

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

УДК 004.934

Шакин Константин Павлович

Синтез речеподобных сигналов для защиты речевой информации

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-98 80 01  
«Информационная безопасность»

Научный руководитель  
Зельманский Олег Борисович  
кандидат технических наук, доцент

Минск 2022

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из актуальных проблем информационной безопасности является утечка информации по акустическому и виброакустическому каналам. Предлагается применять активный способ защиты речевой информации, основанный на использовании генератора речеподобного сигнала. В качестве основы модуля, генерирующего речеподобную помеху, предлагается применить компиляционный метод синтеза, заключающийся в соединении готовых минимальных акустических единиц – аллофонов.

### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

#### **Цели и задачи исследования**

Целью магистерской диссертации является разработка программного модуля защиты речевой информации путем создания речеподобных помех.

В соответствии с поставленной целью, в работе сформулированы и решены следующие основные задачи:

исследован и проведен сравнительный анализ существующих средств и методов защиты речевой информации;

исследованы основные особенности речевого сигнала;

рассмотрены методы синтеза речи;

разработан программный модуль синтеза речеподобных помех для защиты речевой информации.

#### **Связь с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Тема диссертационной работы соответствует:

п. 3.8 «Обеспечение цифрового доверия, защита информационных ресурсов и информационно-коммуникационной инфраструктуры» Стратегии развития информатизации в Республике Беларусь на 2016 – 2022 годы утвержденной на заседании Президиума Совета Министров от 03.11.2015 №26.

В диссертации поставлена и разрешена актуальная задача защиты речевой информации с помощью применения речеподобного сигнала.

## **Личный вклад соискателя**

Содержание диссертационной работы отражает личный вклад автора. Он заключается в научном обосновании эффективности работы разработанного программного продукта. Основные научные и практические результаты работы получены лично автором.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились с научным руководителем, кандидатом технических наук, доцентом О.Б. Зельманским.

## **Апробация результатов диссертации**

Основные положения и результаты, изложенные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на 57-ой, 58-ой научных конференциях аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (2021, 2022 гг.), межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского (2018 г.), XIX, XX Белорусско-российских научно – технических конференциях «Технические средства защиты информации» (2021, 2022 гг.), XVIII международной научно-практической конференции «Управление информационными ресурсами» (2022 г.), XXVI научно-практической конференции «Комплексная защита информации» (2021 г.).

## **Опубликованность результатов диссертации**

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано 8 печатных работ в сборниках материалов научных конференций. Поданы заявки на выдачу патента на полезную модель и промышленный образец.

## **Структура и объём диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, основной части из трёх разделов, заключения, списка использованных источников, списка собственных публикаций, одного приложения. Полный объём диссертационной работы составляет 77 страниц,

включая 13 иллюстраций, список использованных источников из 15 наименований, список собственных источников из 9 наименований.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ**

В первой главе рассмотрены характеристики речевых сигналов и их особенности. Проанализированы технические каналы утечки информации. Установлено, что наиболее уязвимыми каналами утечки информации являются акустический и вибрационный. Показано, что для защиты речевой информации наиболее эффективным является применение активных методов маскировки на основе речеподобной помехи. В качестве наиболее оптимального метода обосновано применение компиляционного синтеза речеподобного сигнала, что позволяет воспроизводить форму естественного речевого сигнала, при этом не требуется глубоких знаний об устройстве речевого тракта и структуре языка.

Во второй главе был рассмотрен алгоритм и принцип работы разработанного программного модуля синтеза речеподобного сигнала, суть которого заключается в преобразовании фонемного текста, генерируемого с учетом статистических закономерностей, в акустические колебания звукового диапазона частот. Установлено, что фонемный текст можно генерировать как при помощи формирования таблицы безусловных вероятностей слогов, так и при помощи применения условных вероятностей слогов.

Предложена структура модуля синтеза речеподобного сигнала, которая состоит из базы данных русского грамматического словаря, блока формирования текста, блока выделения аллофонов, базы данных аллофонов, акустического блока.

В третьей главе были рассмотрены программы и их библиотеки, используемые в ходе реализации модуля синтеза речеподобного сигнала. Отражены способы решения задач детектирования, сегментации, классификации и синтеза речи. Проведено тестирование разработанного модуля синтеза речеподобного сигнала, который был интегрирован в мобильную кабину для конфиденциальных переговоров. В результате тестирования установлено, что эффективность защиты соответствует требованиям нормативных правовых актов по защите объектов от утечки информации по акустическому и виброакустическому каналам, словесная разборчивость не превышает допустимых пределов. Предложено устройство защиты речевой информации в виде кабины для переговоров, оборудованной разработанным модулем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационного исследования были рассмотрены основные характеристики речевых сигналов, их особенности. Проанализированы технические каналы утечки информации. Изучив ряд принципов и методов синтеза речи, был выбран компилятивный метод.

Представлены алгоритм и принцип работы разработанного программного модуля синтеза речеподобного сигнала, суть которых заключается в преобразовании фонемного текста, генерируемого с учетом статистических закономерностей, в акустические колебания звукового диапазона частот.

В ходе функциональной разработки программного модуля были применены Adobe audition, C++ библиотека libSound. Реализация работы модуля потребовала решения таких задач, как детектирование входного сигнала, поступающего из окружающей среды, и дальнейшей сегментации, классификации и синтеза речи.

В качестве устройства защиты речевой информации от утечки по акустическому и виброакустическому каналу был спроектирован и разработан измерительный стенд на основе кабины для ведения конфиденциальных переговоров «Capsula», которая была оборудована модулем активной акустической защиты.

## СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

1-А. Шакин, К.П. Система обнаружения целевых атак на основе методов машинного обучения / К.П. Шакин, А.Н. Степанов, М.М. Шульгин // Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского: материалы конф., Москва 2018 г./ МИЭМ НИУ ВШЭ. – Москва, 2018. – С. 217-218.

2-А. Шакин, К.П. Программный модуль защиты речевой информации путем создания речеподобных помех / К.П. Шакин // 57-я науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: тез. докл. науч. конф., Минск, 19-23 апреля 2021 г. / БГУИР. – Минск, 2021. – С. 32-33.

3-А. Шакин, К.П. Разработка системы синтеза речеподобного сигнала / К.П. Шакин, // Комплексная защита информации: материалы XXVI науч.-практ. конф., Минск, 25-27 мая 2021 г. / НИИ ТЗИ. – Минск, 2021. – С. 301.

4-А. Шакин, К.П. Разработка системы синтеза речеподобного сигнала / К.П. Шакин, О.Б. Зельманский // Технические средства защиты информации: материалы XIX Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 8 июня 2021 г. / БГУИР ; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. – Минск, 2021. – С. 99.

5-А. Шакин, К.П. Модуль синтеза речеподобного сигнала для защиты акустической информации / К.П. Шакин, О.Б. Зельманский // Управление информационными ресурсами : материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10 марта 2022 г. ; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Минск : Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2022. – С. 265-268.

6-А. Шакин, К.П. Модуль защиты речевой информации / К.П. Шакин, Мухыев Н. А, Сокаше И.Л. // 58-я науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» : тез. докл. науч. конф., Минск, 18-22 апреля 2022 г. / БГУИР. – Минск, 2022. – С. 74-75.

7-А. Шакин, К.П. К вопросу защиты речевой информации в мобильных переговорных кабинах / К.П. Шакин, О.Б. Зельманский, Е.О. Кауфман // Технические средства защиты информации: материалы XX Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 7 июня 2022 г. / БГУИР ; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. – Минск, 2022. – С. 46-47.

8-А. Shakin, K.P. Voice protection module / K.P. Shakin, N. A. Muhyev, I.L. Soqashe // Технические средства защиты информации: материалы XX Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 7 июня 2022 г. / БГУИР ; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. – Минск, 2022. – С. 11.

9-А. Устройство защиты информации от утечки по техническим каналам : пат. \_\_\_ Респ. Беларусь, МПК7 H04K 3/00, G10L19/14 / О.Д. Чкоидзе, К.П. Шакин ; заявитель О.Д. Чкоидзе, К.П. Шакин. – № u20220104; заявл. 06.05.2022; опубл. \_\_\_ // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2022. – № \_\_. – С. \_\_.

10-А. Модуль защиты информации от утечки по техническим каналам : пат. \_\_\_ Респ. Беларусь, МКПО 14-01 / О.Д. Чкоидзе, К.П. Шакин ; заявитель О.Д. Чкоидзе, К.П. Шакин. – № f20220055; заявл. 06.05.2022; опубл. \_\_\_ // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2022. – № \_\_. – С. \_\_.