



Программное обеспечение для выполнения оценочных расчетов защищенности помещения от утечки информации по акустическим каналам

М. С. Николаева

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

А. П. Иванов

Пензенский государственный университет, Россия, 440026 г. Пенза, ул. Красная, 40

Аннотация. Дан обзор метода расчета и оценки формантной разборчивости, определен порядок расчета защищенности помещения от утечки речевой информации по акустическому каналу. Приведено описание программного обеспечения для выполнения оценочных расчетов защищенности помещения от утечки информации по акустическим каналам.

Ключевые слова: защищенность речевой информации, формантная разборчивость, коэффициент разборчивости, акустический канал утечки информации.

Software to perform estimated calculations on premises protection against information leakage via acoustic channels

M. S. Nikolaeva

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

A. P. Ivanov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, 440026, Penza, Russia

Abstract. The article provides an overview of the formant intelligibility method. The procedure for calculating premises security against voice information leakage via an acoustic channel is determined. Software for performing estimated calculations on premises security against data leakage via acoustic channels is described.

Keywords: voice information security, formant intelligibility, intelligibility coefficient, information leakage acoustic channel.

Защита речевой информации является одной из важнейших составляющих системы защиты информации. Обеспечение защищенности выделенных помещений от утечки речевой информации по техническим каналам является необходимой задачей реализации мероприятий по регламентированной защите объектов.

В настоящее время для обеспечения безопасности речевой информации, циркулирующей в выделенных помещениях, используются различные методы, оценивающие интегральный критерий – разборчивость речи. Разборчивость речи – это относительное количество (в процентах) правильно принятых элементов (слов, фраз) [1].

Для определения разборчивости речи разработано множество различных методов [2]. В данной работе исследуется метод расчета и оценки формантной разборчивости. В качестве канала утечки

информации в данной работе рассматривается воздушный канал, в котором средой распространения акустических сигналов является воздух [3].

Разборчивость речи при прослушивании в условиях шумов уменьшается. Коэффициент, определяющий это уменьшение, называют коэффициентом разборчивости. Коэффициент разборчивости определяется как разница между средним спектральным уровнем речи и спектральным уровнем шума, по-другому уровнем ощущения формант [4].

Для каждой полосы равной разборчивости коэффициент разборчивости w в общем случае будет разный, поэтому в акустических измерениях используются октавные или третьоктавные частотные полосы. Но вклады октавных полос для формантной разборчивости можно рассчитать, так как при восприятии человеком формант каждый участок речевого диапазона вносит свой вклад в общую разборчивость речи. На основании данных о вкладах октавного анализа для русской речи можно определить выражение для расчета формантной разборчивости для русской речи по формуле [5]

$$A_f = 0,05 \cdot (1,34w_1 + 2,5w_2 + 4,24w_3 + 5,88w_4 + 5w_5 + 1,04w_6), \quad (1)$$

где w_i – разборчивость речи для i -й среднегеометрической частоты октавных полос (250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц).

От качественного приема каждой частотной полосы зависит суммарная разборчивость. Минимальная формантная разборчивость A_f , при которой еще возможно понимание смысла речевого сообщения, равна 15 % [5].

При падении звуковых волн с интенсивностью на какую-либо перегородку больших размеров в сравнении с длиной волны интенсивность звука с другой стороны перегородки в условиях отсутствия отражения звука в пространстве за перегородкой будет определяться только звукопроводностью перегородки. Коэффициент звукопроводности в логарифмических единицах определяется как разница между уровнями звукового давления с внутренней и внешней сторон перегородки [4].

Изолирующие свойства перегородки с дверью или окном можно рассчитать по формуле [5]

$$Q_{\text{пер}} = Q_1 - 10 \lg \left[1 + \frac{S_0}{S_1 + S_0} \left(10^{0,1(Q_1 - Q_0)} - 1 \right) \right], \quad (2)$$

где $Q_{\text{пер}}$ – величина звукоизоляции неоднородной перегородки, дБ; Q_1 – величина звукоизоляции глухой части перегородки (без учета окна или двери); Q_0 – величина звукоизоляции окна или двери; S_1 – площадь глухой части перегородки; S_0 – площадь двери или окна.

В зависимости от толщины и поверхностной плотности материала сигналы ослабевают при прохождении через различные материалы и строительные конструкции.

Расчет уровня акустического сигнала за ограждающей конструкцией для каждой октавной полосы выполняется по формуле (3) с учетом того, что величина, характеризующая реверберационные свойства помещения, может быть принята равной нулю для меблированных помещений, а в качестве приемника информации выступает техническое средство, которое может иметь на низких частотах подъем усиления на 6 дБ [5]:

$$L_2 = L_1 + 6 - Q_{\text{пер}}, \quad (3)$$

где L_2 – уровень акустического сигнала за ограждающей конструкцией (звукоизолирующей перегородкой); L_1 – уровень речевого сигнала в контролируемом помещении; $Q_{\text{пер}}$ – коэффициент звукоизоляции различных конструкций для частот от 500 до 1000 Гц.

Таким образом, порядок расчета по определению возможности утечки речевых сообщений будет следующим. Сначала определяется коэффициент звукопоглощения. Если перегородка неоднородна, то коэффициент звукопоглощения рассчитывается по формуле (2). Далее по формуле (3) определяется уровень речевого сигнала за звукоизолирующей перегородкой. Затем определяется уровень ощущения формант как разница между средним спектральным уровнем речи и спектральным уровнем шума. Исходя из полученных данных определяются значения коэффициентов разборчивости. Далее по формуле (1) рассчитывается формантная разборчивость A_f для русской речи. Аналогичные действия необходимо провести для всех пяти октавных полос. На основании полученных данных делается вывод, о возможности разобрать речь вне контролируемого помещения.

Согласно приведенному выше порядку расчета было разработано программное обеспечение, автоматизирующее процесс расчета и оценки защищенности помещения от утечки речевых сообще-

ний по акустическому каналу. Многомодульный проект реализован на языке С# в интегрированной среде разработки Visual Studio 2019.

Разработанное программное обеспечение позволяет ускорить процесс расчета защищенности помещения от утечки речевых сообщений по акустическому каналу. Интерфейс программного обеспечения приведен на рис. 1.

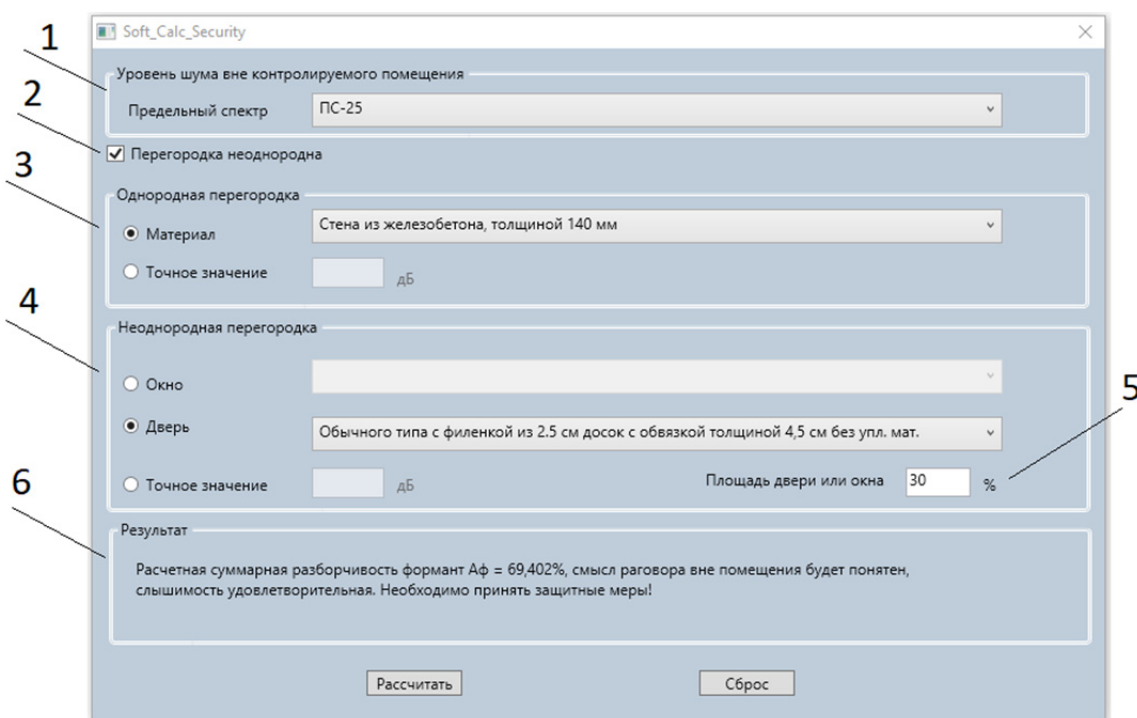


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения

Приложение состоит из одного окна, в котором пользователь указывает все необходимые данные.

Сначала пользователю необходимо задать уровень шума вне контролируемого помещения. Для этого необходимо выбрать один из предельных спектров (ПС) шума (на рис. 1 обозначено цифрой 1). В зависимости от указанного значения будет выбран соответствующий массив, содержащий уровни интенсивности речи в октавных полосах.

Затем пользователю необходимо указать, является ли перегородка неоднородной. Если перегородка неоднородна, то необходимо уставить флаговую кнопку «Перегородка неоднородна» в активное состояние, после этого станет доступен выбор материала неоднородной части перегородки. Флаговая кнопка «Перегородка неоднородна» обозначена цифрой 2 на рис. 1.

Далее необходимо задать коэффициент звукопоглощения однородной части перегородки (глухая часть стены). Область ввода коэффициента звукопоглощения однородной перегородки обозначена цифрой 3 на рис. 1. Как видно из рис. 1, сделать выбор можно двумя способами. Можно воспользоваться одним из табличных значений, заложенных в программу в пункте «Материал». Для этого необходимо переключатель «Материал/Точное значение» установить в положение «Материал». Также можно вручную указать значение коэффициента в пункте «Точное значение». В этом случае переключатель «Материал/Точное значение» необходимо установить в положение «Точное значение». Точное значение коэффициента звукопоглощения должно быть указано в децибелах.

Если перегородка неоднородна (присутствует дверь или окно), то необходимо задать коэффициент звукопоглощения неоднородной части перегородки. Область ввода коэффициента звукопоглощения неоднородной части перегородки обозначена цифрой 4 на рис. 1. Сделать это можно также двумя способами. Можно воспользоваться одним из табличных значений, заложенным в программу в пункте «Окно» или в пункте «Дверь». Для этого переключатель нужно установить в положение «Окно» или в положение «Дверь» соответственно. Или можно указать вручную значение коэффициента в пункте «Точное значение». В этом случае переключатель необходимо установить в положение «Точное значение». Также необходимо указать площадь неоднородной части по отношению к общей части стены в процентах (на рис. 1 обозначена цифрой 5).

После ввода всех необходимых данных можно произвести расчет, нажав кнопку «Рассчитать».

При нажатии производится проверка введенных данных. Если один из необходимых параметров не указан, то программа выдаст предупреждающее сообщение. Пример предупреждающего сообщения показан на рис. 2.

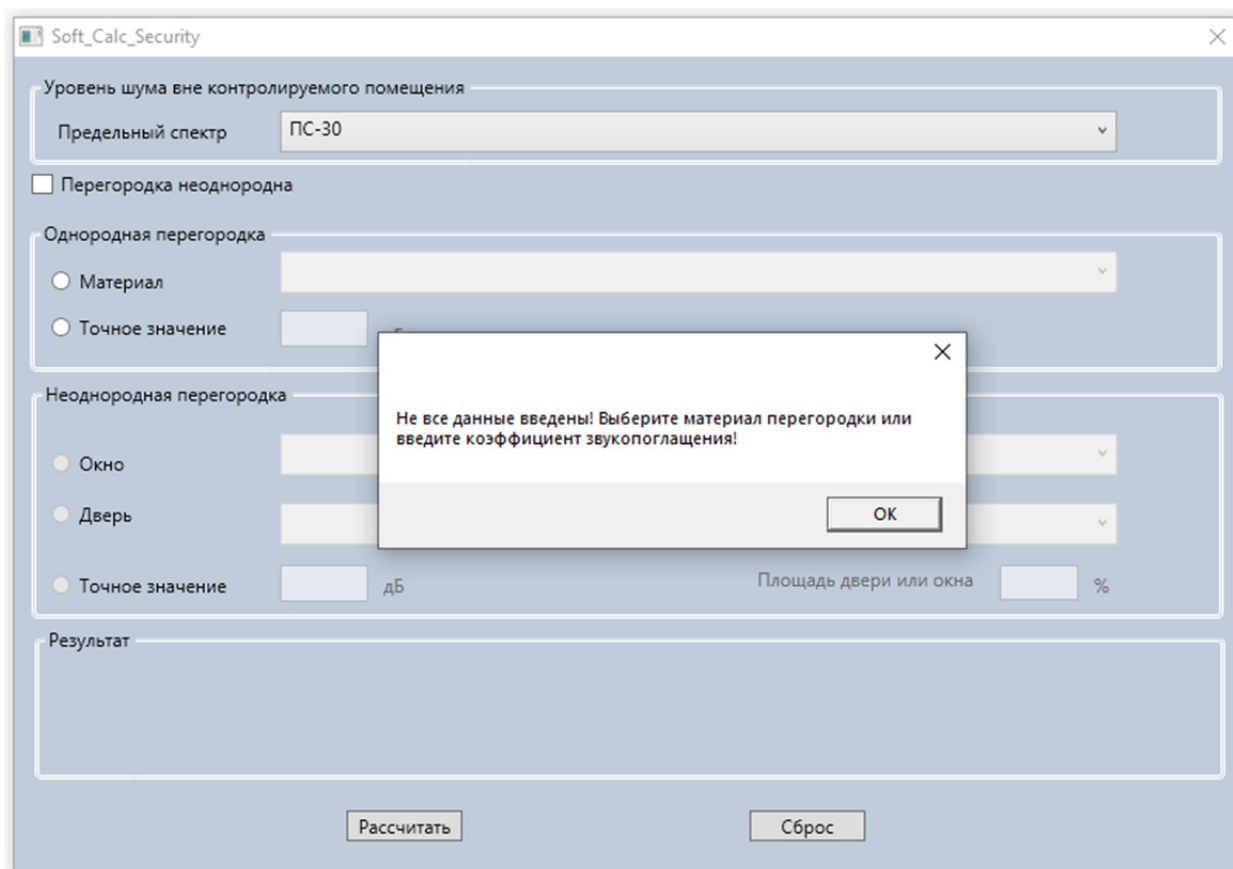


Рис. 2. Предупреждающее сообщение

Порядок вычисления совпадает с рассмотренной методикой расчета и оценки формантной разборчивости. Сначала определяется коэффициент звукопоглощения. Если перегородка неоднородна, то коэффициент звукопоглощения рассчитывается по формуле (2). Если перегородка однородна, то присваивается значение, введенное пользователем.

Затем производится расчет коэффициентов звукопоглощения для октавных полос, формируются массив уровня речевого сигнала за перегородкой, массив уровней ощущения формант и массив коэффициентов словесной разборчивости.

Далее по формуле (1) рассчитывается формантная разборчивость A_f для русской речи и выполняется проверка соответствия минимальному значению. Если условие выполняется, то выводится сообщение о том, что смысл разговора вне помещения не понятен. Если условие не выполняется, то сообщение, предупреждающее, что необходимо принять защитные меры, так как слышимость удовлетворительная. После этого пользователю выводится заключение о возможности разобрать речь вне контролируемого помещения. Пример сообщения с оценкой защищенности помещения от утечки речевой информации по акустическому каналу обозначен цифрой 6 на рис. 1.

Таким образом, разработанное программное обеспечение позволит автоматизировать процедуру расчета и оценки защищенности помещения от утечки речевых сообщений по акустическому каналу. Разработанное программное обеспечение будет внедрено в учебный процесс кафедры «Технические средства информационной безопасности» для студентов специальностей 10.05.02 – «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» и 10.05.03 – «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» при проведении лабораторных и практических занятий по дисциплинам «Специальные исследования технических средств защищенных телекоммуникационных систем» и «Специальные исследования технических средств защищенных автоматизированных систем управления».

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50840–95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости. – Введ. 1997-01-01. – Москва, 1997.
2. Покровский, Н. Б. Расчет и измерение разборчивости речи / Н. Б. Покровский. – Москва : Гос. издательство литературы по вопросам связи и радио, 1962. – 392 с.
3. Авдеев, С. А. Обзор существующих каналов утечки информации и методов защиты информации от утечки по ним / С. А. Авдеев, А. П. Иванов // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. ст. по материалам VII Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2020. – С. 187–189.
4. Железняк, В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам : учеб. пособие / В. К. Железняк. – Санкт-Петербург : ГУАП, 2006. – 188 с.
5. Методики оценки акустической защищенности помещений без применения инструментальных средств. – Национальная библиотека им. Н. Э. Баумана. – URL: <https://ru.bmstu.wiki/> (дата обращения: 25.10.2020).

Образец цитирования:

Николаева, М. С. Программное обеспечение для выполнения оценочных расчетов защищенности помещения от утечки информации по акустическим каналам / М. С. Николаева, А. П. Иванов // Инжиниринг и технологии. – 2020. – Vol. 5(2). – С. 1–5. – DOI 10.21685/2587-7704-2020-5-2-6.