

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ГЕНЕРАТОРОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ»,

представленной на соискание доктора философии (PhD) по специальности
«6D071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

БАТЫРГАЛИЕВ АСХАТ БОЛАТКАНОВИЧ

Актуальность темы. В XXI веке во всех отраслях жизни человека ключевое значение приобретают повсеместная информатизация и внедрение достижений цифровых технологий. Переход на новые технологии происходит в течение считанных месяцев и лет, а не десятилетиями, как было раньше. Предвидя такую ситуацию, были приняты Концепция кибербезопасности «Киберщит Казахстана», Государственная программа «Цифровой Казахстан», Дорожная карта развития электронной промышленности и иные нормативные правовые акты, направленные на ускорение темпов развития экономики республики и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий.

При этом уже сегодня электронные системы применяются практически во всех возможных аспектах жизнедеятельности человека, начиная от современных средств связи, онлайн оплаты за коммунальные услуги, до сложных медицинских операций на мозге и межпланетных перелетов. Вместе с тем, применение электронных устройств и средств вычислительной техники несет в себе большое количество всевозможных угроз безопасности информации.

Одной из таких угроз является наличие технических каналов утечки информации, возникающей вследствие информативных (опасных) побочных электромагнитных излучений технических средств ее обработки, хранения и передачи. Физика этого явления заключается в том, что при протекании переменного электрического тока по проводникам излучается электромагнитное поле. Это поле несет в себе ту же самую информацию, которая передается по цепям, интерфейсным проводникам, шинам данных или циркулирует в узлах, блоках и компонентах электронных устройств. Таким образом, все передаваемые и обрабатываемые данные в большей или меньшей степени могут излучаться в радиоэфир. Однако, существуют сведения, например, о персональных данных или государственной безопасности, которые отнесены к конфиденциальной или секретной информации, свободное распространение которых может нанести ущерб в случае их несанкционированного распространения.

Защита информации ограниченного доступа от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений решается организационными или техническими мерами с применением пассивных или активных средств защиты. К пассивным методам защиты относятся экранирование, заземление, развязка и фильтрация, а к активным – применение систем пространственного электромагнитного зашумления и постановки имитационных (маскирующих) помех.

Применение пассивных методов защиты средств вычислительной техники является наиболее предпочтительным, так как при их использовании не

возникает проблем, связанных с электромагнитной совместимостью и наличием демаскирующих признаков работы средств защиты.

Однако, применение пассивных методов защиты средств вычислительной техники не всегда представляется возможным по причине сложности их реализации, дороговизны, необходимости проведения дополнительных опытно-конструкторских работ и т.д.

В таких случаях применяются методы активной защиты, которые создают повышенный фон электромагнитного поля, тем самым маскируя информативный сигнал.

Вопросам создания генераторов пространственного электромагнитного зашумления посвящено достаточное количество исследований. Однако, тематика оценки качества маскирующих шумовых помех, все еще требует проработки. В настоящее время отсутствуют методы оценки качества шума, на основе которых имеются готовые технические решения.

Таким образом, исследование характеристик качества генераторов пространственного электромагнитного зашумления, является актуальной задачей.

Цель исследования заключается в исследовании характеристик качества генераторов пространственного электромагнитного зашумления, с помощью которых можно оценивать эффективность генераторов шума.

Задачи исследования. Для достижения цели работы поставлены следующие задачи:

- провести анализ основных характеристик генераторов пространственного электромагнитного зашумления;
- определить методы измерения маскирующих шумовых помех генераторов пространственного электромагнитного зашумления;
- спроектировать и изготовить измерительную установку;
- разработать метод оценивания качества маскирующих шумовых помех;
- провести математическое и компьютерное моделирование;
- провести инструментальные измерения маскирующих шумовых помех генераторов пространственного электромагнитного зашумления;
- определить возможность применения статистических тестов на случайность для оценивания качества маскирующих шумовых помех;
- спроектировать малогабаритный автоматизированный комплекс на основе разработанных методов измерения и оценивания.

Объектом исследования являются генераторы пространственного электромагнитного зашумления.

Предметом исследования является качество шумовых помех генераторов пространственного электромагнитного зашумления.

Методы исследования. Для решения поставленных задач предполагается использовать аналитические методы, инструментальные исследования, методы математического и компьютерного моделирования.

Научная новизна.

Предложенные математическая и компьютерная модели, алгоритм альтернативного метода позволят совершенствовать действующие нормативные документы, регламентирующие защиту информации по каналам ПЭМИН, а также обеспечить принятие в широкое использование доступных средств оценки качества маскирующих шумовых помех генераторов шума.

Положения, выносимые на защиту.

1. Разработан альтернативный метод оценки качества маскирующих шумовых помех на основе энтропийного коэффициента качества.
2. Разработаны алгоритм и программа автоматизации расчетов по альтернативному методу оценки качества маскирующих шумовых помех.
3. Предложено применение статистических методов (тестов) на случайность для оценки качества маскирующих шумовых помех.
4. Разработаны методики измерений маскирующих шумовых помех с применением анализаторов спектра и цифровых запоминающих осциллографов.
5. Предложено использование малогабаритного автоматизированного комплекса на основе доступных SDR-приемников для расчета энтропийного коэффициента качества по разработанному альтернативному методу, поиска корреляции шума в разных поддиапазонах частот, а также при использовании статистических и (или) графических методов (тесты) на случайность.

Сделан обзор активных и пассивных способов и средств защиты информации от утечки по каналам ПЭМИН. Отмечается, что применение пассивных способов защиты является наиболее предпочтительным, так как при их использовании не возникает проблем, связанных с электромагнитной совместимостью и наличием демаскирующих признаков работы средств защиты.

Однако, их применение не всегда представляется возможным по причине сложности реализации, дороговизны, необходимости выполнения дополнительных опытно-конструкторских работ и т.д. Поэтому применяются методы активной защиты, приводящие к уменьшению ОСШ на входе приемного устройства средства разведки.

Рассмотрены средства измерений, используемые в существующих способах оценки качества шумов, а также приведены доводы о необходимости применения в настоящее время иного измерительного оборудования.

Предложены два метода измерений маскирующих шумовых помех:

- 1) с применением цифровых запоминающих осциллографов;
- 2) с применением анализаторов спектра и цифровых запоминающих осциллографов.

Разработаны соответствующие методики измерений маскирующих шумовых помех, описаны требования к измерительным установкам и средствам.

Проведены экспериментальные измерения шумов, подобраны оптимальные параметры средств измерений.

Разработан новый метод оценки качества маскирующих шумовых помех, основанный на расчете энтропийного коэффициента качества, а также его математическая модель.

На основе математической модели составлен алгоритм и программа автоматизации расчетов.

Предложено применение статистических методов (тестов) на случайность для оценки качества маскирующих шумовых помех.

Разработаны методики измерений маскирующих шумовых помех с применением анализаторов спектра и цифровых запоминающих осциллографов.

Предложено использование SDR-приемников для проведения измерений с дальнейшим расчетом энтропийного коэффициента качества по разработанному альтернативному методу, поиска корреляции шума в разных поддиапазонах частот, а также для применения статистических и (или) графических методов (тесты) на случайность.

Созданы лабораторные стенды, включающие в себя средства измерений и измерительное оборудование.

В соответствии с ранее разработанными методиками, проведены измерения характеристик маскирующих шумовых помех ГШ, установленных на объектах информатизации: «ЛГШ-503», «Гном-3», «Салют 2000 Б» и «Соната-Р2».

Предложенная альтернативная методика по расчету энтропийного коэффициента качества шума апробирована на результатах измерений. При этом расчеты проведены с применением разработанной программы автоматизации.

В ходе работы установлено, что предложенная методика позволяет рассчитывать энтропийный коэффициент качества шума, формируемого ГШ систем пространственного электромагнитного зашумления, без гальванического подключения измерительных приборов к генераторам и обеспечивает достаточную точность измерений.

Личный вклад автора состоит в формулировке и обосновании темы диссертационного исследования, постановке задач, проведении теоретических и экспериментальных исследований, разработке альтернативного метода оценки качества маскирующих шумовых помех на основе энтропийного коэффициента качества и методов измерений параметров электромагнитных шумов, использовании статистических методов (тестов) на случайность и недорогих SDR-приемников.

Взаимосвязь темы диссертационного исследования с научно-исследовательской работой. Результаты диссертационной работы использовались в научно-исследовательской работе по теме «Оценка качества пространственного электромагнитного зашумления в системах активной защиты информации» в рамках грантового финансирования на 2020-2022 годы (ИРН проекта AP08856630), научным руководителем проекта является к.т.н., декан Факультета компьютерных технологий и кибербезопасности АО «Международный университет информационных технологий» Сейлова Н.А.

Апробация результатов исследования.

Основные положения и результаты исследования докладывались: во II Международном научно-техническом форуме «Современные технологии в науке и образовании» (СТНО-2019) (г. Рязань, Россия, Рязанский

государственный радиотехнический университет, 27 февраля – 1 марта 2019 года), в Международной научно-практической конференции под девизом «Великие люди Великой степи – Сатпаев К.И.» на тему «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК» (г. Алматы, Казахстан, Satbayev University, 11 апреля 2019 года), в The 17th International Scientific Conference «Information Technologies and Management» (г. Рига, Латвия, ISMA, 25-26 апреля 2019 года), в Международной научно-практической конференции на тему «Международный опыт противодействия вызовам, опасностям и угрозам безопасности государства в современных условиях» (г. Алматы, Казахстан, Академия ПС КНБ РК, 27 августа 2019 года), в Международной научно-практической конференции на тему «Комплексная модернизация технического обеспечения Вооруженных Сил, пограничных и воинских формирований Республики Казахстан в контексте Стратегии Казахстан - 2050: проблемы и пути решения» (г. Алматы, Казахстан, Академия ПС КНБ РК, 28 августа 2019 года), в IV Международной научно-практической конференции «Информатика и прикладная математика», посвященной 70-летию юбилею профессоров Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н. (г. Алматы, Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК, 25-29 сентября 2019 года), в III Международном научно-техническом форуме «Современные технологии в науке и образовании» (СТНО-2020) (г. Рязань, Россия, Рязанский государственный радиотехнический университет, 11 марта 2020 года), в 75-й Международной конференции «Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий» (REDS-2020) (г. Москва, Россия, 2-6 ноября 2020), в Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения-2021» (г. Алматы, Казахстан, Satbayev University, 12 апреля 2021 года).

Также, результаты диссертационного исследования реализованы в учебном процессе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» при подготовке бакалавров, обучающихся по направлению 10.03.01 «Информационная безопасность», и магистров, обучающихся по направлению 10.04.01 «Информационная безопасность». «Метод расчета энтропийного коэффициента качества шума систем активной защиты СВТ от утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок» использован в лабораторных работах «Исследование характеристик систем пространственного электромагнитного зашумления» в курсах «Защита информации от утечки по техническим каналам» (программа бакалавриата) и «Технологии защиты информации от утечки по техническим каналам» (программа магистратуры), читаемых профессором Хоревым А.А. (Приложение Б).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 работ, из которых 3 опубликованы в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере

образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, 2 статьи опубликованы в изданиях, входящих в базу данных Scopus, 9 докладов опубликованы в сборниках международных научно-практических конференций, 2 статья опубликованы в рецензируемых изданиях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников из 155 наименований и 5 приложений.