Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники

УДК 004.056.5

Кедик
Павел Русланович

КОМПЛЕКС СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ОБРАБАТЫВАЕМОЙ СРЕДСТВАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ОБЪЕКТАХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание степени магистра технических наук

по специальности 7-06-0611-02 «Информационная безопасность»

_____

Научный руководитель:
Врублевский Игорь Альфонсович
кандидат технических наук, доцент

_____

Минск
2026

ВВЕДЕНИЕ

Информация представляет собой совокупность сведений о событиях, процессах и объектах окружающего мира, которые могут быть восприняты, обработаны, хранимы и переданы с использованием различных средств, включая средства вычислительной техники и автоматизированные системы. В современном цифровом обществе информация является ключевым ресурсом, определяющим экономическое развитие, национальную безопасность и конкурентоспособность организаций.

СВТ, включая компьютеры, серверы, сети передачи данных, мобильные устройства и облачные платформы, обеспечивают обработку, хранение и передачу больших объемов информации на ОИ. Объекты информатизации, такие как автоматизированные системы управления, информационные системы персональных данных, государственные информационные системы и объекты критической информационной инфраструктуры, обрабатывают конфиденциальную информацию, включая государственные секреты, коммерческую тайну, персональные данные и другую защищаемую информацию.

Защита информации, обрабатываемой СВТ, от несанкционированного доступа, утечек и других угроз является одной из приоритетных задач информационной безопасности любого государства, общества и отдельных организаций. Информационная безопасность представляет собой одно из приоритетных направлений развития Республики Беларусь. Это обусловлено требованиями законодательства Республики Беларусь, в том числе Законом Республики Беларусь от 10 ноября 2008 г. № 455-З «Об информации, информатизации и защите информации», Указом Президента Республики Беларусь от 14 февраля 2023 г. № 40 «О кибербезопасности», а также нормативными документами Оперативно-аналитического центра при Президенте Республики Беларусь.

Актуальность темы обусловлена ростом числа инцидентов информационной безопасности, связанных с утечками данных через различные технические каналы, включая побочные электромагнитные излучения и наводки, электромагнитные, оптические, а также акустические и виброакустические каналы. Виброакустический канал утечки, возникающий при обработке и обсуждении конфиденциальной информации в защищаемых помещениях (например, при проведении совещаний с использованием СВТ), остается одним из значимых рисков, особенно на объектах с выделенными помещениями для работы с защищаемой информацией. В то же время, комплексная защита требует учета всего спектра угроз, включая несанкционированный доступ, вредоносное программное обеспечение, атаки через сети передачи данных и другие.

Несмотря на наличие разнообразных СЗИ, включая криптографические, межсетевые экраны, системы предотвращения утечек, средства защиты информации от несанкционированного доступа и активной защиты от

побочных каналов, многие аспекты интеграции этих средств в единый комплекс остаются недостаточно проработанными. Это приводит к снижению общей эффективности систем защиты на ОИ.

Для минимизации рисков утечки и компрометации информации необходимо разрабатывать и внедрять комплексные подходы, сочетающие организационные, программные, аппаратные и инженерно-технические меры защиты. Разработка такого комплекса СЗИ, обрабатываемой СВТ на ОИ, с учетом специфики различных каналов утечки (в том числе виброакустического), является актуальной научной и практической задачей.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами

Тема диссертационной работы соответствует пункту 5 приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2026–2030 гг., утвержденных Указом Президента Республики Беларусь № 135 от 1 апреля 2025 г. «Научное и научно-техническое обеспечение безопасности человека, общества и государства: социальная, экономическая, политическая и информационная безопасность». Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Объект исследования

Объектом исследования в диссертации является объект информатизации (ОИ) как типовая категория в сфере информационных технологий и радиоэлектроники, представленная в контексте учреждений образования и административных зданий Республики Беларусь. Это включает отрасль информационной безопасности, где объектами выступают автоматизированные системы, сети и помещения для обработки конфиденциальной информации, регулируемые Оперативно-аналитическим центром при Президенте Республики Беларусь.

Предмет исследования

Предметом исследования являются параметры разработки и внедрения комплекса средств защиты информации (СЗИ) от утечек по техническим каналам (включая акустический и виброакустический), с учетом архитектурных, конструктивных и инженерно-технических особенностей объектов информатизации, обеспечивающий конфиденциальность, целостность и доступность данных, обрабатываемых средствами вычислительной техники на объектах информатизации, в сфере информационной безопасности.

Цели и задачи исследования

Целью данной работы является разработка и обоснование комплекса средств защиты информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники на объектах информатизации, обеспечивающего предотвращение утечек конфиденциальной информации, включая речевую, по техническим каналам (в том числе акустическому и виброакустическому).

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ каналов утечки информации в автоматизированных системах и на объектах информатизации, включая побочные технические каналы (акустический и виброакустический), и обзор современных способов их предотвращения.

2. Описание объектов информатизации и средств вычислительной техники с учетом архитектурных, конструктивных и инженерно-технических особенностей, влияющих на защищенность информации.

3. Проведение оценки защищенности объектов информатизации путем измерения и анализа акустических и других показателей с использованием специальных технических средств и методик.

4. Анализ существующих средств и комплексов защиты информации (аппаратных, программных и организационных), предотвращающих утечки по различным техническим каналам, и выбор оптимального состава средств для интеграции в комплекс.

5. Разработка, монтаж и настройка интегрированного комплекса средств защиты информации, включая подсистемы активной защиты от побочных каналов утечки.

6. Проведение повторных измерений и оценки эффективности защиты (коэффициентов виброизоляции, уровней ПЭМИН, показателей защищенности от НСД) после внедрения разработанного комплекса.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработана методика оценки защищенности объектов информатизации от утечек конфиденциальной информации по акустическому и виброакустическому каналам, основанная на инструментальных измерениях с использованием комплекса «Шум-3МА» и расчете коэффициентов виброизоляции и защиты информации.

2. Предложен и обоснован интегрированный комплекс средств защиты информации на объектах информатизации, сочетающий пассивные и активные методы (включая систему «ПТИЧЬ» для акустического и виброакустического зашумления), обеспечивающий предотвращение утечек по техническим каналам с подтвержденной эффективностью.

Личный вклад соискателя

Личный вклад соискателя заключается в самостоятельной формулировке цели и задач исследования по разработке комплекса средств защиты информации от утечек по техническим каналам. Он разработал и применил методику оценки защищенности помещения с использованием комплекса «Шум-3МА», проведя экспериментальные измерения и анализ данных для выявления уязвимостей. Соискатель обосновал выбор и спроектировал интегрированный комплекс защиты на базе системы «ПТИЧЬ», включая монтаж и настройку оборудования. Он выполнил повторные измерения для оценки эффективности, подтвердив достижение нормативных показателей виброизоляции и защиты информации. На основе результатов соискатель сформировал рекомендации по внедрению комплекса и опубликовал ключевые выводы в двух научных работах.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

60-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (2024) – Минск, БГУИР, 22-26 апреля 2024;

2-ой международной научно-технической конференции «ERA-современная наука: электроника, робототехника, автоматизация» – Гомель, ГГТУ им. П.О.Сухого, 30-31 октября 2025.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из перечня используемых сокращений, введения, общей характеристики работы, четырех-пяти глав (в зависимости от окончательной структуры), заключения, списка использованной литературы и приложений. Полный объем диссертации составляет 93 страницы машинописного текста. Диссертация содержит 17 рисунков и 23 таблиц (результаты анализа угроз, сравнительные характеристики СЗИ, данные экспериментов). Библиографический список включает 18 наименований использованных источников (нормативные документы, монографии, статьи, патенты), а также список публикаций соискателя.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Данная диссертационная работа посвящена разработке и обоснованию комплексного подхода к защите информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники на объектах информатизации, с фокусом на предотвращение утечек по акустическому и виброакустическому каналам. Актуальность исследования обусловлена стремительным ростом угроз информационной безопасности, связанных с несанкционированным перехватом конфиденциальных данных, включая речевую информацию, через побочные технические каналы. Особое внимание уделяется виброакустическому каналу, который остается одним из наиболее значимых рисков для помещений, предназначенных для проведения секретных совещаний и работы с защищаемой информацией.

В первой главе работы проведен всесторонний анализ угроз и технических каналов утечки информации на объектах информатизации. Дана классификация каналов по физической природе сигнала и среде распространения: акустические, виброакустические, электромагнитные (ПЭМИН), акустоэлектрические, оптико-электронные и параметрические. Подробно рассмотрены механизмы возникновения и методы перехвата информации по каждому из каналов. Особый акцент сделан на том, что речевая информация может присутствовать одновременно в акустической (воздушной) и вибрационной (структурной) формах, распространяясь через ограждающие конструкции и инженерные коммуникации.

В этой же главе систематизированы методы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам. Выделены пассивные, активные и организационные методы. Пассивные методы направлены на уменьшение уровня информативного сигнала за счет звуко- и виброизоляции, экранирования, применения фильтров и темпест-защиты. Активные методы основаны на увеличении уровня маскирующего шума с помощью генераторов акустического и виброакустического шума. Приведены характеристики различных типов шума — белого, розового и речеподобного, и обоснован выбор последнего как наиболее эффективного для маскировки речи при относительно низкой громкости.

Вторая глава содержит детальный анализ и описание конкретного объекта информатизации — защищаемого помещения (ЗП) для обработки конфиденциальной информации. Представлено подробное описание архитектурно-конструктивных особенностей: монолитного железобетонного потолка и пола, звукоизолирующей входной двери с уплотнениями, железобетонных стен и окон с двойными стеклопакетами. Описаны системы контроля доступа, электропитания, освещения, отопления и охранно-пожарной сигнализации. Приведен перечень основных (ОТСС) и вспомогательных (ВТСС) технических средств, размещенных в помещении, таких как проводные конференц-системы, ноутбуки, моноблоки, акустические системы, средства видеоконференцсвязи, телефоны, кондиционеры и др., с акцентом на

использование исключительно проводных подключений для минимизации рисков.

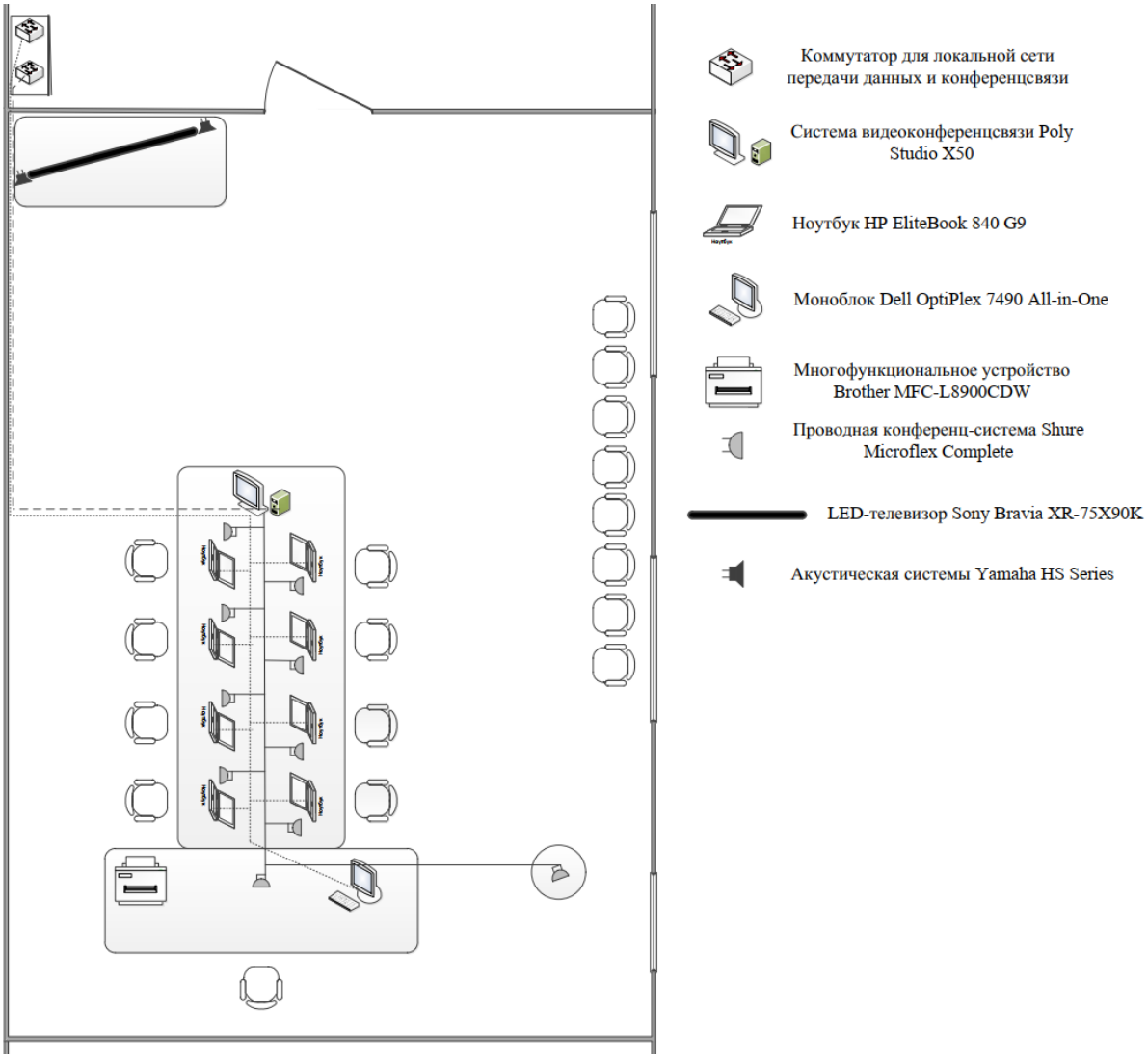


Рисунок 1 – Расположение ОТСС на защищаемом объекте

Третья глава посвящена ключевому этапу работы — проведению инструментальной оценки защищенности защищаемого помещения. Для измерений использовался автоматизированный мобильный комплекс «Шум-3МА», сертифицированный Оперативно-аналитическим центром при Президенте Республики Беларусь. Подробно описаны состав, технические характеристики и порядок работы с комплексом. Измерения проводились в строгом соответствии с нормативной методикой, включающей расчет коэффициентов звукоизоляции (R) и защиты информации (K, G) в октавных полосах частот.

В ходе экспериментов были обследованы входная дверь, три окна и система отопления. Результаты измерений, сведенные в серию таблиц, показали, что коэффициент звукоизоляции входной двери (в среднем ~44 дБ) не соответствует нормативному значению для смежных помещений (46 дБ).

Коэффициенты защиты информации (*K* и *G*) для всех конструкций оказались отрицательными, что указывает на недостаточный уровень фонового шума и потенциальную возможность выделения полезного сигнала. Наибольшую уязвимость с точки зрения виброакустического канала продемонстрировали входная дверь и система отопления, чьи элементы эффективно передают структурные колебания.

На основе корреляционного анализ и визуального обследования были идентифицированы наиболее уязвимые элементы: входная дверь как прямое жесткое звено и система отопления (радиаторы и полипропиленовые трубы) как распределенный «акустический мостик». Таким образом, была доказана техническая уязвимость объекта, требующая разработки и внедрения комплекса защитных мер.

В четвертой главе проведен обзор современных средств активной защиты информации, предотвращающих утечку по акустическому и виброакустическому каналам. На основе классификации угроз и модели злоумышленника обоснована необходимость комбинированного подхода, сочетающего пассивные (инженерные) и активные (электронные) методы. Подробно проанализированы три отечественных комплекса: генератор виброакустического шума «ЛГШ-401», программно-аппаратный комплекс «АРБ-ВА» и комбинированный генератор акустического шума «ПТИЧЬ».

Для каждого комплекса рассмотрены назначение, принцип действия, архитектура, состав, технико-эксплуатационные характеристики и оценка эффективности. «ЛГШ-401» позиционируется как надежное базовое решение с 8 каналами. «АРБ-ВА» представляет собой высокотехнологичную масштабируемую платформу с адаптивными алгоритмами и сетевым управлением. Генератор «ПТИЧЬ» выделяется своей универсальностью, объединяя в одном устройстве возможности создания как акустических, так и виброакустических помех, а также наличием системы автоматической регулировки уровня (АРУ).

Проведен сравнительный анализ по критериям технической эффективности, инвазивности монтажа, экономической обоснованности и соответствия масштабу задачи. В результате для условий конкретного защищаемого помещения в качестве оптимального выбран генератор «ПТИЧЬ». Его ключевыми преимуществами стали комплексная защита обоих типов каналов, интеллектуальная система АРУ, полная комплектация необходимыми излучателями и оптимальное соотношение функциональности, эффективности и стоимости для помещения данного типа.

Пятая глава описывает практическую реализацию — установку выбранного средства активной защиты. На защищаемое помещение были установлены акустические излучатели (АИВ) в дверных тамбурах и виброизлучатели (ВИК) на трубах системы отопления в двух точках для создания зонного барьера. Приведена схема размещения оборудования. Для оценки эффективности проведены повторные инструментальные измерения с использованием комплекса «Шум-3МА».

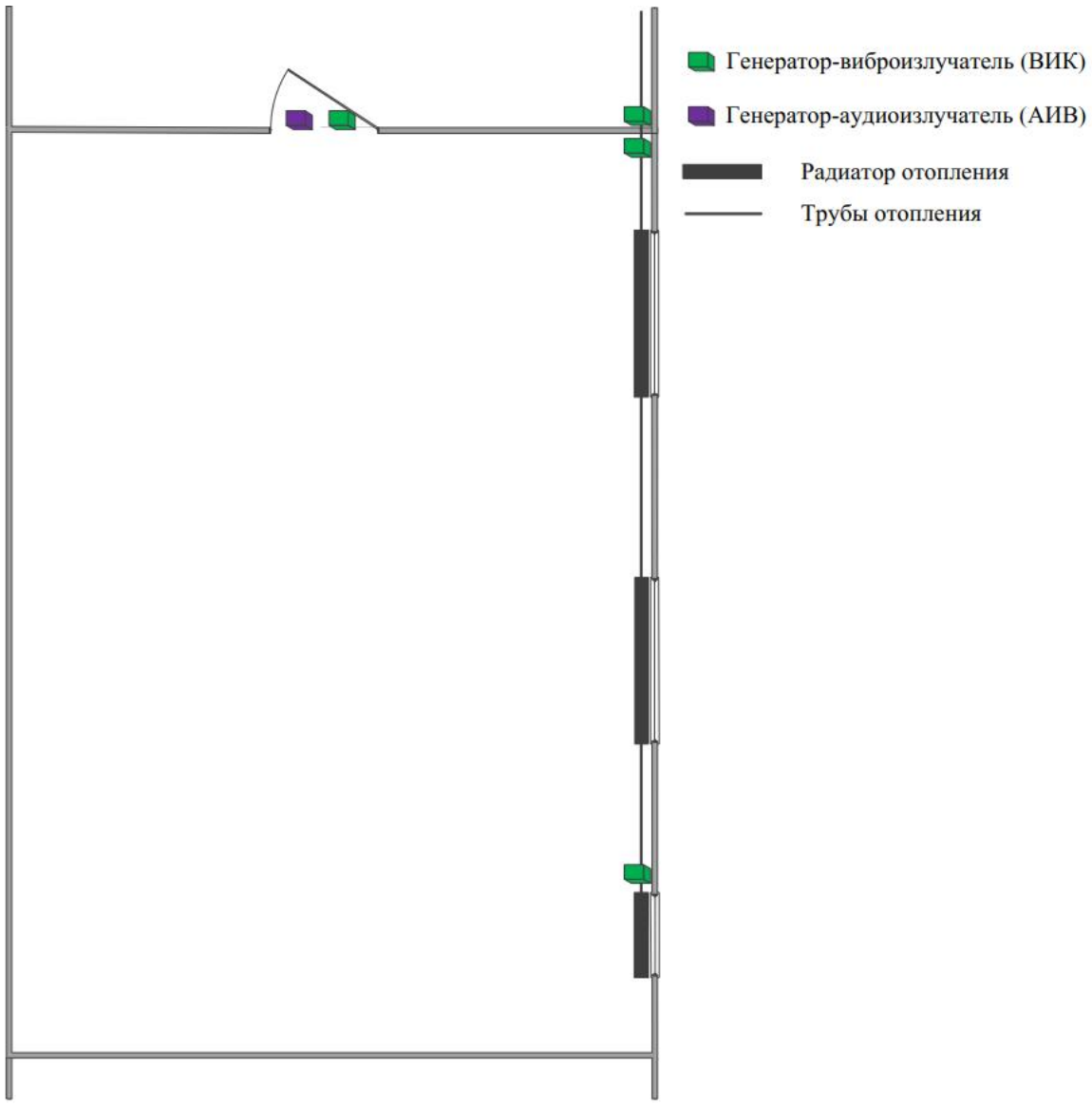


Рисунок 2 – Защищаемое помещение с установленными САЗ

Результаты контрольных замеров, представленные в таблицах, продемонстрировали исключительную эффективность принятых мер. После установки системы «ПТИЧЬ» средний коэффициент звукоизоляции входной двери повысился до 52,69 дБ, что значительно превысило нормативное требование. Коэффициент защиты информации стал высокоположительным, достигнув в среднем значения +39,78 дБ, что означает, что фоновый шум теперь многократно превышает любой потенциально просочившийся сигнал. Эффективность защиты подтверждена на всех исследуемых частотах речевого диапазона.

Таким образом, в диссертации решена важная научно-практическая задача. Разработан, обоснован и успешно апробирован на реальном объекте комплексный подход к защите информации, интегрирующий пассивный анализ уязвимостей, инструментальный контроль и внедрение современных активных средств защиты. Предложенное решение, основанное на генераторе «ПТИЧЬ», обеспечило не только выполнение, но и значительное превышение

нормативных требований по защите от утечек речевой информации по акустическому и виброакустическому каналам. Результаты работы имеют практическую ценность и могут быть применены для обеспечения информационной безопасности на различных объектах информатизации, обрабатывающих конфиденциальные сведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа была посвящена комплексному исследованию и решению актуальной задачи защиты конфиденциальной информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники (СВТ), с акцентом на нейтрализацию угрозы утечки по виброакустическому каналу. Исходя из положений, сформулированных во введении, о критической важности информации как стратегического ресурса и о необходимости соблюдения требований законодательства Республики Беларусь в области информационной безопасности, был проведен детальный анализ и разработаны практические меры.

В ходе работы были последовательно решены следующие задачи:

теоретический анализ угроз был подтвержден практическими инструментальными замерами в реальных условиях защищаемого объекта. Экспериментально установлено, что исходное состояние ограждающих конструкций (входная дверь) и инженерных систем (отопление) не обеспечивало нормативный уровень виброизоляции ($R \approx 42$ дБ при требуемых 46 дБ), а коэффициент защиты информации (G) имел отрицательные значения, что указывало на возможность выделения речевого сигнала на фоне шума;

обзор современных средств защиты позволил провести сравнительный анализ активных систем («ЛГШ-401», «АРБ-ВА», «ПТИЧЬ»). На основе критериев технической эффективности, функциональности, сложности внедрения и экономической целесообразности для условий конкретного защищаемого помещения был обоснован выбор универсального гибридного комплекса «ПТИЧЬ». Его преимуществами стали комбинированная защита (акустическая и виброакустическая), наличие системы автоматической регулировки уровня (АРУ) и полная комплектация;

проектирование и внедрение комплекса мер включало разработку схемы размещения исполнительных устройств: акустических излучателей (АИВ) в дверных тамбурах и виброизлучателей (ВИК) на трубах системы отопления. Это реализовало принцип создания зонных акустических и виброакустических барьеров на путях потенциальной утечки.

Экспериментальная проверка эффективности проведенных мероприятий стала ключевой частью работы. Контрольные измерения после монтажа системы «ПТИЧЬ» продемонстрировали кардинальное улучшение всех показателей:

для дверных проемов: средний коэффициент R звукоизоляции достиг 52.5 дБ, виброизоляции около 48 дБ, а коэффициент защиты информации G стал высокоположительным около +38 дБ, что означает превышение маскирующего фона над полезным сигналом в десятки тысяч раз;

для системы отопления: средний коэффициент G составил +37.0 дБ, что гарантирует полную нейтрализацию угрозы использования гидроакустических и контактных датчиков.

Таким образом, основная цель работы – разработка и практическая реализация комплекса мер по защите информации от утечки по виброакустическому каналу для конкретного объекта информатизации – достигнута. Все нормативные требования, установленные в Республике Беларусь, выполнены с запасом. Практическая значимость исследования подтверждается тем, что разработанные решения носят не теоретический, а прикладной характер и прошли полную апробацию с инструментальным контролем результатов.

Проведенная работа вносит вклад в решение общей проблемы, обозначенной во введении: повышение комплексности и эффективности систем защиты информации (СЗИ) на объектах информатизации. Она демонстрирует, что для надежной защиты недостаточно только программно-аппаратных средств безопасности СВТ; необходим системный подход, интегрирующий организационные, инженерно-технические и активные электронные методы. Разработанный и внедренный комплекс на базе системы «ПТИЧЬ» является наглядным примером такой интеграции и может быть тиражирован на другие объекты со схожими условиями и требованиями.

Перспективой дальнейших исследований может стать разработка автоматизированной системы мониторинга и управления всеми элементами комплексной СЗИ, включая активные средства подавления, что позволит перейти от статической защиты к динамической адаптивной системе безопасности, реагирующей на изменения обстановки в реальном времени.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1–А Кедик П.Р. Анализ и характеризация технических каналов утечки информации – 60-ая научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов (2024) – Минск, БГУИР, 22-26 апреля 2024, с. 53-56.

2–А Кедик П.Р. Сравнительный анализ алгоритмов шифрования – 2-ая международная научно-техническая конференция «ERA-современная наука: электроника, робототехника, автоматизация» – Гомель, ГГТУ им. П.О.Сухого, 30-31 октября 2025.