работ	26
5.2 Подготовка к проведению лабораторной работы	39
5.3 Порядок проведения лабораторной работы	40
6 Проведение экспериментальных исследований на разработанном стенде	54
7 Вредные психофизиологические факторы, влияющие на нервную систему специалиста по защите информации. Методы и средства физической культуры, снижающие их воздействие	62
Заключение	65
Список используемых источников	66

Введение

Обеспечение защищенности выделенных помещений от утечки речевой информации по акустическим и виброакустическим каналам является необходимой задачей реализации мероприятий по регламентированной защите объектов. Наиболее сложна эта задача в ситуациях расположения выделенных помещений в одном здании со сторонними организациями, когда смежные помещения не контролируются и легальный заход в них исключен.

Для полноценного становления будущих специалистов по информационной безопасности возникает потребность их обучения контролю защищённости речевой информации. Эта идея становится осуществимой при разработке практикума, позволяющего сделать такое обучение возможным.

Целью ВКР является разработка стенда, предназначенного для получения студентами практических навыков инструментального контроля защищенности речевой информации.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующее:

- описать каналы утечки речевой информации из защищаемого помещения;
- разработать структуры стенда;
- произвести выбор компонентов стенда;
- разработать стенд для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации;
- разработать рекомендаций для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации;
- провести экспериментальные исследований на разработанном стенде.

В ходе проведения лабораторных работ по инструментальному контролю речевой защищенности речевой информации, обучающиеся будут изучать каналы утечки речевой информации из защищаемого помещения, а так же будут

представлять и предлагать (формировать) варианты по защите информации от утечек информации из защищаемого помещения.

Актуальность данной работы заключается в том, что на кафедре «Технические средства информационной безопасности» отсутствует стенд для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации.

1 Каналы утечки речевой информации из защищаемого помещения

1.1 Понятие технического канала утечки информации

Утечка информации может быть связана с работой персонала, имеющего непосредственный контакт с циркулирующей информацией (например, сотрудники, обслуживающие программно-аппаратные средства вычислительной техники). При этом эта утечка может возникнуть не только за счет эксплуатационных ошибок или халатных действий, но и стать результатом преднамеренных противоправных действий отдельных сотрудников.

Несанкционированный доступ к конфиденциальным сведениям может быть также организован “извне”, путем проведения разведывательных мероприятий, реализующих съем информации с технических каналов утечки информации (ТКУИ) [1].

Под техническим каналом утечки информации понимают совокупность объекта разведки (ОР), технического средства разведки (ТСР), с помощью которого добывается информация об этом объекте, и физической среды распространения опасного сигнала (СрР). Обобщенная схема ТКУИ показана на рисунке 1.

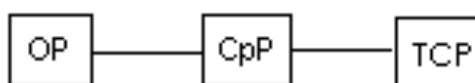


Рисунок 1 – Обобщенная схема ТКУИ

Объектом разведки могут быть помещение (кабинет руководителя или комната переговоров, зал проведения оперативных совещаний с циркулирующей конфиденциальной информацией), группа помещений или здание с хранящимися материалами ограниченного пользования, технические каналы связи, используемые для передачи сведений, отнесенных к различным видам тайн.

Арсенал технических средств, с помощью которых добывается информация, весьма обширен: это средства фото- и видеодокументирования, специальные микрофоны, стетоскопы и лазерные акустические системы, системы радиоперехвата, средства съема информации с проводных линий связи и др.

Физическая среда, в которой распространяются опасные сигналы, имеет различную природу. Это могут быть строительные конструкции зданий и сооружений, токопроводящие линии, среда распространения акустических (речевых) сигналов, электромагнитные поля.

Сигналы являются материальными носителями информации. По своей физической природе сигналы могут быть электрическими, электромагнитными, акустическими и т.д. То есть сигналами, как правило, являются электромагнитные, механические и другие виды колебаний (волн), причем информация содержится в их изменяющихся параметрах.

В зависимости от природы сигналы распространяются в определенных физических средах. В общем случае средой распространения могут быть газовые (воздушные), жидкостные (водные) и твердые среды. Например, воздушное пространство, конструкции зданий, соединительные линии и токопроводящие элементы, грунт и т.п.

Для перехвата и измерения параметров сигналов служат ТСП.

1.2 Общая классификация технических каналов утечки информации

В зависимости от физической природы сигналов, а также среды их распространения и способов их перехвата ТКУИ можно разделить на [2]:

- электромагнитные, электрические и параметрические – для телекоммуникационной информации;
- воздушные (прямые акустические), вибрационные (виброакустические), электроакустические, опτικο-электронные и параметрические – для речевой информации.

На рисунке 2 приведена классификация ТКУИ.



Рисунок 2 – Классификация ТКУИ

Так как в ВКР необходимо разработать учебный стенд для проведения контроля защищенности речевой информации, то в ходе выполнения ВКР были рассмотрены только технические каналы утечки речевой информации.

1.3 Воздушный канал утечки информации

В воздушных технических каналах утечки информации средой распространения акустических сигналов является воздух, и для их перехвата используются миниатюрные высокочувствительные микрофоны и специальные направленные микрофоны. Миниатюрные микрофоны объединяются (или соединяются) с портативными звукозаписывающими устройствами (диктофонами) или специальными миниатюрными передатчиками.

Автономные устройства, конструкционно объединяющие миниатюрные микрофоны и передатчики, называют закладными устройствами перехвата речевой информации, или просто акустическими закладками.

Перехваченная закладными устройствами речевая информация может передаваться по радиоканалу, оптическому каналу (в инфракрасном диапазоне длин волн), по сети переменного тока, соединительным линиям вспомогательных технических средств и систем (ВТСС), посторонним проводникам (трубам водоснабжения и канализации, металлоконструкциям и т. п.). Причем для передачи информации по трубам и металлоконструкциям могут использоваться не только электромагнитные, но и механические ультразвуковые колебания.

Прием информации, передаваемой закладными устройствами, осуществляется, как правило, на специальные приемные устройства, работающие в соответствующем диапазоне длин волн. Однако встречаются закладные устройства, прием информации с которых можно осуществлять с обычного телефонного аппарата. Такие устройства устанавливаются или непосредственно в корпусе телефонного аппарата, находящегося в контролируемом помещении и называемом “телефоном-наблюдателем”, или подключаются к телефонной линии, чаще всего в телефонной розетке. Подобное устройство конструктивно объединяет миниатюрный микрофон и специальный блок коммутации и часто называется “телефонным ухом”. Блок коммутации подключает микрофон к телефонной линии при дозвоне по определенной схеме до “телефона-наблюдателя” или подаче в линию специального кодированного сигнала.

Использование портативных диктофонов и акустических закладок требует проникновения на контролируемый объект (в помещение). В том случае, когда это не удастся, для перехвата речевой информации используются направленные микрофоны.

Для перехвата акустической (речевой) информации могут использоваться:

- портативные диктофоны и проводные микрофонные системы скрытой звукозаписи;
- направленные микрофоны;
- акустические радиозакладки (передача информации по

радиоканалу);

- акустические сетевые закладки (передача информации по сети электропитания 220 В);
- акустические в инфракрасном диапазоне (ИК-закладки) (передача информации по оптическому каналу в ИК- диапазоне длин волн);
- акустические телефонные закладки (передача информации по телефонной линии на высокой частоте);
- акустические телефонные закладки типа “телефонное ухо” (передача информации по телефонной линии “телефону-наблюдателю” на низкой частоте).

1.4 Вибрационный канал утечки информации

В вибрационных технических каналах утечки информации средой распространения акустических сигналов являются конструкции зданий, сооружений (стены, потолки, полы), трубы водоснабжения, отопления, канализации и другие твердые тела. Для перехвата акустических колебаний в этом случае используются контактные микрофоны (стетоскопы) [3].

Контактные микрофоны, соединенные с электронным усилителем называют электронными стетоскопами.

По вибрационному каналу также возможен перехват информации с использованием закладных устройств. В основном для передачи информации используется радиоканал, поэтому такие устройства часто называют радиостетоскопами. Возможно использование закладных устройств с передачей информации по оптическому каналу в ближнем ИК диапазоне длин волн, а также по ультразвуковому каналу (по металлоконструкциям здания).

1.5 Электроакустический канал утечки информации

Электроакустические ТКУИ возникают за счет преобразований акустических сигналов в электрические (электроакустических преобразований) и включают перехват акустических колебаний через ВТСС, обладающие “микрофонным эффектом”, а также путем “высокочастотного навязывания”.

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

ВТСС, кроме указанных элементов, могут содержать непосредственно электроакустические преобразователи. К таким ВТСС относятся некоторые датчики пожарной сигнализации, громкоговорители ретрансляционной сети и т.д. Эффект электроакустического преобразования акустических колебаний в электрические часто называют “микрофонным эффектом”. Причем из ВТСС, обладающих “микрофонным эффектом”, наибольшую чувствительность к акустическому полю имеют абонентские громкоговорители и некоторые датчики пожарной сигнализации.

Перехват акустических колебаний в данном канале утечки информации осуществляется путем непосредственного подключения к соединительным линиям ВТСС, обладающих “микрофонным эффектом”, специальных высокочувствительных низкочастотных усилителей. Например, подключая такие средства к соединительным линиям телефонных аппаратов с электромеханическими вызывными звонками, можно прослушивать разговоры, ведущиеся в помещениях, где установлены эти аппараты.

Технический канал утечки информации путем “высокочастотного навязывания” может быть осуществлен путем несанкционированного контактного введения токов высокой частоты от генератора, подключенного в линию, имеющую функциональную связь с нелинейными или параметрическими элементами ВТСС, на которых происходит модуляция высокочастотного сигнала информационным. Опасный сигнал в данных элементах ВТСС появляется вследствие электроакустического преобразования акустических сигналов в электрические. В силу того, что нелинейные или параметрические элементы ВТСС для высокочастотного сигнала, как правило, представляют собой несогласованную нагрузку, промодулированный высокочастотный сигнал будет отражаться от нее и распространяться в обратном направлении по линии или излучаться. Для приема излученных или отраженных высокочастотных сигналов используются специальные приемники с достаточно высокой чувствительностью. Для исключения влияния зондирующего и переотраженного сигналов могут использоваться импульсные сигналы.

Наиболее часто такой канал утечки информации используется для перехвата разговоров, ведущихся в помещении, через телефонный аппарат, имеющий выход за пределы контролируемой зоны. Для исключения воздействия высокочастотного сигнала на аппаратуру АТС в линию, идущую в ее сторону, устанавливается специальный высокочастотный фильтр [4].

1.6 Оптико-электронный канал утечки информации

Оптико-электронный (лазерный) канал утечки акустической информации образуется при облучении лазерным лучом вибрирующих в акустическом поле тонких отражающих поверхностей (стекол окон, картин, зеркал и т.д.). Отраженное лазерное излучение (диффузное или зеркальное) модулируется по амплитуде и фазе (по закону вибрации поверхности) и принимается приемником оптического (лазерного) излучения, при демодуляции которого выделяется речевая информация. Причем лазер и приемник оптического излучения могут быть установлены в одном или разных местах (помещениях).

Для перехвата речевой информации по данному каналу используются сложные лазерные акустические локационные системы, иногда называемые “лазерными микрофонами”. Работают они, как правило, в ближнем инфракрасном диапазоне волн.

1.7 Параметрический канал утечки речевой информации

В результате воздействия акустического поля меняется давление на все элементы высокочастотных генераторов ТСПИ и ВТСС. При этом изменяется (незначительно) взаимное расположение элементов схем, проводов в катушках индуктивности, дросселей и т. п., что может привести к изменениям параметров высокочастотного сигнала, например, к модуляции его информационным сигналом. Поэтому этот канал утечки информации называется параметрическим. Это обусловлено тем, что незначительное изменение взаимного расположения, например, проводов в катушках индуктивности (межвиткового расстояния) приводит к изменению их индуктивности, а, следовательно, к изменению частоты излучения генератора, то есть к частотной модуляции сигнала. Или воздействие акустического поля на конденсаторы приводит к изменению расстояния между пластинами и, следовательно, к изменению его емкости, что, в свою очередь, также приводит к частотной модуляции высокочастотного

сигнала генератора. Наиболее часто наблюдается паразитная модуляция информационным сигналом излучений гетеродинов радиоприемных и телевизионных устройств, находящихся в выделенных помещениях и имеющих конденсаторы переменной емкости с воздушным диэлектриком в колебательных контурах гетеродинов. Промодулированные информационным сигналом высокочастотные колебания излучаются в окружающее пространство и могут быть перехвачены и детектированы средствами радиоразведки.

Параметрический канал утечки информации может быть реализован и путем “высокочастотного облучения” помещения, где установлены полуактивные закладные устройства, имеющие элементы, некоторые параметры которых (например, добротность и резонансная частота объемного резонатора) изменяются по закону изменения акустического (речевого) сигнала.

При облучении мощным высокочастотным сигналом помещения, в котором установлено такое закладное устройство, в последнем при взаимодействии облучающего электромагнитного поля со специальными элементами закладки (например, четвертьволновым вибратором) происходит образование вторичных радиоволн, то есть переизлучение электромагнитного поля [5]. А специальное устройство закладки (например, объемный резонатор) обеспечивает амплитудную, фазовую или частотную модуляцию переотраженного сигнала по закону изменения речевого сигнала. Подобного вида закладки иногда называют полуактивными.

Для перехвата информации по данному каналу кроме закладного устройства необходимы специальный передатчик с направленным излучением и приемник [6].

2 Разработка структуры стенда

Как было определено в техническом задании на ВКР учебный стенд предназначен для получения студентами специальности 10.05.03 – «Информационная безопасность автоматизированных систем» практических навыков контроля защищённости речевой информации в ходе выполнения лабораторного практикума по дисциплине "Специальные исследования технических средств защищенных автоматизированных систем управления".

Согласно технического задания на ВКР учебный стенд должен быть выполнен в виде макета двух помещений (в общей звукоизолированной камере), одно из которых имитирует защищаемое помещение, а второе - граничащее помещение, с макетами ограждающих перегородок. Кроме того, в составе учебного стенда должны быть следующие компоненты:

- передающий измерительный комплекс;
- приемный измерительный комплекс;
- набор звукоизолирующих перегородок, выполненных из следующих материалов:

- стеклопакет;
- гипсокартонная плита;
- плита из минеральных волокон;
- плита из пенопласта.

Таким образом, было решено включить в состав учебного стенда следующий набор звукоизолирующих перегородок (имитация ограждающей конструкции):

- одинарный стеклопакет (для имитации канала утечки через окно);
- двойной стеклопакет (для имитации канала утечки через окно);
- тройной стеклопакет (для имитации канала утечки через окно);

- древесностружечная плита (для имитации канала утечки через стены);
- плита из минеральных волокон (для имитации канала утечки через навесной потолок);
- плита из пенопласта (для имитации канала утечки через стены).

Проанализировав требования технического задания на ВКР была разработана структура учебного стенда приведенная на рисунке 3 и в графической части дипломного проекта на плакате "Схема учебного стенда для проведения контроля защищённости речевой информации".

Макет помещения (звукоизолированная камера)

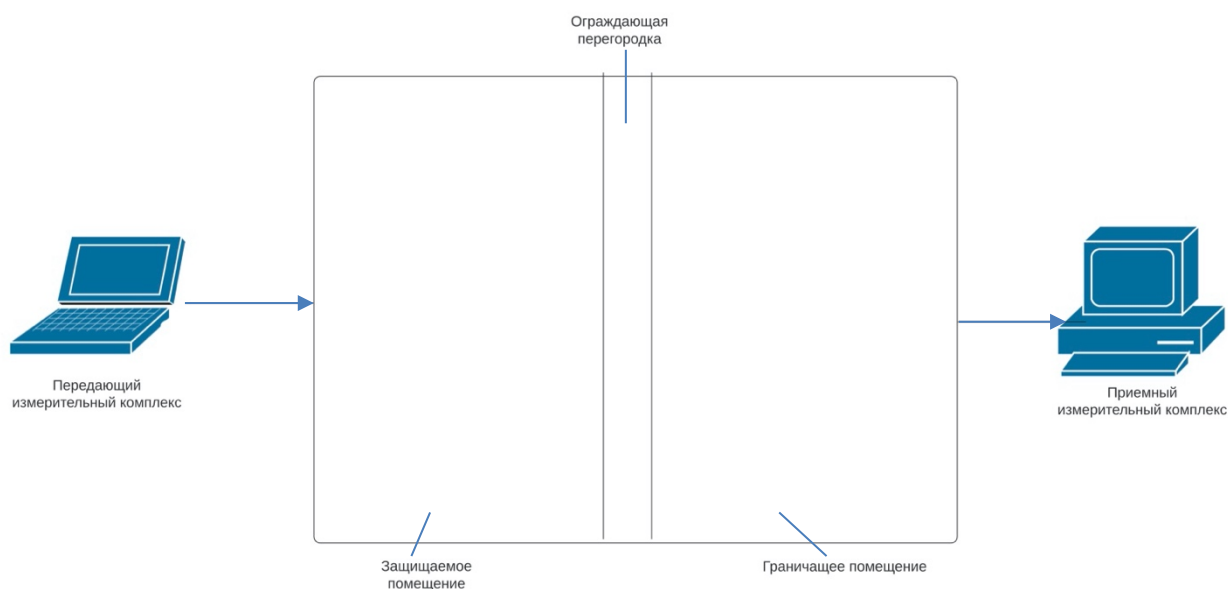


Рисунок 3 – Структура учебного стенда

3 Выбор компонентов стенда

Для проведения экспериментальных исследований защищённости речевой информации для различных ограждающих конструкций необходимо произвести выбор компонентов учебного стенда с учётом минимальных финансовых затрат и с максимальным использованием имеющихся приборов общего назначения на кафедре "Технические средства информационной безопасности" (ТСИБ).

Как видно из разработанной структуры учебного стенда, представленной на рисунке 3, для разработки и создания стенда необходимо выбрать приборы для передающего и приемного измерительных комплексов, выбрать материалы для изготовления макета помещений.

Передающий измерительный комплекс предназначен для формирования тестового (контрольного) сигнала, а именно акустического шумового сигнала с нормальным распределением плотности вероятности мгновенных значений в пределах каждой октавной полосы частот или гармонических (тональных сигналов) со среднегеометрическими частотами октавных полос: 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц.

Передающий измерительный комплекс должен содержать:

- генератор шума или генератор звуковых частот;
- усилитель мощности;
- акустический излучатель;
- измерительный микрофон;
- шумомер;
- полосовые октавные фильтры со среднегеометрическими частотами 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц.

Приемный измерительный комплекс предназначен для измерения уровней тестового (контрольного) акустического сигнала и акустического шума, а также уровня тестового суммарного акустического сигнала (сигнал плюс шум).

Приемный измерительный комплекс должен содержать:

- измерительный микрофон;
- шумомер;
- полосовые октавные фильтры со среднегеометрическими частотами 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц.

Для передающего измерительного комплекса был выбран генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109. Генератор ГЗ-109 предназначен для воспроизведения электромагнитного сигнала синусоидальной формы в диапазоне частот от 20 Гц до 200 кГц. Генератор ГЗ-109 имеет как несимметричный, так и симметричный выходы, которые рассчитаны на подключение ряда согласованных нагрузок. Также генератор ГЗ-109 имеет повышенную мощность на выходе и стабилизатор выходного напряжения. Возможность изменения выходного уровня от 0 до 60 дБ. Что является достаточным для проведения исследований при выполнении лабораторных работ.

Так как выход генератора сигналов ГЗ-109 регулируемый, то нет необходимости в усилителе мощности.

В качестве акустического излучателя выбрана акустическая система КОМПАКТВОХ В 9251. Это двух полосная акустическая система. Рабочий диапазон частот от 50 до 18000 Гц. Максимальная мощность: 40 ВА.

Вместо шумомера в измерительных комплексах может быть использован спектральный анализатор. Поэтому для измерения акустических уровней сигналов было решено использовать направленный микрофон STELBERRY M-

10 совместно с цифровым осциллографом с функцией спектроанализатора Tektronix TDS 1002B.

Активный микрофон STELBERRY M-10 предназначен для применения в различных системах видеонаблюдения и аудиорегистрации. Активный микрофон STELBERRY M-10 снабжен встроенным высокочувствительным усилителем, с малым уровнем шумов. Полоса пропускания микрофона STELBERRY M-10 от 100 до 6100 Гц.

Осциллограф цифровой запоминающий TDS 1002B имеет два канала с полосой пропускания до 60 МГц. Максимальная частота дискретизации 1 Гвыборок/с. Объем памяти на канал 2,5 Квыборок. В осциллографе реализовано быстрое преобразование Фурье (БПФ).

В связи с тем, что в источника тестовых (контрольных) сигналов будет использован генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109, то необходимость в использовании полосовых октавных фильтров отпадает. Для точного измерения параметров формируемых тестовых (контрольных) сигналов с помощью генератора сигналов низкочастотный ГЗ-109 в состав передающего измерительного комплекса предложено ввести частотомер FC-7150U и мультиметр YOKOGAWA 7555. Блок питания M10 SPD3005 используется для подачи питающего напряжения на направленный активный микрофон STELBERRY M-10.

Макет помещений должен быть выполнен в виде звукоизолированной камеры. Макет представляет собой имитацию двух помещений, одно из которых имитирует защищаемое помещение, а второе граничащее помещение. Набор звукоизолирующих перегородок должен позволять имитировать канала утечки через окно, стены и навесной потолок.

Разработанная структура учебного стенда с выбранными компонентами показана на рисунке 4, а так же в графической части на плакате «Схема учебного стенда для проведения контроля защищенности речевой информации».

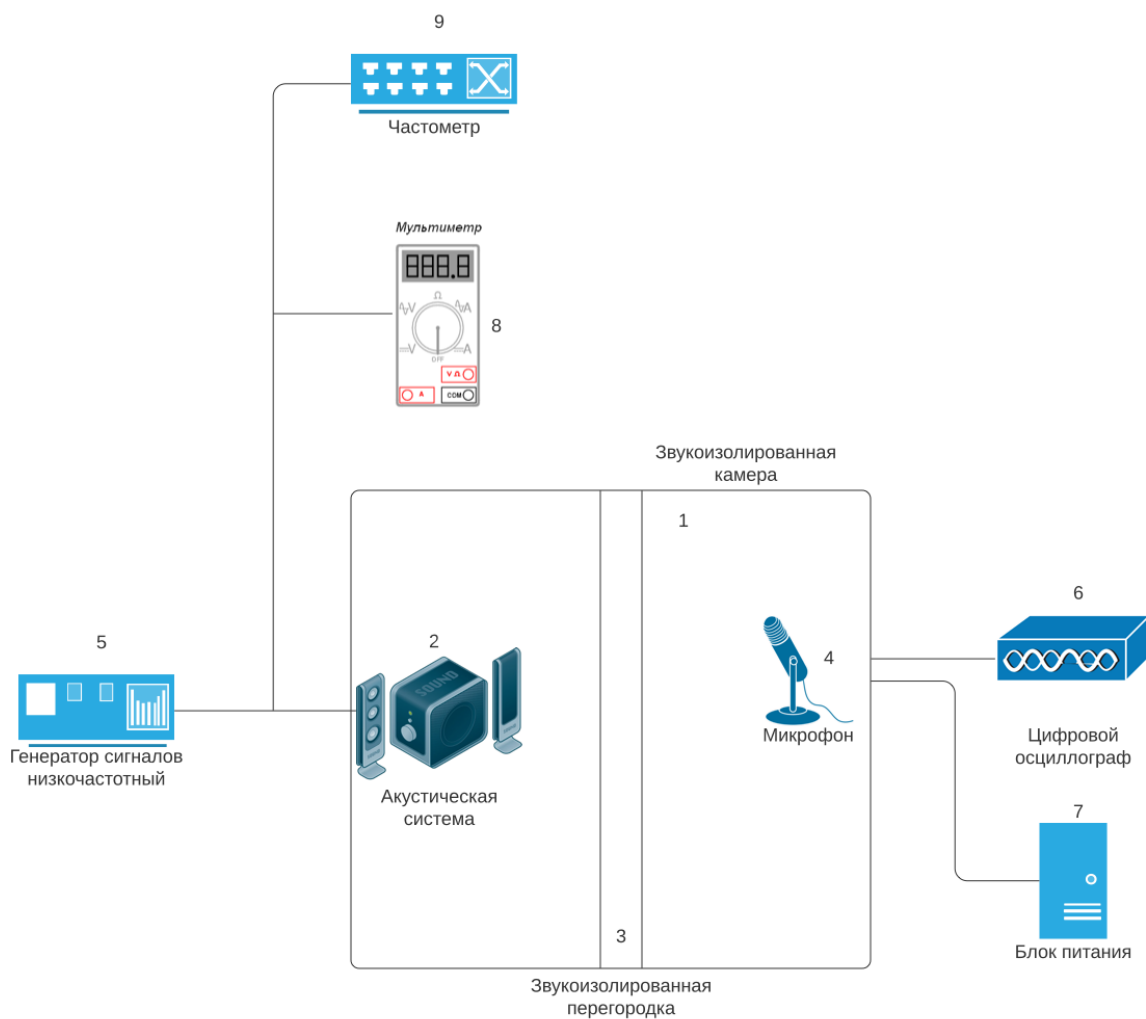


Рисунок 4 – Структура учебного стенда

На рисунке 4 приняты следующие обозначения:

- 1 – звукоизолированный стенд с макетами ограждающих перегородок;
- 2 – акустическая система (динамик) КОМПАКТВОX В 9251;
- 3 – макет ограждающей конструкции;
- 4 – направленный микрофон STELBERRY M-10;
- 5 – генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109;
- 6 – цифровой осциллограф TDS 1002B с подключенным направленным микрофоном STELBERRY M-10;

7 – блок питания M10 SPD3005, является источником питания для направленного микрофона STELBERRY M-10;

8 – частотомер FC-7150U;

9 – мультиметр YOKOGAWA 75557 – блок питания, является источником питания для направленного микрофона.

Выбранные компоненты для учебного стенда представлены в графической части дипломного проекта на плакате «Компоненты стенда контроля защищенности речевой информации».

4 Разработка стенда для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации

Для того чтобы разработать стенд, для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации, потребовалось изготовить общую звукоизолированную камеру, состоящую из двух ящиков. Ящики изготовлены из ламинированной древесно-стружечной плиты.

Одна камера (ящик) имеет размер – $1368 \times 688 \times 700$ см. Вторая камера (ящик) имеет размер – $1168 \times 518 \times 550$.

Внешний вид общей звукоизолированной камеры представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид общей звукоизолированной камеры

Пространство между камерами (ящиками) заполнено пенопластом. Все соединения конструкций звукоизолированной камеры выполнены с использованием резиновых уплотнителей. Камера, в которой установлен направленный микрофон (граничащее помещение), внутри обклеена акустическим паралоном.

Были изготовлены набор звукоизолирующих перегородок, заданных в техническом задании на дипломное проектирование, а именно:

- для имитации канала утечки речевой информации через окна: одинарный, двойной и тройной стеклопакет;
- для имитации канала утечки речевой информации через стены: древесно-стружечная плита и плита из пенопласта;
- для имитации канала утечки через навесной потолок – плита из минеральных волокон.

На рисунке 6 представлен набор звукоизолирующих перегородок.



Рисунок 6 – Набор звукоизолирующих перегородок

Для передающего измерительного комплекса выбраны следующие компоненты:

- генератор низкочастотных сигналов ГЗ-109;
- акустическая система КОМПАКТВОХ В 9251.

Состав передающего измерительного комплекса показан на рисунке 7.



Рисунок 7 – Состав передающего измерительного комплекса

Для приемного измерительного комплекса выбраны следующие компоненты:

- блок питания M10 SPD3005;
- цифровой осциллограф Tektonix TDS 1002B;
- направленный микрофон STELBERRY M-10.

Состав приемного измерительного комплекса представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Состав приемного измерительного комплекса

Общими компонентами для передающего и приемного измерительных комплексов являются:

- частотомер FC-7150U;
- мультиметр YOKOGAWA 7555.

Внешний вид общих компонентов приведен на рисунке 9.

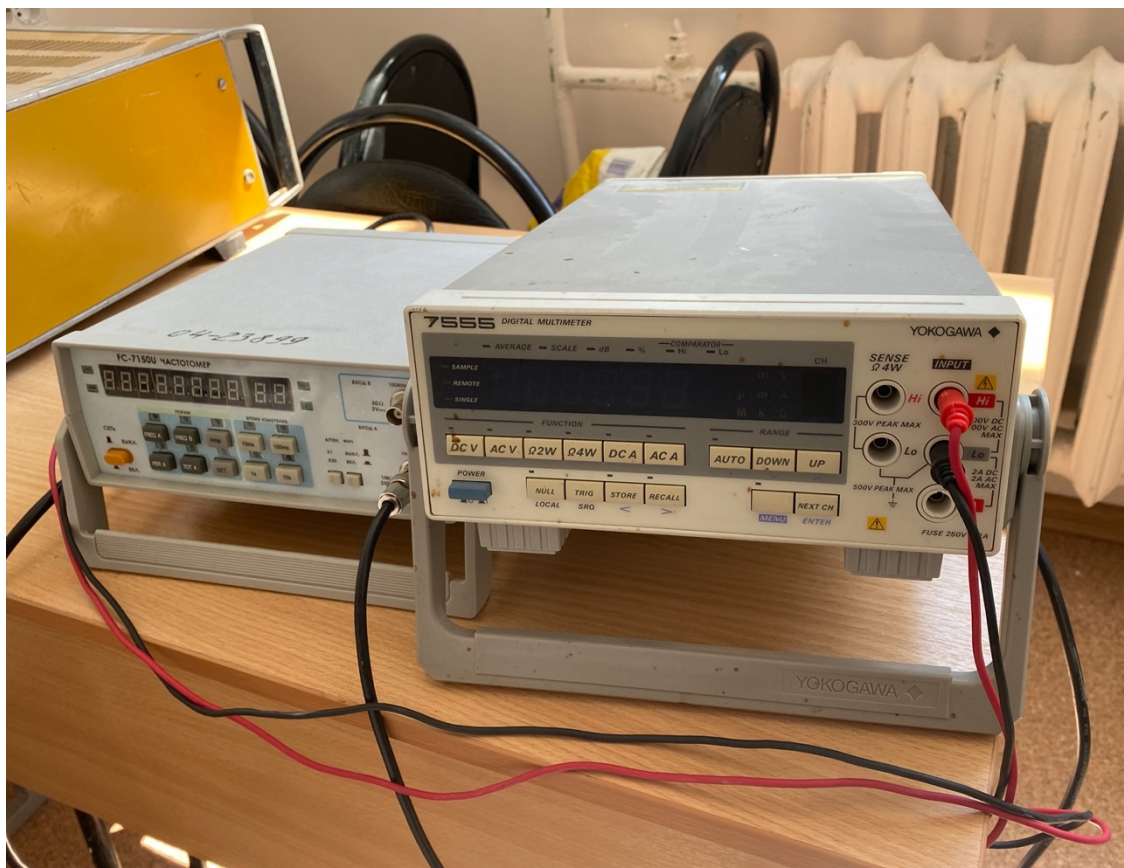


Рисунок 9 – Внешний вид общих компонентов

5 Разработка рекомендаций для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации

5.1 Методические рекомендации по подготовке и проведению лабораторных работ

Описание акустических каналов утечки информации. Характеристики акустических сигналов.

Звук – это колебательное движение упругой среды. Процесс распространения колебательного движения в среде называется звуковой волной, за один полный период колебания T . Показанный на рисунке 10, звуковой процесс распространяется в среде на расстояние, равное длине волны λ , со скоростью v :

$$f = 1 / T, \text{ Гц}$$

$$\lambda = v * T, \text{ м}$$

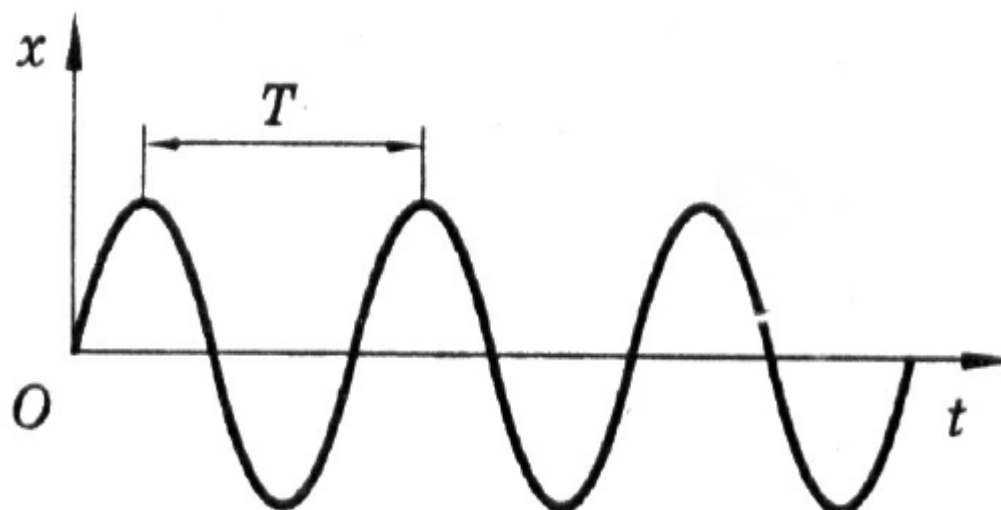


Рисунок 10 – Звуковой процесс, распространяющийся на расстоянии
Длина волны зависит от скорости распространения звука в среде v :

- воздух – 340 м/с;
- вода – 1490 м/с;
- кирпич – 2300 м/с;

- бетон – 3700 м/с;
- сталь – 5200 м/с.

Изменение давления в звуковой волне относительно среднего значения называется звуковым давлением P и измеряется в паскалях. Один паскаль – это давление, создаваемое силой в один ньютон, действующей на площадь в один квадратный метр.

В акустике принято называть единицы измерения уровня звукового давления – децибел:

$$L = 20 * \lg (P / P_0), \text{ дБ}$$

где P – среднее квадратичное значение звукового давления в определенной полосе частот, Па.

$P_0 = 2 * 10^{-5}$ – исходное значение звукового давления в воздухе, Па.

В качестве P_0 выбрана величина P_0 равно 2 умноженное на 10 в степени минус 5 Па, что соответствует минимальному звуковому давлению, которое может восприниматься человеческим ухом. При этом изменение уровня звукового давления на 1 дБ является минимальной различаемой человеческим слухом величиной изменения громкости.

Следует отметить, что в акустике при частотном анализе сигналов используют стандартизированные частотные полосы шириной в одну октаву, треть октавы, двенадцатую часть октавы. Октава – это полоса частот, у которой верхняя граничная частота в два раза больше нижней граничной частоты:

$$\Delta f = (f_{\text{В}} - f_{\text{Н}}) = 1 \text{ окт, если } f_{\text{В}} = 2 * f_{\text{Н}}$$

Среднегеометрические и граничные частоты стандартных октавных полос приведены в таблице 1. Речевой сигнал представляет собой сложный частотно- и амплитудно-модулированный шумовой процесс, характеризующийся

следующими основными статистическими параметрами: частотный диапазон; уровень речевых сигналов; динамический диапазон.

Таблица 1 – Основные акустические параметры речевых сигналов

Среднегеометрические значения октавных полос, Гц	Граничные частоты и диапазоны октавных полос, Гц
63	45...90
125	90...180
250	180...355
500	355...710
1000	710...1400
2000	1400...2800
4000	2800...5600
8000	5600...11200

Частотный диапазон речи лежит в пределах от 70 до 7000 Гц. Энергия акустических колебаний в пределах указанного диапазона распределена неравномерно. На рисунке 11 кривой 1 представлен вид среднестатистического спектра русской речи. Следует отметить, что порядка 95% энергии речевого сигнала лежит в диапазоне от 175 до 5600 Гц.

Важно отметить, что информативная насыщенность отдельных участков спектра речи неравномерная. Кривой 2 на рисунке 11 представлен вклад отдельных участков спектра речи в суммарную словесную разборчивость $S_{сл}$.

Уровни речевых сигналов. В различных условиях человек обменивается устной информацией с различным уровнем громкости, при этом создаются следующие уровни звукового давления:

- тихий шепот от 35 до 40 дБ;
- спокойная беседа от 55 до 60 дБ;
- выступление в аудитории без средств звукоусиления от 65 до 70 дБ.

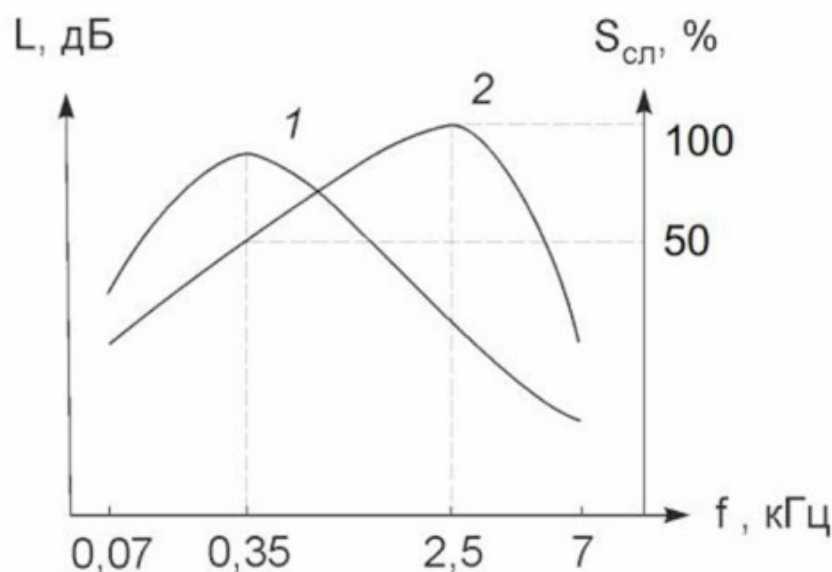


Рисунок 11 – Среднестатистический спектр русской речи

Динамический диапазон. Уровень речи в процессе озвучивания одного сообщения может меняться в значительных пределах. Разность между квазимаксимальными и квазиминимальными уровнями для различных видов речи составляет:

- дикторская речь от 25 до 35 дБ;
- телефонные переговоры от 35 до 45 дБ;
- драматическая речь от 45 до 55 дБ.

Акустические каналы утечки информации.

В акустических каналах утечки информации средой распространения речевых сигналов является воздух, и для их перехвата используются высокочувствительные микрофоны и специальные направленные микрофоны, которые соединяются с портативными звукозаписывающими устройствами или со специальными миниатюрными передатчиками.

Обнаружить аппаратуру съема информации по акустическому каналу достаточно трудно, так как она может быть устанавливаться за пределами контролируемого помещения, а в ряде случаев – на достаточно большом расстоянии от него.

Речь, вызывающая акустические сигналы, представляет собой механические колебания воздушной среды, распространяющиеся во всех

направлениях. Попадая на твердые поверхности (стены, перегородки), они преобразуются в структурные вибрационные сигналы, которые, оставаясь по своей природе механическими, распространяются по строительным конструкциям зданий. Можно выделить следующие типовые конструкции, по которым передаются речевые сигналы:

для прямого акустического канала: несущие стены зданий, перегородки, перекрытия зданий, окна, двери, вентиляционные воздуховоды;

для виброакустического канала: стены и перегородки, перекрытия, оконные рамы, дверные коробки, трубопроводы, короба вентиляции.

Если акустические и вибрационные датчики установлены на этих конструкциях, описанные выше, за пределами помещения, это дает возможность принять речевые сигналы и проконтролировать разговоры внутри него. При этом необязательно скрытно проникать в помещение – достаточно приблизиться к нему снаружи. Установить датчик можно и дистанционным способом, а именно с помощью специальных выстреливающих устройств (например, на оконную раму). Иногда используют лазерные устройства и направленные микрофоны. Действие лазерных устройств основано на принципе снятия вибраций (речевых сигналов) с оконного стекла, а направленные микрофоны снимают речевую информацию по акустическому каналу (например, через открытые окна).

Злоумышленник выбирает канал прослушивания и тактику действий, исходя из вида объекта и обстановки. Можно выделить три вида объектов:

— объект прослушивания представляет собой помещение в здании, занятом несколькими организациями. Эта ситуация встречается наиболее часто и обычными каналами прослушивания при этом являются воздуховоды вентиляционной системы, общей для всего здания, перегородки и перекрытия, трубопроводы отопления и водоснабжения;

— объект находится в отдельном здании, к которому имеется свободный доступ. Эта ситуация характерна для помещений, расположенных на нижних этажах при отсутствии своей охраняемой территории, хотя бы с небольшой (от 5 до 10 м) зоной контроля. В таких случаях уязвимыми местами

считаются оконные рамы, выходы вентиляционных отверстий, оконные кондиционеры;

— объект — здание с охраняемой территорией. В этом случае эффективно будет применение дистанционных методов контроля. Тактика их использования будет выбрана в зависимости от расположения помещения (здания) и окружающих его строений, растительности и т. п., наличия вокруг объекта мест, из которых могут скрытно использовать лазерные средства, направленные микрофоны или выстреливающие устройства доставки виброзакладок.

Разборчивость речи.

Речевой сигнал представляет собой реакцию резонансной системы голосового тракта на возбуждение его одним или несколькими генераторами звуковых колебаний. Иными словами, звуковые колебания, создаваемые в окружающем пространстве, могут быть представлены как сложные функции, зависящие от параметров соответствующих генераторов звуковых колебаний от параметров сложных систем резонаторов. Резонаторы образуются полостями рта и глотки, а в ряде случаев и носовой полостью.

Звуковые колебания количественно измеряются величиной звукового давления, которое зависит от частоты. Частотные области со спектральными максимумами, характерные для каждого звука, называются формантами. Форманты нумеруются в порядке возрастания частоты и нумеруются F_1 , F_2 , F_3 и т. д., а формантные частоты — соответственно f_1 , f_2 , f_3 и так далее.

В итоге рассмотрения временных и спектральных характеристик звуков речи можно выделить три основных фактора, играющих большую роль в анализе и синтезе речи:

— основная информация гласных и некоторых согласных заключается почти исключительно в формантах;

— для восприятия согласных наиболее важную роль играют переходные характеристики (временные изменения амплитуд, изменения частот формант);

— непрерывность временных изменений частот формант и амплитуд составляющих является характерным признаком всех гласных и большей части согласных.

К этому следует добавить, что для опознавания имеют значение как временные огибающие всего речевого сигнала, так и временные огибающие отдельных формантных областей. Однако, для распознавания звуков речи и выделения речевой информации главными факторами являются соотношения между формантными частотами и форма спектральной огибающей, для идентификации речи (определение личности говорящего) имеет значение и ширина полосы, и индивидуальные характеристики источника голоса.

Речевой сигнал можно отнести к полигармоническим сигналам и к нему могут быть применены все известные методы анализа периодических сигналов произвольной формы, причем речевой сигнал является низкочастотным сигналом, что в известной степени упрощает его анализ. Различают анализ в частотной области и во временной области.

Классическим методом анализа речевого сигнала в частотной области является спектральный анализ – разложение на гармонические составляющие (так называемый Фурье-анализ). В настоящее время разработан мощный математический аппарат для спектрального анализа сигналов с помощью ПЭВМ, и он успешно применяется на практике. Существует большое количество цифровых анализаторов спектра, работающих в реальном масштабе времени и позволяющего провести анализ речевого с высокой степенью точности, как в частотной, так и во временной области. Примером анализатора, позволяющего провести анализ речевого сигнала в частотной и временной области, может служить ПЭВМ с устройством ввода и программным обеспечением, например SpectraLab.

Одним из нормированных показателей оценки качества трактов (аппаратуры) телефонной связи, в которых используется аналоговый речевой сигнал, является разборчивость речи W , под которой понимается относительное

количество (в процентах) правильно принятых, переданных по тракту элементов (слогов, слов, фраз) артикуляционных таблиц.

Оценка разборчивости речи должна быть проводиться методом артикуляционных измерений бригадой операторов (дикторов и аудиторов), не имеющих явных дефектов речи и слуха, в возрасте от 18 до 30 лет, в составе которой должно быть не менее трех дикторов (двух мужчин и одной женщины) и трех аудиторов. Учитывая, что время работы бригады должно быть не более 4 часов за один день, оценка качества трактов связи занимает несколько недель. Показатель словесной разборчивости речи можно использовать и для оценки эффективности защищенности технических каналов от утечки речевой информации, но при этом метод артикуляционных измерений из-за сложности и длительности проведения в практической деятельности не применим.

Наиболее целесообразно для оценки разборчивости речи использовать инструментально-расчетный метод, не требующий проведения артикуляционных измерений.

Контроль выполнения норм защищенности речевой информации от акустической речевой разведки осуществляется инструментально-расчетным методом, который реализуется с использованием аттестованной измерительной аппаратуры общего применения и аналитических соотношений. Контроль выполнения норм защищенности речевой информации включает следующие мероприятия:

- определение характера месторасположения источника речевой информации;
- определение вида речи и интегрального уровня речевого сигнала;
- выбор опасных средств речевой разведки, в отношении которых необходимо осуществить контроль выполнения норм;
- выбор аппаратуры контроля (метода контроля);
- выбор мест (контрольных точек) размещения аппаратуры контроля;
- проведение необходимых измерений и расчетов (применение инструментально-расчетного метода);

— оформление результатов контроля, сравнения полученных данных с нормированными значениями словесной разборчивости, оценка уровня защищенности речевой информации и выработка рекомендаций по принятию дополнительных мер защиты (пассивных или активных).

Определение характера месторасположения источника речевой информации предполагает установление типа места речевой деятельности (закрытые помещения или открытое пространство) и его обследование. Для закрытых помещений оцениваются:

- наличие и реальные границы контролируемой (охраняемой) зоны;
- архитектурные и планировочные решения;
- характер проводных и инженерных коммуникаций;
- оснащение помещений техническими средствами обработки информации связи, техническими системами общего назначения;
- особенности оборудования интерьера и другие характерные особенности помещения.

Для открытых мест речевой деятельности оцениваются:

- наличие и реальные границы контролируемой зоны;
- удаленность места разговора от границы контролируемой зоны;
- наличие на прилегающей территории экранирующих препятствий и другие характерные особенности открытого пространства.

Выбор опасных средств речевой разведки производится по результатам обследования мест речевой деятельности. Для каждого типа аппаратуры

речевой разведки устанавливается разведопасное направление и его особенности:

- расстояние до контролируемой зоны;
- возможные места установки аппаратуры разведки за границей контролируемой зоны;
- временные и другие факторы, влияющие на возможность использования аппаратуры речевой разведки (дневное время или ночное время, метеоусловия и др.).

Выбор аппаратуры контроля осуществляется по результатам определения опасных средств речевой разведки. Выбор мест (контрольных точек) размещения элементов аппаратуры контроля зависит от типа аппаратуры речевой разведки, в отношении которой осуществляется защита речевой информации.

При известном месте расположения источника речевого сигнала (рабочий стол, место беседы и пр.) точка установки источника тестовых акустических сигналов располагается в месте расположения источника речевого сигнала. При возможности определения конкретного месторасположения источника речевого сигнала источник тестовых акустических сигналов располагается на расстоянии 1 м от ближайшей ограждающей конструкции на разведопасном направлении и на таком же расстоянии от других ограждающих конструкций и предметов.

Контрольными точками установки акустического датчика (измерительного микрофона) являются места возможного размещения аппаратуры речевой разведки (стоянки автомобилей, автобусные остановки, скамейки для отдыха, окна близлежащих зданий и т. д.). При невозможности установки измерительного микрофона в реальных местах возможного расположения аппаратуры речевой разведки контрольные точки размещают на границе контролируемой (охраняемой) зоны. При этом в оформлении результатов контроля об этом делается оговорка.

При контроле защищенности речевой информации от виброакустической аппаратуры речевой разведки контрольными точками установки измерительного контактного микрофона (виброакустического датчика) являются внешние по отношению к источнику речевого сигнала поверхности различных ограждающих конструкций, инженерных коммуникаций и других предметов, которые находятся на разведопасных направлениях, а так же возможные места на инженерных коммуникациях (строительных коммуникациях и т. п.), доступных посторонним лицам.

Для контроля выполнения норм защищенности речевой информации от оптико-электронной аппаратуры речевой разведки используется также

контактный виброакустический датчик, который крепится с помощью специальной пасты или клея на внешних поверхностях стекол или других отражающих пластин, колеблющихся под действием речевых акустических сигналов, и нормаль к их поверхности совпадает с разведопасным направлением.

При проведении измерений с использованием аппаратуры общего применения в каждом конкретном случае из контрольно-измерительной аппаратуры создается измерительная установка, состоящая из генератора тестовых сигналов (Г), усилителя мощности (УМ), акустической системы (АС), измерительного микрофона (М) и спектроанализатора или шумомера представленная на рисунке 12.



Рисунок 12 – Состав измерительной установки
при контроле выполнения норм защищенности информации
с использованием спектроанализатора

При прочих равных условиях предпочтение необходимо отдавать измерительной установке со спектроанализатором.

В качестве генератора тестовых сигналов (Г) могут использоваться генераторы стандартных сигналов (ГСС) или генераторы «белого» шума (ГШ).

Если в качестве генератора тестовых сигналов использовать генераторы стандартных сигналов, то частоты тестовых сигналов должны соответствовать средним частотам октавных полос.

При прочих равных условиях предпочтение необходимо отдавать измерительной установке со спектроанализатором и генератором «белого» шума.

При проведении измерений выбранный уровень этого тестового сигнала поддерживается постоянным. Следует отметить, что каждое помещение и каждый элемент строительной конструкции имеют свои индивидуальные амплитудно-частотные характеристики распространения колебаний. Поэтому при распространении форма спектра первичного речевого сигнала изменяется в соответствии с передаточной характеристикой траектории распространения. Измерения при контроле защищенности речевой информации от акустической аппаратуры речевой разведки аппаратурой контроля общего применения проводятся в следующей последовательности.

Измеряются уровни акустических сигналов в месте установки источника тестовых акустических сигналов $L_{тс.ак.i}$ (дБ) и в месте возможного размещения аппаратуры речевой разведки (в точке контроля) $L_{тс.р.i}$ (дБ) в каждой i -й октавной полосе или на средней частоте $f_{ср.i}$ каждой i -й октавной полосы.

Определяется коэффициент ослабления уровня речевого сигнала в i -й октавной полосе при его распространении в тракте «источник речи – приемник аппаратуры речевой разведки (датчик аппаратуры контроля) Z_i :

$$Z_i = L_{тс.ак.i} - L_{тс.р.i}, \text{ дБ}$$

Измеряются уровни акустических шумов $L_{ак.ш.i}$ (дБ) в точке возможного размещения аппаратуры разведки (в точке контроля) в каждой i -й октавной полосе.

Рассчитываются уровни скрываемого речевого сигнала $L_{скр.с.i}$ на входе приемника аппаратуры разведки в точке возможного ее размещения (в точке контроля) в каждой i -й октавной полосе:

$$L_{\text{скр.с.}i} = L_{\text{ср.сп.}i} - Z_i + G_i$$

где $L_{\text{ср.сп.}i}$ – средний спектральный уровень речевого сигнала в месте установки источника тестовых акустических сигналов в i -й октавной полосе (табличное значение), дБ;

G_i – коэффициент пространственной селекции микрофона аппаратуры акустической разведки в i -й октавной полосе, дБ;

Мак.р – поправочный коэффициент акустической чувствительности микрофона, равный:

$$\text{Мак.р} = 10 * \lg (N_p/N_k), \text{ дБ}$$

где N_p – чувствительность микрофона аппаратуры акустической разведки, мВ/Па; N_k – чувствительность микрофона аппаратуры контроля, мВ/Па.

При проведении контроля защищенности речевой информации от виброакустической и оптико-электронной аппаратуры речевой разведки измерения проводятся в следующей последовательности.

Измеряются уровни тестовых виброакустических сигналов $L_{\text{тс.ак.}i}$ (дБ) на внешней стороне ограждающей конструкции в точке возможного расположения вибродатчика аппаратуры разведки в каждой i -й октавной полосе или на средней частоте $f_{\text{ср.}i}$ каждой i -й октавной полосы.

Измеряются уровни тестовых виброакустических сигналов $L_{\text{вак.ш.}i}$ (дБ) на внешней стороне ограждающей конструкции в точке возможного расположения вибродатчика аппаратуры разведки в каждой i -й октавной полосе или на средней частоте $f_{\text{ср.}i}$ каждой i -й октавной полосы. Уровни тестовых акустических сигналов $L_{\text{тс.ак.}i}$ (дБ) задаются таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$L_{\text{тс.ак.}i} - L_{\text{ак.ш.}i} \geq \text{от } 3 \text{ до } 7$$

Определяется коэффициент ослабления уровня речевого сигнала в i -й октавной полосе при его распространении в тракте «источник речи – приемник аппаратуры речевой разведки (датчик аппаратуры контроля) Z_i :

$$Z_i = L_{\text{тс.ак.}i} - L_{\text{тс.вак.}i}, \text{ дБ}$$

Рассчитываются уровни скрываемого речевого сигнала $L_{\text{скр.с.}i}$ на входе приемника аппаратуры разведки в точке возможного ее размещения (в точке контроля) в каждой i -й октавной полосе или на средней частоте $f_{\text{ср.}i}$ каждой i -й октавной полосы:

$$L_{\text{скр.с.}i} = L_{\text{ср.сп.}i} - Z_i + M_{\text{вар}},$$

где $L_{\text{ср.сп.}i}$ – средний спектральный уровень речевого сигнала на расстоянии 1 м от генератора в i -й октавной полосе (табличное значение), дБ; разведки, $M_{\text{вар}}$ – поправочный коэффициент виброакустической чувствительности микрофона, равный:

$$M_{\text{вар}} = 10 \lg * (N_p/N_k), \text{ дБ};$$

где N_p – чувствительность вибродатчика аппаратуры акустической В/(м/с²); N_k – чувствительность вибродатчика аппаратуры контроля (определяется из паспортных данных аппаратуры контроля), мВ/(м/с²).

5.2 Подготовка к проведению лабораторной работы

Перед выполнением лабораторной работы необходимо ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в разделе 5.1.

Для проведения измерений уровней акустических сигналов в ходе выполнения лабораторной работы должны быть использованы типовые средства

измерений и вспомогательное оборудование, из которых собираются передающий и приемный измерительный комплексы.

В состав передающего измерительного комплекса входят:

- генератор звуковых частот – генератор сигналов низкочастотный ГЗ-109;
- акустический излучатель (АИ) – акустическая система КОМПАКТВОХ В9251.

В состав приемного измерительного комплекса должны входить:

- измерительный микрофон - направленный микрофон STELBERRY М-10;
- спектроанализатор - цифровой осциллограф Tektronix TDS 1002В.

Включить питание генератора сигналов низкочастотного ГЗ-109, который выполняет роль генератора тестовых сигналов. Подключить к генератору сигналов низкочастотный ГЗ-109 акустическую систему КОМПАКТВОХ В9251.

Включить питание цифрового осциллографа Tektronix TDS 1002В, который используется в режиме спектроанализатора. Подключить к цифровому осциллографу Tektronix TDS 1002В, направленный микрофон STELBERRY М-10.

5.3 Порядок проведения лабораторной работы

Собрать комплекс для формирования и измерения тест-сигналов в ходе проведения инструментального контроля.

Произвести настройку компонентов стенда.

На генераторе сигналов низкочастотном ГЗ-109 установить органы управления в положение указанные на рисунке 13:

- тумблер СЕТЬ в верхнее положение;
- переключатель МНОЖИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ в положение 10;
- переключатель в положение 5V;
- переключатель НАГРУЗКА Ω в положение 5.



Рисунок 13 – Установленные органы управления генератора
сигналов низкочастотный

На цифровом осциллографе Tektronix TDS 1002B произвести следующие настройки:

- включить питание;
- нажать на кнопку «АВТОУСТ»;
- проконтролировать сигнал на экране. Вид контролируемого сигнала приведен на рисунке 14;
- выбрать режим математический нажав на кнопку MATH MENU;
- произвести настройку параметров режима: установить окно Хемминга, масштаб БПФ - x5. Результат настройки показан на рисунке 15;
- с помощью ручки ГОРИЗОНТ. «положение» произвести смещение «» вправо, чтобы было на экране наблюдалась частота в спектре, как показано на рисунке 15;

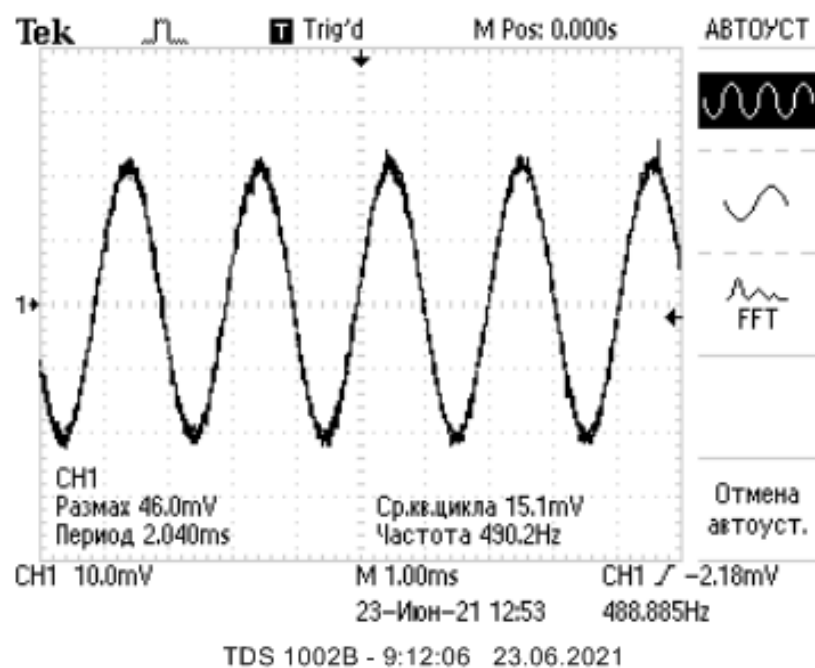


Рисунок 14 – Наблюдаемый сигнал после выполнения
вышеперечисленных пунктов

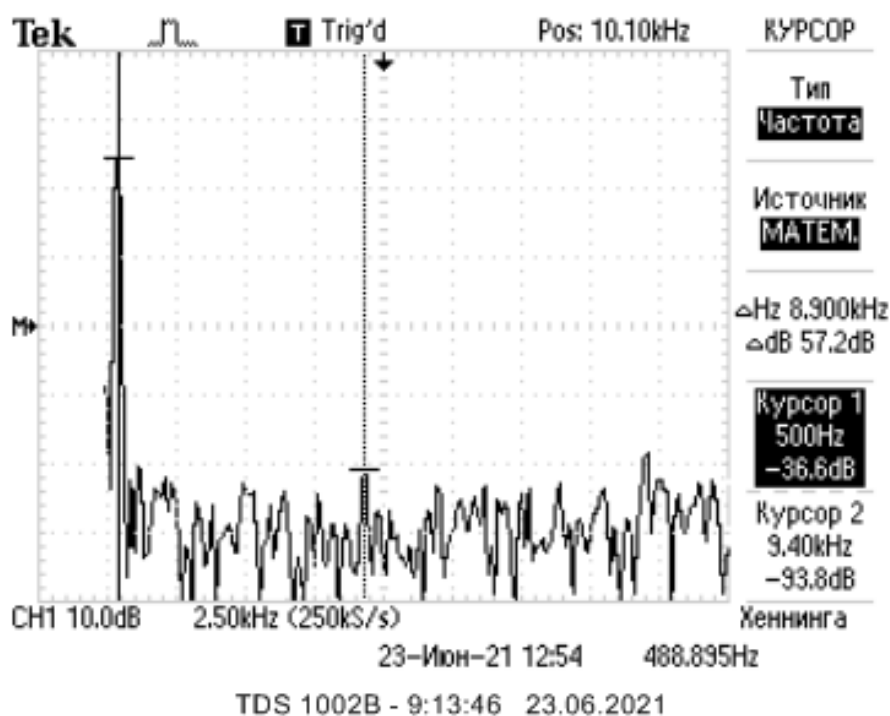


Рисунок 15 – Результат настройки цифрового осциллографа

— с помощью регулятора на генераторе сигналов низкочастотном ГЗ-109 установить среднегеометрическую частоту октавной полосы 250 Гц. Проконтролировать с помощью частотомера FC-7150U установленную частоту. При необходимости провести корректировку установленной частоты.

Погрешность установки частоты должна быть не более плюс/минус 1 % от номинального значения частоты;

— с помощью регулятора на генераторе сигналов низкочастотном ГЗ-109 установить выходное напряжение 1 В. Проконтролировать установленное напряжение с помощью мультиметра YOKOGAWA 7555. При необходимости провести корректировку напряжения с помощью регулятора на генераторе сигналов низкочастотном ГЗ-109. Установленное выходное напряжение не изменять в ходе проведения измерений;

— измерить излучаемый уровень тест-сигнала L_{c1i} при помощи микрофона STELBERRY M-10 и цифрового осциллографа Tektronix TDS 1002B. Для этого на осциллографе установить указатель курсора на максимальное пиковое значение установленной частоты 250 Гц. Для этого необходимо нажать клавишу «курсор» на осциллографе. С помощью клавиш установить тип «Частота» и с помощью ручки установить курсор на максимальное пиковое значение установленной частоты.

— зафиксировать значение установленной частоты и излучаемый уровень тест-сигнала L_{c1i} по осциллографу. Занести результаты измерений в таблицу 2;

— произвести измерения для всех среднегеометрических частот 500, 1000, 2000, 4000 Гц;

— установить исследуемую звукоизолирующую перегородку в стенд. Закрепить ее. Закрыть камеру стенда крышкой.

— при выключенном акустическом излучателе с помощью микрофона и цифрового осциллографа измерить уровень акустического шума $L_{ш1}$ на всех среднегеометрических частотах 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Для этого необходимо отключить сигнал с генератора сигналов низкочастотный отсоединив красный штекер от гнезда генератора. Зафиксировать значение уровня акустического шума $L_{ш1}$ по осциллографу. Занести результаты измерений в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений

Частота, Гц.	250	500	1000	2000	4000
Уровень тест- сигнала L_{elb} дБ					
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(C+Ш)i}$, дБ					
Уровень шума $L_{шi}$, дБ					

— при включенном акустическом излучателе с помощью микрофона и цифрового осциллографа измерить суммарный уровень акустического сигнала и акустического шума $L_{(C+Ш)i}$ на всех среднегеометрических частотах 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Для этого необходимо подключить сигнал с генератора сигналов низкочастотный подсоединив красный штекер к гнезду генератора. Зафиксировать значение суммарного уровня акустического сигнала и акустического шума $L_{(C+Ш)i}$ на всех среднегеометрических частотах 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Занести результаты измерений в таблицу 2.

— поменять исследуемую звукоизолирующую перегородку в стенд. Закрепить ее. Закрыть камеру стенда крышкой.

— произвести необходимые измерения для всех перегородок;

— путем расчетной процедуры определяется уровень акустического сигнала для каждой перегородки по формуле:

$$L_{C2i} = \begin{cases} L_{(C+Ш)i} & \text{при } L_{(C+Ш)i} - L_{шi} \geq 10, \\ L_{(C+Ш)i} - \Delta & \text{при } L_{(C+Ш)i} - L_{шi} < 10, \end{cases}$$

где Δ - поправка в дБ, определяемая из таблицы 3.

Таблица 3 — Значения поправки Δ , в дБ

$L_{(C+Ш)i}$	10	6÷10	4÷6	3	2	1	0,5
Δ , дБ	0	1	2	3	4	7	10

— путем расчетной процедуры определяется коэффициент звукоизоляции по формуле

$$Q_i = L_{C1i} - L_{C2i}.$$

— проводится сравнительный анализ полученных октавных коэффициентов звукоизоляции для различных перегородок.

— после проведения измерений уровней сигнала и шума производится расчет уровня защищенности исследуемого помещения. Суть метода заключается в следующем [7].

Спектр измеренного речевого сигнала $L_{скр.с}$, действующего на входе приемника аппаратуры разведки, разбивается на N частотных полос (например октавных, третьоктавных, равноартикуляционных и т. п.), в общем случае произвольных. Для каждой i -й (i равной от 1 до N) частотной полосы на среднегеометрической частоте

$$f_{cp.i} = \sqrt{f_{в.i} \times f_{н.i}}$$

определяется форматный параметр ΔA_i характеризующий энергетическую избыточность дискретной составляющей речевого сигнала:

$$\Delta A_i = L_{скр.с.i} - A_i = \Delta A * f_{cp.i}, \text{ дБ}$$

где $L_{скр.с.i}$ – средний спектральный уровень речевого сигнала в месте измерения в i -ой спектральной полосе, дБ; A_i – средний спектральный модальный уровень формант в i -ой спектральной полосе, дБ.

Значения формантных параметров A_i определяются по графику, рисунок 16, при условиях f равно $f_{ср.i}$ или из соотношения (ошибка аппроксимации менее 1%):

$$A(f) = \begin{cases} \frac{200}{f^{0,43}} - 0,37, & \text{если } f \leq 1000 \text{ Гц}; \\ 1,37 + \frac{1000}{f^{0,69}}, & \text{если } f > 1000 \text{ Гц}. \end{cases}$$

Для каждой i -ой частотной полосы определяется весовой коэффициент k , характеризующий вероятность наличия формант речи в данной полосе:

$$k_i = k(f_{в.i}) - k(f_{н.i}),$$

где $k(f_{в.i})$ и $k(f_{н.i})$ – значения весового коэффициента для верхней $f_{в.i}$ и нижней $f_{н.i}$ граничной частот i -й частотной полосы спектра речевого сигнала.

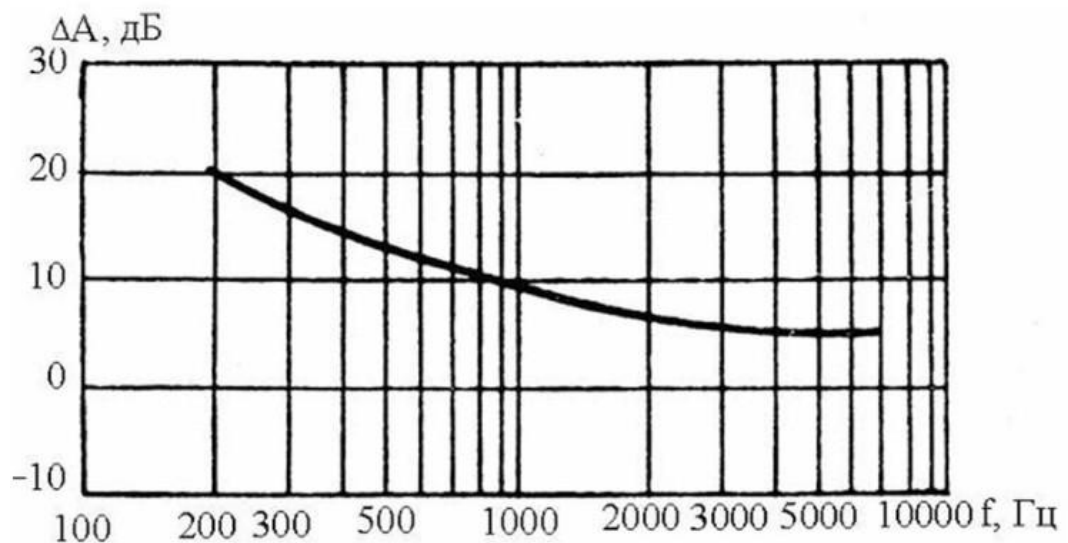


Рисунок 16 – Разность между спектральными уровнями речи и формантами

Значения коэффициентов $k(f_{в.i})$ и $k(f_{н.i})$ определяются по графику, приведенному на рисунке 17 (функции распределения формант в различных участках речевого спектра) при условиях f равно $f_{в.i}$ и f равно $f_{н.i}$ или из соотношения (ошибка аппроксимации менее 1%):

$$k(f) = \begin{cases} 2,57 * 10^{-8} * f^{2,4}, & \text{если } 100 < f \leq 400 \text{ Гц}; \\ 1 - 1,074 * e^{-10^{-4} * f^{1,18}}, & \text{если } 400 < f \leq 10000 \text{ Гц}. \end{cases}$$

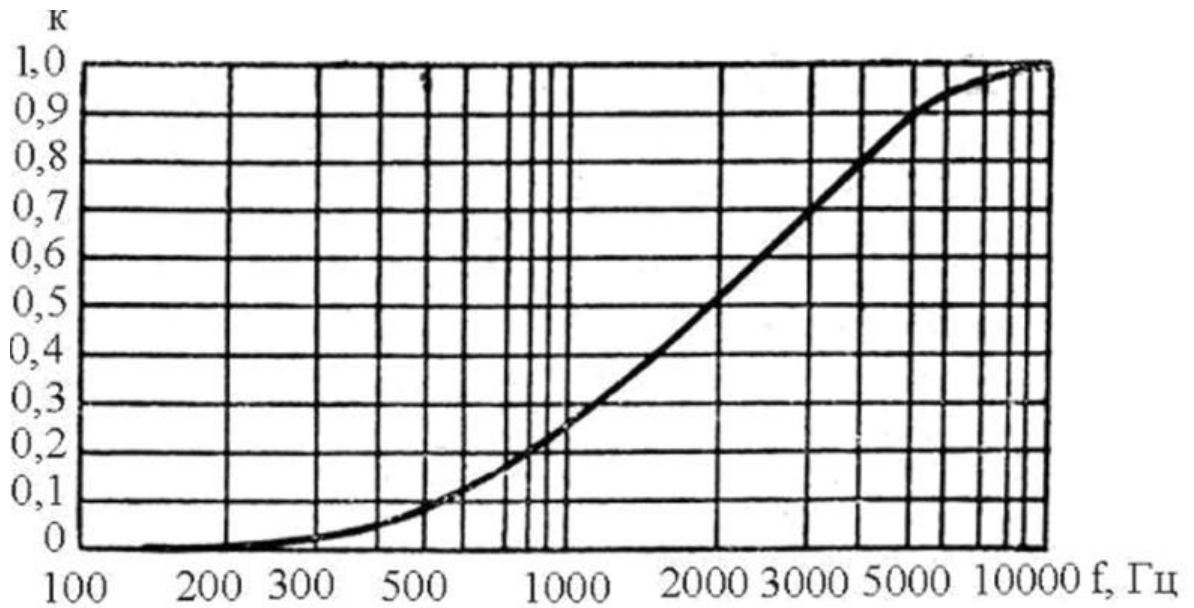


Рисунок 17 – Распределение формант в спектре человеческой речи

Для каждой частотной полосы на среднегеометрической частоте $f_{ср.i}$ по графику, приведенному на рисунке 18, или из аналитического соотношения (ошибка аппроксимации менее 1%) определяется коэффициент восприятия формант слуховым аппаратом человека, представляющий собой вероятное относительное количество формантных составляющих речи, которые будут иметь уровни интенсивности выше порогового значения:

$$p_i = \begin{cases} \frac{0,78 + 5,46 * \exp[-4,3 * 10^{-3} * (27,3 - |Q_i|)^2]}{1 + 10^{0,1 * |Q_i|}}, & \text{если } Q_i \leq 0; \\ 1 - \frac{0,78 + 5,46 * \exp[-4,3 * 10^{-3} * (27,3 - |Q_i|)^2]}{1 + 10^{0,1 * |Q_i|}}, & \text{если } Q_i > 0 \end{cases}$$

где $Q_i = \Delta A_i - \text{Лак.ш.}i = (\text{Лскр.с.}i - A_i) - \text{Лак.ш.}i = q_i - A_i$;

— уровень шума (помехи) в месте измерения в i -ой спектральной полосе, дБ; q_i – отношение «уровень речевого сигнала/уровень шума», дБ (q_i равно $L_{\text{скр.с.}i}$ минус $L_{\text{ак.ш.}i}$).

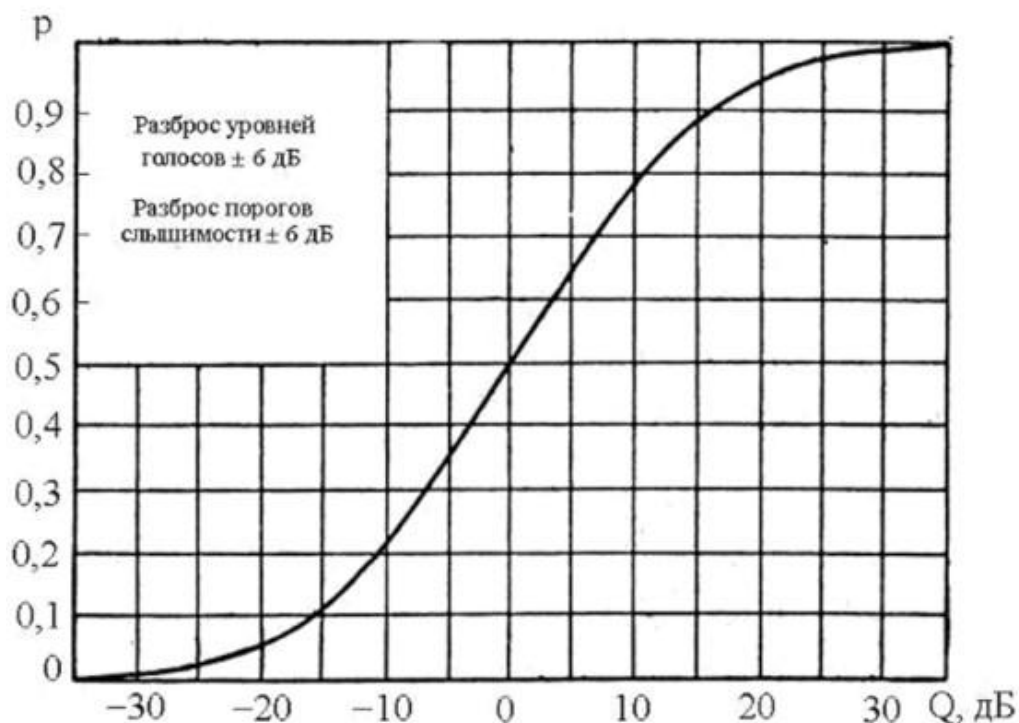


Рисунок 18 – Зависимость коэффициента восприятия формант от относительного уровня интенсивности формант Q

С учетом вышеизложенного определяется спектральный индекс артикуляции (четкости, членораздельности произношения) речи R_i (информационный вес i -й спектральной полосы частотного диапазона речи):

$$R_i = p_i * k_i,$$

рассчитывается интегральный индекс артикуляции речи:

$$R = \sum_{i=1}^N R_i$$

По графику, показанному на рисунке 19 или из аналитического соотношения (ошибка аппроксимации менее 1%) определяется слоговая разборчивость S :

$$s = \begin{cases} 4 * R^{1,43}, & \text{если } R \leq 0,15; \\ 1,1 * [1 - 1,17 * e^{-2,9R}], & \text{если } 0,15 \leq R \leq 0,7; \\ 1,01 * [1 - 9,1 * e^{-6,9R}], & \text{если } R \geq 0,7. \end{cases}$$

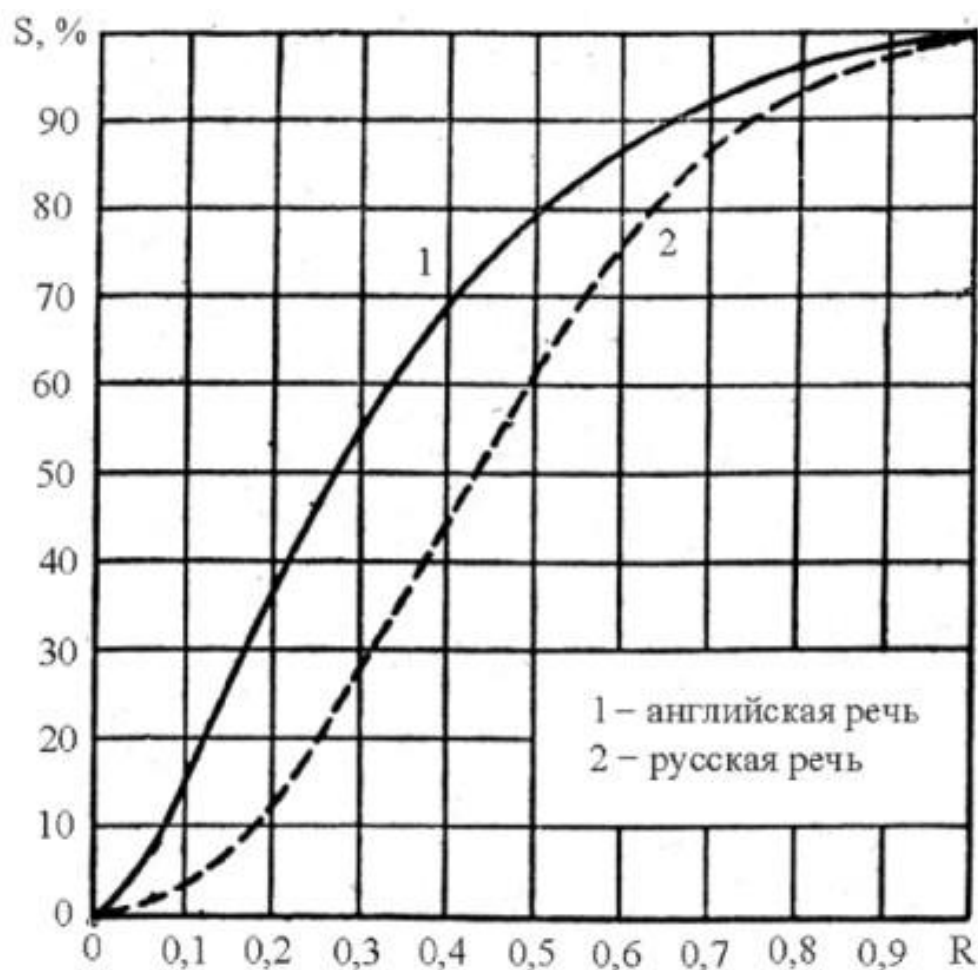


Рисунок 19 – Зависимость слоговой разборчивости S от интегрального индекса артикуляции речи R: 1 – английская речь, 2 – русская речь

Зависимость словесной разборчивости речи W от слоговой S представлена на рисунке 20. График аппроксимируется аналитическим соотношением (ошибка аппроксимации менее 1%):

$$W = 1,05 * \left[1 - e^{\frac{-6,15 * S}{1+S}} \right]$$

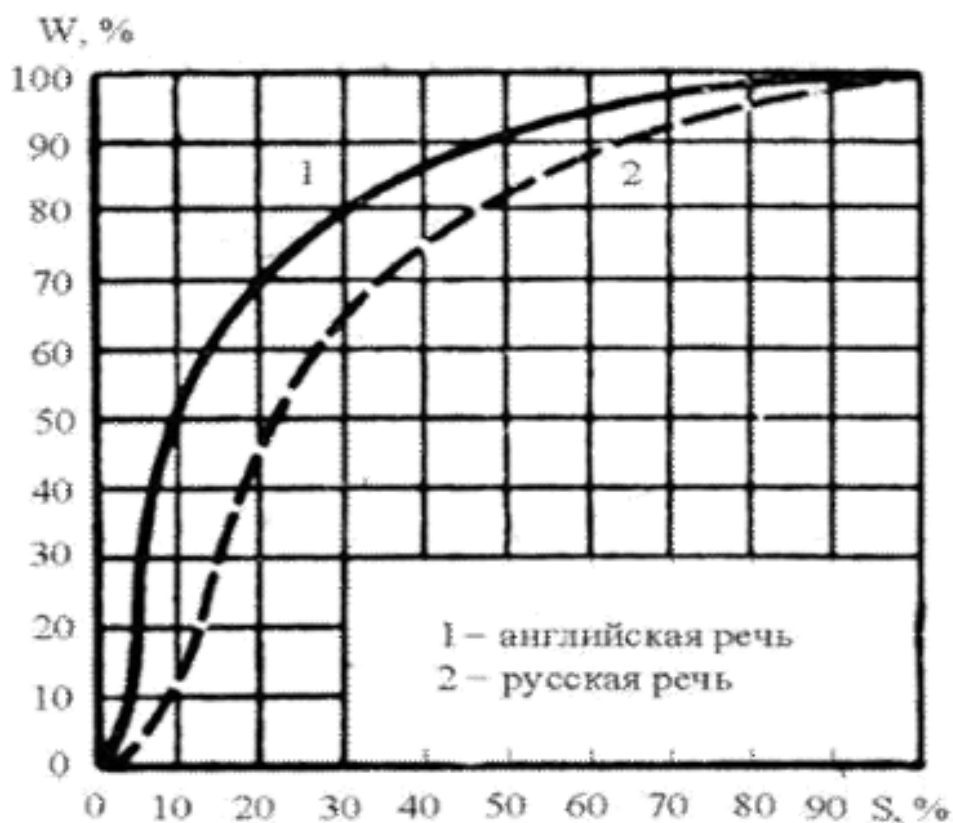


Рисунок 20 – Зависимость словесной разборчивости W от разборчивости слогов S : 1 – английская речь, 2 – русская речь

С учетом данных, представленных на рисунках 19 и 20, можно получить график зависимости словесной разборчивости от интегрального индекса артикуляции речи, которой можно аппроксимировать аналитическим соотношением:

$$W = \begin{cases} 1,54 * R^{0,25} * [1 - e^{-11 * R}], & \text{если } R \leq 0,15; \\ 1 - e^{-\frac{11 * R}{1 + 0,7 * R}}, & \text{если } R \geq 0,15. \end{cases}$$

как видно из методики [7], для расчета словесной разборчивости необходимо изменить уровни скрываемого речевого сигнала и шума (помехи) в месте возможного размещения приемных датчиков аппаратуры акустической разведки или в месте возможного прослушивания речи без применения технических средств.

При этом считается, что перехват речевой информации возможен, если рассчитанное по результатам измерения значения словесной разборчивости речи W превышает установленные нормы.

Алгоритм проведения контроля защищенности речевой информации приведен на рисунке 21. И в графической части дипломного проекта на плакате «Алгоритм проведения контроля защищенности речевой информации».

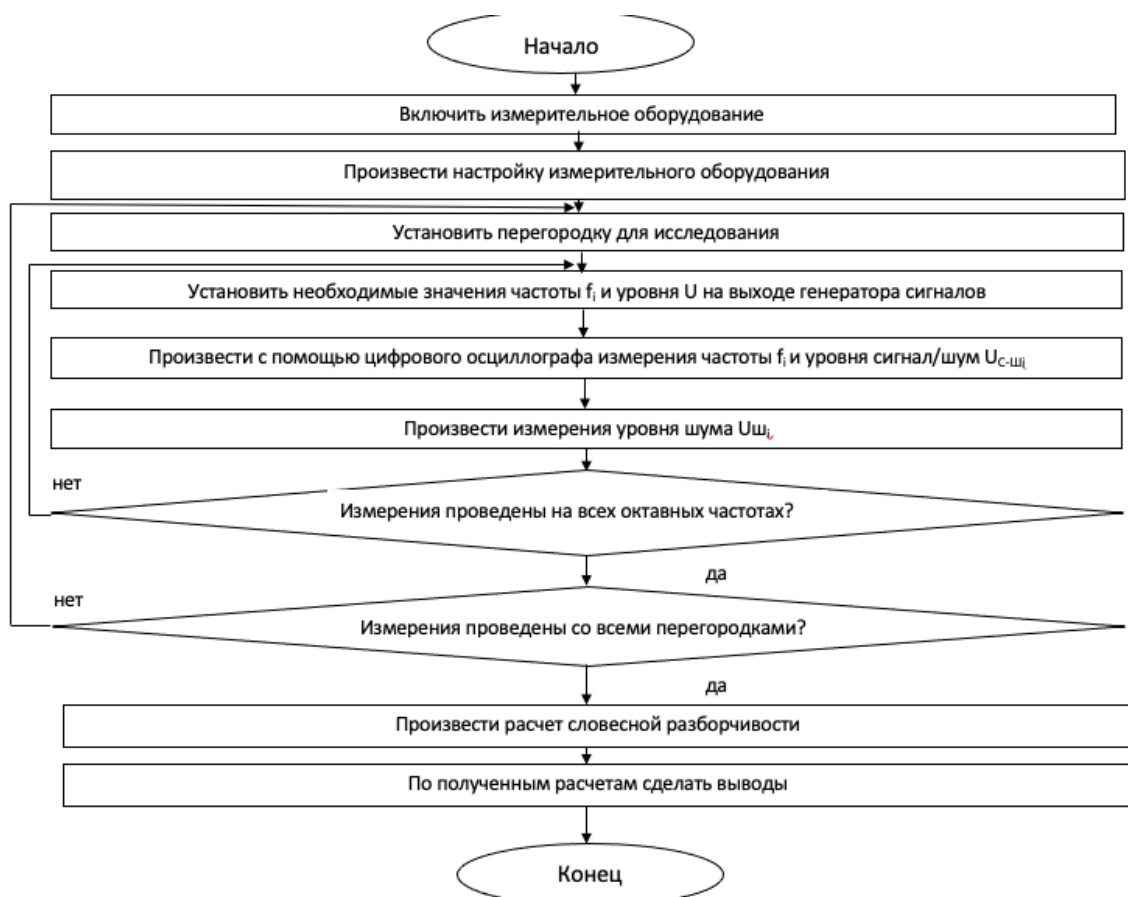


Рисунок 21 - Алгоритм проведения контроля защищенности речевой информации

Оформление результатов контроля включает:

- анализ полученных результатов;
- принятие по результатам контроля решения о выполнении норм защищенности речевой информации относительно каждого опасного средства речевой разведки;
- документальное оформление проведенного контроля (составление протокола контроля).

Если в результате расчетов в соответствии с вышеизложенным окажется, что W меньше или равно $W_{п}$, (где $W_{п}$ – нормативное (пороговое) значение), то принимается решение о невозможности перехвата речевой информации и распознавания ее источника. При W больше $W_{п}$ принимается решение о необходимости использования мер защиты от данного вида аппаратуры акустической речевой разведки. Документальное оформление результатов контроля осуществляется путем составления протокола контроля с необходимыми таблицами. Далее представлена таблица 4, отражающая зависимость понятности речи от разборчивости.

Таблица 4 – Зависимость понятности речи от разборчивости

Понятность	Разборчивость, %		
	Аф	S	W
Предельно допустимая	от 15 до 22	от 25 до 40	от 78 до 87
Удовлетворяющая	от 22 до 31	от 40 до 50	от 87 до 93
Хорошая	от 31 до 50	от 50 до 80	от 93 до 98
Отличная	более 50	более 80	более 98

Лабораторные задания:

- по спектру речевого сигнала и уровню шума, измеренному на границах контролируемой зоны, рассчитать словесную разборчивость речевой и информации;
- построить графическую зависимость слоговой и словесной разборчивости речи от частоты (октавной частоты);
- оценить уровень защищенности речевой информации, сделать выводы;
- оформить отчет.
- содержание отчета:

- цель работы;
- исходные данные для расчета (спектр сигнала и уровень шума);
- расчет словесной разборчивости;
- выводы.

Контрольные вопросы:

- назовите основные характеристики речевых сигналов;
- перечислите акустические каналы утечки информации;
- назовите наиболее возможные места образования акустических каналов утечки информации в помещении;
- какие факторы учитываются при анализе речевых сигналов и необходимы для их распознавания;
- какие основные действия включает контроль норм защищенности речевых сигналов;
- для чего используется показатель словесной разборчивости речи;
- что характеризует формантный параметр;
- что выполняется на первом этапе инструментального-расчетного метода разборчивости речи;
- от чего зависит выбор контрольных точек размещения измерительной аппаратуры в помещении;
- при контроле норм защищенности какой генератор тестового сигнала можно использовать.

6 Проведение экспериментальных исследований на разработанном стенде

Перед началом проведения экспериментальных исследований на разрабатываемом стенде, необходимо подготовить все комплектующие необходимые для проведения инструментального контроля защищенности речевой информации. Подробные действия к подготовке и настройке стенда для проведения исследований приведены в пунктах 5.2 и 5.3.

Включив генератор сигналов низкочастотный и подключив к нему акустическую систему, а к цифровому осциллографу подключить направленный микрофон, проверив правильность подключения, а так же включить блок питания для подачи электропитания на направленный микрофон и включить мультиметр и частотомер для контроля частоты и напряжения выдаваемые генератором сигналов низкочастотный, можно приступить к проведению исследований на разработанном стенде.

В начале проводим проверки генерации тест — сигнала и сигнала с выхода микрофона. После успешной проверки начинаем исследование звукоизоляции исследуемых перегородок, а именно:

- одинарный стеклопакет;
- двойной стеклопакет;
- тройной стеклопакет;
- древесностружечная плита;
- плита из минеральных волокон;
- плита из пенопласта.

В начале проводим измерение тест - сигнала L_{cli} , без перегородок. Результат измерений заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Значения уровня тест - сигнала L_{cli}

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень тест- сигнала L_{cli} , дБ	-40,2	-33,4	-31,4	-30,2	-27,8

Результаты значений уровня тест-сигнала L_{cli} показаны на рисунке 22.

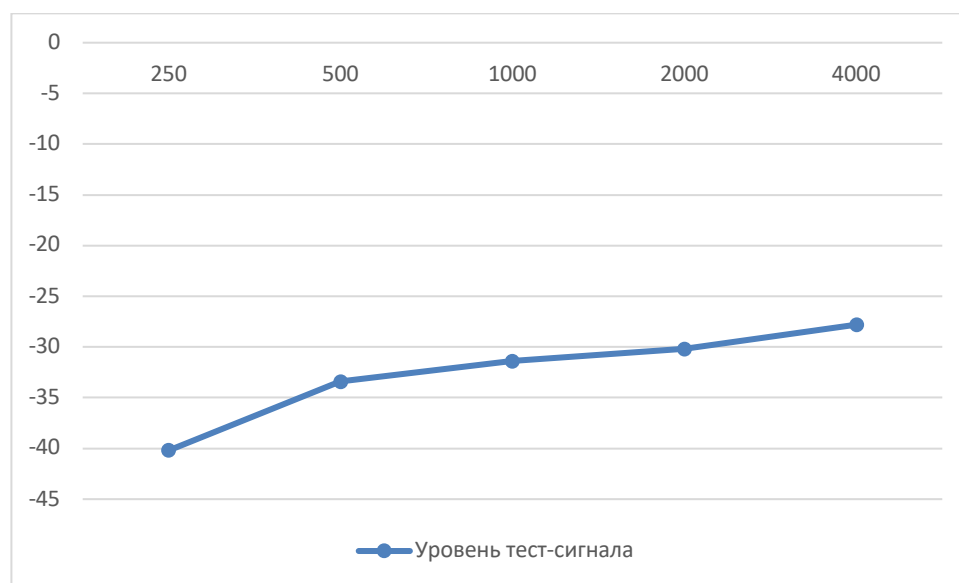


Рисунок 22 – Значения уровня тест - сигнала L_{cli}

Устанавливаем исследуемую звукоизолирующую перегородку одинарный стеклопакет в стенд. Закрепили ее. Закрыли камеру стенда крышкой.

При выключенном акустическом излучателе с помощью микрофона и цифрового осциллографа измерить уровень акустического шума $L_{шi}$. на всех среднегеометрических частотах 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Для этого необходимо отключить сигнал с генератора сигналов низкочастотный отсоединив красный штекер от гнезда генератора. Зафиксировать значение уровня акустического шума $L_{шi}$. по осциллографу. Занести результаты измерений в таблицу 6.

При включенном акустическом излучателе с помощью микрофона и цифрового осциллографа измерить суммарный уровень акустического сигнала и акустического шума $L(C+Ш)i$. на всех среднегеометрических частотах 250, 500,

1000, 2000, 4000 Гц. Для этого необходимо подключить сигнал с генератора сигналов низкочастотный подсоединив красный штекер к гнезду генератора. Зафиксировать значение суммарного уровня акустического сигнала и акустического шума $L_{(C+Ш)i}$ на всех среднегеометрических частотах 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Занести результаты измерений в таблицу 6.

Таблица 6 – Значения уровня $L_{(C+Ш)i}$ и $L_{шi}$ одинарного стеклопакета

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(C+Ш)i}$, дБ	-50,6	-49,8	-46,6	-41,4	-44,2
Уровень шума $L_{шi}$, дБ	-87	-90	-92	-91	-87

Меняем исследуемую звукоизолирующую перегородку на двойной стеклопакет. Закрепляем ее. Закрываем камеру стенда крышкой.

Производим необходимые измерения для перегородки с двойным стеклопакетом. Результаты исследования занесены в таблицу 7.

Таблица 7 – Значения уровня $L_{(C+Ш)i}$ и $L_{шi}$ двойного стеклопакета

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(C+Ш)i}$, дБ	-57	-54,6	-48,4	-43	-48,6
Уровень шума $L_{шi}$, дБ	-91	-92	-91	-91	-87

Меняем исследуемую звукоизолирующую перегородку на тройной стеклопакет. Закрепляем ее. Закрываем камеру стенда крышкой.

Производим необходимые измерения для перегородки с тройным стеклопакетом. Результаты исследования занесены в таблицу 8.

Таблица 8 – Значения уровня $L_{(c+ш)i}$ и $L_{шi}$ тройного стеклопакета

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(c+ш)i}$, дБ	-67,8	-57,8	-53,6	-50,6	-55
Уровень шума $L_{шi}$, дБ	-87	-89	-88	-89	-87

Меняем исследуемую звукоизолирующую перегородку на древесностружечную плиту. Закрепляем ее. Закрываем камеру стенда крышкой.

Производим необходимые измерения для перегородки с древесностружечной плитой. Результаты исследования занесены в таблицу 9.

Таблица 9 – Значения уровня $L_{(c+ш)i}$ и $L_{шi}$ древесностружечной плиты

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(c+ш)i}$, дБ	-70,6	-55,4	-50,2	-53	-51,8
Уровень шума $L_{шi}$, дБ	-87	-89	-88	-88	-90

Меняем исследуемую звукоизолирующую перегородку на плиту из минеральных волокон. Закрепляем ее. Закрываем камеру стенда крышкой.

Производим необходимые измерения для перегородки с плитой из минерального волокна. Результаты исследования занесены в таблицу 10.

Таблица 10 – Значения уровня $L_{(c+ш)i}$ и $L_{шi}$ плиты из минерального волокна

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(c+ш)i}$, дБ	-51	-51	-53,4	-45,8	-49,4
Уровень шума $L_{шi}$, дБ	-89	-89	-90	-90	-87

Меняем исследуемую звукоизолирующую перегородку на плиту из пенопласта. Закрепляем ее. Закрываем камеру стенда крышкой.

Производим необходимые измерения для перегородки с плитой из пенопласта. Результаты исследования занесены в таблицу 11.

Таблица 11 – Значения уровня $L_{(c+ш)i}$ и $L_{шi}$ плиты из пенопласта

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Уровень смеси сигнала и шума $L_{(c+ш)i}$, дБ	-45	-39,4	-36,6	-39,4	-45
Уровень шума $L_{шi}$, дБ	-89	-89	-92	-88	-87

Затем путём расчётной процедуры определяется уровень акустического сигнала для каждой перегородки.

Результаты расчётов приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Значения уровня акустического сигнала

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Одинарный стеклопакет					
Уровень акустического сигнала L_{c2i} , дБ	-50,6	-49,8	-46,6	-41,4	-44,2
Двойной стеклопакет					
Уровень акустического сигнала L_{c2i} , дБ	-57	-54,6	-48,4	-43	-48,6
Тройной стеклопакет					
Уровень акустического сигнала L_{c2i} , дБ	-67,8	-57,8	-53,6	-50,6	-55
Древесностружечная плита					
Уровень акустического сигнала L_{c2i} , дБ	-70,6	-55,4	-50,2	-53	-51,8
Плита из минеральных волокон					
Уровень акустического сигнала L_{c2i} , дБ	-51	-51	-53,4	-45,8	-49,4
Плита из пенопласта					
Уровень акустического сигнала L_{c2i} , дБ	-45	-39,4	-36,6	-39,4	-45

Затем рассчитывается коэффициент звукоизоляции.

Результаты расчётов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Значения коэффициента звукоизоляции

Частота, Гц	250	500	1000	2000	4000
Одинарный стеклопакет					
Коэффициент звукоизоляции Q_i , дБ	10,4	16,4	15,2	11,2	16,4
Двойной стеклопакет					
Коэффициент звукоизоляции Q_i , дБ	16,8	21,2	17	12,8	20,8
Тройной стеклопакет					
Коэффициент звукоизоляции Q_i , дБ	27,6	24,4	22,2	20,4	27,2
Древесностружечная плита					
Коэффициент звукоизоляции Q_i , дБ	30,4	22	18,8	22,8	24
Плита из минеральных волокон					
Коэффициент звукоизоляции Q_i , дБ	10,8	17,6	22	15,6	21,6
Плита из пенопласта					
Коэффициент звукоизоляции Q_i , дБ	4,8	6	5,2	9,2	17,2

По результатам расчётов коэффициента звукоизоляции строим графическую зависимость для различных перегородок. Результат приведён на рисунке 23.

Коэффициенты звукоизоляции для различных ограждающих конструкций

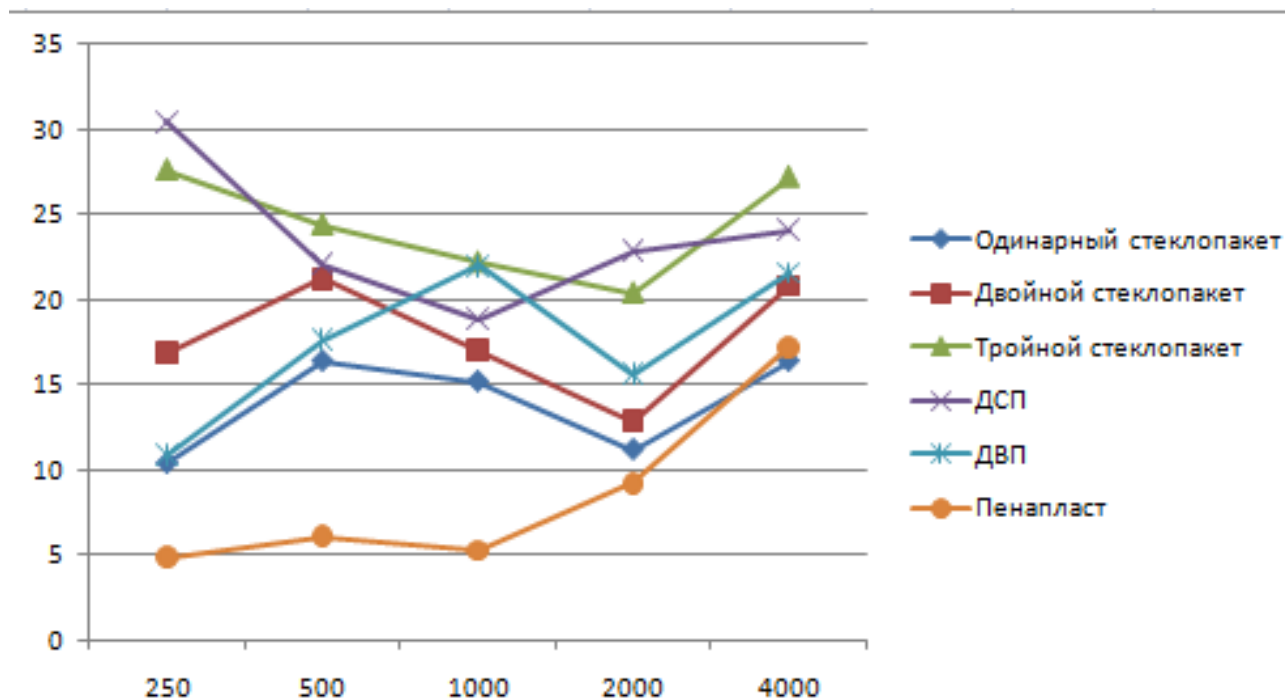


Рисунок 23 – Результат расчётов коэффициента звукоизоляции для различных перегородок

Как видно из результатов экспериментальных исследований (см. рисунок 23), полученных на разработанном учебном стенде, наибольшими октавными коэффициентами звукоизоляции обладает ограждающая конструкция - тройной стеклопакет, а наименьшими октавными коэффициентами звукоизоляции ограждающая конструкция - плита из пенопласта.

7 Вредные психофизиологические факторы, влияющие на нервную систему специалиста по защите информации. Методы и средства физической культуры, снижающие их воздействие

Психофизиологические факторы, а именно влияющие на нервно-психическую систему специалиста по защите информации можно подразделить на:

- умственное перенапряжение;
- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки.

Перегрузка отдельных систем и органов, для ряда профессий характерна длительная нагрузка на некоторые органы тела человека, это может привести к перенапряжению органов тела и развитию заболеваний.

При оценке психофизиологических перегрузок следует рассматривать особенности трудового процесса. Было примечено, что в процессе работы имеется определенная фазовость изменения состояния рабочего специалиста, а именно:

- фаза вработываемости. Работоспособность увеличивается, а так же улучшается функциональное состояние организма работающего, то есть улучшаются результаты труда. Продолжительность от 30 минут до 1 часа;

- фаза устойчивой высокой работоспособности. Состояние работающего стабильно, довольно близкое значение к оптимальному. Продолжительность от 1 часа 30 минут до 2 часов;

- фаза снижения работоспособности. Работоспособность снижается, а так же ухудшается функциональное состояние и результаты труда работающего. Продолжительность от 30 минут до 1 часа.

После обеденного перерыва все фазы повторяются, но имеются следующие различия:

- период вработываемости меньше;

- фаза устойчивости высокой работоспособности меньше;
- период снижения работоспособности наступает раньше.

Наступление фазы снижения работоспособности в процессе рабочей деятельности вызвано развитием утомления.

Утомление – снижение работоспособности, наступившее в результате труда. Утомление возникает в результате приостановления в управляющем центре коры головного мозга. А так же определенную роль играет нарушение обмена веществ в мышцах, сердце, мозге, под влиянием которых нарушается нормальное состояние нервных процессов.

Утомление (чувство усталости) является физиологическим явлением, если оно носит однодневный характер, то есть уменьшается после отдыха, а на следующий день работоспособность полностью восстанавливается. Если утомление сохраняется, то есть имеется кумулированное состояние утомления, речь идет о переутомлении. Хроническое переутомление может привести к перенапряжению.

Профилактикой переутомления могут быть:

- технологические меры создание наиболее благоприятных технологических условий для уменьшения утомляемости (механизация, автоматизация, улучшение технических характеристик аппаратуры, инструментов и т.д.)

- рационализация трудового процесса (экономичность, ритмичность, перерывы, отдых и т.д.). Режим работы играет важную роль и определяется тяжестью работы: чем тяжелее работа, тем перерывы чаще и короче. В течение рабочего дня необходим большой перерыв, желательно обеденный. Хороший эффект дает также производственная гимнастика.

- рационализация санитарно-гигиенических условий.

- повышение квалификации (тренированности) работников. Высококвалифицированные рабочие, обычно утомляются гораздо позже. Монотонность

работы это такая работа, отличительными признаками которой служит однообразие рабочих действий, их многократное повторение

— небольшая длительность. Однако, длительная операция, состоящая из однообразных циклов, может быть также монотонной. Все зависит от структуры самой операции или количества, содержания и характера составляющих ее элементов. Если операция сводится к выполнению ограниченного круга действий (то есть количество разнообразных элементов работы невелико), то она является монотонной, даже при значительной длительности.

Поэтому можно выявить два вида монотонности: монотонность за счет информационной перегрузки одних и тех же нервных центров в результате поступления одинаковых сигналов, либо при многократном повторении одинаковых движений (например, работа на конвейере с мелкими операциями и др.) и монотонность, вызванная однообразием восприятия, из-за постоянства информации и недостатка новой информации (например, длительное наблюдение за приборными пультами, пультами управления, мониторинга чего либо, в ожидании важного сигнала и др.).

Таким образом, общим признаком для всех монотонных работ является перегрузка информацией при выполнении работ или, наоборот, ее недостаток, что накладывает отрицательный отпечаток на функциональное состояние человека – специалист теряет интерес к работе, и у него возникает состояние «производственной скуки».

Список используемых источников

1. Специальная техника и информационная безопасность : учебник / под ред. В.И. Кирина. Т. 1. – М. : Академия управления МВД России, 2000. – 783 с.
2. Хореев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации : учебное пособие. – М. : Гостехкомиссия России, 1998. – 320 с.
3. Торокин А.А. Основы инженерно-технической защиты информации. – М. : Ось-89, 1998. – 336с.
4. Волобуев С.В. Безопасность социотехнических систем. – Обнинск : Викинг, 2000. – 340 с.
5. Вайштейн А.А. Электромагнитные волны. – М. : Радио и связь, 1988. – 440 с.
6. Гуткин Л.С., Лебедев В.Л. Радиоприемные устройства. – М. : Советское радио, 1963. – 400 с.
7. Покровский Н.Б. Расчет и измерение разборчивости речи. – М. : Связьиздат, 1962. – 390 с.