

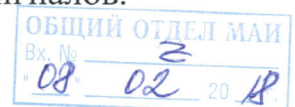
ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ефимова Евгения Николаевича «Оценка времени задержки циклоstationарных радиосигналов для локализации источников излучений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 - «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Актуальность.

В представленной работе предложен подход к повышению точности оценки информационных параметров радиотехнических сигналов, основанный на применении моделей и методов, описывающих сигналы в виде реализаций циклоstationарных (периодически коррелированных) случайных процессов. Сформулированная в работе цель и решенные задачи являются актуальными, поскольку направлены на разработку алгоритмов цифровой обработки сигналов, применяемых в составе комплексов обработки инфокоммуникационных сигналов со сложными видами модуляции. Такие алгоритмы позволяют выполнять оценку информационных параметров сигналов путем их обработки в условиях ограничений на объём вычислительных ресурсов.

Одной из наиболее исследованных в научной литературе моделей представления сигналов цифровых систем является представление их в виде реализаций stationарных случайных процессов с известными средними значениями и корреляционными функциями. Однако модель stationарного случайного процесса не учитывает структурную повторяемость, присутствующую в сигналах современных цифровых системах связи и передачи информации и иных сигналах, в которых используются различные виды модуляции. В связи с этим, перспективным является исследование и разработка методов и подходов к оценке информационных параметров сигналов, использующих модели структурной повторяемости. Последняя проявляется в периодическом изменении временных характеристик (среднего и корреляционной функции) сигналов.



Таким образом, диссертационная работа Ефимова Е.Н., посвященная решению важной задачи оценивания параметров циклоstationарных радиосигналов, является, безусловно, актуальной.

Научная новизна положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Наиболее значимыми результатами диссертационной работы Ефимова Е.Н., обуславливающими её научную новизну, являются:

- Разработано два алгоритма цифровой обработки сигналов конечной длительности, формирующих оценки циклической спектральной плотности мощности методом временного усреднения.
- Предложен подход к оценке циклоstationарных характеристик радиосигналов посредством корреляционного анализа их квадратурных компонент в частотной области и разработаны структурные схемы выполняющих такой анализ устройств.
- Разработан алгоритм формирования оценки направления на источник излучения, оптимально приближающий оценку, получаемую по методу максимального правдоподобия. Алгоритм реализован при помощи искусственной нейронной сети топологии «многослойный персептрон», выходной слой которой представлен нейронами со структурой нового типа. Предложенная автором новая структура нейронов позволяет привести в соответствие выход сети с физическим смыслом решаемой задачи оценки углового параметра.

Практическая значимость результатов, полученных автором.

Практическая значимость результатов диссертационной работы определяется тем, что:

- Предложенный автором подход к оценке циклических характеристик может быть использован при разработке быстродействующих алгоритмов цифровой обработки сигналов, применяемых в программно-аппаратных комплексах

систем радиомониторинга или пассивных РЛС наблюдения, в случаях, когда требуется оценка направления прихода сигнала, обладающего циклостационарными свойствами.

- Разработанные в диссертационной работе алгоритмы позволяют выполнять селекцию сигналов, обладающих различными характерными циклическими частотами, селекцию периодических, циклостационарных и стационарных сигналов.
- Предложенный подход к построению искусственной нейронной сети (ИНС) произвольной топологии на основе адаптивных элементов позволяет предложить топологию ИНС, приближающей оценки максимального правдоподобия, и обеспечить синтез быстродействующих алгоритмов оценивания параметров сигнала с априорно известными аналитическими моделями.
- Процедура оценки времени задержки циклостационарного сигнала подтверждена результатами натурного эксперимента для случая распространения сигнала по дорожками шины данных ПЛИС.

Результаты работы использованы в процессе выполнения научно-исследовательских работ, поддержанных двумя грантами РФФИ (мол_а) и проектом в рамках базовой части госзадания Минобрнауки РФ №8.8502.2017/БЧ.

Достоверность полученных автором результатов.

Достоверность полученных автором результатов определяется корректностью исходных положений, использованием апробированного адекватного математического и статистического аппарата, компьютерных программ и логической обоснованностью выводов

Полученные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями сигналов, измеренных высокоточным современным цифровым осциллографом.

Замечания.

По тексту диссертационной работы и автореферата можно сделать следующие замечания:

- В тексте диссертации было замечено несколько опечаток и неточностей; имеются отдельные стилистические погрешности.
- В обзор литературы не включены работы Ф. Хлавача (F. Hlawatsch), например, его статья в журнале IEEE Signal Processing от 1992 года; следовало бы выполнить анализ работ по квадратичным характеристикам сигналов и найти возможные аналогии в подходе к описанию свойства периодической корреляции сигналов.
- Масштаб на парах графиков (рис. 4.9, рис. 4.10 и рис. 4.14, рис. 4.15) подобран неудачно, т.к. не позволяет визуально оценить наклон фазовой кривой. Так, графики плохо иллюстрируют и не дают возможности визуально пронаблюдать наличие фазового набега в анализируемой полосе частот.
- В главе 1 «Анализ предметной области исследования» понятие «целевой функции» не раскрыто полностью, что затрудняет понимание текста. Так же в выводах по первой главе недостаточно полно обоснована целесообразность использования аппарата искусственных нейронных сетей, не приведены альтернативные численные методы.
- В главе 2 «Циклостационарные свойства случайных процессов» в выражениях (2.3)-(2.5) параметр циклической частоты α использован без должного определения. Выражения (2.3) и (2.4) записаны без предварительного упоминания о роли параметров α и T , связи между этими параметрами. Выкладки опущены и пояснения не даны при переходе от выражения (2.3) к выражению (2.5), что затрудняет восприятие материала.
- В разделе 2.3 «Циклостационарные свойства сигналов с амплитудной модуляцией» в выражении (2.24) не указан конкретный тип распределения случайной величины, представляющей собой передаваемую кодовую последовательность.

Представленные замечания в незначительной мере снижают качество изложения работы, но не влияют на полученные соискателем научные результаты и практические рекомендации.

Апробация результатов

По основным результатам выполненных исследований опубликовано 33 работы, в т.ч.:

- 8 статей опубликовано в рецензируемых журналах и изданиях рекомендованных ВАК;
- 3 доклада в сборниках трудов зарубежных научных конференций, входящих в список изданий, цитируемых Web of Science и Scopus;
- 20 докладов на отечественных научных конференциях;
- получены 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Статьи, опубликованные в рецензируемых отечественных журналах, и доклады, опубликованные в сборниках трудов ведущих зарубежных конференций, индексируемых международными системами цитирования WoS и Scopus, в достаточной степени отражают результаты диссертационной работы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Заключение.

Диссертация, в целом, представляет собой законченную научно-квалификационную работу. По научному уровню полученных результатов, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. от 28.08.2017), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Ефимов Евгений Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

