



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)**

*Малый Харитоньевский пер., дом 4, Москва, 101000
телефон/факс: (495) 624-98-00, (495) 624-98-63, e-mail: info@imash.ru, www.imash.ru
ОКПО 00224588, ОГРН 1037700067492, ИНН 7701018175, КПП 770101001*

19.12.2025 № *11503-01/12-694*
На № *5659/38* от *18.11.2025*

**ОТЗЫВ
официального оппонента**

на диссертационную работу Нгуен Чонг Куанга «Алгоритмы обработки радиотехнических сигналов на фоне нестационарных шумов с постоянным значением ошибки первого рода», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям .

2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и
2.2.16 «Радиолокация и радионавигация»

Актуальность диссертационной работы.

В современных радиотехнических системах (РТС) обработка радиосигналов происходит на фоне как гауссовских, так и негауссовских шумов. При этом параметры шума в процессе наблюдения за сигналом могут варьироваться, что приводит к необходимости доработки известных и разработке новых алгоритмов обнаружения радиосигналов, обеспечивающих постоянное значение ошибки первого рода.

В настоящее время известно большое количество алгоритмов стабилизации ошибки первого рода, предназначенных для работы в условиях стационарных шумов. При этом существующие подходы не учитывают изменение среднего значения уровня шума.

В связи с этим возникает необходимость разработки новых алгоритмов, обеспечивающих стабилизацию ошибки первого рода в условиях нестационарного шума. Предлагаемые в диссертации алгоритмы не требуют предварительного формирования «карты помех», не требуют априорного знания наклона прямой, аппроксимирующей изменение среднего значения шума.

В связи с этим по совокупности рассмотренных технических вопросов кандидатская диссертация Нгуен Чонг Куанга, посвящённая разработке новых и совершенствованию известных алгоритмов, обеспечивающих постоянное значение ошибки первого рода при обнаружении радиосигналов на фоне нестационарного негауссовского шума является весьма актуальной и значимой для развития РТС.

Автореферат диссертации, а также публикации соответствуют и отражают содержание диссертационной работы, а сама диссертация соответствует специальностям 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» и 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении диссертации автор корректно обосновал актуальность выбранной темы исследования. Чётко сформулированы цель и задачи работы, подробно изложены научная новизна и основные положения, выносимые на защиту. Автор представил описание методов исследования, а также определил объект и предмет исследования. Отмечена достоверность полученных результатов и раскрыта их практическая значимость; приведены сведения о реализации и внедрении результатов. Отражён личный вклад соискателя, представлены данные об апробации работы и публикациях по теме исследования, а также дана общая характеристика глав диссертации.

В первой главе диссертации представлены подходы, направленные на снижение вычислительной сложности известного алгоритма стабилизации уровня ложной тревоги. Автор предложил модифицированный алгоритм стабилизации ошибки первого рода, заключающийся в разбиении «скользящего окна» на «подокна» меньшего размера, сортировки отсчётов в каждом «подокне», с последующим выбором отсчёта, соответствующего оценке дисперсии шума по критерию «большее из» или «меньшее из». Также в данной главе приведены аналитические выражения для вероятности ошибки первого рода, что подтверждает теоретическую обоснованность предлагаемого алгоритма.

Во второй главе проведён сравнительный анализ эффективности известных алгоритмов, обеспечивающих постоянное значение ошибки первого рода, основанных на построении «карты помех», усреднении в пределах «скользящего окна» и на основе использования порядковых статистик в условиях нестационарного шума.

Представлены результаты вывода аналитических выражений для плотности распределения вероятностей оценок коэффициентов полинома, применяемого для аппроксимации изменения среднего значения шума в пределах «скользящего окна».

В третьей главе предложен алгоритм, обеспечивающий постоянное значение ошибки первого рода в условиях нестационарного шума и основанный на выборе линейной или квадратичной аппроксимации среднего значения шума. Также предложено предварительно проводить тестирование шума в «скользящем окне» на стационарность с использованием критерия Манна–Уитни. Автором проведено имитационное моделирование и показано, что предлагаемые алгоритмы обеспечивают выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум до 6 дБ по сравнению с алгоритмом, основанным на вычислении дисперсии шума посредством усреднения элементов «скользящего окна». Также в данной главе приведена эффективность синтезированных алгоритмов при обработке экспериментальных данных, полученных с помощью однокиповой РЛС серии AWR1642. При этом результаты обработки экспериментальных данных, а также результаты моделирования и теоретических расчётов совпадают.

В заключении приведены основные результаты исследования.

В приложениях приведены акт о внедрении, структурная схема алгоритмов, предлагаемых в кандидатской диссертации, а также копии свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Получены новые аналитические выражения плотности распределения вероятностей на входе устройства стабилизации ошибки первого рода с двухэтапной процедурой сортировки и с последующим выбором порога по принципу «большого значения» или «меньшего значения».

2. Получены новые аналитические выражения плотностей распределения вероятностей оценок коэффициентов полиномов, полученных с помощью метода наименьших квадратов.

3. Разработан алгоритм стабилизации ошибки первого рода при обнаружении сигнала на фоне нестационарного шума, среднее значение которого меняется в пределах «скользящего окна», в основе которого лежит линейная и квадратичная аппроксимация среднего значения с последующей компенсацией изменения среднего значения.

4. Разработан алгоритм стабилизации ошибки первого рода на основе проверки стационарности шума в пределах «скользящего окна». В его основе лежит критерий Манна–Уитни с последующим выбором модели аппроксимации среднего значения шума в пределах «скользящего окна».

Значимость научных результатов состоит в том, что

а) полученные автором новые аналитические выражения плотности распределения вероятностей на входе порогового устройства служат основой для расчёта порога обнаружения алгоритма стабилизации ошибки первого рода при сегментации входной выборки;

б) разработанные алгоритмы обеспечивают стабилизацию ошибки первого рода при обнаружении сигнала в условиях нестационарного шума, характерного для реальных РТС, и также обеспечивают выигрыш в пороговом отношении сигнал-шум по сравнению с известным алгоритмом «СОПР».

Достоверность и обоснованность результатов диссертации обеспечивается корректным использованием математического аппарата, с использованием теории статистической радиотехники, методом математического моделирования и экспериментальных исследований. Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждается близостью результатов имитационного моделирования, теоретических расчётов и экспериментов.

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина» и в компании АО «Разработка коммерческих и электронных технологий E-STAR» (Вьетнам).

Апробация результатов работы и публикации

Диссертационная работа Нгуен Чонг Куанга прошла достаточную апробацию, основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 23 работах, из которых: 8 статей в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК, 8 публикаций в сборниках всероссийских и международных конференций и 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, реализующих предложенные алгоритмы.

Замечания по диссертации

1. В диссертационной работе автор ограничился рассмотрением задачи обеспечения постоянного значения ошибки первого рода при обнаружении лишь одного объекта, тогда как в реальных условиях возможно присутствие нескольких объектов.

2. В диссертационной работе приведены определённые новые аналитические выражения плотностей распределения вероятностей, однако их представление не является достаточно детализированным.

3. Не указаны вычислительные затраты при использовании алгоритма обработки случайных сигналов на фоне нестационарного шума с адаптивным выбором модели изменения среднего шума.

Заключение по работе

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработаны алгоритмы обработки радиотехнических сигналов на фоне нестационарных шумов с постоянной ошибкой первого рода.

Диссертационная работа Нгуен Чонг Куанга соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Нгуен Чонг Куанг, заслуживает 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».

Главный научный сотрудник лаборатории
«Компьютерных систем автоматизации
производства и цифровых технологий»
доктор технических наук, профессор

Дата « 17 » декабря 2025 г.

 Алексей Владимирович Николаев

Почтовый адрес: 101000, Москва,
Малый Харитоньевский переулок, д.4.
Тел. моб.: +7-977-340-08-67
E-mail: alarmoren@yandex.ru

С ответом ознакомлен 12.01.2026

Подпись руки Николаева А.В. заверяю:

Ученый секретарь ИМАШ РАН
кандидат технических наук



В.Ф. Юдкин