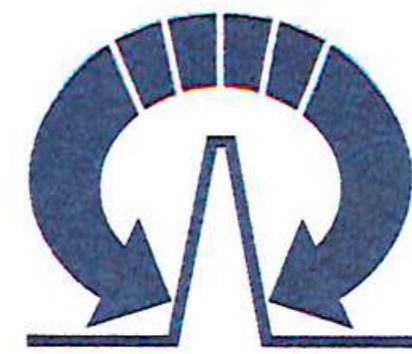




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ

00054031 ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»



ВНИИФТРИ

ОКПО: 02567567 ОГРН: 1035008854341 ИНН/КПП: 5044000102/504401001

п/о МЕНДЕЛЕЕВО, СОЛНЕЧНОГОРСКИЙ Р-Н, МОСКОВСКАЯ ОБЛ., 141570  
ТЕЛ.: (495) 526-63-63; ФАКС: (495) 660-00-92; E-MAIL: OFFICE@VNIIFTRI.RU

10.12.2021 № 130-12/10682

На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председателю  
диссертационного совета 24.2.327.01  
при Московском авиационном институте  
Кузнецову Ю.В.

125993, Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4

Уважаемый Юрий Владимирович!

Высылаю отзыв ФГУП «ВНИИФТРИ» на диссертацию Нужнова Михаила Сергеевича «Оценка степени циклоstationарности непреднамеренного излучения средств вычислительной техники», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Приложение: Отзыв в 3-х экз. на 6 л. каждый, экз. № 1,2 - в адрес, экз. № 3 - в дело.

Заместитель генерального директора по  
радиотехническим и электромагнитным измерениям

И.М. Малай

Исполнитель: Клеопин А.В.  
Тел.:(495)526-63-60, доб.91-71



В этой связи диссертационная работа Нужнова М.С., которая посвящена разработке методов анализа пространственных характеристик электромагнитных излучений, с использованием модели циклостационарного случайного процесса, **является актуальной**. Такая модель позволила уточнить классическое описание, использующее стационарные случайные процессы или детерминированные сигналы. Это позволяет повысить вероятность обнаружения электромагнитных излучений по сравнению с классическими методами и обеспечивает возможность различения электромагнитных излучений с совпадающими спектральными плотностями мощности.

### **Оценка структуры и содержания работы**

Диссертационная работа изложена на 109 страницах, включает введение, 4 главы, заключение и список литературы из 49 наименований.

Проведя анализ источников возникновения непреднамеренных электромагнитных излучений СВТ, автор вполне обоснованно ставит цель работы: анализ и усовершенствование методов обнаружения излучений при измерениях в ближней зоне СВТ за счёт использования и дополнения модели циклостационарных случайных процессов.

В первой главе приведено исследование электромагнитных излучений СВТ на примере цифрового видеоинтерфейса показывающее, что измерения в ближней зоне излучения позволяют предсказывать пространственно-частотные характеристики излучения сложных кабельных соединений в дальней зоне.

Во второй главе приводится анализ сигналов СВТ, их описание как сигналов непрерывных во времени и как логических сигналов. На примере сигнала с амплитудно-импульсной модуляцией показано, как стационарность логического информационного сигнала приводит к циклостационарности сигнала несущего эту информацию.

В третьей главе посвящённой статистическому моделированию, подтверждены свойства такой характеристики, как степень циклостационарности. Свойства степени циклостационарности, приведённые в работе, показали перспективность характеристики для непосредственного применения в качестве статистического критерия, используемого при обнаружении электромагнитных излучений СВТ. Статистическое моделирование, подтверждающее данный тезис, описывало задачу обнаружения в условиях измерений в ближнем поле СВТ при помощи пробника ближнего поля.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований. Получено пространственное распределение суммарной мощности излучения в плоскости сканирования в ближнем поле. Установлена возможность очистки измеренных сигналов от компоненты с периодом,

соответствующим частоте тактирования исследуемого макета. Подтверждено успешное разделение источников помех с различными тактовыми частотами.

В качестве наиболее важных **результатов диссертационной работы, определяющих ее новизну**, следует отметить следующие:

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

2. Предложена модифицированная характеристика степени циклоstationарности, позволяющая обнаруживать источники электромагнитных излучений информационных сигналов на фоне излучения тактирующих сигналов;

3. Разработана методика обнаружения электромагнитных излучений с разными тактовыми частотами по результатам измерения излучений в ближней зоне. Показано, что прирост чувствительности обнаружения при переходе от стационарного к циклоstationарному обнаружению определяется степенью циклоstationарности, и приводит к снижению вероятности ошибки обнаружения более чем в 8 раз.

К новым научным результатам следует отнести и разработанную автором методику предварительной обработки данных, измеренных в ближнем поле СВТ, обеспечивающую обнаружения информационных сигналов на фоне шумов, помех и синхронных тактовых сигналов.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выносимые на защиту, и полученные в работе выводы представляются обоснованными, поскольку они базируются на применении современных методов исследований, прошли обсуждения на Российских и международных научных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science.

Полученные расчетные результаты подтверждены при экспериментальном исследовании макета отладочной платы ПЛИС и кабеля передачи видеосигнала Digital Visual Interface (DVI).

Материалы диссертации изложены достаточно логично и последовательно. Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современного математического аппарата и практики проведения экспериментальных исследований, что подтверждает достаточную

квалификацию соискателя для решения сложных научных задач. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

### **Достоверность полученных результатов**

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью исходных положений и преобразований, использованием апробированного адекватного математического и статистического аппарата, компьютерных программ и логической обоснованностью выводов, а также экспериментальной верификацией разработанных моделей.

### **Практическая значимость полученных автором результатов**

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что разработанные методы исследования побочных электромагнитных излучений и методы их обработки могут быть применены для контроля ЭМС и защищённости СВТ. Применение таких систем позволит повысить достоверность и информативность исследования электромагнитных излучений и обеспечит возможность проведения измерений в нормальных лабораторных условиях без использования специальных помещений. Также разработанный алгоритм обнаружения источников помехового излучения 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.

Решаемые в диссертационной работе научные задачи непосредственно связаны с проводимыми ФГУП «ВНИИФТРИ» работами по разработке средств и методов антенных измерений в ближней зоне и метрологическому обеспечению испытаний радиоэлектронного оборудования на ЭМС.

Результаты диссертации Нужнова М.С. в дальнейшем рекомендуется использовать в испытательных лабораториях и организациях промышленности, проводящих разработки и испытания радиоэлектронного оборудования на ЭМС.

### **Замечания по диссертационной работе**

Вместе с тем работа не лишена и некоторых недостатков.

1. При моделировании статистических характеристик джиттера (подраздел 2.4.3.3) автором получен график плотности вероятности детерминированной компоненты джиттера ( $DJ(t)$  на рисунке 2.12а), который не соответствует принятой модели двух дельта-функций Дирака.

2. Описание выполненного автором экспериментального исследования джиттера (подраздел 2.4.3.4) приведено в диссертации чрезвычайно кратко на 1

странице. Отсутствует информация о способе подключения осциллографа к отладочной плате, об алгоритме обработки сигнала, записанного в память осциллографа, а также об используемых формулах для расчёта оценок дисперсии  $\sigma$  и математических ожиданий  $\mu_R$  и  $\mu_L$ .

3. В предложенной автором параметрической модели влияния джиттера на сигнал с амплитудно-импульсной модуляцией используется только случайный джиттер с равномерным законом распределения. Следовало бы более полно осветить цель предыдущих исследований и экспериментов, выполненных применительно к более сложной модели джиттера (2.14).

4. Содержание работы по большей части посвящено совершенствованию методов анализа характеристик электромагнитного излучения во временной области, за счет использования модели и свойств циклостационарных случайных процессов. Несмотря на это, моделирование электромагнитного излучения кабеля DVI и соответствующие измерения (подразделы 3.1 и 4.1), проведены методами и средствами, работающими в частотной области.

Однако указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы и не снижают ее научной и практической ценности.

### **Заключение**

Диссертационная работа Нужнова М.С. на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченное исследование, которое содержит решение актуальной научной задачи. Новые научные результаты, обоснованные в диссертации и реализованные на практике, имеют важное прикладное значение.

Представленная работа соответствует паспорту специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»:

- в части паспорта специальности, п.1, работа посвящена исследованию новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиотехнических устройств, а именно – сравнению классического стационарного и нового циклостационарного подхода к описанию электромагнитного излучения;

- в части паспорта специальности, п.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.

Таким образом, по актуальности и объему выполненных исследований, новизне, достоверности, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Нужнова М.С. «Оценка степени циклостационарности непреднамеренного излучения средств вычислительной

техники» соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Нужнов Михаил Сергеевич заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Диссертационная работа рассмотрена 10.12.2021 г. на заседании секции № 1 Ученого совета ФГУП «ВНИИФТРИ» при Научно-исследовательском отделении метрологии радиотехнических и электромагнитных измерений (НИО-1).

Заместитель генерального директора по радиотехническим и электромагнитным измерениям, доктор технических наук

Начальник НИО-1, кандидат технических наук

Заместитель начальника НИО-1 по научной работе, кандидат технических наук

Малай И.М.

Каминский О.В.

Клеопин А.В.

141570, Московская область, Солнечногорский район, г.п. Менделеево  
<https://www.vniiftri.ru>  
[office@vniiftri.ru](mailto:office@vniiftri.ru)  
тел.: +7 (495) 526-63-63