

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского**

**Р.А. Васильев
Л.Ю. Ротков**

**ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ
ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО
АКУСТИЧЕСКИМ И ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ
С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО
КОМПЛЕКСА «ШЁПОТ»**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией радиофизического факультета
для студентов ННГУ, обучающихся по специальности 10.05.02
«Информационная безопасность телекоммуникационных систем»,
и слушателей курсов послевузовского краткосрочного повышения
квалификации специалистов по информационной безопасности

Нижегород
2020

УДК 004.056.5
ББК 32.971
В19

В19 Васильев Р.А., Ротков Л.Ю. Оценка защищенности речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам с помощью программно-аппаратного комплекса «Шёпот»: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2020. – 41 с.

Рецензент: доцент кафедры общей физики радиофизического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, к.ф.-м.н., Жуков С.Н.

Методическая разработка содержит описание к лабораторной работе «Оценка защищенности речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам с помощью программно-аппаратного комплекса «Шёпот».

Лабораторная работа предназначена для изучения программно-аппаратных комплексов для оценки защищенности речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам (АВАК) на примере программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Шёпот». В описании приведены общие принципы оценки защищенности речевой информации по АВАК и расчет параметров октавных коэффициентов звукоизоляции и виброизоляции ограждающих конструкций и инженерно-технических систем. Дан обзор архитектуры комплекса семейства «Шёпот». В работе изучаются основные защитные функции комплекса, его возможности, особенности применения.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», и слушателей курсов послевузовского краткосрочного повышения квалификации специалистов по информационной безопасности.

Ответственный за выпуск:
заместитель председателя методической комиссии радиофизического
факультета ННГУ, д.ф.-м.н., профессор **Е.З. Грибова**

УДК 004.056.5
ББК 32.971

© Васильев Р.А., Ротков Л.Ю., 2020
© Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Природа возникновения АВАК. Классификация КУИ.....	4
1.1 Природа возникновения АВАК	4
1.2. Классификация утечки информации по каналам АВАК.....	10
1.2.1. Акустический КУИ.....	11
1.2.2. Виброакустический КУИ	12
1.2.3. Оптико-электронный КУИ.....	13
2. Методика обнаружения и измерения АВАК.....	15
2.1 Методика обнаружения и измерения АВАК	15
2.2 Методика выбора контрольных точек.....	19
3. Программно-аппаратные комплексы измерения АВАК.....	24
3.1 Программно-аппаратный комплекс «Шепот».....	24
3.2 Комплекс оценки защиты речевой информации «Колибри».....	28
4. Порядок проведения лабораторной работы	32
4.1 Постановка задачи исследования	32
4.2 Порядок выполнения работы	34
4.3 Требования к отчету	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	36
Приложение 1 Протокол измерения АВАК	37

ВВЕДЕНИЕ

С развитием рыночных отношений, многие средства, находившиеся ранее под контролем спецслужб, стали доступны «частному сектору» и вопрос их приобретения связан лишь с рыночной стоимостью и умением их использовать.

Одним из источников важной информации организации являются совещания, на которых представляются материалы по имеющимся результатам и планам работ. Присутствие большого количества людей и большие размеры помещений ставят перед этими организациями проблему сохранения коммерческой тайны.

Таким образом, защита информации при проведении совещаний с участием представителей сторонних организаций имеет актуальное значение и основными задачами по обеспечению информационной безопасности является выявление и своевременная локализация возможных технических каналов утечки информации (КУИ).

В данной работе рассматриваются методы оценки защищенности и мероприятия защиты речевой информации от утечки по акустическим и вибро-акустическим каналам.

1. ПРИРОДА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАК. КЛАССИФИКАЦИЯ КУИ

1.1 Природа возникновения АВАК

Прежде чем переходить к рассмотрению собственно акустических каналов утечки информации, сформулируем основные определения акустики, на которых базируются сведения, приведенные в данной главе.

Звуком называются механические колебание частиц упругой среды (воздуха, воды, металла и т.д.), субъективно воспринимаемые органом слуха.

Звуковые ощущения вызываются колебаниями среды, происходящими в диапазоне частот от 16 до 20000 Гц.

Звуковое давление — это переменное давление в среде, обусловленное распространением в ней звуковых волн. Величина звукового давления P оценивается силой действия звуковой волны на единицу площади и выражается в ньютонах на квадратный метр ($1 \text{ Н/м}^2 = 10 \text{ бар}$).

Уровень звукового давления отношение величины звукового давления P к нулевому уровню, за который принято звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$

$$N = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

Сила (интенсивность) звука — количество звуковой энергии, проходящей за единицу времени через единицу площади; измеряется в ваттах на квадратный метр (Вт/м^2). Следует отметить, что звуковое давление и сила звука связаны между собой квадратичной зависимостью, т.е. увеличение звукового давления в 2 раза приводит к увеличению силы звука в 4 раза [1].

Уровень силы звука — отношение силы данного звука I к нулевому (стандартному) уровню, за который принята сила звука $I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$, выраженное в децибелах (дБ)

$$N = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (2)$$

Уровни звукового давления и силы звука, выраженные в децибелах, совпадают по величине.

Порог слышимости — наиболее тихий звук, который еще способен слышать человек на частоте 1000 Гц, что соответствует звуковому давлению $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$.

Громкость звука — интенсивность звукового ощущения, вызванная данным звуком у человека с нормальным слухом. Громкость зависит от силы звука и его частоты, измеряется пропорционально логарифму силы звука и выражается количеством децибел, на которое данный звук превышает по ин-

тенсивности звук, принятый за порог слышимости. Единица измерения громкости — фон.

Динамический диапазон — диапазон громкостей звука или разность уровней звукового давления самого громкого и самого тихого звуков, выраженная в децибелах.

Диапазон основных звуковых частот речи лежит в пределах от 70 до 1500 Гц. Однако с учетом обертонов речевой диапазон звучания расширяется до 5000–8000 Гц (рис. 1). У русской речи максимум динамического диапазона находится в области частот 300–400 Гц (рис. 2).

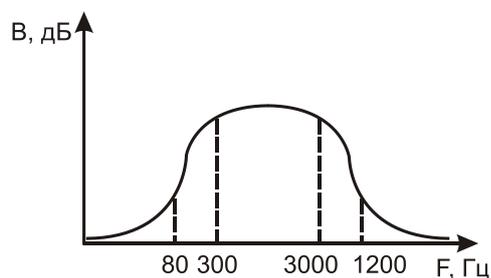


Рис. 1 - Диапазон звучания обычной речи

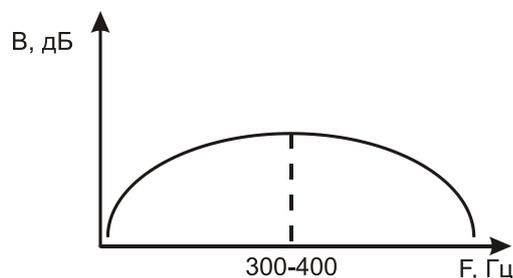


Рис. 2 - Максимум динамического диапазона русской речи

Восприятие звука человеком субъективно. Так, люди обладают способностью воспринимать звуковые колебания в очень широких диапазонах частоты и интенсивности. Однако, степень точности, с которой каждый человек может определить высоту звука (частоту звуковых колебаний) на слух, зависит от остроты, музыкальности и тренированности слуха. Помимо этого, чувствительность человеческого уха к различным по частоте звуковым колебаниям неодинакова. Большинство людей лучше всего различают звуки в диапазоне частот от 1000 до 3000 Гц [2].

Такая характеристика воспринимаемого человеком звука, как громкость, является субъективной оценкой силы звука. Однако громкость зависит не только от интенсивности звука (звукового давления), но еще и от частоты. Субъективность восприятия громкости в зависимости от силы звука подчиняется основному психофизиологическому закону, который устанавливает, что громкость звука растет не пропорционально интенсивности звука, а пропорционально логарифму интенсивности звука.

Источником образования акустического канала утечки информации являются вибрирующие, колеблющиеся тела и механизмы, такие как голосовые связки человека, движущиеся элементы машин, телефонные аппараты, звукоусилительные системы и т.д. Классификация акустических каналов утечки информации представлена на рис. 3.



Рис. 3 - Классификация акустических каналов

Распространение звука в пространстве

Распространение звука в пространстве осуществляется звуковыми волнами. *Упругими*, или *механическими*, волнами называются механические возмущения (деформации), распространяющиеся в упругой среде. Тела, которые, воздействуя на среду, вызывают эти возмущения, называются *источниками волн*. Распространение упругих волн в среде не связано с переносом вещества. В неограниченной среде оно состоит в вовлечении в вынужденные колебания все более и более удаленных от источника волн частей среды.

Упругая волна является продольной и связана с объемной деформацией упругой среды, вследствие чего может распространяться в любой среде — твердой, жидкой и газообразной.

Когда в воздухе распространяется акустическая волна, его частицы образуют упругую волну и приобретают колебательное движение, распространяясь во все стороны, если на их пути нет препятствий. В условиях помещений или иных ограниченных пространств на пути звуковых волн возникает множество препятствий, на которые волны оказывают переменное давление (двери, окна, стены, потолки, полы и т.п.), приводя их в колебательный режим. Это воздействие звуковых волн и является причиной образования акустического канала утечки информации.

Акустические каналы утечки информации образуются за счет (рис. 4):

- распространение акустических колебаний в свободном воздушном пространстве;
- воздействия звуковых колебаний на элементы и конструкции зданий;
- воздействия звуковых колебаний на технические средства обработки информации.

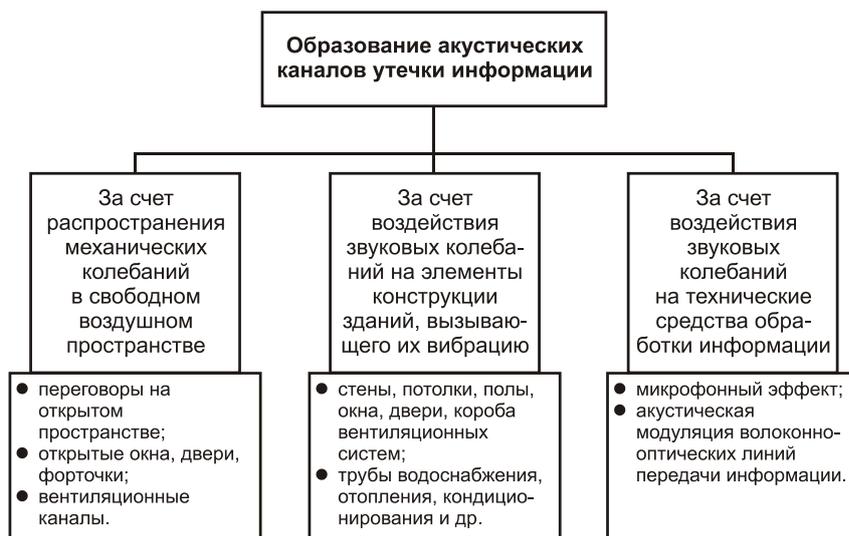


Рис. 4 - Образование акустических каналов

Механические колебания стен, перекрытий, трубопроводов, возникающие в одном месте от воздействия на них источников звука, передаются по

строительным конструкциям на значительные расстояния, почти не затухая, не ослабляясь, и излучаются в воздух как слышимый звук. Опасность такого акустического канала утечки информации по элементам здания состоит в большой и неконтролируемой дальности распространения звуковых волн, преобразованных в упругие продольные волны в стенах и перекрытиях, что позволяет прослушивать разговоры на значительных расстояниях.

Еще один канал утечки акустической информации образуют системы воздушной вентиляции помещений, различные вытяжные системы и системы подачи чистого воздуха. Возможности образования таких каналов определяются конструктивными особенностями воздуховодов и акустическими характеристиками их элементов: задвижек, переходов, распределителей и др.

Канал утечки речевой информации можно представить в виде схемы, приведенной на рис. 5.



Рис. 5. Схема канала утечки речевой информации

Среды распространения речевой информации по способу переноса звуковых волн делятся на:

- среды с воздушным переносом;
- среды с материальным переносом (монолит);
- среды с мембранным переносом (колебания стекол).

Среда распространения определяет звукоизоляцию, которая характеризуется коэффициентом звукопроницаемости:

$$\tau_{\theta} = \frac{P_{\text{прошедшей}}}{P_{\text{падающей}}} \quad (3)$$

для диффузного поля

$$\tau = \int_0^{90^{\circ}} \tau_{\theta} \sin 2\theta \, d\theta \quad (4)$$

Диффузное поле — это результат наложения множества плоских волн со случайными направлениями фаз амплитуд (однородных, пространственных) от различных источников.

Количество источников для создания диффузного поля

$$n \approx 10 \frac{L_{\Sigma} - L_{\Pi}}{10}, \text{ иногда } L_{\Sigma} = L_{\text{падающее}}$$

Необходимо также учитывать изоляцию ограждения, которая равна

$$R = 20 \lg \frac{1}{\tau} \text{ [дБ]} \quad (5)$$

Звукоизоляция ограждения определяется следующим образом:

$$Q = 20 \lg \frac{P_{\text{пр}}}{P_{\text{пад}}} \quad (6)$$

Как уже отмечалось, под акустической понимается информация, носителем которой являются акустические сигналы. В том случае, если источником информации является человеческая речь, акустическую информацию называют *речевой*.

1.2. Классификация утечки информации по каналам АВАК

В зависимости от физической природы возникновения информационных сигналов, среды распространения акустических колебаний и способов их перехвата, каналы утечки информации также можно разделить на акустические, виброакустические, оптико-электронные [3].

1.2.1. Акустический КУИ

В акустическом канале утечки информации средой распространения речевых сигналов является воздух, и для приёма (перехвата) сигнала (перехвата) используются органы слуха человека, либо первичные преобразователи – воздушные микрофоны (в том числе направленные), которые соединяются с усилительными и звукозаписывающими устройствами. Эти же первичные преобразователи применяются в аппаратуре контроля ТКУИ. Общее построение средства разведки и средства контроля едино и включает в свой состав усилители сигналов с выхода первичного преобразователя, различного рода фильтры и средства регистрации (записи) сигналов.

Таблица 1 - Возможности технических средств акустической речевой разведки

Вид разведки	Аппаратура	Дальность	Особенности применения
Акустическая (речевая) разведка	Опτικο-электронная (лазерная)	150-250м	При благоприятных метеоусловиях: диффузное отражение в пределах прямой видимости
		1км	Узконаправленное отражение
	Направленные микрофоны	150-250м	Возимая и носимая - эпизодически при благоприятной обстановке
	Электронные стетоскопы	До 1 м	кирпичная стена
		До 10 м	бетонная стена

Вариант существования ТКУИ без применения технических средств перехвата в нормативной документации носит условное наименование **«Непреднамеренное прослушивание»**. Непреднамеренное прослушивание относится к единственному исключению среди набора наиболее вероятных ТКУИ, так как принято, что оно может осуществляться и внутри контролируемой зоны (КЗ) [4].

В рамках сегодняшних подходов различают два подвида ТКУИ с применением технических средств разведки (для акустической информации):

- прямой перехват, то есть в режиме «реал тайм», с прямым прослушиванием сигнала на выходе средства перехвата;
- отложенную обработку сигнала, подразумевающую его запись с последующей шумоочисткой, математической обработкой и т.д., повышающими вероятность правильного восстановления информации.

1.2.2. Виброакустический КУИ

В виброакустическом КУИ средой распространения сигнала являются ограждающие строительные конструкции помещений (стены, потолки, полы) и инженерные системы помещений (трубопроводы (и жидкость в них) водоснабжения, отопления, корпуса коробов вентиляции и т.п.). Для приёма (перехвата) речевых сигналов в этом случае используются первичные преобразователи – акселерометры, велосиметры и тензометры в комплекте с различного рода усилителями, фильтрами и устройствами записи. Аналогичные первичные преобразователи применяются в аппаратуре контроля данного ТКУИ. Как средство разведки, так и аппаратура контроля в своём составе содержат устройства усиления, фильтровки и регистрации сигналов. Аппаратура контроля содержит, так же, средства измерения параметров сигнала [5].

Принято отдельно рассматривать (в качестве отдельного подтипа ТКУИ) вариант вибрационного канала утечки, в котором в качестве первичного преобразователя применяется лазерный акселерометр (велосиметр, тензометр). В этом варианте «съём» вибраций строительной конструкции, например оконного остекления или другого отражающего предмета, находящегося под воздействием акустического сигнала, осуществляется дистанционно, из-за границы КЗ. Перехват речевой информации осуществляется за счёт изменений параметров отражённого (зеркально или диффузно) от пред-

мета зондирующего когерентного лазерного излучения (обычно в ближней ИК области). Такой ТКУИ носит название «вибрационный канал с применением аппаратуры дистанционного лазерного зондирования».

На рис. 6 изображены возможные акустические и вибрационные каналы утечки речевой информации в помещении.

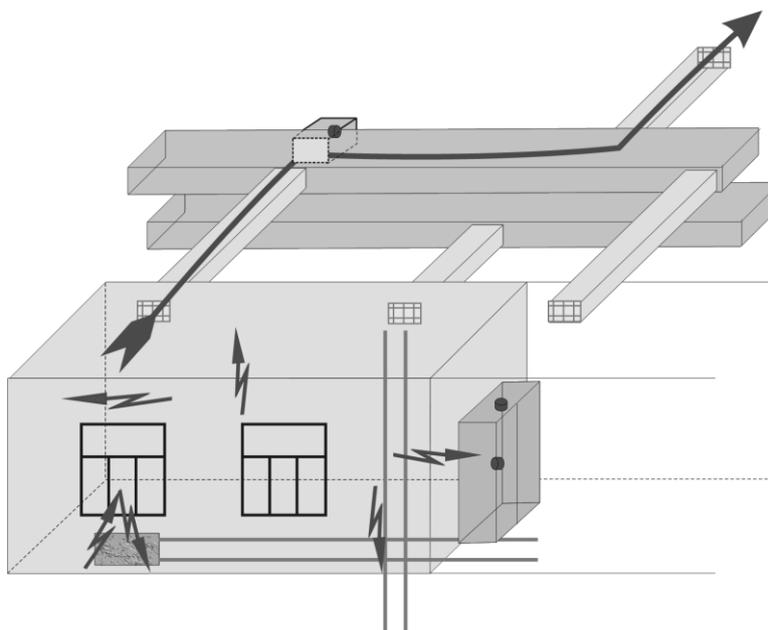


Рис. 6 - Акустические и вибрационные каналы утечки информации

1.2.3. Оптико-электронный КУИ

Перехват речевой информации из помещений может осуществляться с помощью лазерных средств акустической разведки. В этом случае применяется дистанционное лазерно-локационное зондирование объектов, обладающих определенными свойствами и являющихся потенциальными источниками закрытой речевой информации.

В качестве таких объектов могут выступать оконные стекла и другие виброотражающие поверхности.

Генерируемое лазерным передатчиком колебание наводится на оконное стекло помещения, в котором ведется обсуждение закрытых вопросов. Возникающие при разговоре акустические волны, распространяясь в воздушной

среде, воздействуют на оконное стекло и вызывают его колебания в диапазоне частот, соответствующих речевому сообщению: таким образом происходит виброакустическое преобразование речевого сообщения в мембране, роль которой играет оконное стекло.

Лазерное излучение, падающее на внешнюю поверхность оконного стекла (мембраны), в результате виброоптического преобразования оказывается модулированным сигналом, вызывающим колебания мембраны. Отраженный оптический сигнал принимается оптическим приемником, в котором осуществляется восстановление разведываемого сообщения. На рисунке 8 приведена обобщенная структурная схема оптико-электронного канала перехвата речевой информации.

К настоящему времени созданы различные системы лазерных средств акустической разведки, имеющие дальность действия от десятков метров до единиц километров. Например, система SIPE LASER 3-DA SUPER состоит из источника излучения (гелий-неонового лазера), приемника этого излучения с блоком фильтрации шумов, двух пар головных телефонов, аккумулятора питания и штатива [6].

На рис. 7 отображена структурная схема оптико-электронного канала.

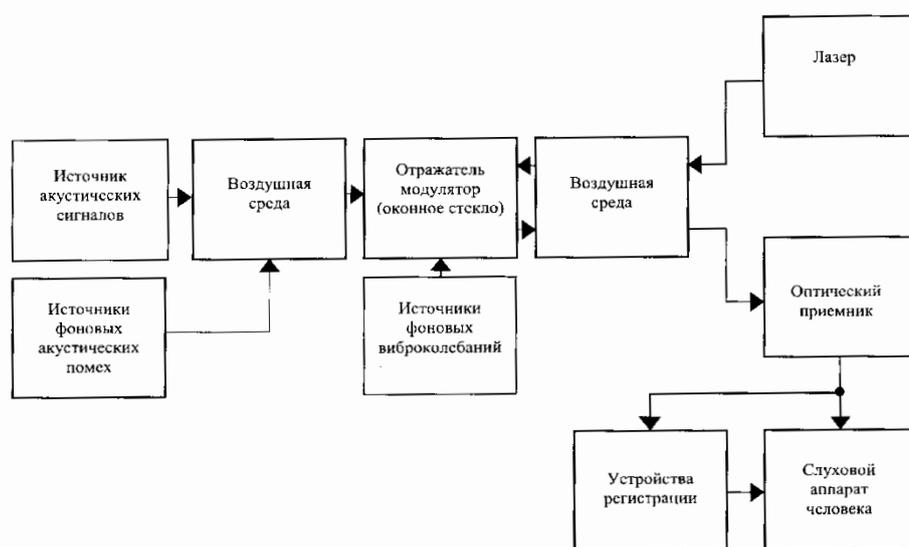


Рисунок 7 – Структурная схема оптико-электронного канала.

Наведение лазерного излучения на оконное стекло нужного помещения осуществляется с помощью телескопического визира.

Использование специальной оптической насадки позволяет регулировать угол расходимости выходящего светового пучка. Система обеспечивает перехват речевой информации с хорошим качеством на расстоянии до 250 м. В лазерном устройстве НРО150 в качестве передатчика также используется гелий-неоновый лазер. В состав приемника включены блок компенсации помех и кассетное устройство магнитной записи. Дальность ведения разведки до 1000 м.

К устройствам лазерной акустической разведки предъявляются высокие требования с точки зрения их помехоустойчивости, поскольку качество перехватываемой информации существенно зависит от наличия и уровней фоновых акустических шумов, помеховых вибраций отражателя-модулятора, а также отраженного от объекта сигнала.

2. МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ АВАК

2.1 Методика обнаружения и измерения АВАК

Существует несколько методик проведения измерений. Рассмотрим одну из них.

Измерения начинаются с калибровки акустической системы. Суть калибровки заключается в том, чтобы измерить звуковое давление, создаваемое акустической колонкой.

Для калибровки акустическая колонка устанавливается на удалении 1 м от измерительного микрофона. На расстоянии менее 1,5 м не должны находиться отражающие поверхности. Схема калибровки представлена на рис 8.

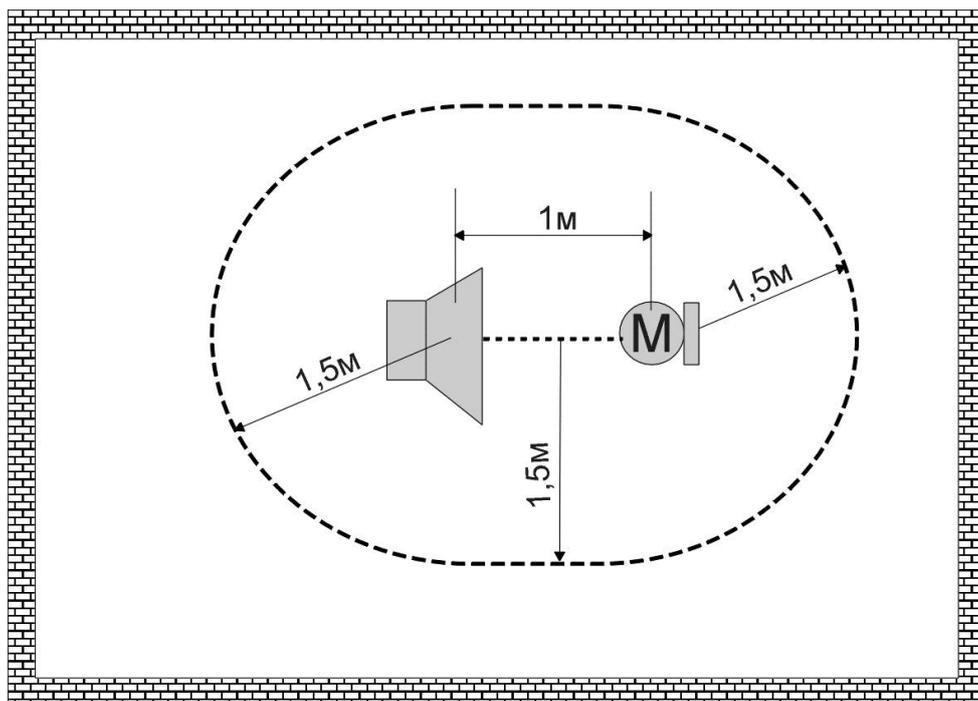


Рис. 8 - Калибровка акустической системы

Акустическая колонка запитывается шумовым сигналом и производятся измерения звукового давления L_{TCi} в пяти октавах. Результаты калибровки записываются в таблицу. Эти результаты представляют собой уровень тестового акустического сигнала, который будет использоваться для оценки степени защищенности речевой информации. Целесообразно, для повышения точности измерений, уровень звукового давления L_{TCi} в каждой октаве установить не менее 90...100дБ. После этого уровень звукового давления не должен изменяться.

Измерения проводятся в контрольных точках. Методика выбора контрольных точек будет рассмотрена ниже.

Акустическая колонка размещается внутри защищаемого помещения на удалении 1м от контрольной точки на высоте 1,5м. При проведении акустических измерений, микрофон размещается на удалении 0,5м от контрольной точки за ограждающей конструкцией (рис. 9).

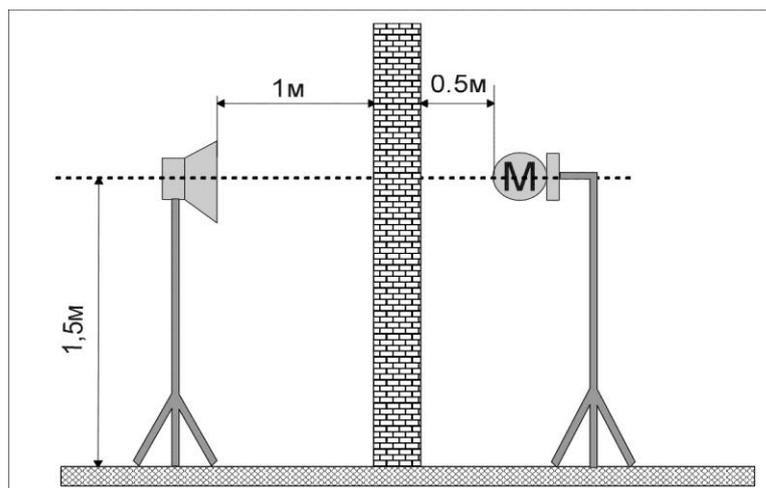


Рис. 9 - Размещение оборудования при измерении акустики

Для получения более достоверных результатов целесообразно акустическую колонку размещать напротив контрольной точки.

Включается тестовый акустический сигнал и измеряется уровень звукового давления за пределами ограждающей конструкции. Сигнал, прошедший через ограждающую конструкции может быть ослаблен и, кроме этого, за пределами помещения существует шум. Таким образом результатом измерения является сумма сигнала и шума в каждой октаве $L_{C+Шi}$.

Акустическая система выключается и проводятся измерения шума в каждой из пяти октав $L_{Шi}$.

Все измерения должны продолжаться не менее 30с. При измерении L_{TCi} и $L_{C+Шi}$ за результат принимаются средние значения, а при измерении шума $L_{Шi}$ - минимальные за время измерения значения. Результаты измерения записываются в таблицу.

Таблица 2 - Результаты акустических измерений и расчетов в контрольной точке (вариант)

Октава	250	500	1000	2000	4000
L_{TCi} , дБ	99	100	100	95	92
$L_{C+Шi}$, дБ	50	43	45	40	40
$L_{Шi}$, дБ	35	32	33	25	25
L_{Ci} , дБ	50	43	45	40	40
Q , дБ	40	57	55	55	52
L_{Ni} , дБ	66	66	61	56	53

ΔL_i , дБ	33	34	39	39	39
$L_{C,прив.i}$, дБ	17	9	6	1	1
E_i , дБ	-18	-23	-27	-24	-24
Словесная разборчивость речи $W=0,0n$					

Рассчитывается уровень сигнала за ограждающей конструкцией. Расчет выполняется с использованием выражения:

$$L_{Ci} = 10 \lg \left(10^{\frac{L_{C+Шi}}{10}} - 10^{\frac{L_{Шi}}{10}} \right). \quad (7)$$

Можно использовать следующий прием: если $L_{C+Шi} - L_{Шi} > 10$ дБ, то $L_{Ci} = L_{C+Шi}$.

Измерения можно считать корректными если $L_{C+Шi} - L_{Шi} > 6$ дБ, т.е. сигнал за пределами ограждающей конструкции уверенно обнаруживается.

На конструкциях с высокой степенью звуко- и виброизоляции или при высоком уровне шумов за пределами ограждающей конструкции выполнить корректные измерения не всегда удается. Тогда можно использовать следующий прием: если $L_{C+Шi} - L_{Шi} < 1$ дБ, то $L_{Ci} = L_{C+Шi} - 7$ дБ.

Звукоизоляция ограждающей конструкции вычисляется по формуле

$$Q = L_{TCi} - L_{Ci}. \quad (8)$$

Для количественной оценки словесной разборчивости речи необходимо рассчитать отношение сигнал/шум за пределами ограждающей конструкции.

В ходе измерений тестовый акустический сигнал L_{TCi} значительно превышал нормированный уровень L_{Hi} (модель русской речи). Чтобы рассчитать уровень сигнала, приведенный к нормированному уровню озвучки необходимо опередить величину его превышения ΔL_i . ($\Delta L_i = L_{TCi} - L_{Hi}$).

Тогда уровень сигнала $L_{C,прив.i}$, приведенный к нормированному сигналу озвучки L_{Hi} вычисляется так $L_{C,прив.i} = L_{Ci} - \Delta L_i$.

Для расчета словесной разборчивости речи необходимо определить отношение сигнал/шум в каждой октаве E_i с использованием выражения:

$$E_i = L_{C,прив.i} - L_{Шi}. \quad (9)$$

Для полученных в варианте примера отношений сигнал/шум словесная разборчивость речи $W = 0.0n$.

При проведении вибрационных измерений вместо микрофона используется акселерометр, который измеряет октавные уровни вибрационного ускорения.

Особенностью измерения виброизоляции является то, что в расчет вместо значения тестового акустического сигнала используется значение тестового вибрационного сигнала, который измеряется в каждой контрольной точке внутри помещения. Порядок размещения оборудования при измерении виброакустики представлен на рис. 10.

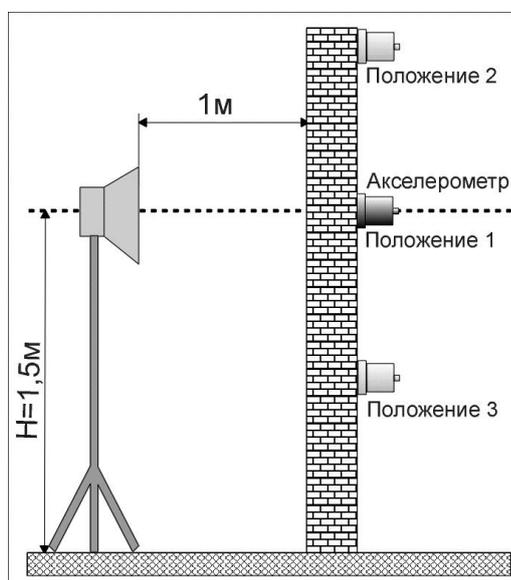


Рис. 10 - Размещение оборудования при измерении виброакустики

2.2 Методика выбора контрольных точек

Можно сформулировать следующие общие методики выбора контрольных точек (КТ):

При отсутствии средств активной защиты

На горизонтальных и вертикальных однородных ограждающих конструкциях (кирпич, бетон) на каждый квадрат $2\text{m} \times 2\text{m}$ намечается одна кон-

трольная точка для проведения акустических и вибрационных измерений (рис. 11).

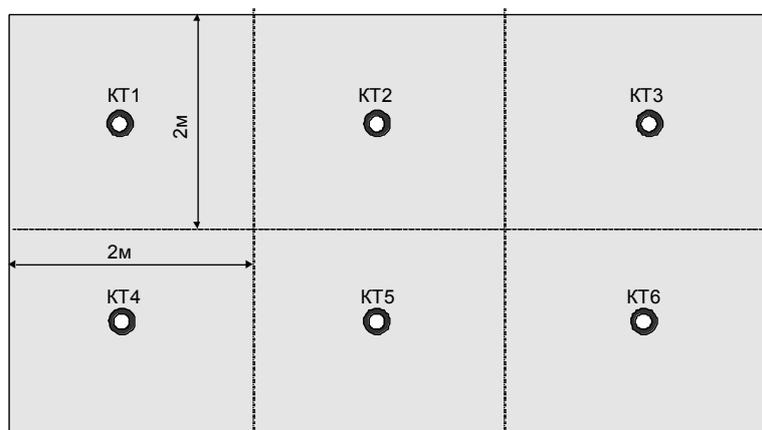


Рис. 11 - Размещение КТ на однородных горизонтальных и вертикальных ограждающих конструкциях

Если конструкция неоднородная (например плиты перекрытия) то на каждые два погонных метра неоднородности намечается одна контрольная точка (рис. 12).

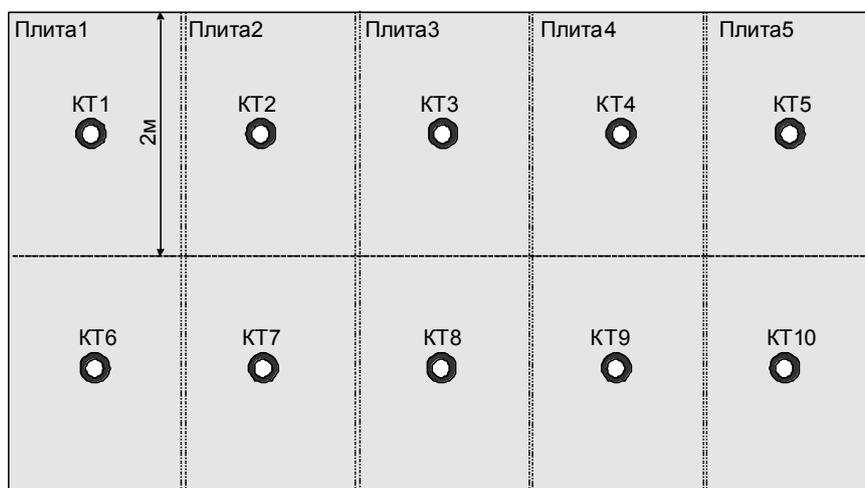


Рис. 12- Размещение контрольных точек на неоднородной поверхности

Размещение контрольных точек на поверхности оконного остекления осуществляется на основе правила - поверхность делится на участки размером $(0,3...0,4) \times (0,3...0,4)$ м и в центре каждого участка намечается контрольная точка для проведения вибрационных измерений (рис. 13). Контрольные

точки для проведения акустических измерений намечаются в центре каждой поверхности оконного остекления (рис. 14). Контрольные точки для проведения вибрационных измерений на раме намечаются вблизи узлов крепления.

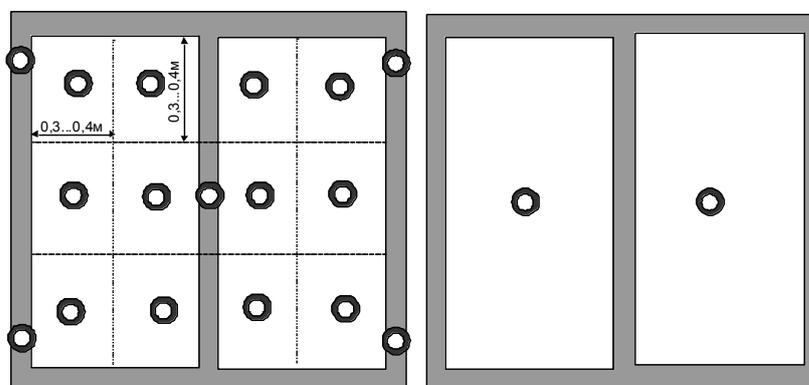


Рис. 13 -Размещение контрольных точек на поверхности оконного остекления для вибрационных измерений

Рис. 14 - Размещение контрольных точек на поверхности оконного остекления для акустических измерений

При проведении акустических измерений (с САЗ и без САЗ) в воздуховоде, микрофон для измерения уровней "сигнал+шум" и "шум" устанавливается в непосредственной близости от ближайшего выхода воздуховода из защищаемого помещения (рис. 15).

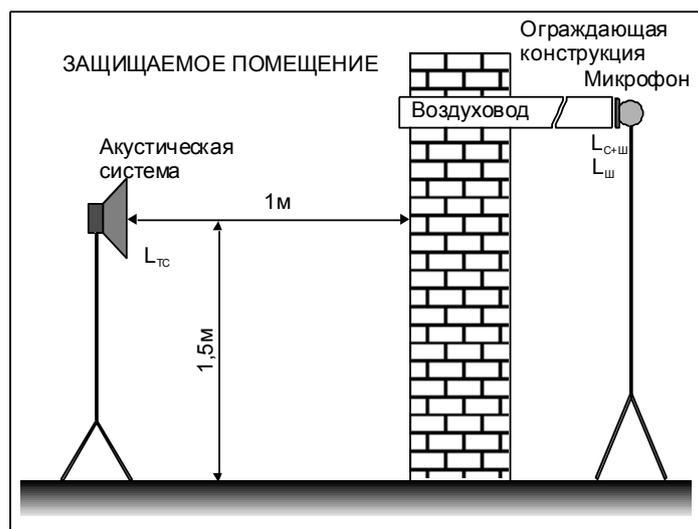


Рис. 15 - Размещение оборудования для измерений в воздуховоде

При проведении вибрационных измерений (с САЗ и без САЗ) в системе отопления, акселерометр крепится на трубу на расстоянии 10...15см от поверхности пола (потолка) для измерения уровней "сигнал+шум" и "шум" (рис. 16).

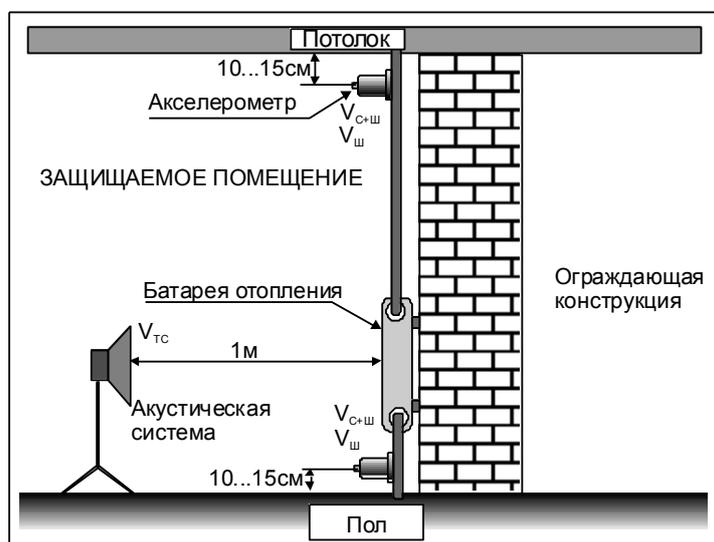


Рис. 16 - Размещение оборудования для измерений в системе отопления

При наличии средств активной защиты

Размещение контрольных точек при наличии средств защиты осуществляется по правилу - контрольные точки размещаются на максимальном удалении от источников помех (рис. 17,18).

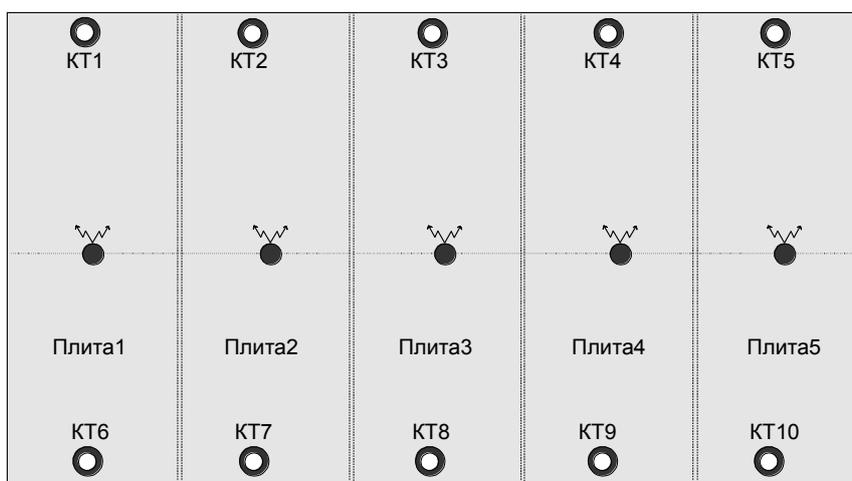


Рис. 17 - Размещение контрольных точек на неоднородной поверхности при наличии САЗ (вариант)

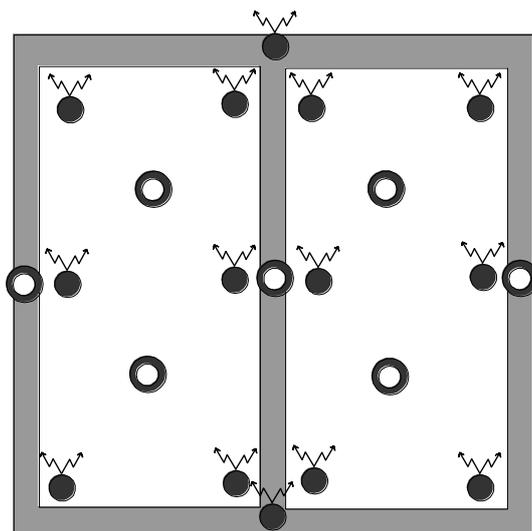


Рис. 18 - Размещение контрольных точек на поверхности оконного остекления для вибрационных измерений при наличии САЗ (вариант)

При оценке защищенности в канале непреднамеренного прослушивания выполняются только акустические измерения.

На вертикальных ограждающих конструкциях (стены, окна, двери) контрольные точки (КТ) размещаются на высоте $H=1,5\text{м}$ (рис. 19). На каждые два погонных метра стены намечается одна контрольная точка, на дверь - одна контрольная точка, на каждую фрамугу окна - одна контрольная точка.

На горизонтальных ограждающих конструкциях на каждый квадрат $2\text{х}2\text{м}$ намечается одна контрольная точка (рис. 20).

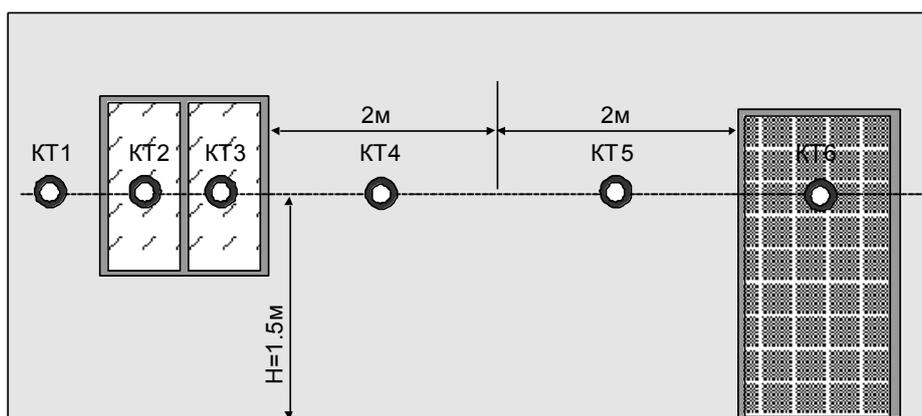


Рис. 19 - Размещение КТ на вертикальных ограждающих конструкциях (непреднамеренное прослушивание)

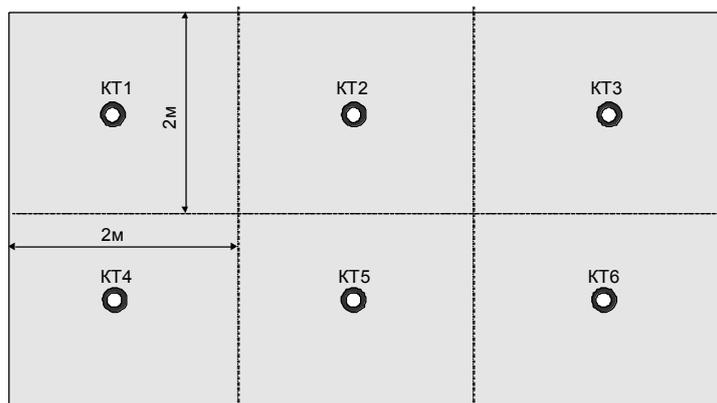


Рис. 20 - Размещение КТ на горизонтальных ограждающих конструкциях (непреднамеренное прослушивание)

3. ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРЕНИЯ АВАК.

Наиболее совершенными из имеющихся в настоящее время на коммерческом рынке специализированных систем для оценки защищенности выделенных помещений по виброакустическому каналу, являются ПАК «Колибри» и ПАК «Шепот».

3.1 Программно-аппаратный комплекс «Шепот»

Система оценки защищенности выделенных помещений по виброакустическому каналу «Шепот» (рис. 21) предназначена для проведения специальных акустических и вибрационных измерений в помещениях с целью оценки их защищенности от утечки речевой информации по акустическому и вибрационному каналам [7].



Рис. 21 - Программно-аппаратный комплекс «Шепот»

Система «Шепот» обеспечивает:

- автоматические измерения уровня звукового давления тестового сигнала вблизи и на удалении от его источника в 5-октавных полосах с центральными частотами 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц;
- автоматические измерения уровня звукового давления тестового сигнала вблизи от его источника и уровня наведенного им виброускорения в 5-октавных полосах с центральными частотами 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц;
- возможность перехода на ручное управление аппаратурой системы;
- использование данных измерений по 5-октавным полосам для расчета показателей защищенности и настройки системы защиты выделенных помещений по виброакустическому каналу утечки речевой информации;
- формирование и ведение базы данных о результатах выполненных измерений, включающей информацию о месте проведения измерений (объект, помещение, контрольная точка) и о результатах измерений и расчетов в каждой контрольной точке;
- составление отчета по результатам измерений в форме, отвечающей требованиям НМД АРР;
- автоматический и/или ручной режим ввода данных для расчета показателей защищенности выделенных помещений по виброакустическому кана-

лу;

- установку параметров проведения измерений для каждого измерительного цикла;

- ввод калибровочных значений измерительных микрофонов и акселерометра, их сохранение и корректировку.

- расчет показателей защищенности помещений от утечки информации по акустическому и вибрационному каналам при заданных нормируемых показателях защищенности информации – отношениях «сигнал/шум» («сигнал/(помеха + шум)»).

- автоматические измерения уровня звукового давления тестового сигнала вблизи и на удалении от его источника в 19 третьоктавных полосах с центральными частотами 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300 и 8000 Гц;

- автоматические измерения уровня звукового давления тестового сигнала вблизи от его источника и уровня наведенного им виброускорения в 19 третьоктавных полосах с центральными частотами 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000, 5000, 6300 и 8000 Гц;

- расчет показателей защищенности выделенных помещений от утечки информации по оптикоэлектронному каналу;

- автоматический и/или ручной режим ввода данных для расчета показателей защищенности выделенных помещений от утечки информации по оптикоэлектронному каналу;

- настройку конфигурации системы применительно к марке используемого в ней измерительного оборудования;

- формирование акустических сигналов различных видов при использовании звуковой карты ПЭВМ в качестве генератора шумового сигнала.

Сертификат ФСТЭК России на систему «Шепот» № 643 от 05.07.2002 г., продлен до 31.10.20 г.

Программа «Шепот-Интерфейс» (рис. 22) предназначена для управления автоматизированной системой оценки защищенности выделенных помещений от утечки информации по виброакустическому каналу «Шепот» и для обработки результатов измерений в соответствии с действующими нормативно-методическими документами с учетом уровней акустической и вибрационной защиты элементов ограждающих конструкций и систем инженерного обеспечения выделенных помещений.

Алгоритм работы программы «Шепот-Интерфейс» обеспечивает:

- автоматическое управление аппаратурой для измерения уровня звукового давления тестового сигнала вблизи и на удалении от его источника в 5-ти октавных полосах с центральными частотами 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц;

- автоматическое управление аппаратурой системы для измерения уровня звукового давления тестового сигнала вблизи от его источника и уровня наведенного им виброускорения в 5-ти октавных полосах с центральными частотами 250, 500, 1000, 2000 и 4000 Гц;

- возможность перехода на ручное управление аппаратурой системы;

- использование данных измерений по 5-ти октавным полосам для расчета показателей защищенности выделенных помещений по виброакустическому каналу утечки речевой информации;

- использование данных измерений по 5-ти октавным полосам и результатов их обработки для настройки системы защиты выделенных помещений объекта от утечки речевой информации по виброакустическому каналу;

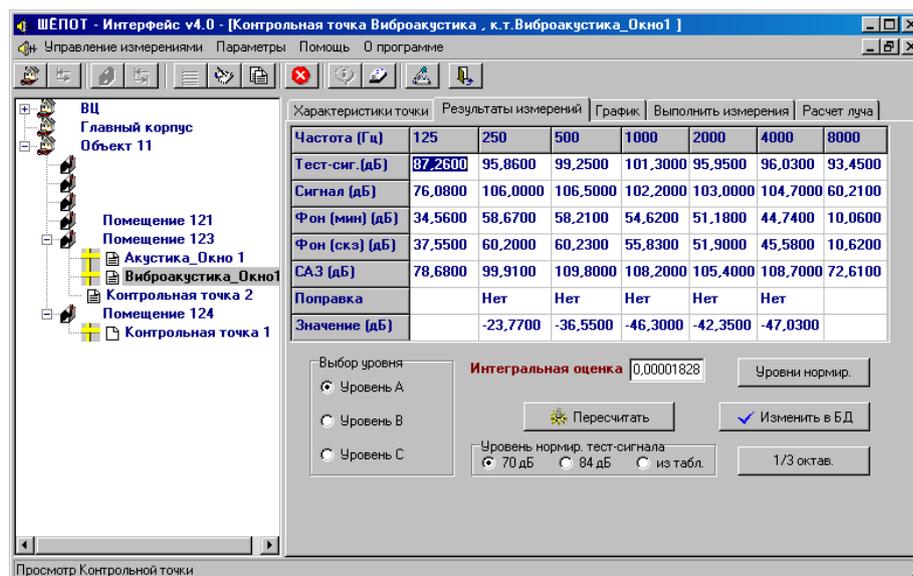


Рис. 22 – Окно просмотра результатов в программе «Шепот-Интерфейс»

Сертификат ФСТЭК России на программное обеспечение «Шепот» №644 от 05.07.02 г., продлен до 31.01.22 г.

3.2 Комплекс оценки защиты речевой информации «Колибри»

Комплекс "Колибри" (рис. 23) предназначен для решения следующих задач:

- измерение параметров акустических, виброакустических и низкочастотных (НЧ) электрических сигналов [8];
- выявление технических каналов утечки (ТКУ) речевой информации и определение показателей технической защищенности речевой информации (обсуждаемой в выделенных помещениях 1, 2 и 3 категорий) от утечки по акустическим и виброакустическим каналам (АВАК), а также за счет акусто-электрических преобразований (АЭП) в элементах вспомогательных технических средств и систем (ВТСС) в соответствии с действующими организационно-распорядительными и нормативными документами ФСТЭК России.



Рис. 23 - Комплекс измерительный «Колибри»

Область применения:

- измерение уровней шума и вибрации;
- оценка параметров акустических, вибрационных и маломощных НЧ электрических сигналов с целью выявления ТКУ речевой информации;
- оценка эффективности защиты речевой информации от утечки по АВАК, а также за счет АЭП (в том числе при применении средств звукоусиления);
- оценка эффективности применяемых средств защиты речевой информации от ее утечки по вышеуказанным техническим каналам.

Особенности и преимущества:

- сертификат соответствия ФСТЭК России от 10.09.2010 года № 2167;
- анализатор СКМ-8, входящий в состав комплекса «Колибри», относится к первому классу точности по ГОСТ 17168, включен в Государственный реестр средств измерений под № 44453-10 и допущен к применению в РФ;
- измерение параметров сигналов в абсолютных единицах;
- многофункциональность комплекса по решению практически всех задач, возникающих при аттестации выделенных (защищаемых) помещений;
- автономная работа комплекса без использования ПЭВМ;

- октавный, 1/3 октавный и узкополосный анализ акустических и виброакустических сигналов, НЧ электрических сигналов малых уровней с визуализацией измеряемых сигналов во временной области;
- детальное исследование АВАК утечки речевой информации, а также каналов АЭП (с применением шумового и тонального методов);
- наличие ручного и автоматического режима проведения измерений по оценке эффективности защиты речевой информации от утечки по АВАК;
- определение индекса артикуляции, отношения «сигнал/шум» в октавных и 1/3 октавных полосах, словесной разборчивости речи;
- генерирование акустического теста в речевом диапазоне частот, дистанционное включение/отключение источника акустического теста в ручном и автоматическом режимах;
- формирование базы данных в процессе проведения измерений и отчетных документов по результатам оценки;
- просмотр созданной базы данных с возможность ее редактирования;
- возможность проведения измерений напряженностей электрического и магнитного поля с использованием электрических и магнитных антенн, а также силы тока с использованием токосъемников в речевом диапазоне (при наличии соответствующих антенн и токосъемников);
- предоставление оператору в удобном виде пользовательские интерфейсы, позволяющие установить все необходимые параметры и режимы работы комплекса;
- малый вес и габариты комплекса, транспортировка и эксплуатация комплекса осуществляется одним человеком.

В состав комплекса входят измерительный блок «Колибри», источник тестового акустического сигнала «Колибри», пульт дистанционного управления и комплект датчиков и аксессуаров.

Источник тестового акустического сигнала «Колибри», разработанный на основе профессионального активного акустического монитора, позволяет формировать акустический тест, полностью отвечающий требованиям руководящих документов по защите речевой информации. Режим дистанционного управления позволяет производить включение и выключение акустического теста, а также «запускать» измерительные процедуры основного блока с пульта.

Таблица 3 – Технические характеристики ПАК «Колибри»

1. Блок анализатора	
Диапазон частотного анализа сигналов измерительных каналов СКМ-8 с центральными частотами полос анализа:	
- октавного	31,5 - 16000 Гц
- 1/3 октавного	20 - 16000 Гц
Диапазон рабочих частот (ДРЧ) при проведении измерений:	
- звукового давления и виброускорения	20 - 12500 Гц
- напряжения переменного тока	20 - 20000 Гц
Диапазон измерения уровня звукового давления (отн. 20 мкПа) с микрофоном МР-201 в ДРЧ	25 - 115 дБ
Диапазон измерения уровня виброускорения (отн. 10 ⁻⁶ м/с ²) с акселерометром АР2037-100 (АР98-100) в ДРЧ	55 - 150 дБ(5,6·10 ⁻⁴ - 31,6) м/с ²
Диапазон измерения напряжения переменного тока (отн. 1мкВ) в ДРЧ	минус 10 - 106 дБ (3,16·10 ⁻⁷ - 0,2) В
Эффективное значение шумов в полосе 1 Гц	не более 10 нВ
Количество записей (результатов различных измерений), запоминаемых в энергонезависимой памяти	450
2. Источник тестового акустического сигнала	
Диапазон воспроизводимых частот	80 - 12500 Гц
Максимальный интегральный уровень звукового давления, создаваемого источником тестового акустического сигнала на расстоянии 1м	не менее 94 дБ
Дальность дистанционного управления (по радиоканалу) источником тестового акустического сигнала в свободном пространстве	50 м
3. Общие	
Общая масса комплекса в штатной упаковке	не более 10 кг

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

4.1 Постановка задачи исследования

Вся утверждённая методика измерений в области АВАК основана на измерении двух величин – звукового давления (в воздушной среде) и виброускорения (на поверхности твёрдого тела). Оба параметра измеряются специализированными приборами – шумомерами с подключаемыми к ним датчиками – микрофоном и акселерометром.

Оценка защищённости помещения по виброакустическим каналам включает в себя подготовительный этап, аппаратный контроль (собственно проведение измерений) и обработку и анализ результатов измерений.

Подготовительный этап

На подготовительном этапе путем непосредственного осмотра и анализа технической (строительной) документации выявляются места, в которых возможно ослабление звуковой и виброизоляции:

- ниши в стенах, сетевые розетки, места крепления люстр, технологические отверстия в ограждающих конструкциях для системы вентиляции и отопления, дверные проемы и т.д.;
- системы вентиляции, кондиционирования, отопления и т.д., которые могут создавать возможные трассы распространения акустических и виброакустических сигналов.

Составляются чертежи, включающие в себя защищаемое и прилегающие к нему помещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На них отмечаются:

- места наиболее вероятного расположения в защищаемом помещении источника акустической информации;

- возможные трассы распространения акустических и виброакустических сигналов за пределы помещения;
- источники шумов в соседних помещениях;
- места возможного внедрения (размещения) в соседних помещениях электроакустических преобразователей (микрофонов и вибродатчиков), являющиеся оптимальными с точки зрения перехвата информации.

Проведение измерений.

При проведении виброакустических измерений следует создать наиболее благоприятные условия с точки зрения действия помех (при выключенной системе вентиляции и парового отопления, минимальном уровне шумов в соседних помещениях и на прилегающей к объекту территории и т.д.).

Акустический излучатель должен устанавливаться в центре озвучиваемого помещения на высоте 1,0...1,5 м. от уровня пола на упругой прокладке (например – поролоне) толщиной 3...5 см. Акустическая ось излучателя следует направить на любой двугранный угол помещения.

По-возможности, измерения должны проводиться в то время, когда в помещении реально возможно ведение переговоров. При этом следует исключить периоды, когда действуют случайные (не характерные) нестационарные виброакустические шумы (например, ведутся строительные работы и включены какие-либо редко используемые механизмы – перфоратор, дрель и т.п.).

Выбор местоположения точек при акустических измерениях.

По отношению к ограждающим конструкциям защищаемых помещений точки измерений располагаются вблизи поверхностей этих конструкций с внешней стороны.

4.2 Порядок выполнения работы

Практическая работа по оценке защищенности речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам (АВАК) с применением ПАК «Шёпот» состоит из следующих этапов: подготовка оборудования, сборка измерительной установки, проведение измерений.

1. Подготовка оборудования

Подготовить оборудование, входящее в состав ПАК «Шёпот»:

- генератор тестового сигнала (генератор шума речевого диапазона частот);
- акустический излучатель (звуковая колонка мощностью 1-5 Вт);
- измеритель (шумомер с октавным фильтром);
- акустический датчик (микрофон) для акустических измерений и вибродатчик для вибрационных измерений.

2. Сборка измерительной установки.

К звуковой колонке подключить генератор тестового сигнала. В выбранной за ограждающей конструкцией (ОК) контрольной точке (КТ) установить акустический датчик (микрофон), подключить микрофон к измерителю.

Подготовить таблицу для вычисления. Необходимо использовать в процессе измерения исходные данные и поправочные коэффициенты. Как образец использовать таблицы (приложение 1), для проведения измерений по пяти октавным полосам, с использованием точного импульсного шумомера с октавным фильтром.

3. Проведение измерений

1. С помощью генератора установить уровень тестового сигнала для каждой i -ой октавной полосы, достаточный для надежной регистрации в контрольной точке на фоне объектовых шумов. С помощью шумомера измерить значения уровней тестового сигнала в каждой i -ой октавной по-

лосе $L_{т.i}$ на расстоянии 1 метр от акустического излучателя. Измеренные значения занести в таблицу (Приложение 1).

2. С помощью шумомера в выбранной контрольной точке при включенном генераторе тестового сигнала измерить интегральные уровни звука $\sum L_{(с+ш)i}$ в каждой i -ой октавной полосе (в данном случае энергия измеренного сигнала будет складываться из энергии тестового сигнала и энергии объектового шумового сигнала). Измеренные значения интегральных уровней звука занести в таблицу (Приложение 1)

3. С помощью шумомера в выбранной контрольной точке при отключенном генераторе тестового сигнала измерить уровни объектового шума $L_{шi}$ в каждой i -ой октавной полосе. Измеренные значения уровней объектового шума занести в таблицу (Приложение 1)

4.3 Требования к отчету

Оформить отчет о проделанной работе (Приложение 1). В отчете привести цель работы, задание на выполнение работы, порядок проведения работы, протоколы исследований в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Сравнить результаты. Сделать выводы и ответить на контрольные вопросы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрианов В. И., Устройства для защиты объектов и информации: справ. пособие / В. И. Андрианов, А. В. Соколов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : АСТ, 2000. - 254 с.
2. Ярочкин В. Н., Информационная безопасность [Текст]. В. И. Ярочкин. - М.: Междунар. отношения, 2000
3. Защита выделенных помещений [Электронный ресурс]//персональный web-сайт <http://security.to.kg/lib/vydelen.htm>
4. Максимов Ю. Н., Технические методы и средства защиты информации. Ю. Н. Максимов СПб.: ООО «Издательство Полигон», 2000. – 320 с.
5. Бузов Г.А., Защита от утечки информации по техническим каналам[Текст]. Г. А. Бузов. - М., 2005г.
6. А.В. Кондратьев. «Техническая защита информации. Практика работ по оценке основных каналов утечки. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 304с.
7. Система оценки ВАК «Шепот» [Электронный ресурс]// персональный web - сайт <http://www.mascom.ru/equipment/sistemy-otsenki-zashchishchennosti-informatsii/sistemy-otsenki-kanala-avak/shepot.php>
8. Система оценки ВАК «Колибри» [Электронный ресурс]// персональный web-сайт <https://stt-group.ru/p3522472-kolibri-kompleks-otsenki.html>

Приложение 1 Протокол измерения АВАК

Ф И О студента _____

Факультет, Группа _____

Дата проверки (подпись преподавателя) _____

Объект контроля – выделенное помещение (ВП) № ____, адрес _____.

Уровень защиты (категория ВП).

Размещение ВП.

Перечень граничащих с ВП помещений (во всех направлениях, «в сфере»). В этом разделе рекомендуется приводить план ВП, их размещение по отношению к граничащим помещениям.

Перечень ограждающих конструкций (ОК).

Описание ограждающих конструкций.

Рассмотрение ОК должно производиться, прежде всего, с их подробного структурного построения. Все стены, перегородки, перекрытия должны быть подробно описаны. Это необходимо для обоснования проведения (или отказа от проведения) конкретных акустических или вибрационных измерений. Нетрудно понять, что измерять акустическую защищённость капитальной стены (кирпичная кладка 640 мм, штукатурка 20 мм, каркас деревянный брус 40*40 мм, минвата 40 мм, декоративная ДСП 20 мм) бессмысленно. А защищённость перегородки (гипсокартон 12,5 мм, металлический профиль 75*40 мм, зазор 100 мм, гипсокартон 12,5 мм, обои) оценить просто необходимо.

При описании ОК особое внимание необходимо уделить имеющимся проёмам, проломам, трещинам, зазорам. Каждый из таких «звуководов» требует контрольного замера, так как способен свести к нулю защищённость любой ограждающей конструкции. Отсутствие/наличие таких «неоднородностей» в ОК должно оговариваться в Протоколе отдельно. Примеры описания ОК приведены в Приложении 1 к настоящему пособию.

Описание окон.

Описание окон должно быть не менее подробным. Поскольку от вида остекления, материала рам и оконной коробки, числа стёкол, размеров и количества отдельных фрамуг зависит количество контрольных точек измерений, а, следовательно, и объём специальных акустических исследований (СИ), затраты на них.

Описание дверей. Столь же подробное.

Описание инженерных конструкций (ИК).

Описание КЗ. Как указывалось выше – конкретное, «привязанное» к потенциальным каналам утечки.

Исследуемое помещение должно быть проанализировано, в первую очередь, с точки зрения определения конкретных границ контролируемой зоны, причём отдельно для акустических (включая непреднамеренное прослушивание) и вибрационных каналов. Отметим, что информация о границах КЗ должна быть сформирована до начала СИ и её подготовка не входит в комплекс специальных исследований. Это исходные данные.

Так, например, граница КЗ для акустической речевой информации может пройти по ограждающим конструкциям, а в системе вентиляции – по плоскости вентиляционной решетки в ближайшем к ВП помещении напротив. А может пройти и по технологическому окну в вентиляционном коробе в фальшпотолке коридора непосредственно рядом с ВП. Внешняя стена ВП (стена здания), включая окна, может быть границей КЗ, если это первый этаж, а если это более высокий этаж и потенциальный противник не может находиться вблизи неё, то в этом направлении канал утечки (акустический и акустический за счёт непреднамеренного прослушивания) отсутствует. Вариантов может быть много, и каждый является основанием для проведения/непроведения измерений в том или ином направлении.

Аналогично анализируются потенциальные вибрационные каналы возможной утечки по отношению к границам КЗ для них. Так, например, при

наличии собственного тепловыделителя (котельной) система отопления вообще не образует канала утечки. А при наличии прямого городского теплоснабжения придётся решать, где проедёт граница КЗ для данного канала – по трубам на выходе из здания или по трубам при выходе из ВП. Разница для СИ весьма существенная.

Виды разведок, которым осуществляется противодействие, виды каналов утечки и конкретные направления.

В этом разделе, на основании всего вышеизложенного и изначальной задачи, определяются все основные элементы ВП, которые должны быть инструментально исследованы (измерены).

Описание применяемых мер и средств защиты.

В разделе описываются все меры и средства защиты. В первую очередь – активные, то есть системы акустического или вибрационного шумоподавления. Пассивные меры типа звукоглушащих покрытий, прокладок, обшивок, уплотнителей и т.д. обычно уже описаны выше. В данном разделе рекомендуется приводить фотографии или схемы размещения колонок или вибродатчиков шумоподавления. Указывать схемы их подключения к генераторам и другую информацию, облегчающую выбор конкретных точек измерения с целью оценки эффективности систем защиты.

Перечень измерительной аппаратуры.

Необходимо указать используемое оборудование (например ПАК «Шепот»).

Таблицы результатов измерений и расчёта показателя противодействия.

В данном разделе приводятся краткие условия проведения измерений, размещения конкретных точек измерений и элементов измерительного комплекса.

Предлагаемые в приложенном примере таблицы измерений и расчётов, формируются в СПО «Шепот».

Таблица - Определение октавных коэффициентов звукоизоляции

Номер октавной полосы i	Измеренный уровень акустического шума в контрольной точке $L_{шi} (V_{шi})$, дБ	Уровень измеренного суммарного акустического сигнала и акустического шума в контрольной точке $L(c+ш)i$ $V(c+ш)i$, дБ	Расчетный уровень измеренного акустического сигнала в контрольной точке $Lc2i (Vc2i)$, дБ	Октавные уровни звукоизоляции в контрольной точке $Qi (Gi)$, дБ	Выполнение норм
Контрольная точка № - стена между ВП и помещением № (смежные помещения)					
1					Вып.
2					Вып.
3					Вып.
4					Вып.
5					Вып.
Контрольная точка № - стена между ВП и помещением № (смежные помещения)					
1					Не Вып.
2					Не Вып.
3					Не Вып.
4					Вып.
5					Вып.

Таблица - Определения октавных коэффициентов виброизоляции

Номер октавной полосы i	Измеренный уровень вибрационного шума в контрольной точке $L_{шi} (V_{шi})$, дБ	Уровень измеренного суммарного вибрационного сигнала и вибрационного шума в контрольной точке $L(c+ш)i$ $V(c+ш)i$, дБ	Расчетный уровень измеренного вибрационного сигнала в контрольной точке $Lc2i (Vc2i)$, дБ	Октавные уровни виброизоляции в контрольной точке $Qi (Gi)$, дБ	Выполнение норм
Контрольная точка № - стена между ВП и помещением № (смежные помещения)					
1					Вып.
2					Вып.
3					Вып.
4					Вып.
5					Вып.
Контрольная точка № - стена между ВП и помещением № (смежные помещения)					
1					Не вып.
2					Не вып.
3					Вып.
4					Вып.
5					Вып.

Заключение.

В этом разделе приводятся сводные выводы по защищённости (или незащищённости) всех ОК и ИК исследованных ВП и эффективности эксплуатируемых САЗ.

Роман Александрович **Васильев**
Леонид Юрьевич **Ротков**

**ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ РЕЧЕВОЙ
ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО
АКУСТИЧЕСКИМ И ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ
С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО
КОМПЛЕКСА «ШЁПОТ»**

Учебно-методическое пособие

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ)
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.