

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК [658.012.8] 004.056.5

САЙКАЛИЕВ
Тимур Алмазбекович

Исследование и разработка преобразователей
для систем активной защиты речевой информации

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-98 80 01 «Методы и системы защиты информации,
информационная безопасность»

Научный руководитель

Давыдов Геннадий Владимирович
кандидат технических наук, доцент

Минск 2017

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Проблема защиты речевой информации весьма актуальна с бурным развитием информационных технологий. Защита речевой информации является первостепенной в системе защиты информации. Особенностью защиты речевой информации является то, что она тесно связана с источником речи. Акустические волны, передающие речевую информацию от источника к приемнику, одновременно воздействуют и на элементы ограждающих конструкций помещений. При этом возникают вибрации элементов ограждающих конструкций, которые, распространяясь по конструкциям здания, переносят ее, и таким образом создаются акустические каналы утечки речевой информации. Защита речевой информации, циркулирующей в акустическом виде в защищаемом помещении, в первую очередь определяется правильным выбором средств защиты и режимами их работы.

Защита речевой информации от утечки по акустическим каналам может быть организована двумя способами: пассивным и активным. Первый способ пассивный и заключается в использовании при строительстве помещений ограждающих элементов конструкций с высокими звукоизолирующими свойствами. Активные методы защиты речевой информации основаны на создании в возможных каналах утечки речевой информации дополнительных помех, являющихся маскирующими по отношению к сигналу несущую речевую информацию. Устройства активной защиты речевой информации, как правило, состоят из генератора маскирующих сигналов и набора преобразователей электрических сигналов в акустические (например, электродинамические громкоговорители) или преобразователей электрических сигналов в механические перемещения. При установке таких преобразователей на ограждающие элементы конструкций в месте установки преобразователя создают силовое воздействие на ограждающие элементы конструкций помещений, вызывая их вибрацию.

В качестве преобразователей широко применяются электромагнитные и пьезоэлектрические. Недостатком электромагнитных преобразователей является сложность конструктивного исполнения для обеспечения работы в области высоких частот (от 2000 до 8000 Гц). Пьезоэлектрические преобразователи не развивают необходимых усилий для возбуждения вибраций ограждающих элементов конструкций в диапазоне частот от 100 до 500 Гц. В связи с этим целью данной работы разработана преобразователей для систем активной защиты речевой информации и методов проверки их эффективности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными исследованиями университета.

Тема диссертационной работы соответствует подразделу 13 «Безопасность человека, общества, государства» приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 гг., утверждённых Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 12 марта 2015 г., № 190. Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цель и задачи исследования.

Целью диссертационной работы является разработка преобразователей для систем активной защиты речевой информации и методов проверки их эффективности.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

1. Разработать преобразователь электромагнитного типа с использованием упругого крепления мембраны.
2. Разработать метод проверки эффективности преобразователей по параметру выталкивающей силы.
3. Исследовать характеристики преобразователей.

Положения, выносимые на защиту.

Исследование и разработка с совмещением электромагнитного и пьезоэлектрического методов возбуждения колебаний в одном преобразователе.

Апробация результатов диссертации.

Результаты исследований, вошедшие в диссертацию, докладывались и обсуждались на XV Белорусско-российской научно-технической конференции «Технические средства защиты информации» (Минск, Беларусь, 2017 г.).

Опубликованность результатов исследования.

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в сборнике материалов конференции.

Структура и объем диссертации.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы. Работа содержит 52 страницы основного текста, 5 таблиц, 19 рисунков. Список использованной литературы включает 27 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрены проблемы защиты речевой информации, методы и системы защиты речевой информации, преобразователи, применяемые в системах защиты речевой информации и их недостатки, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с приоритетными направлениями научных исследований, приведена апробация результатов диссертации и их опубликованность.

В **первой главе** проанализированы активные и пассивные методы защиты речевой информации, проведен обзор систем активной виброакустической маскировки и вибропреобразователей широко применяемых в таких системах, а также представлены результаты экспериментальной сравнительной оценки эффективности устройств защиты речевой информации.

Во **второй главе** рассмотрены принципы построения и особенности конструкций преобразователей, создающих вибрационные маскирующие помехи, разработан электромагнитный преобразователь с упругим закреплением мембраны, разработан преобразователь с электромагнитным и пьезоэлектрическим методами возбуждения колебаний, представлены исследования выталкивающей силы электромагнитных преобразователей.

В **третьей главе** проведены экспериментальные исследования эффективности работы активной системы защиты речевой информации, представлена методика проведения исследования и результаты исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа научно-технической литературы и патентной информации показано, что акустические каналы утечки речевой информации могут быть использованы для негласного перехвата речевых сообщений при проведении конфиденциальных переговоров. Приводится классификация акустических каналов утечки речевой информации и дается их описание. Показано, что основные механизмы образования акустических каналов и сопутствующие физические процессы нуждаются в более глубоком изучении, что позволило бы принять более эффективные методы защиты речевой информации.

Проанализированы электромагнитные и пьезоэлектрические вибропреобразователи, используемые в системах виброакустической маскировки. Для достижения улучшения характеристик систем защиты речевой информации необходимо создание вибропреобразователей, которые были бы эффективны на более широкой полосе частот.

Показано, что в литературных источниках отсутствует описание методик по обоснованию рекомендации по местам установки преобразователей в активных системах защиты речевой информации, а также мест расположения контрольных точек для измерения вибраций ограждающих элементов конструкций помещений при оценке речевой разборчивости. Также не определены требования к методам крепления датчиков к ограждающим элементам конструкций без нарушения дизайна проверяемых помещений.

В результате расчетов значение резонансной частоты для колеблющейся части преобразователя массой 0,047 кг и резинового кольца с модулем упругости $E = 5 \cdot 10^6$ н/м составило 67 Гц.

Предложено в конструкцию преобразователей внести изменения, основанные на сочетании электромагнитного и пьезоэлектрического преобразования электрических маскирующих сигналов в силовое воздействие на элементы ограждающих конструкций защищаемых помещений.

Эксперименты показали, что в диапазоне от 3 кГц до 5,7 кГц увеличение толщины магнитопровода и толщины мембраны приводит к увеличению выталкивающей силы. Так, например, на частоте 4 кГц для преобразователя с толщиной мембраны 1 мм выталкивающая сила равна 0,26 Н, увеличение толщины магнитопровода до 2 мм приводит к увеличению выталкивающей силы на частоте до 0,54 Н, а увеличение толщины мембраны – до 0,76 Н.

На рисунке 3.5 приведены усредненные значения ускорений вибраций двухкамерных стеклопакетов в 1/3 октавных полосах частот, где уровни ускорений вибраций выражены в децибелах относительно опорного значения ускорения вибрации, равного $1 \cdot 10^{-6}$ м/с². Как видно из представленных зависимостей, уровни ускорения вибраций в 1/3 октавных полосах частот с увеличением средних значений полос частот имеют тенденцию к уменьшению.

Как видно из представленных на рисунке 3.7 зависимостей, уровни ускорений вибраций на средней частоте в 400 Гц, 500 Гц в 1/3 октавных полосах имеют подъем, обусловленный резонансными свойствами перегородки. На этих частотах имеет место резонанс первой формы колебаний конструкции перегородки. На средней частоте 1600 Гц и 5000 Гц отмечены менее ярко выраженные резонансы более высоких форм собственных колебаний.

Как показывает анализ полученных осциллограмм, показанных на рисунке 3.9, на водопроводных трубах отопления имели место изгибные колебания, так как сигналы с акселерометров находятся в противофазе. Это указывает на то, что при речевой деятельности в выделенном помещении с системой водяного отопления возбуждаются изгибные колебания водопроводных труб на частотах, соответствующих речевому акустическому

сигналу. Эти изгибные колебания, распространяясь по водопроводным трубам за пределы помещения, переносят речевую информацию за пределы охранной зоны, образуя канал утечки речевой информации.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Сайкалиев, Т.А., Потапович, А.В., Давыдов, Г.В. Преобразователи для систем активной защиты речевой информации/ Т.А. Сайкалиев, А.В. Потапович, Г.В. Давыдов// Технические средства защиты информации: Тезисы докл. XV Белорусско-российской научно-технической конференции, 6 июня 2017г. – Минск: БГУИР, 2017 – С.99-100.

2. Сайкалиев, Т.А., Потапович, А.В., Попов, В.А., Давыдов, Г.В. Исследование выталкивающей силы преобразователей систем активной защиты речевой информации/ Т.А. Сайкалиев, А.В. Потапович, В.А. Попов, Г.В. Давыдов// Технические средства защиты информации: Тезисы докл. XV Белорусско-российской научно-технической конференции, 6 июня 2017г. – Минск: БГУИР, 2017 – С.100.