

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Титова Константина Дмитриевича «Синтез и анализ алгоритмов обработки сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестной длительностью», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика»

Тенденцией развития современных радиолокационных, диагностических, телекоммуникационных систем является расширение спектра используемых сигналов, обусловленных увеличением объема передаваемого трафика, что позволяет повышать показатели качества систем.

Так, согласно прогнозу развития мобильного трафика во всём мире в период с 2013 по 2018 год компании Cisco, доля мобильного видео-трафика увеличится за 5 лет в 14 раз, и такие темпы роста будут максимальными среди всех категорий мобильных приложений. В целом объём мобильного трафика за 5 лет увеличится в 11 раз к концу 2018 года, достигнув 18 эксабайт в месяц. Общий прогнозируемый годовой трафик в 2018 году достигнет 190 эксабайт.

Эксперты Cisco утверждают, что в дополнение к увеличению объёма мобильного видео-трафика, есть и другие факторы, способствующие росту мобильного трафика: продолжающееся увеличение количества пользователей, персональных мобильных устройств и соединений. К 2018 году общие темпы роста мобильного трафика будут втрое опережать темпы роста фиксированного интернет-трафика. Количество мобильных веб-соединений достигнет 10 млрд в 2018 году, и будет в 1,4 раза выше, чем население земного шара. Количество мобильных пользователей вырастет с 4,1 млрд в 2013 году до 4,9 млрд к концу 2018 года.

Подобные результаты комплексного анализа позволяют четче видеть проблему дефицита частотного ресурса, несовершенство алгоритмов обработки данных и сигналов. Экспоненциальный рост трафика говорит о тупиковой ветви эволюционного развития существующих технологий. Только исследование революционных технологий, основанных на новых физических принципах, позволит своевременно решать задачи коммуникации социума будущего.

В диссертационной работе автором решена одна из фундаментальных задач по обработке сверхширокополосных квазирадиосигналов, которая может положить основу к созданию приемо-передающих устройств нового поколения. Использование подобного подкласса сверхширокополосных сигналов даст возможность помимо решения проблем с дефицитом частотного ресурса, скоростей передачи и объема передаваемых данных, решить проблему с увеличением дальности связи, что позволит разворачивать глобальные сети с широкой зоной покрытия, а не только в густонаселенных мегаполисах.

С учетом сказанного, необходимо отметить крайне высокую **актуальность** темы диссертационной работы Титова Константина Дмитриевича, которая обусловлена первостепенной необходимостью синтеза и анализа фундаментальных алгоритмов обработки сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестными параметрами.

В первой главе автором исследована задача обнаружения сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудой, фазой и длительностью. Синтезирована структура квазиравдоподобного, квазиоптимального и максимально правдоподобного алгоритмов обнаружения сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудой, фазой и длительностью на фоне белого гауссовского шума. Найдены точные и асимптотически точные выражения для характеристик обнаружения синтезированных детекторов. Проведён сравнительный анализ квазиравдоподобного, квазиоптимального и максимально правдоподобного алгоритмов обнаружения сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудой, начальной фазой и длительностью.

Во второй главе рассмотрена задача оценки амплитуды сверхширокополосного квазирадиосигнала. Синтезированы квазиравдоподобные и максимально правдоподобные алгоритмы оценки амплитуды сверхширокополосного квазирадиосигнала, найдены их характеристики (условные смещение, дисперсия и рассеяние). Исследовано влияние априорного незнания длительности сигнала на точность оценки амплитуды.

Третья глава посвящена задаче оценки длительности сверхширокополосного квазирадиосигнала. Синтезированы квазиравдоподобный и максимально правдоподобный алгоритмы оценки длительности сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудой и начальной фазой, наблюдаемого на фоне аддитивного гауссовского белого шума. Найдены структура и статистические характеристики алгоритмов оценки длительности. Исследовано влияние априорного незнания амплитуды и начальной фазы сигнала на точность оценки длительности. Проведён сравнительный анализ точности оценок длительности синтезированных алгоритмов сверхширокополосного квазирадиосигнала с неизвестными амплитудой и начальной фазой и узкополосного радиосигнала.

Содержание диссертационной работы соответствует теме, а сама диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации являются обоснованными.

Исследования, выполненные в диссертации Титовым Константином Дмитриевичем, и их результаты обладают необходимой **научной новизной** и представляются полезными для статистической радиофизики и её практических приложений. Новизной обладают результаты синтеза и анализа алгоритмов обработки сверхширокополосных квазирадиосигналов с тремя неизвестными параметрами: амплитудой, начальной фазой и

длительностью. Синтезированы новые квазиравдоподобные, максимально правдоподобные и квазиоптимальные алгоритмы обработки (обнаружения и оценки параметров) сверхширокополосного квазиреадисигнала с неизвестной длительностью, наблюдаемых на фоне аддитивного гауссовского белого шума. Новизной также обладает представленная методика расчёта характеристик обнаружителей сверхширокополосного квазиреадисигнала при больших отношениях сигнал/шум, в частности, методика нахождения вероятности ложной тревоги максимально правдоподобного алгоритма обнаружения сверхширокополосного квазиреадисигнала.

Достоверность основных результатов подтверждается корректным применением математических методов теории вероятностей, теории случайных процессов, математической статистики и статистической теории информации, согласованием с экспериментальными данными, соответствием выводов известным фундаментальным теоретическим представлениям в частных случаях.

Научная и практическая ценность работы заключается в том, что проведенное автором исследование как вносит значительный вклад в развитие статистической радиофизики, ввиду того что все аналитические выражения получены в общем виде и в замкнутой форме, так и с практической точки зрения, поскольку положив синтезированные алгоритмы в основу проектируемой аппаратуры станет возможным создание высокоэффективных прямо-передающих устройств.

Диссертация Титова Константина Дмитриевича написана доступным научно-техническим языком. Математические выкладки изложены очень кратко, при этом дают возможность читателю понять каждое действие. Содержание автореферата правильно отражает содержание диссертации, а основные результаты были доложены на всероссийских и международных конференциях в престижных учебных заведениях и предприятиях с широкой географией. Все выносимые на защиту результаты публиковались в рецензируемых научных журналах.

Вместе с тем, диссертация Титова Константина Дмитриевича имеет несколько **недостатков**:

1. На ряде иллюстраций встречается зависимость вероятности ложной тревоги от отношения сигнал/шум, при этом отсутствуют пояснения о справедливости и возможности такой зависимости.

2. В тексте автореферата слабо освещен вопрос актуальности и значимости исследования.

3. В диссертационной работе рассмотрен сверхширокополосный квазиреадисигнал с неизвестными амплитудой, начальной фазой и длительностью. Задачи оценки амплитуды и длительности автором решены, а задача оценки начальной фазы проигнорирована.

4. При синтезе алгоритмов обнаружения и оценки параметров отсутствуют какие-либо комментарии о способах практической реализации составных частей структурных схем.

Однако отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности диссертации в целом. Диссертация Титова Константина Дмитриевича представляет научный интерес.

Диссертационная работа Титова Константина Дмитриевича «Синтез и анализ алгоритмов обработки сверхширокополосных квазирадиосигналов с неизвестной длительностью» удовлетворяет требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», содержание работы соответствует специальности 01.04.03 – «Радиофизика», а Титов Константин Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
профессор

заведующий кафедрой высшей математики
и математического моделирования ФГАОУ
ВО «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»

634041, г. Томск, пр. Ленина, д. 36

тел.: (3822)560926,

e-mail: vvkonev@mail.tsu.ru

Конеv Виктор Васильевич

Дата 16 мая 2018

Подпись Конева В.В. заверяю

Подпись

удостоверяю

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ТГУ

Н. А. САЗОНОВА

Должность

