

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

доктор юридических наук, профессор  
Иванчин Артём Владимирович



2025 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» 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 исследования.**

На сегодняшний день 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 целесообразности использования СШПС состоит в том, что количество информации, передаваемой в единицу времени, прямо пропорционально полосе используемых частот. Использование СШПС в измерительных системах, медицине, радиолокации и устройствах позиционирования позволяет повысить точность измерений и увеличить разрешающую способность. В глобальной навигационной системе GPS также применяются СШПС: с помощью сети опорных сверхширокополосных (СШП) радиостанций пользователи могут точно определять свое местоположение в пределах зданий и других участков с мешающими отражениями, где приемники GPS не будут эффективно работать из-за многолучевого распространения радиосигналов.

Перспективность методов СШП радиоизмерений была известна давно и достаточно широко обсуждалась, начиная с середины 1970-х годов. Однако их практическая реализация стала возможной только после достижения соответствующего уровня развития следующих технологий:

- технологии генерации последовательностей мощных сверхкоротких (длительностью менее 1 нс) импульсов с высокой стабильностью и большой частотой повторения;
- технологии излучения таких импульсов непосредственно в пространство (СШП антенная техника);
- технологии формирования СШПС с произвольной поляризационной структурой;
- технологии скоростной цифровой обработки больших массивов информации (вычислительная техника).

Учитывая изложенное выше, а также известные данные о разработках СШП устройств, есть веские основания полагать, что уже в ближайшей перспективе СШП радиоэлектронные средства (РЭС) будут активнее применяться в различных, в том числе новых, приложениях.

Итак, разработка и применение СШП РЭС представляет собой качественный скачок в развитии радиоэлектронных систем. Ожидается, что с помощью РЭС с СШПС могут более успешно, чем с узкополосными сигналами, решаться задачи, такие как радиолокационное обнаружение и распознавание объектов, в том числе замаскированных и подповерхностных, повышение объема и скрытности передачи данных в радиосвязи, увеличение точности определения местоположения в навигационных системах и пр.

Отметим также, что СШПС могут применяться при проведении радиомониторинга. В этом случае требуется осуществлять обработку сигнала заранее неизвестных источников с целью выделения и установления местоположения РЭС. В таких случаях зачастую осуществляется угловое сканирование зон ответственности радиолокационной станции. Причем, если используется построчное сканирование изображений, то у принимаемого сигнала моменты появления и исчезновения следует считать априори неизвестными. Кроме того, оценку моментов появления и исчезновения требуется выполнять также во многих других практических 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.

Основываясь на вышеизложенном, можно утверждать, что задача приема СШПС с неизвестными моментами появления и исчезновения является актуальной в различных практических приложениях радиофизики, радио- и гидролокации, а также навигации и управления. Тем не менее, следует отметить, что до сих пор практически отсутствует строгий методологический аппарат, на основе которого можно было бы решать задачи статистического синтеза и анализа алгоритмов обработки СШПС с неизвестными моментами появления и исчезновения при воздействии случайных искажений, а также при наличии различной априорной неопределённости. В частности, большое прикладное

значение имеет задача определения степени влияния имеющихся в канале связи узкополосных помех на эффективность приема СШПС с неизвестными моментами появления и исчезновения.

### **Общая характеристика работы.**

Диссертация Доан Тхе Туан выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный университет». Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 88 наименований. Общий объем диссертации составляет 120 страниц, включая 42 рисунка и 1 таблицу. В целом работа по содержанию, оформлению и объему соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Основные результаты диссертации опубликованы в 13 научных работах, в том числе 8 работ опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК, из которых 3 работы по специальности 1.3.4. Радиофизика. Остальные работы опубликованы в сборниках трудов всероссийских и международных конференций.

Автореферат правильно отражает содержание и результаты диссертации.

### **Научная новизна полученных результатов.**

Наиболее значимыми результатами диссертационного исследования Доан Тхе Туан, обладающими несомненной научной новизной, являются следующие:

- В отличие от известных алгоритмов обнаружения СШПС разработанные алгоритмы учитывают априорное незнание их моментов появления и исчезновения.
- В отличие от известных алгоритмов оценок моментов появления и исчезновения и ширины спектра СШПС разработанные алгоритмы учитывают априорное незнание их моментов появления и исчезновения.
- Статистическое моделирование алгоритмов обнаружения СШПС с неизвестными моментами появления и исчезновения СШПС, в отличие от известных результатов, реализовано при наличии узкополосных помех.
- Предложено определять координаты источников СШПС в сложной сигнально-помеховой обстановке, основываясь на трехпозиционной разностно-дальномерной системе при квазиравдоподобных оценках моментов времени появления сигнала или двухпозиционной триангуляционной системы, в которой вместо обнаружителя-пеленгатора используется пара синхронизированных измерителей времени появления сигнала.

**Достоверность результатов** содержащихся в диссертационной работе, подтверждается физической аргументированностью и математической корректностью исследуемых вопросов, строгостью принятых допущений и введенных ограничений, использованием фундаментальных положений теории радиоприема и обработки сигналов (доказанных ранее и проверенных практикой), использованием апробированного математического аппарата (теории

математической статистики, статистической теории связи, прикладной теории случайных процессов), сходимостью результатов расчета с результатами моделирования на ЭВМ, совпадением полученных результатов при переходе к известным частным случаям.

**Практическая значимость** результатов диссертационной работы состоит в том, что развитые алгоритмы обработки СШПС позволяют их использовать в условиях воздействия узкополосных помех. Базируясь на полученных результатах статистического синтеза и анализа информационных систем, можно обоснованно выбирать и реализовывать соответствующие алгоритмы обработки сигналов, исходя из требований к их эффективности и наличия априорных данных о параметрах сигналов и помех.

#### **Замечания по работе.**

В качестве замечаний, относящихся к существу отдельных положений работы и форме их представления, можно отметить следующее:

– Не приведены обоснования достаточности рассмотренных моделей сверхширокополосных сигналов, используемых в работе, а также для используемых моделей недостаточно обоснована возможная априорная неопределённость относительно их параметров.

– Отсутствует определение термина «момента появления» применительно сверхширокополосным сигналам вида приподнятого косинуса; не ясно, по какому уровню сигнала выносятся решение об обнаружении.

– Отсутствует анализ алгоритмов оценок моментов появления и исчезновения и ширины спектра сверхширокополосных сигналов, принимаемых на фоне других преднамеренных помех, за исключением случаев узкополосных помех.

– По тексту диссертации допущено некоторое количество грамматических и стилистических ошибок.

#### **Заключение.**

Оценивая диссертацию Доан Тхе Туан в целом, её можно классифицировать как законченную научно-квалификационную работу, содержащую ряд новых положений, связанных с решением задачи определения степени влияния имеющихся в канале связи узкополосных помех на эффективность приёма сверхширокополосных сигналов с неизвестными моментами появления и исчезновения, выполненную автором на должном уровне.

Диссертация Доан Тхе Туан «Обработка сверхширокополосных сигналов с неизвестными моментами появления и исчезновения на фоне помех» соответствует предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, её содержание соответствует специальности 1.3.4. Радиофизика, а Доан Тхе Туан достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. Радиофизика.

