ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, доцента Черноярова Олега Вячеславовича, профессора кафедры электроники и наноэлектроники ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» на диссертацию Доан Тхе Туан «Обработка сверхширокополосных сигналов с неизвестными моментами появления и исчезновения на фоне помех», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика

Актуальность темы диссертационной работы.

Непрерывно продолжающееся развитие новых радиоэлектронных систем требует повышения пропускной способности, а при передаче информации по беспроводному каналу – расширения их возможностей и улучшения качественных характеристик. Один из возможных путей решения этой проблемы заключается в использовании сверхширокополосных сигналов (СШПС).

Физическая основа эффективности СШПС состоит в том, что количество информации, передаваемой в единицу времени, прямо пропорционально рабочей полосе частот. В результате использование СШПС позволяет повысить точность измерений и увеличить разрешающую способность, а соответственно, как следствие, и более успешно (по сравнению с применением узкополосных сигналов) решать задачи радиолокационного обнаружения и распознавания объектов, в том числе замаскированных и подповерхностных, повышения объема и скрытности передачи данных в радиосвязи, увеличения точности определения местоположения в навигационных системах и пр. Так, в глобальной навигационной системе GPS с помощью сети опорных сверхширокополосных радиостанций пользователи могут точно определять свое местоположение в пределах зданий и других участков с мешающими отражениями.

Отметим также, что СШПС могут применяться при проведении радиомониторинга, когда требуется осуществлять обработку сигнала от неизвестного источника с целью установления его местоположения и идентификации. В таких случаях зачастую реализуется угловое сканирование зон ответственности радиолокационной станции, причем, если используется построчное сканирование изображений, то у принимаемого сигнала моменты появления и исчезновения следует считать априори неизвестными. Оценку моментов появления и

исчезновения требуется выполнять и во многих других приложениях радиофизики, радио- и гидролокации, дефектоскопии и пр. Данные оценки позволяют установить наличие цели и ее параметры, имеющиеся дефекты и т.д. Также задачи приема сигналов с неизвестными моментами появления и исчезновения могут найти применение в системах пожарной и охранной сигнализации. Действительно, в области, контролируемой такими системами, может в неизвестные моменты времени появиться и исчезнуть источник сигнала, своевременное обнаружение которого является целью функционирования данных систем.

Таким образом, разработка методов синтеза и анализа алгоритмов обнаружения и измерения СШПС с неизвестными моментами появления и исчезновения является актуальной для ряда современных направлений науки и техники. Тем не менее, к настоящему моменту в указанной области решен весьма ограниченный круг задач, связанных в основном с приемом СШПС на фоне белого шума. В то же время достаточно часто принимаемый СШПС помимо белого шума искажается узкополосной помехой с неизвестными характеристиками (интенсивностью, центральной частотой, полосой частот). В этой связи представляет интерес выполнить анализ обнаружителей и измерителей СШПС в условиях априорной неопределенности относительно его временных параметров и при наличии белых и узколополосных случайных искажений.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Автором достаточно строго проведена декомпозиция рассматриваемой задачи на частные, которые полностью охватывают рассматриваемую задачу.

В работе производится статистический анализ алгоритмов обнаружения СШПС с неизвестными моментами появления и исчезновения и анализ алгоритмов оценки моментов появления и исчезновения СШПС, принимаемых на фоне белого шума и узкополосной гауссовской помехи. Автором выполнен статистический анализ алгоритмов оценки ширины спектра СШПС при наличии белых и узкополоных случайных искажений. Также в работе разработан алгоритм, позволяющий определить местоположение источника СШПС, на основе измерения времени появления сигнала.

Обоснованность и достоверность результатов диссертационной работы подтверждается корректным использованием математического аппарата статистической радиофизики, согласованием результатов, полученных автором в ходе комплекса проведенных теоретических исследований, с результатами

моделирования на ЭВМ, совпадением полученных результатов при переходе к частным случаям с известными, успешной апробацией результатов проведенных исследований на всероссийских и международных конференциях и в научной печати (по теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 8 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК).

Новизна полученных результатов.

В диссертации в соответствии с декларированной целью автором получен ряд новых результатов, к числу основных их которых можно отнести следующие:

1. Рассмотрены алгоритмы обнаружения СШПС с неизвестными формой и моментами появления и исчезновения в условиях действия не только белого шума, но и узкополосных случайных искажений.

2. Рассмотрены алгоритмы оценки моментов появления и исчезновения, а также алгоритмы оценки ширины спектра СШПС с неизвестной в общем случае формой, наблюдаемого на фоне белого шума и узкополосной гауссовской помехи.

3. Исследована эффективность рассмотренных обнаружителей и измерителей от отношения сигнал/шум, отношения помеха/шум и доли энергии СШПС в полосе частот помехи.

4. Статистическое моделирование алгоритмов обнаружения и измерения СШПС с неизвестным моментом появления в отличие от приводимых в литературе результатов реализовано при наличии узкополосных помех.

5. Предложено определять координаты источников СШПС в сложной сигнально-помеховой обстановке, основываясь на трехпозиционной разностно-дальномерной системе при квазиправдоподобной оценке момента появления сигнала или двухпозиционной триангуляционной системы, в которой вместо обнаружителя-пеленгатора используется пара синхронизированных измерителей момента появления сигнала.

Практическая значимость результатов диссертационной работы состоит в том, что обнаружители и измерители, спроектированные на основе рассмотренных алгоритмов обработки, в случае выполнения соответствующих условий могут быть использованы для приема СШПС и извлечения полезной информации в условиях действия не только белых, но и узкополосных помех. Полученные результаты статистического анализа позволяют сделать обоснованный выбор между тем или иным алгоритмом обработки СШПС в зависимости от требований, предъявляемых к их эффективности, а также наличия априорных данных о параметрах сигналов и помех.

Соответствие диссертации отрасли науки и специальности, по которым она представлена к защите.

Представленная диссертация «Обработка сверхширокополосных сигналов с неизвестными моментами появления и исчезновения на фоне помех» соответствует пункту 4 направления исследований паспорта специальности 1.3.4. Радиофизика, а именно, «Разработка новых методов и создание новых приборов для анализа флуктуаций, шумов, случайных процессов и полей в сосредоточенных и распределенных стохастических системах (статистическая радиофизика). Создание новых методов и приборов для анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех. Разработка статистических методов передачи информации. Разработка методов исследований нелинейной динамики, пространственно-временного хаоса и самоорганизации в неравновесных физических, биологических, химических и экономических системах».

Оценка содержания и оформления диссертации.

Материал диссертации изложен технически грамотным языком и достаточно наглядно проиллюстрирован соответствующими рисунками и графиками. Структура работы последовательна и отвечает задачам исследования. Автореферат правильно и полно отражает основное содержание диссертационной работы.

Замечания и недостатки диссертации.

В качестве основных замечаний можно отметить следующие.

1. Не рассмотрены максимально правдоподобные алгоритмы обнаружения и измерения сверхширокополосных сигналов с неизвестными временными параметрами, принимаемых на фоне белого шума и узкополосной гауссовской помехи.

2. Из текста диссертации не ясно, может ли быть использована пространственно-временная обработка для повышения эффективности систем местоопределения излучающих сверхширокополосных радиоэлектронных средств.

3. Хотелось бы видеть более детальный анализ влияния априорного незнания параметров сверхширокополосных сигналов на качество их обнаружения.

4. Не исследовался вопрос использования предложенных алгоритмов в существующих сверхширокополосных радиоэлектронных средствах.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности диссертации в целом.

Выводы.

1. Диссертация Доан Тхе Туан «Обработка сверхширокополосных сигналов с неизвестными моментами появления и исчезновения на фоне помех» является законченной научно-квалификационной работой, посвященной решению новой актуальной задачи – анализу влияния узкополосной помехи на эффективность

функционирования алгоритмов обработки сверхширокополосных сигналов с неизвестными формой и частотно-временными параметрами, что имеет существенное значение для развития радиопромышленности страны.

2. Диссертация удовлетворяет требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Доан Тхе Туан заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

Официальный оппонент:
Профессор кафедры электроники и наноэлектроники
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
университет «МЭИ», д.ф.-м.н. (01.04.03 – Радиофизика),
доцент

Чернояров Олег
Вячеславович
06.06.2025

Адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Телефон: +7 495 362-71-68
Сайт: https://mpei.ru/Pages/default.aspx
E-mail: chernoyarovov@mpei.ru

Я, Чернояров Олег Вячеславович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Доан Тхе Туан

Чернояров Олег Вячеславович
06.06.2025

Подпись удостоверяю
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.И.ПОЛЕВАЯ