



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический
университет»
РТУ МИРЭА

просп. Вернадского, д. 78, Москва, 119454
тел.: (499) 600 80 80 доб. 20563, факс: (495) 434 92 87
e-mail: mirea@mirea.ru, <http://www.mirea.ru>

26 ИЮН 2026

№ 08-1340/1

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования «Владимирский
государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых»
Ученному секретарю
диссертационного совета
24.2.281.01
Самойлову С.А.

ул. Горького, 87, ВлГУ, каф.РТиРС,
г. Владимир, 600000

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Грошкова Игоря Дмитриевича
«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»**

Современные радиотехнические системы всё чаще используют многоканальные формирователи когерентных сигналов для обеспечения высокой помехоустойчивости и снижения числа ошибок при передаче данных. Наиболее эффективным решением является использование цифровых вычислительных синтезаторов и цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП), позволяющих формировать сложно-модулированные сигналы с низким уровнем фазовых шумов. При этом в научной литературе недостаточно внимания уделено методикам проектирования и математическому моделированию шумовых характеристик устройств на основе высокоскоростных ЦАП, работающих в специальных режимах и использующих образы сигнала.

Целью работы – разработка научно-методического обеспечения проектирования формирователей когерентных радиосигналов на основе высокоскоростных ЦАП в специальных режимах работы является актуальной и важной научной задачей.

Научная новизна работы заключается в:

– разработке автором методики расчёта и проектирования формирователей

когерентных радиосигналов на основе высокоскоростных ЦАП, использующих высшие зоны Найквиста для повышения частоты;

– построении математических моделей спектральной плотности мощности фазовых шумов формирователей сигналов, в которых учитывается влияние специальных режимов работы высокоскоростных ЦАП;

– реализации структуры цифрового формирователя фазоманипулированных сигналов, позволяющей повысить его быстродействие и сократить необходимый объем блоков памяти в два раза.

В автореферате чётко показана структура работы, которая состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы, что логично отражает ход исследования.

В работе проведен анализ основных характеристик и методов построения формирователей когерентных высокочастотных сигналов со сложными видами модуляции. Разработан алгоритм частотного планирования и методика проектирования формирователей когерентных радиосигналов на основе высокоскоростных ЦАП в специальных режимах работы. Разработаны и подтверждены экспериментально математические модели шумовых характеристик формирователя когерентных радиосигналов, позволяющие проводить оценку параметров таких формирователей с учётом влияния специальных режимов работы высокоскоростных ЦАП. Приведена структурная схема цифрового формирователя фазоманипулированных сигналов на основе цифроаналогового преобразователя с двух портовым интерфейсом и удвоенной скоростью передачи, использующая комбинирование данных и позволяющая повысить его быстродействие и сократить необходимый объём памяти в два раза. Предложена схема гибридного синтезатора частот с квадратурным модулятором и многоканальным ЦАП для смещения частоты в цепи обратной связи ФАПЧ, позволяющая уменьшить коэффициент деления в цепи обратной связи и расширить диапазон подстройки синтезатора с помощью цепи смещения.

Полученные в работе результаты подтверждены натурными испытаниями, двумя патентами на полезные модели, свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также актом внедрения результатов диссертационной работы.

Апробация работы проводилась на Международных и Всероссийских конференциях, основные результаты опубликованы в 16 работах, в том числе в четырёх статьях в рецензируемых изданиях из перечня ВАК.

Замечания и недостатки:

1. Схема гибридного синтезатора частот с квадратурным модулятором и многоканальным ЦАП указана в заключении в качестве одного из результатов работы, однако о ней не сказано в задачах исследования и положениях научной новизны.

2. На рисунке 4 используются обозначения графиков $SA(F)$, $SB(F)$, $SB(F)$ для которых в тексте не приводится расшифровка.

Однако указанные замечания и недостатки не влияют на результаты

исследования Грошкова И.Д., представленное в диссертационной работе, решает важную научно техническую задачу и имеет существенную теоретическую и практическую значимость. Автор разработал научно методическое обеспечение, позволяющее проектировать формирователи когерентных радиосигналов с низким уровнем фазовых шумов за счёт применения высокоскоростных ЦАП в специальных режимах работы.

Считаю, что диссертация Грошкова Игоря Дмитриевича на тему «Формирователи когерентных радиосигналов с низким уровнем фазовых шумов на основе высокоскоростных цифро-аналоговых преобразователей» полностью соответствует требованиям ВАК, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Директор научно-учебного центра
«Космических систем и
комплексов», профессор кафедры
телекоммуникаций РТУ МИРЭА
д.т.н., доцент



Шпак Александр Васильевич

просп. Вернадского, д. 78, Москва,
119454, тел. 8(910)436-85-34
alexander.shpack@yandex.ru

Подпись Шпака А.В. заверяю:



Президент РТУ МИРЭА,
академик РАН



А.С. Сигов

26.06.2026