

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по науке и инновациям

ННГУ им. Н. И. Лобачевского

М. Ю. Грязнов

« 3 » октября 2025 г.

М.П.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»

(Регистрационный номер 55-25 от 03.10 2025)

на диссертацию Ширкаева Алексея Владимировича «Разработка и исследование аппаратно-ориентированных алгоритмов измерения параметров широкополосного сигнала в условиях доплеровской деформации» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Настоящее заключение выдано на основании личного заявления соискателя ученой степени от 19.06.2025 г.

Диссертация выполнена на кафедре радиотехники радиофизического факультета ННГУ им. Н. И. Лобачевского.

В 2012 г. соискатель ученой степени окончил специалитет НГТУ им. Р.Е. Алексеева по специальности «Радиотехника». Диплом об окончании специалитета от 09.02.2012 г. № КЕМ 87316 выдан ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева». В период с 2016 по 2019 гг. обучался в аспирантуре ННГУ им. Н. И. Лобачевского по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия». Диплом об окончании аспирантуры от 27.09.2019 №105204 0026691.

В период подготовки диссертации Ширкаев А.В. работал в филиале ФГУП-РФЯЦ ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седатова» в должности инженера 1 категории.

Научный руководитель Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой радиотехники радиофизического факультета ННГУ им. Н. И. Лобачевского.

Диссертация обсуждалась на заседании кафедры радиотехники радиофизического факультета ННГУ им. Н. И. Лобачевского. По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Целью работы является разработка алгоритмов измерения параметров фазоманипулированных сигналов в условиях влияния эффекта Доплера с учетом их аппаратно-ориентированной реализации на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС).

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. Анализ особенностей измерения параметров непрерывного фазокодоманипулированного сигнала в условиях доплеровской деформации.
2. Синтез алгоритмов расширения диапазона измеряемых временных задержек в корреляционном измерителе.
3. Синтез алгоритма измерения частотного сдвига фазокодоманипулированного сигнала.
4. Аппаратно-ориентированная реализация алгоритмов измерения параметров фазокодоманипулированного (ФКМ) сигнала и их исследование в условиях доплеровской деформации с учетом эффективного использования вычислительных ресурсов ПЛИС.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации.

Основные теоретические результаты и экспериментальные исследования, выводы и заключения получены лично автором в Нижегородском государственном университете им. Н. И. Лобачевского. К числу значимых результатов, полученных лично автором, следует отнести:

1. Исследование особенностей определения временного и частотного сдвигов фазокодоманипулированного сигнала, основанное на вычислении функции неопределенности, в условиях влияния эффекта Доплера.
2. Разработка аппаратно-ориентированного алгоритма вычисления взаимной функции корреляции, позволяющий в режиме реального времени получать значения функции взаимной корреляции принимаемого и опорного сигналов при эффективном использовании вычислительных ресурсов на базе ПЛИС.
3. Разработка метода устранения неоднозначность определения временной задержки непрерывного ФКМ сигнала.
4. Разработка аппаратно-ориентированного алгоритма совместного определения временного и частотного сдвигов, в котором частотный сдвиг определяется после операции усреднения функции взаимной корреляции за период опорного сигнала.

5. Компьютерное моделирование и экспериментальное исследование разработанных алгоритмов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований, их новизна и практическая значимость.

Достоверность результатов, представленных в диссертационной работе, основана на использовании математически обоснованных современных методов статистической радиофизики, теории цифровой обработки сигналов. Обоснованность предложенных в работе методов и алгоритмов подтверждается компьютерным моделированием, воспроизводимостью в многократных численных экспериментах. Основные результаты, полученные в диссертационной работе, неоднократно обсуждались на всероссийских и международных конференциях. Приоритет и новизна полученных результатов подтверждена наличием действующего патента на изобретения.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Предложен и реализован новый корреляционно-спектральный алгоритм определения частотно-временных сдвигов сигналов с непрерывной (периодической) широкополосной модуляцией, в отличие от существующих методов позволяющий определять временной и частотный сдвиг принимаемых сигналов в условиях влияния эффекта Доплер в реальном масштабе времени.

2. Предложен и запатентован аппаратно-ориентированный алгоритм вычисления взаимной функции корреляции, позволяющий в режиме реального времени получать значения функции взаимной корреляции принимаемого и опорного сигналов при эффективном использовании вычислительных ресурсов на базе ПЛИС.

3. Предложен новый алгоритм измерения временных задержек непрерывного широкополосного сигнала, основанный на комбинированном правиле кодирования, позволяющий повысить диапазон однозначного определения временной задержки от объектов, расстояние до которых превышает зону обзора при непрерывном зондировании фазокодированным сигналом, состоящим из одной модулирующей последовательности.

4. Предложен аппаратно-ориентированный платформонезависимый алгоритм вычисления быстрого преобразования Фурье на ПЛИС без использования умножителей, позволяющий сократить требуемое количество вычислительных ресурсов.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Предложенный алгоритм оценки частотно-временных параметров фазоманипулированных сигналов в условиях влияния эффекта Доплера, учитывающий особенности архитектуры ПЛИС позволяет проектировать

радиотехнические системы с жестко ограниченными вычислительными ресурсами с целью снижения массогабаритных характеристик, а также в задачах импортозамещения.

2. Запатентованное устройство цифрового многоканального коррелятора фазоманипулированных сигналов может быть использовано при разработке систем обработки широкополосных псевдослучайных сигналов с кодовой фазовой манипуляцией в радиолокационных приемных устройствах и устройствах измерительной техники с требованиями к работе в реальном масштабе времени без использования умножителей.

3. Предложенный алгоритм измерения временных задержек на основе комбинированного правила кодирования может быть использован в системах ближней локации для расширения функциональности при снижении количества используемых вычислительных ресурсов.

Соответствие научной специальности. Область исследования диссертации Ширкаева А. В. «Разработка и исследование аппаратно-ориентированных алгоритмов измерения параметров широкополосного сигнала в условиях доплеровской деформации» соответствует пунктам 1, 3, 4, 5 паспорта научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Основное содержание диссертационной работы в полной мере отражено в 15 опубликованных работах: 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК (из них 2 статьи в ведущих изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus); 1 патент РФ на изобретение; 4 статьи и тезиса докладов в сборниках трудов международных научных конференций; 1 тезис доклада в сборниках трудов всероссийских научных конференций; 4 статьи и тезиса докладов в сборниках трудов региональных научных конференций.

Результаты диссертационной работы представлялись:

- на международных конференциях: на научно-технической конференции «Современная элементная база радиоэлектроники» (г. Н. Новгород, 2017), на 20-й научно-технической конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применение» (г. Москва, 2018), на XXX-й конференции "Радиолокация, навигация, связь RLNC*2024" (г. Воронеж, 2024), на 30-ой научно-технической конференции «ИСТ-2024» (г. Н.Новгород, 2024);

- на всероссийских конференциях: на XIII Всероссийской молодежной научно-инновационной школы «Математика и математическое моделирование» (г. Саров, 2019);

- на региональных конференциях: на XX-ой, XXI-й, XXIII-ей, XXVIII-ой

научных конференциях по радиофизике (г. Нижний Новгород, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2016, 2017, 2019, 2024).

Наличие в диссертации ссылок на научные работы, выполненные соискателем ученой степени в соавторстве.

В диссертации Ширкаева Алексея Владимировича имеются ссылки на научные работы, выполненные в соавторстве.

Результаты проверки текста диссертации на предмет неправомерных заимствований.

Результаты проверки текста диссертации на предмет неправомерных заимствований показали, что неправомерные заимствования в тексте диссертации отсутствуют.

Решение о возможности рекомендовать диссертацию к защите в диссертационном совете.

Диссертация Ширкаева Алексея Владимировича «Разработка и исследование аппаратно-ориентированных алгоритмов измерения параметров широкополосного сигнала в условиях доплеровской деформации» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Присутствовало на заседании кафедры радиотехники радиофизического факультета ННГУ:

Всего: 17 чел.,

из них 6 докторов наук, 9 кандидатов наук.

Результаты голосования:

«за» – 17 чел.,

«против» – нет,

«воздержалось» – нет.

Протокол № 10 от 26.06.2025 г.

Подпись
Подпись удостоверяю
«23» 10
Сотрудник УК
Управление
20.1 кадров
№ 4

председатель заседания
д.т.н., профессор,
профессор-консультант
кафедры радиотехники
ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Орлов Игорь Яковлевич

секретарь заседания
ведущий инженер
кафедры радиотехники
ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Кудряшова Ольга Евгеньевна