

ОТЗЫВ

официального оппонента Егорова Сергея Ивановича на диссертацию Стоянова Дмитрия Драгановича «Разработка и исследование алгоритмов обнаружения сигналов в когнитивных радиосетях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Стоянова Д.Д. посвящена разработке алгоритмов обнаружения сигналов в когнитивных радиосетях. Исследования проводятся в условиях, связанных с априорной неопределенностью относительно действующих в полосе обзора сигналов, что является весьма характерным для функционирования когнитивных радиосистем и систем радиомониторинга в реальных условиях их работы. Данное направление исследований на сегодняшний день является актуальным.

Высокие требования к автоматизации процессов мониторинга спектра в таких системах склоняют разработчиков к применению алгоритмов обнаружения, качественные характеристики которых были бы устойчивы по отношению к неизвестным свойствам регистрируемых сигналов в широком диапазоне рабочих частот.

Результаты исследований некоторых параметрических адаптивных и инвариантных алгоритмов обнаружения радиосигналов приведены в работах российских и зарубежных ученых. Применение непараметрических критериев к обнаружению радиосигналов систем передачи данных на сегодняшний день менее изучено, что делает актуальным исследование этого вопроса в диссертации Стоянова Д.Д.

Структура диссертации, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. В первой главе освещаются актуальные задачи когнитивного радио и состояние вопроса по внедрению данной технологии в России. Приводится описание используемой модели наблюдаемых данных и статистические характеристики модели шума. Кроме того, проводится сравнительный анализ существующих алгоритмов обнаружения сигналов и оценка степени их применимости для решения задачи мониторинга спектра в когнитивном радио.

Во второй главе представлена модификация статистического критерия Вилкоксона и предлагается алгоритм обнаружения широкополосных сигналов, основанный на модифицированном критерии. Описана разработанная методика получения эмпирических характеристик обнаружения. Приводится сравнение и анализ эффективности разработанного алгоритма обнаружения по отношению к известному алгоритму, определяется область его наиболее эффективного применения.

В третьей главе представлена разработка комбинированного алгоритма обнаружения сигналов в широком диапазоне частот. Проведен сравнительный анализ эффективности обнаружения разработанного алгоритма с ранее известным алгоритмом для различных типов синтезированных сигналов с цифровыми видами модуляции. Приводятся результаты апробации предлагаемых в работе алгоритмов обнаружения на записях реальных радиосигналов. Рассматриваются вопросы практической реализации предлагаемых решений.

На защиту выносятся предлагаемая Стояновым Д.Д. модификация знако-рангового критерия Вилкоксона, разработанный алгоритм обнаружения широкополосных сигналов и комбинированный алгоритм обнаружения.

Положения, выносимые на защиту, являются обоснованными и логически увязанными друг с другом. Выводы и рекомендации, отражающие

теоретическое и прикладное значение диссертационной работы, не вызывают сомнений в их правильности и обоснованности.

Оценка новизны и достоверности

В рамках диссертационной работы получены следующие новые научные результаты:

- предложена модификация знако-рангового критерия Вилкоксона, позволяющая решать задачу статистического обнаружения сигнала на фоне шума с асимметричным распределением плотности вероятности;
- разработан алгоритм обнаружения широкополосных сигналов, основанный на модифицированном критерии Вилкоксона, работающий в условиях непараметрической априорной неопределенности;
- разработан комбинированный алгоритм обнаружения для решения задачи мониторинга спектра в когнитивных радиосистемах в широком частотном диапазоне.

Практическая значимость представленной работы состоит в следующем:

- предложенная модификация непараметрического критерия Вилкоксона расширяет сферу его применения на задачи обнаружения сигнала в частотной области на фоне шума с асимметричным видом плотности вероятности в условиях непараметрической априорной неопределенности;
- эффективность разработанного алгоритма обнаружения по сравнению с известным и применяемым на практике алгоритмом выше на 1–14 дБ при отношении сигнал/шум в полосе обзора от –16 дБ до 16 дБ для сигналов современных стандартов радиосвязи, имеющих различные статистические характеристики;
- разработанный комбинированный алгоритм обнаружения объединяет в себе преимущества существующего алгоритма обнаружения узкополосных сигналов и разработанного непараметрического алгоритма, эффективного при обнаружении широкополосных сигналов. Это

позволяет применять его для обнаружения сигналов в диапазоне частот от единиц МГц до нескольких ГГц в условиях отсутствия априорной информации относительно действующих в данной полосе сигналов;

- разработано программное обеспечение, которое позволяет проводить анализ алгоритмов обнаружения радиосигналов по набору синтезированных сигналов с различными статистическими характеристиками, путем статистического моделирования рассчитывать и отображать характеристики обнаружения, а так же проверять работу алгоритмов обнаружения на записях реальных радиосигналов.

Полученные результаты подтверждены значительными объемами результатов компьютерного моделирования, а также их сопоставлением с результатами, полученными при апробации на различных типах реальных сигналов.

Основное содержание диссертационной работы отражено в 11 научных публикациях, среди которых 2 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Кроме того, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания и недостатки диссертационной работы

1. Не указана методика определения ОСШ для синтезированных сигналов.
2. Не используется классическое определение асимметрии плотности распределения, а вводится мера асимметрии распределения. Необходимость введения данного понятия не разъясняется.
3. Для КВ диапазона отсутствует сравнение эффективности предложенного комбинированного алгоритма с известными и упоминаемыми в работе алгоритмами обнаружения В.А. Богдановича, А.О. Чемарова.
4. Остается неясным, используются ли оконные функции при вычислении спектра исходного сигнала.

5. Если оконные функции используются, то было бы интересно определить зависимость вероятности обнаружения, достигаемую предложенными алгоритмами, от выбора оконных функций при вычислении БПФ.

Указанные замечания и недостатки не снижают достоинств диссертационной работы, которая в целом заслуживает положительной оценки.

Заключение

Диссертационная работа «Разработка и исследование алгоритмов обнаружения сигналов в когнитивных радиосетях» полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Стоянов Дмитрий Драганович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Профессор кафедры «Вычислительная техника» ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет»,

доктор технических наук,

доцент

4/6 Сергей Иванович Егоров

305040 г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94
ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет»
Тел. +7(4712) 58-71-05, E-mail: sie58@mail.ru



30.12.2014
С.И. Егоров