

ОТЗЫВ

официального оппонента Пашинцева В.П.

на диссертацию **Нужнова Михаила Сергеевича** на тему

«Оценка степени циклостационарности непреднамеренного излучения средств вычислительной техники»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Известно, что в средствах вычислительной техники (СВТ) основными источниками непреднамеренных электромагнитных излучений (ЭМИ) являются интегральные схемы и линии передачи между ними. Эти ЭМИ могут создавать помехи соседним элементам ЭВТ и расположенным поблизости электронным устройствам и нарушать условия обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) радиоэлектронной аппаратуры. Для устранения непреднамеренных ЭМИ необходимо, в первую очередь, располагать инструментальными средствами (пробниками), с хорошими характеристиками обнаружения сигналов ЭМИ.

Принципы построения и работы современных средства обнаружения в СВТ непреднамеренных излучений основаны на допущении, что последние представляют собой шумовые или шумоподобные сигналы, которые относятся к классу случайных процессов (СП), стационарных в широком смысле. Для описания стационарных СП широко используются методы спектрально-корреляционного анализа. Для обнаружения стационарных СП применяют средства измерения средней мощности ЭМИ или их спектральной плотности. Вероятность правильного обнаружения таких ЭМИ при низком отношении сигнал/шум выходе приемника излучения относительно мала.

Однако проведенные в 60-х годах XX века исследования показали, что ЭМИ СВТ не являются стационарными в широком смысле процессами, а являются циклостационарными случайными процессами, которые относятся к

классу нестационарных СП с периодически меняющимися вероятностными характеристиками.

Поэтому тема диссертационной работы «Оценка степени циклоstationарности непреднамеренного излучения средств вычислительной техники» является, безусловно, актуальной.

2. Краткая характеристика работы и основные результаты

Во введении приводятся цель и задачи исследования, обосновывается актуальность и практическая ценность работы, формулируются основные результаты и выносимые на защиту положения.

Первая глава является обзором литературы. В ней рассматриваются современные подходы к измерению излучения технических средств в целях обеспечения ЭМС, особенности измерений в ближней и дальней зонах, во временной и в частотной областях.

Вторая глава посвящена изучению ЭМИ средств вычислительной техники и их свойствам. В первых двух разделах рассматриваются сигналы СВТ, особенности их синхронной обработки в электронных логических схемах, и следующие из этих особенностей свойства сигналов СВТ. Обосновывается, что циклоstationарность ЭМИ СВТ является следствием stationарности модели обрабатываемой информации и цикличности тактирующего сигнала. В качестве примера сигнала, циркулирующего в СВТ, рассматривается DVI-сигнал.

Далее автор переходит к рассмотрению СП, различных подходов к их описанию, и применению этих подходов к решению поставленной в работе задачи – обнаружению источников излучения. Для этого рассматривается циклоstationарная модель СП и её преимущества перед классической stationарной моделью. Детально рассматривается связь между циклоstationарными характеристиками сигнала и вероятностью обнаружения такого сигнала на фоне шума.

В третьей главе приводятся результаты моделирования, подтверждающие выводы предыдущей главы. В частности, приводятся результаты моделирования излучения в ближней дальней зоне кабеля DVI, а

также моделирование как обнаружения простейшего цифрового сигнала (АИМ-сигнала), так и обнаружения излучения такого сигнала при регистрации его пробником ближнего поля.

В четвёртой главе приводятся экспериментальные исследования ближнего поля макета СВТ. В качестве такого макета используется отладочная плата ПЛИС работающая в различных режимах: в режиме передачи данных на двух тактовых частотах и в режиме передачи данных и тактирующего сигнала. Рассматривая задействованные проводники макета как источники ЭМИ, автор демонстрирует использование предложенного подхода для их независимого обнаружения.

3. Научная новизна результатов диссертационной работы

В рамках исследования получены следующие новые результаты:

1) параметрическая модель влияния джиттера на сигнал с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ-сигнал), позволившая выявить зависимость вероятности обнаружения АИМ-сигнала от длительности импульса и величины джиттера;

2) модифицированная характеристика степени циклостационарности, позволяющая обнаруживать источники ЭМИ информационных сигналов на фоне излучения тактирующих сигналов;

3) методика обнаружения ЭМИ с разными тактовыми частотами по результатам измерения излучений в ближней зоне. Показано, что прирост чувствительности обнаружения при переходе от стационарного к циклостационарному обнаружению определяется степенью циклостационарности (СЦС), и приводит к снижению вероятности ошибки обнаружения более чем в 8 раз.

4. Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что разработанные методы исследования побочных ЭМИ и методы их обработки могут быть применены для контроля ЭМС и защищённости СВТ. Применение таких систем позволит повысить достоверность и информативность исследования ЭМИ и обеспечит возможность проведения измерений в

нормальных лабораторных условиях без использования специальных помещений. Также разработанный алгоритм обнаружения источников в составе СВТ может эффективно применяться на стадии разработки и создания образцов защищённой техники для поиска источников информативного излучения без использования специального тестового режима работы СВТ.

5. Соответствие диссертационной работы заявленной специальности

Представленная работа соответствует следующим областям исследования специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»:

1) работа посвящена исследованию новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиотехнических устройств (п.1);

2) в работе рассматривается прохождение электромагнитных волн излучения СВТ через окружающую среду, а также регистрация этих волн с помощью измерений в ближней зоне с целью обнаружения источника излучения (п.2).

6. Публикация основных результатов диссертации

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы:

- в 3 статьях в журналах с высоким импакт-фактором из перечня ВАК

(1. Денисов А.А., Нужнов М.С., Коновалюк М.А., Баев А.Б., Кузнецов Ю.В., Статистическая модель джиттера сигналов цифровых интерфейсов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, № 2, 2018. 2. Кузнецов Ю.В., Баев А.Б., Горбунова А.А., Коновалюк М.А., Нужнов М.С., Электромагнитные излучения цифрового видеоинтерфейса//Технологии электромагнитной совместимости, № 4, 2016. 3. Оценка степени циклоstationарности непреднамеренных излучений средств вычислительной техники / М. С. Нужнов, Ю. В. Кузнецов, А. Б. Баев, М. А. Коновалюк // Электросвязь, № 11, 2020);

- в 2 тезисах докладов на зарубежных конференциях, индексируемые в иностранных базах данных SCOPUS, Web Of Science (1. Characterization of the emissions in the near-field of PCB using degree of cyclostationarity / M. Nuzhnov,

A. Gorbunova, M. Konovalyuk [et al.] // Proceedings of European Microwave Conference in Central Europe, 2019. 2. M. Nuzhnov, A. Baev, M. Konovalyuk, A. Gorbunova, Y. Kuznetsov and W. Sidina, "Detection of Cyclostationary Electromagnetic Emissions Using Degree of Cyclostationarity", 2020.

- в 5 тезисах докладов на отечественных конференциях.

7. Недостатки диссертационной работы

1. В диссертации отсутствует обоснование и постановка практической цели исследования в направлении повышения каких-либо показателей качества функционирования систем обнаружения и перехвата электромагнитных излучений средств вычислительной техники.

2. В диссертации отсутствует анализ недостатков научно-методического аппарата исследования циклоstationарных процессов, разработанного ранее представителями школы профессора Ю.В. Кузнецова, что затрудняет проведение экспертизы новизны (т.е. отличий) представленных в диссертации результатов.

3. Анализ полученных выражений и графиков (рис. 3.8) зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал/шум обнаружения АИМ сигнала вызывает сомнения в их достоверности. Согласно рис. 3.8 для достижения вероятности ошибки $P_{ош} = 0,1$ необходимо обеспечить отношение сигнал/шум 00,2 (т.е. -17 дБ) для стационарного обнаружения АИМ сигнала и 0,04 (т.е. -13 дБ) – для циклоstationарного обнаружения. Эти значения намного меньше, чем требуется для оптимального когерентного приема сигналов с АИМ (примерно 3 дБ).

4. Не ясно, как построены графики (рис. 3.13) плотностей вероятности оценок средней мощности случайного процесса и степени его циклоstationарности? Почему на этих графиках значения плотности вероятностей превышают 1? Почему вероятность ошибки определяется без учета переходных вероятностей и величины порога?

8. Заключение о соответствии диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа Нужнова М. С. представляет собой законченное научное исследование на актуальную тему, содержит

совокупность новых научных результатов и положений, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.


Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой в соответствии п.8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» содержится решение задачи оценки степени циклостационарности непреднамеренного излучения средств вычислительной техники, имеющей существенное значение для информационной безопасности этих средств.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям, поэтому ее автор, Нужнов Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,

заслуженный работник высшей школы РФ

«10» декабря 2021 г.  /Пашинцев Владимир Петрович/

Пашинцев Владимир Петрович, доктор технических наук по специальности 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», профессор, ведущий научный сотрудник кафедры информационной безопасности автоматизированных систем ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». 355017, Россия, Ставрополь, ул. Пушкина, д.1. тел.: +7 9187413316, e-mail: pashintsevp@mail.ru



ПОДПИСЬ
УДОСТОВЕРЯЮ
начальник Управления
делами СКФУ

Логачева А. В.