

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
по учебной и научной работе
кандидат военных наук, доцент

В.Казаков

« 4 » января 2026 года

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чинь Нгок Хиеу «Алгоритмы многоканальной фильтрации импульсных радиосигналов с переменным периодом повторения на фоне узкополосных помех», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация»

Появление высокопроизводительных сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем открывает новые возможности по реализации новых эффективных режимов работы радиолокационных систем, систем радиотехнического мониторинга и передачи данных. Такие системы должны обеспечивать работу в условиях сложной радиоэлектронной обстановки при воздействии естественных и преднамеренных помех. Так, перспективные системы радиолокации должны обеспечивать обнаружение воздушных целей, движущихся с высокими (гиперзвуковыми) скоростями. Это требует для разрешения неоднозначностей при оценке скорости целей реализации обработки сигналов с изменением частоты повторения импульсов в течение времени когерентного накопления сигналов. Бортовые радиолокационные системы воздушной разведки в перспективе должны реализовывать возможность работы с сигналами с программной перестройкой частоты для повышения их радиотехнической защищенности и способности функционировать в условиях радиоэлектронного противодействия. Средства радиотехнического мониторинга должны обеспечивать непрерывную обработку совокупности сигналов с различными периодами повторения в реальном масштабе времени. Повышение помехоустойчивости систем передачи данных реализуется, в том числе, за счет применения программной перестройки частоты и методов когнитивного радио. Все эти направления связаны с необходимостью разработки новых многоканальных алгоритмов спектральной обработки сигналов с переменным периодом повторения в реальном масштабе времени.

В этой связи тема диссертационного исследования Чинь Н.Х. «Алгоритмы многоканальной фильтрации импульсных радиосигналов с переменным периодом повторения на фоне узкополосных помех», посвященная обоснованию моделей сигналов с неэквидистантным периодом следования, а также методов и алгоритмов их обработки в интересах повышения эффективности обнаружения таких

сигналов в радиотехнических системах, является актуальной.

На основании проведенных автором исследований разработана совокупность алгоритмов спектральной обработки сигналов в условиях воздействия шумовых и узкополосных помех.

На наш взгляд, наиболее значимыми научными результатами работы, обладающими высокой степенью научной новизны, являются:

- алгоритм спектральной обработки сигналов с неэквидистантным периодом следования импульсов на фоне шумов;
- алгоритм спектральной обработки сигналов с неэквидистантным периодом следования импульсов на фоне узкополосных помех;
- алгоритм извлечения уточненной оценки скорости цели по результатам вычисления модулирующей доплеровской частоты сигналов с неэквидистантным периодом следования импульсов.

Указанные результаты соответствуют направлениям исследований, определенными паспортами специальностей 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

Теоретическая значимость работы заключается в развитии алгоритмов и способов обработки сигналов, а также структурно-параметрического синтеза архитектуры многоканальных цифровых фильтров с обоснованием критериев оценки эффективности их функционирования. Полученные результаты позволяют выполнять теоретическую оценку характеристик систем цифровой обработки сигналов разрабатываемых образцов современных радиотехнических систем, способствующую минимизации объема затрат на создание технологий построения на этапах разработки и испытаний.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что разработанные автором модифицированные алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ) обеспечивают увеличение среднего энергетического выигрыша в отношении сигнал-шум на 1,6 дБ и увеличение средней вероятности правильного обнаружения сигнала на 10 % при обработке неэквидистантной последовательности импульсов (НПИ) на фоне белого шума по сравнению с многоканальным фильтром на основе классического алгоритма БПФ, а комбинация классического и модифицированного алгоритмов БПФ обеспечивает повышение среднего энергетического выигрыша в отношении сигнал-(помеха+шум) на 1,8 дБ и увеличение средней вероятности правильного обнаружения сигнала на 5 % при обработке НПИ на фоне узкополосной помехи и белого шума по сравнению с многоканальным фильтром на основе классического алгоритма БПФ. Разработанные алгоритмы обеспечивают уменьшение средней относительной погрешности оценки частоты сигнала с неэквидистантным периодом следования импульсов примерно на 38 % по сравнению с многоканальным фильтром на основе классического алгоритма БПФ.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением теоретически обоснованных и прошедших апробацию методов системного анализа, имитационного моделирования сложных технических систем, корректным выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики разработки систем цифровой обработки сигналов.

Она подтверждается:

- наглядной физической трактовкой выявленных закономерностей и эффектов, полученных по результатам моделирования работы алгоритмов обработки сигналов;

- совпадением частных результатов исследования, используемых для верификации результатов моделирования и синтеза алгоритмов обработки сигналов с результатами, полученными с использованием альтернативных подходов, и экспериментальными оценками, содержащимися в работах других авторов.

Научные положения, выводы и рекомендации в полной мере обоснованы и критически оценены по сравнению с известными аналогами. Основные результаты исследования изложены в научно-технических статьях в журналах и изданиях из Перечня Высшей аттестационной комиссии Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Стиль изложения автореферата отличается ясностью и лаконичностью; научная терминология в предметной области и смежных областях исследования используется правильно. Конкретные результаты представлены в объеме, достаточном для раскрытия сути и разъяснения научной новизны результатов работы.

Однако, как можно судить из автореферата, диссертация не лишена недостатков. К наиболее существенным из них, по нашему мнению, относятся следующие.

1. Исходя из содержания автореферата сравнение предложенных алгоритмов проводится с прототипом классического алгоритма БПФ. При этом автор не в полной мере представил сравнение разработанных алгоритмов с другими реализациями, например на основе систем фильтрации с искусственными нейронными сетями.

2. В автореферате в качестве основного показателя оценки эффективности работы предложенных алгоритмов выбран коэффициент улучшения сигнал-шум. Вместе с тем в ряде практических задач важными характеристиками являются точность оценки частоты и разрешение по частоте. Оценки таких характеристик в работе не представлены.

3. На основе проведенных исследований автором показано, что применение алгоритмов многоканальной фильтрации с переменным периодом повторения приводит к появлению дополнительных боковых лепестков в спектре сигналов. Однако в автореферате не представлены исследования по оценке положения и уровня таких лепестков. Такие исследования могли бы стать основой соответствующих методик и использоваться для обоснования параметров сигналов, используемых совместно с предложенными алгоритмами, и обеспечивающих повышение вероятности обнаружения таких сигналов.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную характеристику диссертационной работы.

Выводы.

1. Диссертация «Алгоритмы многоканальной фильтрации импульсных радиосигналов с переменным периодом повторения на фоне узкополосных помех» является завершенной научно-квалификационной работой. В ней на основании выполненных автором исследований решена научная задача, имеющая значение для

повышения эффективности функционирования радиотехнических систем за счет научного обоснования алгоритмов многоканальной обработки когерентной последовательности импульсов с переменной частотой повторения.

2. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, соответствующие направлениям исследований, установленных паспортами специальностей 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация». Результаты диссертационного исследования нашли практическое использование при обосновании технических путей построения цифровых систем обработки сигналов в радиотехнических системах и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку.

3. Работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Чинь Н.Х., достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) 15 января 2026 года, протокол № 12.

Лица, подписавшие отзыв на автореферат, выражают согласие на включение в аттестационное дело соискателя ученой степени Чинь Н.Х. своих персональных данных и их дальнейшую обработку.

Доцент кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
доктор технических наук, доцент



Рязанцев Леонид Борисович

«15» января 2026 года

Доцент кафедры электрооборудования
(и оптико-электронных систем)
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)
кандидат технических наук



Дмитриев Владимир Михайлович

«15» января 2026 года

ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА
Н.Е.ЖУКОВСКОГО И Ю.А.ГАГАРИНА» (Г. ВОРОНЕЖ)
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а,
тлф. 8-(473)-244-78-25, E-mail: vaiu@mil.ru