

Экспериментальные исследования возможности применения программно-реализуемых мер снижения информативности побочных электромагнитных излучений видеосистемы стандарта DVI

А. В. Паршуткин, М. Р. Неаскина*, И. П. Степанов
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
*neaskina.marina@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам применения программно-реализуемых мер снижения информативности сигнала от утечки через побочные электромагнитные излучения видеосистемы стандарта DVI. В статье описано экспериментальное исследование побочных электромагнитных излучений, на основе которых разработан способ программно-реализуемых мер снижения информативности от утечки по техническим каналам.

Ключевые слова: программно-реализуемые меры; технические каналы утечки информации; побочные электромагнитные излучения; снижение информативности

I. ВВЕДЕНИЕ

При обработке конфиденциальной информации на средствах вычислительной техники могут формироваться технические каналы утечки информации. Наибольшие уровни побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) создаются в видеосистеме при выводе информации на технические средства отображения. Современные технологии цифровой обработки сигналов позволяют потенциальным нарушителям перехватить и восстановить полезный сигнал [1]. Исследования, связанные с перехватом и восстановлением полезной информации, подробно приведены в работах [1–3].

Наиболее распространенным стандартом цифровой передачи данных в видеотракте является DVI. Существует много различных подходов к анализу побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) мониторов с интерфейсом DVI в рамках экспериментальных исследований защищенности информации, обрабатываемой средствами вычислительной техники [4–7]. Основные технические меры защиты информации от утечки разделяют на активные и пассивные.

К активным мерам относятся решения, основанные на повышении уровня помех, затрудняющих перехват ПЭМИ. Но данное решение имеет недостатки – это нарушение санитарных норм и правил труда на

производстве, а также сложности обеспечения требований электромагнитной совместимости.

Пассивные меры основаны на использовании экранирования изделий и фильтрации токопроводящих подключений к средству вычислительной техники. Недостатком подобных решений является высокая себестоимость.

Исходя из изложенного, нахождение программно-реализуемых средств защиты информации видеосистем стандарта DVI от утечки информации через ПЭМИ – является актуальной задачей.

Целью работы является разработка программно-реализуемых средств защиты информации от утечки через побочные электромагнитные излучения видеосистемы стандарта DVI.

II. ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ЗРИТЕЛЬНОГО КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИЗМЕНЕНИЯМИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЭМИ

Для разработки программно-реализуемых мер снижения информативности сигнала от утечки через побочные электромагнитные излучения видеосистемы стандарта DVI была разработана экспериментальная установка. Принцип ее действия заключается в следующем [5]. Интерфейс стандарта DVI от видеоадаптера к монитору формирует побочное электромагнитное излучение. Данное излучение преобразуется в электрические сигналы с помощью антенны и регистрируется на фоне собственных шумов и шумов окружающей среды в приемном SDR-устройстве. Записи сигналов ПЭМИ обрабатываются в компьютере с помощью программного обеспечения, разработанного на базе GNUradio и на языке программирования Python. Регистрация сигналов ПЭМИ, образованных при воспроизведении тестового изображения, позволяет осуществить восстановление изображения, передаваемого на монитор АРМ оператора путем кадровой развертки принятой реализации.

При регистрации сигналов ПЭМИ отдельный прием излучений от различных каналов цветности невозможен, нарушитель может получить доступ только к суммарной

интенсивности излучения, образованного суперпозицией электромагнитных полей от трех каналов цветности RGB, излучаемых одновременно [6].

При проведении эксперимента, различные уровни зрительного контраста изображения обеспечивались тестовым изображением №1 (рис. 1), содержащим основные цвета RGB от светлого к темному оттенку.

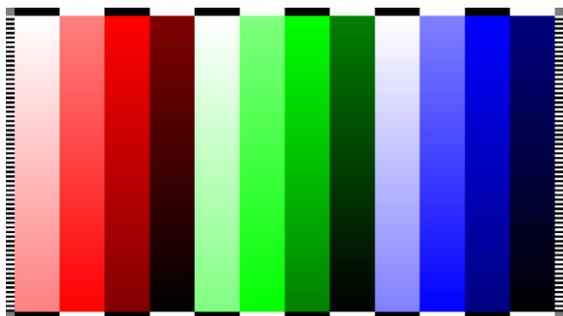


Рис. 1. Тестовое изображение №1

Регистрируемая средством контроля ПЭМИ входная реализация содержит сигнал ПЭМИ, фоновые шумы и помехи, а также собственные шумы приемника. При приеме сигнала выполнялся перенос средней частоты сигнала ПЭМИ на нулевую частоту. При этом, особенность используемого SDR-приемника приводит к формированию значительного уровня сигнала на нулевой гармонике спектра. Поэтому реализовывалась режекция нулевой гармоники спектра полученного сигнала. Вычислялся спектр принятого сигнала с помощью быстрого преобразования Фурье, и применялось ослабление нулевой гармоники спектра. Обратное быстрое преобразование Фурье формирует новую матрицу цифровых отсчетов принятой реализации сигнала ПЭМИ. Спектр сигнала до и после режекции нулевой гармоники спектра представлен на рис. 2.

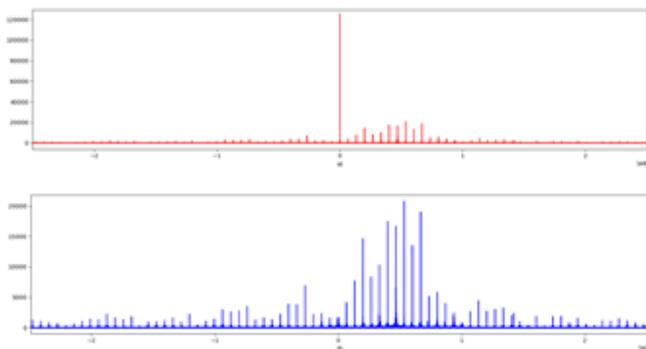


Рис. 2. Графики спектров сигнала до и после режекции нулевой гармоники спектра

Восстановленные по ПЭМИ тестовые изображения №2 до и после применения режекции нулевой гармоники спектра полученного сигнала представлены на рис. 3. Рис. 3а) демонстрирует различные сдвиги фаз интерференционных полос при наложении на текст и фон разных оттенков. Это доказывает когерентность побочного электромагнитного

излучения на временном интервале одного кадра, выводимого видеосистемой стандарта DVI.

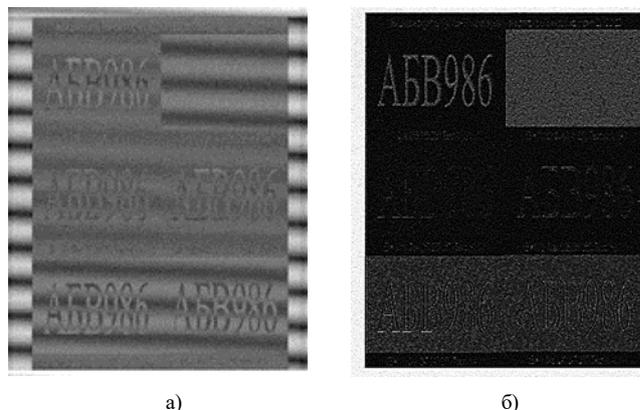


Рис. 3. Восстановленные по ПЭМИ изображения до и после режекции нулевой гармоники спектра

Структура сигнала ПЭМИ во времени содержит периодически повторяющиеся элементы в виде строчных и кадровых синхрогрупп, изображенных на рис. 4. Исследование осциллограмм информативных сигналов позволило выявить структуру передаваемых кадров: длительность импульсов кадровой и строчной разверток, что совпадает с известными результатами, полученными в работе [8].

Для выявления строчных и кадровых синхрогрупп на фоне шумов строится автокорреляционная функция (АКФ) входной реализации. Интервал между двумя максимумами АКФ соответствует количеству отсчетов, приходящихся на одну строку изображения. Затем выполняется построчная развертка восстанавливаемого кадра.

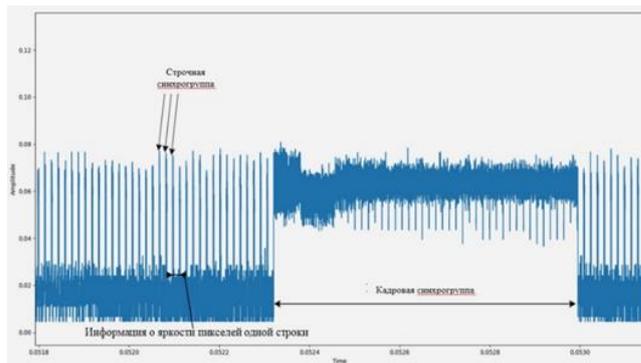


Рис. 4. Строчные и кадровые синхрогруппы

На рис. 5 показано восстановленное изображение, которое демонстрирует широкий разброс яркости регистрируемого ПЭМИ даже для одинаковых значений TMDS-кода передаваемых в разных каналах цветности. При этом всегда существует возможность подобрать области ярких и светлых участков палитры имеющих практически неразличимые уровни ПЭМИ.

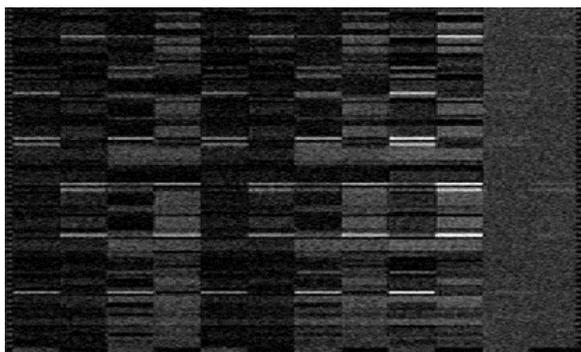


Рис. 5. Восстановленное по ПЭМИ тестовое изображение №1

В целях повышения отношения сигнал/шум, производится межкадровое накопление, в процессе которого отдельно взятые матрицы складываются друг с другом, а затем делятся на количество накопленных кадров.

Для снижения информативности ПЭМИ был разработан алгоритм выбора цветовых оттенков, снижающих информативность ПЭМИ конкретной средства вычислительной техники. Работа алгоритма основана на поиске множества наиболее близких по уровню ПЭМИ пар RGB комбинаций цвета с последующим выделением той пары из множества, которая обеспечивает максимальный зрительный контраст. На основе полученных данных об оттенках палитры RGB, снижающих информативность ПЭМИ, выбранные пары оттенков используется для формирования тестового изображения №2 (рис. 6).

Найденные пары при обработке 10 кадров в режиме накопления изображения, записанного 21.12.2022



Рис. 6. Тестовое изображение №2

Восстановленное тестовое изображение №2 (рис. 7) демонстрирует возможность обеспечения различных уровней снижения информативности ПЭМИ.

На основе разработанного программно-реализуемого средства защиты информации в ходе проведенных экспериментальных исследований уровней ПЭМИ от защищаемого АРМ оператора получены значения кодовых комбинаций для цветов фона и текста, которые обеспечивают снижение информативности ПЭМИ. В соответствии с результатами, представленными на рис. 6 и 7, минимально различимый контраст фона и текста в

сигнале ПЭМИ обеспечивается для двух пар значений кодовых комбинаций:

- цвета фона 0-0-229, цвета текста 0-0-134 (темно синий текст на светлом синем фоне на рис. 6);
- цвета фона 157-255-157, цвета текста 90-0-0 (темно красный текст на светлом желто-зеленом фоне на рис. 6).



Рис. 7. Восстановленное по ПЭМИ тестовое изображение №2

Первая из полученных комбинаций имеет недостаточный контраст для комфортного восприятия информации с монитора оператором защищаемого автоматизированного рабочего места. Поэтому для данного защищаемого автоматизированного рабочего места целесообразно использовать вторую кодовую комбинацию – темно красный текст на светлом желто-зеленом фоне.

Таким образом, выбранные, в результате применения алгоритма, пары кодовых комбинаций являются приемлемыми для восприятия информации оператором и обеспечивают снижение информативности ПЭМИ.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные экспериментальные результаты позволили разработать программно-реализуемые меры снижения информативности сигнала от утечки через побочные электромагнитные излучения видеосистемы стандарта DVI.

Применение предложенных программно-реализуемых мер защиты информации от утечки через побочные электромагнитные излучения видеосистемы стандарта DVI облегчит осуществление мероприятий по защите информации от утечки по техническим каналам. Данное решение экономически целесообразнее известных методов и средств защиты информации от утечки по каналу ПЭМИ, так как реализуется программными средствами и не требует использования дополнительных аппаратных средств в процессе эксплуатации защищаемых персональных электронно-вычислительных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Markus Kuhn, Ross Anderson, *Soft TEMPEST: Hidden Data Transmission Using Electromagnetic Emanations* // David Aucsmith (Ed.): *Information Hiding 1998*, LNCS 1525, pp. 124-142, 1998, Springer-Verlag, 1998.
- [2] Анализ структуры сигналов побочных электромагнитных излучений видеосистемы стандарта DVI методом программного приема / А.В. Паршуткин, И.Н. Сиротин, А.В. Фомин, Ю.Н. Копалов // *Вестник компьютерных и информационных технологий*. 2018. № 5 (167). С. 35–41.
- [3] Применение технологии SDR (Software Defined Radio) для восстановления сигналов побочных электромагнитных излучений видеотракта / А.В. Иванов, И.А. Огнев, Е.Е. Никитина, Л.В. Меркулов // *Безопасность цифровых технологий*. 2021. № 4(103). С. 72-90. DOI 10.17212/2782-2230-2021-4-72-90. EDN ZYZADD.
- [4] Паршуткин, А.В. Повышение защищенности информации от утечки через побочные электромагнитные излучения / Паршуткин А.В., Неаскина М.Р. // *Вопросы кибербезопасности*. 2022. №3(49). С. 82-89.
- [5] Паршуткин А.В. Применение структурных и шумовых помех для защиты информации от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений / А.В. Паршуткин, А.В. Егин, С.А. Святкин // *Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму*. 2016. № 3-4(93-94). С. 27-34.
- [6] Применение структурных помех для защиты информации от утечки по каналу побочных электромагнитных излучений / А.В. Паршуткин, Д.В. Левин, С.А. Зайцев, А.В. Егин // *Труды СПИИРАН*. 2018. № 3(58). С. 160-181.
- [7] Кулешов И.А. Анализ способов некриптографической защиты информации от побочных электромагнитных излучений и наводок на объектах связи / И.А. Кулешов, А.И. Спивак, А.Е. Львов // *Техника средств связи*. 2021. № 3(155). С. 67-73. EDN SXQOTD.
- [8] Хорев А.А., Феизов С.А. Экспериментальные исследования возможности перехвата текстовых изображений, выводимых на экран монитора // *Радио-электронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий - РЭУС-2020*, Москва, 27–29 мая 2020 года. С. 259-264.