

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора –
главный инженер
АО «ФНИЦ «ННИИРТ»
М.Е. Францев
«28» 07 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Грошкова Игоря Дмитриевича
на тему: «Формирователи когерентных радиосигналов с низким уровнем фазовых шумов на основе высокоскоростных цифро-аналоговых преобразователей»
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 — Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения (технические науки)

Актуальность темы исследования

Современное развитие радиотехнических систем, комплексов беспроводной связи и многоканальных ММО-систем предъявляет всё более жёсткие требования к качеству формируемых сигналов. Особую значимость приобретает обеспечение когерентности каналов, низкого уровня фазовых шумов формирователей сигналов и возможности оперативной перестройки частоты. Перспективным направлением решения этих задач является применение высокоскоростных цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) в специальных режимах работы с использованием копий спектра (образов) сигнала в высших зонах Найквиста. Такой подход позволяет существенно упростить аппаратную реализацию устройств, повысить выходную частоту без ухудшения шумовых характеристик формирователей. Вместе с тем, в научной литературе недостаточно внимания уделяется вопросам методики расчёта и проектирования таких формирователей, а также разработке экспериментально подтверждённых математических моделей их шумовых характеристик. В связи с этим диссертационное исследование Грошкова И. Д. представляется актуальным и своевременным.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- разработана методика расчёта и проектирования формирователей когерентных радиосигналов на основе высокоскоростных ЦАП, использующих образы сигнала в высших зонах Найквиста в специальных режимах;
- предложены математические модели спектральной плотности мощности фазовых шумов, учитывающие влияние специальных режимов работы ЦАП (включая RZ и RF);
- разработана структура цифрового формирователя фазоманипулированных сигналов с комбинированием данных, обеспечивающая повышение быстродействия и сокращение требуемого объёма блоков памяти в два раза.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии научно-методического аппарата проектирования формирователей когерентных радиосигналов, включая алгоритм частотного планирования и математические модели фазовых шумов с учётом специальных режимов высокоскоростных ЦАП.

Практическая значимость подтверждается конкретными разработками: обобщённой структурной схемой, программным продуктом для автоматизированного проектирования, цифровым формирователем

фазоманипулированных сигналов и схемой гибридного синтезатора частот. Результаты защищены патентами и подтверждены актом внедрения.

Апробация и достоверность результатов

Результаты работы прошли широкую апробацию на 7 международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, включая 4 статьи в изданиях ВАК и 1 в Scopus. Получено 2 патента на полезные модели и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Достоверность результатов обеспечена сочетанием теоретических методов, имитационного моделирования и натурных испытаний реальных устройств.

Несмотря на высокий научный уровень работы, можно отметить следующие **частные замечания**:

- недостаточно подробно раскрыты численные значения коэффициентов, определяющих уровень различных типов шумов ЦАП;

- не указаны конкретные типы высокоскоростных ЦАП, использованных в моделировании;

- в недостаточной степени освещён механизм минимизации интермодуляционных искажений в многоканальных системах.

Вывод

Отмеченные замечания носят частный характер и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы. Представленная работа Грошкова Игоря Дмитриевича является законченным научно-квалификационным исследованием, обладающим актуальностью, научной новизной и практической значимостью. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям Положения о присуждении учёных степеней и критериям ВАК по специальности 2.2.13 — «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения». Автор диссертации, Грошков Игорь Дмитриевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Отзыв составил

Кандидат физико-математических наук
(специальность 1.3.4 - Радиоп физика),
старший научный сотрудник акционерного
общества «Федеральный научно-
производственный центр «Нижегородский
научно-исследовательский институт
радиотехники»



Козлов Сергей Александрович
28.07.2026

Почтовый адрес АО «ФНПЦ «ННИИРТ»:
603950, г. нижний Новгород, ул. Шапошникова, д. 5.
Телефон: +7 (831) 469-58-19
E-mail: nniirt@nniirt.ru

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС АО «ФНПЦ «ННИИРТ»
(Протокол № 12 от 28.07.2026 г.)

Подпись старшего научного сотрудника Козлова С.А. заверяю

Ученый секретарь НТС АО «ФНПЦ «ННИИРТ»



И.В. Сычушкин