



Автономная некоммерческая организация

"Институт инженерной физики"

(АНО "Институт инженерной физики")

Большой Ударный пер., д. 1А, стр. 1, г. Серпухов,
г.о. Серпухов, Московская обл., 142210

тел. 8(4967)353193; 351371; 8-499-400-05-75

факс: 8(4967)354420

e-mail: info@iifmail.ru; <http://www.iifrf.ru>

ОКПО 58914325, ОГРН 1225000027108,

ИНН/КПП 5043075306/504301001

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор –

Первый Вице-президент

почётный работник науки и техники РФ,

кандидат технических наук, доцент



Е.М. Ананьев

10 июня 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Жизняковой Натальи Александровны на тему: «Математические модели быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей в специальных режимах работы для формирования высокочастотных сигналов с малым уровнем фазовых шумов», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы устройства телевидения (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертация Жизняковой Н.А. посвящена задаче повышения выходной частоты и снижения уровня фазовых шумов формирователей радиосигналов на основе быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП).

Традиционные методы синтеза частот имеют известные ограничения: системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) обеспечивают низкий уровень фазовых шумов, но характеризуются низким быстродействием при перестройке, тогда как системы прямого цифрового синтеза обладают высокой скоростью перестройки, но ограничены по выходной частоте тактовой частотой ЦАП. Перспективным путем является использование образов (копий спектра) основной частоты в высших зонах Найквиста, однако для практической реализации этого подхода требуется разработка математических моделей, учитывающих специальные режимы работы ЦАП. Таким образом, цель работы

– уменьшение уровня фазовых шумов при повышении выходной частоты за счет использования образов – является актуальной.

В ходе выполнения диссертации автором решен ряд задач:

– проведен анализ применения быстродействующих ЦАП для формирования высокочастотных сигналов и выявлены недостатки существующих моделей;

– разработаны математические модели известных специальных режимов работы ЦАП с использованием образов основной частоты;

– предложены и обоснованы два новых специальных режима работы – RFZ3 и RFZ4, позволяющие увеличить амплитуды образов в высших зонах Найквиста;

– разработаны математические модели шумовых характеристик ЦАП в специальных режимах;

– создан алгоритм и программное обеспечение для частотного планирования, обеспечивающие выбор режима работы ЦАП из условия минимума фазовых шумов.

Научная новизна работы, согласно автореферату, заключается в следующем:

– предложены два новых специальных режима работы ЦАП (RFZ3 и RFZ4), для которых *получены* аналитические выражения коэффициентов передачи по амплитуде; показано, что эти режимы *обеспечивают увеличение* амплитуд образов в зонах Найквиста 6-10 на 11-22 дБ относительно NRZ;

– разработаны математические модели спектральной плотности мощности (СПМ) фазовых шумов ЦАП на образах основной частоты, *учитывающие* влияние специальных режимов работы через коэффициенты передачи фазовых шумов;

– предложена модернизированная методика определения коэффициентов модели фазовых шумов, *позволяющая* по ограниченным паспортным данным получать модель с погрешностью всего в несколько децибел.

Практическая значимость работы:

1. Разработанный алгоритм частотного планирования и реализованное на его основе программное обеспечение позволяют на этапе проектирования выбрать оптимальный режим работы ЦАП, обеспечивающий минимум фазовых шумов.

2. Предложенная и запатентованная схема гибридного синтезатора на основе ЦАП в специальных режимах работы позволяет формировать сигнал на частоте 5 ГГц с уровнем фазовых шумов на 29 дБ меньше классической системы ФАПЧ с делителем в цепи обратной связи.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным применением методов спектрального анализа и математического моделирования, а также подтверждена хорошим совпадением смоделированных шумовых характеристик с паспортными данными реальных микросхем ЦАП.

Автореферат диссертации составлен в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, обладает внутренним единством и написан на хорошем научно-методическом уровне, дает полное представление о диссертации. Материал изложен последовательно, логично, технически грамотно, с достаточной детализацией, с использованием необходимых формул и рисунков. Практическая ценность и достоверность полученных результатов подтверждается: патентом на полезную модель, свидетельствами о гос. регистрации программы для ЭВМ и актами внедрения в АО «Муромский завод радиоизмерительных приборов» и ВлГУ.

Публикации по теме диссертации

По результатам диссертационной работы опубликовано 24 научных труда, в т.ч.: 8 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 6 – в сб. тр. междунар. и всеросс. НК, 3 – в научных изданиях, индексируемых в международной реферативной базе Scopus, 1 полезная модель (№ 214526 от 25.05.2022) и 2 свидетельства о гос. регистрации программы для ЭВМ (№№ 2022683305, 2024614356).

В качестве *недостатков (замечаний)* можно отметить следующее – в автореферате:

1) отсутствует явное описание физической сущности предложенных новых режимов RFZ3 и RFZ4 – из текста не до конца понятно, как именно формируется управляющий сигнал на входе ЦАП в этих режимах;

2) на рис. 6 (а), 6 (б) приведены графики СПМ фазовых шумов для различных режимов, включая RFZ3 и RFZ4, однако из текста не ясно, оценивалось ли влияние новых режимов на другие важные параметры сигнала, такие как уровень побочных дискретных составляющих или отношение сигнал/шум по амплитуде.

Тем не менее, в рамках рассматриваемого исследования, высказанные недостатки не являются критическими, не снижают научной и практической ценности проведённого диссертационного исследования и, в целом, не влияют на общую положительную оценку.

Выводы:

Исходя из содержания автореферата, диссертация Жизняковой Натальи Александровны на тему: «Математические модели быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей в специальных режимах работы для формирования высокочастотных сигналов с малым уровнем фазовых шумов», *представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, выполненную лично автором, выполненную на актуальную тему, имеющую теоретическую и практическую значимость.*

По степени новизны, научной значимости и практической ценности, работа удовлетворяет критериям пунктов 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утв. Пост. Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, *а её автор – Жизнякова Наталья Александровна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы устройства телевидения (технические науки).*

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-технического совета АНО «Институт инженерной физики» (протокол № 29/06/01 от 29.06.2026).

Старший научный сотрудник отдела проектирования и разработки радиоэлектронной аппаратуры управления специальных систем и средств связи центра систем и средств защиты доктор технических наук, профессор

 Владислав Валентинович Квашенников

«19» июня 2026 г.
тел. 8 (4967) 35-31-93, доб. 188;
e-mail: vvkvashennikov@iifmail.ru

Я, Квашенников Владислав Валентинович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Жизняковой Натальи Александровны, и их дальнейшую обработку В.В. Квашенников

Начальник управления специальных систем и средств связи центра систем и средств защиты почётный радист, кандидат технических наук

 Виктор Анатольевич Прасолов

«19» июня 2026 г.
тел. 8 (4967) 35-31-93, доб. 187;
e-mail: vaprasolov@iifmail.ru.

Я, Прасолов Виктор Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Жизняковой Натальи Александровны, и их дальнейшую обработку В.А. Прасолов

Начальник научно-методического управления почётный работник науки и высоких технологий РФ, кандидат технических наук, доцент

 Алексей Александрович Коробков

«19» июня 2026 г.
тел. 8 (4967) 35-31-93, доб. 148;
e-mail: aakorobkov@iifmail.ru.

Я, Коробков Алексей Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Жизняковой Натальи Александровны, и их дальнейшую обработку А.А. Коробков

Сведения об организации:

Автономная некоммерческая организация «Институт инженерной физики» (АНО «Институт инженерной физики»).

Адрес: 142210, Московская обл., г. Серпухов, Большой Ударный пер., д. 1А, стр. 1;
сайт: <https://iifrf.ru/>; тел.: 8 (4967) 35-31-93; факс: 8 (4967) 35-44-20; e-mail: info@iifmail.ru.

Подписи Квашенникова В.В., Прасолова В.А. и Коробкова А.А. заверяю.

Секретарь Научно-технического совета
АНО «Институт инженерной физики»
кандидат технических наук

«19» июня 2026 г.



 Мария Михайловна Авдеева