



Акционерное общество
«Проектно-конструкторское бюро
«РИО»
(АО «ПКБ «РИО»)

Уральская ул., д. 19, корп.9, литер. Ж,
Санкт-Петербург, 199155
Для почтовых отправок:
а/я 91, Санкт-Петербург, 199155
Тел/факс (812) 313-61-81
E-mail: rio@pkb-rio.com, www.pkb-rio.com
ОКПО 11147091, ОГРН 1027800540162
ИНН/КПП 7805069865/785150001

№ _____

Отзыв на автореферат диссертации

УТВЕРЖДАЮ
Врио генерального директора
АО «ПКБ «РИО»

Ю.К. Носков

« 5 » октября 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Юрия Александровича Никитина
на тему «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты
радиоэлектронных систем», представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 2.2.13 Радиотехника,
в том числе системы и устройства телевидения

Проблема современной теории и техники синтеза частот заключается
в сложности сочетания разных, зачастую противоречивых, методов синтеза
в едином устройстве при безусловном соблюдении требований Заказчика.

Актуальность темы диссертационного исследования определяется
решаемой в ней научной проблемой: разработкой общей теории
цифроаналогового синтеза частот с использованием конечных автоматов (КА)
в сочетании с частными теориями, дополняющими основную, а именно: теории
оптимального (чисто цифрового) КА для синтеза частот, теории спектрального
анализа колебаний при когерентном синтезе частот с помощью КА, теории

модифицированного (цифроаналогового) КА, теории линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне, включающих:

- методы формирования квазиравномерной последовательности импульсов (КРП);
- метод сложнопериодической решетчатой функции (СРФ) для анализа и расчета спектров периодических колебаний при когерентных преобразованиях частот с помощью КА;
- метод алгоритмической компенсации помех дробности на выходе синтезаторного кольца ИФАП.

Современные гетеродины профессиональных радиоприемников и возбудители мощных радиопередающих устройств, насыщены цифровыми элементами, основная масса которых подпадает под определение КА. Важно также отметить, что КА таких систем определяют не только структуру, но и параметры сигналов, формируемых на выходе синтезаторов частоты.

Автором систематизированы и обобщены различные направления теории и техники современного синтеза частот, прежде всего методов пассивного и методов активного синтеза частот; с помощью аналитических выражений описана работа оптимального КА во временной области, и получена аналитическая запись параметров выходного колебания КА (КРП импульсов), что позволяет полностью определить параметры синтезируемого колебания.

Используемые математические подходы, основанные на разложении рационального числа N – основного параметра КА, в цепную дробь по алгоритму Евклида и решения соответствующего диофантова уравнения распространены на различные структуры КА; рассмотрены два варианта оптимального КА – прямочастотный и прямопериодный и доказано, что они формируют на своем выходе единое квазиравномерное двухуровневое колебание, т.е. поток импульсов с наименьшим временным отклонением от равномерного потока импульсов требуемой частоты.

В работе рассмотрен метод спектрального анализа колебаний при когерентных преобразованиях частот с помощью метода СРФ. Такой подход позволил добиться нескольких полезных **теоретических и практических результатов**:

использована единая математическая модель с открытой архитектурой;

использован единый математический аппарат на основе теоретико-числовых преобразований, а именно, на основе разложения рационального числа N в цепную дробь и решения соответствующего диофантова уравнения;

модель распространена на цифроаналоговые структуры синтеза частот, т.е. на цифровые структуры оптимальных КА, которые дополнены цифроаналоговыми преобразователями (ЦАП) и управляемыми устройствами задержки (УУЗ).

С помощью метода СРФ ряды с бесконечными пределами свернуты, т.е. получены аналитические выражения для нахождения тонких (детальных) спектров колебаний.

Рассмотрена структурная реализация пассивных цифровых и пассивных цифроаналоговых автоматов, которые дополнены цифроаналоговыми компонентами, что позволяет перевести полученные теоретические результаты в инженерную плоскость.

В работе решена важная для практики проблема ограничения конечной точности цифроаналогового преобразования вследствие ограничений, накладываемых используемыми технологиями, и эта проблема не решалась кардинально в течение многих лет. С помощью нониусного метода реализовано качественное увеличение точности и (или) быстродействия нониусных ЦАП, что позволило практически удвоить разрядную сетку при использовании (недостаточной) точности исходных парциальных ЦАП.

Автором существенно развита теория квазилинейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном и субнаносекундном диапазоне, которая основана на промежуточных преобразованиях цифрового кода управления во временной интервал (в

задержку импульсов с выхода оптимального КА); получены соответствующие формулы для инженерных расчетов. Такой результат важен, поскольку активные элементы УУЗ – транзисторы и диоды, работают на пределе своих возможностей – в режиме большого сигнала, что не позволяет линеаризировать схему УУЗ, и в области чрезвычайно малых времен, что приводит к необходимости учета конечного быстродействия полупроводниковых приборов в субнаносекундном диапазоне. Полученные теоретические результаты подкреплены методикой расчета таких устройств и серийным внедрением в аппаратуру синтеза частот.

Впервые получен интересный для теории автоматов и важный для практики синтеза частот результат, а именно подавление самых низкочастотных помех дробности в синтезаторном кольце ИФАП с помощью чисто цифрового подхода, а именно с помощью метода алгоритмической компенсации. Полезность метода алгоритмической компенсации помех дробности подтверждена реальными измерениями спектров синтезируемых колебаний экспериментальных и серийных образцов аппаратуры.

Автореферат диссертации обеспечивает достаточно полное представление о структуре и содержанию диссертационной работы.

По автореферату можно высказать следующие замечания:

1. вопросы использования и сравнения операторов выделения целой части рационального числа следовало бы перенести в Приложения;
2. некоторые таблицы (на странице 14 и 26) не имеют номера и названия, что затрудняет чтение;
3. на странице 18 – (рисунок 11) в качестве примера приведена только 1 структура идеального формирующего фильтра, но их может быть больше;
4. объяснение расширения зон Найквиста на рисунке 14 на странице 21 скомкано, хотя с практической точки зрения весьма перспективно;
5. при рассмотрении различных структур УУЗ было бы желательно провести их сравнительный анализ;

6. параметр μ на странице 32 не определен – он обратно пропорционален коэффициенту нелинейности ГПН?

Указанные выше замечания не снижают общую положительную оценку рассматриваемой диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты радиоэлектронных систем» удовлетворяет требованиям п.п. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Никитин Юрий Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.13 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Даю согласие на включение моих персональных данных в аттестационное дело соискателя Никитина Юрия Александровича и их дальнейшую обработку.

Заместитель генерального директора - главный конструктор проектов
к.т.н., доцент



О. Кильдишева

Старший научный сотрудник отдела научных исследований и разработок
д.т.н., профессор



Н. Савищенко

Отзыв на автореферат обсужден на заседании Научно-технического совета АО «ПКБ «РИО». Протокол № 10 от 01. 10.2026 г.

Ученый секретарь НТС
к.т.н., доцент



А. Давыдов

199155 г. Санкт-Петербург, Уральская ул., д. 19, корп.9, литер. Ж,
Акционерное общество «Проектно-конструкторское бюро «РИО»
(АО «ПКБ «РИО»). Тел/факс (812) 313-61-81
E-mail: rio@pkb-rio.com, www.pkb-rio.com

Отп. А.В. Давыдов
Тел. +7(812) 313-61-81, доб. 2160