



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКИХ СИЛ»
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБУ «ЦНИИ ВКС» Минобороны России)**

г. Тверь наб. А.Никитина, д.32, 170026

«05» 10 2026 г. № 1/4210

Ректору Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»
Р.В. КИРИЧЕКУ

193232, Санкт-Петербург,
пр. Большевиков, д. 22, корп. 1

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Центрального
научно-исследовательского института

Воздушно-космических сил

Министерства обороны

Российской Федерации по научной работе
кандидат технических наук

 А. Байбаков

«2» 10 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации НИКИТИНА ЮРИЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА
на тему: «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты
радиоэлектронных систем», представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том
числе системы и устройства телевидения.

Необходимость увеличения плотности информационных сигналов и их
перенос в более высокочастотные области спектра заставляет применять
новые, более сложные способы кодирования информации, что предъявляет
более жесткие требования к колебаниям синтезаторов частоты в мощных
радиопередающих устройствах и к гетеродинным трактам радиоприемных
устройств, прежде всего, к гетеродинам измерительных радиоприемников
и анализаторов спектра. Также ужесточаются требования к точности
установки частоты на выходе синтезаторов, к уменьшению времени
переключения при смене формируемых частот, к преемственности фазы при
смене выходных частот, к минимизации помеховых составляющих
колебаний (шумовых и дискретных формируемых на их выходе).

Судя по автореферату **целью** диссертационной работы является создание общей теории цифроаналогового синтеза частот с помощью конечных автоматов (КА), разработка методологических, теоретических и математических основ исследования и проектирования цифроаналоговых синтезаторов частоты для возбудителей мощных радиопередающих устройств и гетеродинов высокочувствительных радиоприемных устройств с большим динамическим диапазоном – для повышения их эффективности и качества.

Предметом исследования в диссертации является конечный автомат (в широком смысле) и его составляющие: оптимальный КА, цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), управляемое устройство задержки (УУЗ), методы описания состояния оптимального КА во временной области, а также методы спектрального анализа выходных колебаний КА и модифицированного КА (МКА).

Для достижения указанной цели в диссертации решается **научная проблема**, заключающаяся в разработке общей теории цифроаналогового синтеза частот с использованием конечных автоматов, развитие методов описания КА и формируемых на их выходах когерентных колебаний во временной и в частотной областях с помощью аналитических выражений.

Вышеизложенное обуславливает **актуальность** темы диссертации Никитина Юрия Александровича, ее цели и решаемой автором научной проблемы.

Судя по автореферату, **новыми научными результатами**, выносимыми автором на защиту, являются:

1. Систематизация и обобщение теории цифроаналогового синтеза частот на основе теории оптимального и модифицированного (цифроаналогового) КА – МКА, теории спектрального анализа колебаний при когерентном синтезе частот с помощью КА, теории линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне.

2. Теория спектрального анализа периодических колебаний на основе метода сложнопериодической решетчатой функции (СРФ) для анализа и расчета спектров периодических колебаний при когерентных преобразованиях частот с помощью КА на основе математической модели СРФ и аппарата теории чисел.

3. Теория модифицированного КА – МКА. Оптимальный КА дополнен цифроаналоговыми компонентами – ЦАП и УУЗ, с целью уменьшения ошибки воспроизведения огибающей формируемого колебания при

многоуровневом синтезе частот и уменьшения временной ошибки формируемого потока импульсов при двухуровневом синтезе частот. Впервые предложен метод нониусного цифроаналогового преобразования, который позволяет существенно повысить конечную точность преобразования при ограниченной исходной точности используемых элементов.

4. Теория линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне применительно к задачам широкополосного пассивного цифроаналогового синтеза частот.

5. Метод алгоритмической компенсации помех дробности для исключения на выходе синтезаторного кольца ИФАП низкочастотных помех, кратных частоте шага сетки.

Научная новизна результатов, выносимых на защиту, подтверждается авторскими свидетельствами СССР, 7-ю патентами РФ на изобретение и полезную модель, 2-мя патентами США.

Научная значимость полученных результатов заключается в дальнейшем развитии и совершенствовании теории цифроаналогового синтеза частот с помощью конечных автоматов. Разработаны теории оптимального и модифицированного КА для целей синтеза частот, а именно:

теория оптимального КА и метод формирования квазиравномерной последовательности (КРП) импульсов или точек на числовой оси с минимально возможным временным отклонением от идеально равномерной последовательности требуемой частоты;

теория спектрального анализа периодических колебаний на выходе КА (МКА) при когерентных преобразованиях на основе метода сложнопериодической решетчатой функции (СРФ) с открытой архитектурой совместно с аппаратом теории чисел;

теория модифицированного КА, сокращающая ошибки воспроизведения огибающей синтезируемого колебания относительно идеального колебания той же формы и частоты;

теория линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном и субнаносекундном диапазонах.

Содержание основных научных результатов диссертации соответствует паспорта научной специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Практическая ценность полученных результатов диссертации заключается в том, что автор Предложил новые структурные и схемотехнические решения прямочастотных и прямопериодных пассивных

цифровых синтезаторов частоты, получил аналитические выражения для расчета спектров колебаний на выходе цифровых и цифроаналоговых конечных автоматов, разработал структуры частотных и фазовых манипуляторов на основе оптимальных автоматов и умножающих колец ИФАП, предложил (впервые) два варианта метода и структуры нониусного цифроаналогового преобразования информации и новой структуры умножающих колец ИФАП с пониженным уровнем помех в ближней зоне отстройки. Также, судя по автореферату, автором представлены конкретные инженерные рекомендации и методики по выбору и расчету структурных схем широкополосных синтезаторов частоты с мелким шагом сетки и пониженным уровнем шумовых и дискретных ПСС; разработана инженерная методика расчета фильтрации помех умножающим кольцом ИФАП с разными вариантами трактов приведения.

Достоверность и обоснованность научных результатов обеспечивается корректным применением известных методов теории чисел и спектрального анализа, математического, структурного и схемотехнического моделирования, а также натурных экспериментов. Полученные в диссертации результаты не противоречат результатам, опубликованных в ведущих научно-технических журналах и монографиях, подтверждаются широким обсуждением результатов диссертации на международных, всесоюзных и всероссийских научно-технических конференциях и симпозиумах, а также детализируют и дополняют выводы отечественных и зарубежных ученых по данной тематике.

Результаты диссертационной работы **опубликованы** в 221 научном труде, в том числе в двух монографиях, в 10 учебных пособиях, в 49 статьях в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией РФ, в 9 отчетах о НИР, имеющих государственную регистрацию. Научная новизна полученных автором результатов подтверждается 17-ю авторскими свидетельствами и 6-ю патентами РФ на изобретение, патентом РФ на полезную модель, а также 2-мя патентами США.

Основные положения диссертации и её отдельные результаты **докладывались** и обсуждались на 90 международных, всесоюзных, всероссийских и республиканских научно-технических конференциях, симпозиумах и семинарах.

Результаты исследований **реализованы** при проведении НИОКР и производстве серийной аппаратуры на предприятии «Санкт-Петербургский филиал ФГБУ НИИР – ЛОНИИР», АО «РИМР», ЗАО «РАДИАН»

и в учебном процессе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича» при подготовке студентов по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника, направление промышленная электроника» (дисциплина «Схемотехника цифроаналоговых синтезаторов частот», что подтверждено соответствующими актами.

Результаты, содержащиеся в диссертационной работе, получены лично автором или при его непосредственном участии.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке новых образцов радиоэлектронной аппаратуры, в том числе перспективных средств связи стандарта 5G.

К замечаниям и недостаткам работы следует отнести:

в автореферате диссертации не приведена формализованная постановка научной проблемы, что затрудняет оценку степени достижения результата исследования;

из текста автореферата не ясно, какой частотный диапазон рассматривается в данной диссертации и чем ограничены рамки исследований. В результатах исследований предложена структура управляемого устройства задержки, позволяющей увеличить разрешающую способность до 125 пС, при этом тактовая частота конечного автомата составляет 20 МГц;

приведенный на рисунке 25 автореферата серийный образец синтезатора частоты с УУЗ «код-напряжение-время», произведенный в СССР, не лучшим образом демонстрирует уровень практической реализации результатов диссертации. Заявленные в диссертации структуры двухуровневых МКА с тактовой частотой 20 МГц и УУЗ наносекундного диапазона, по расчетам автора, должны иметь эквивалентную тактовую частоту оптимального КА не менее 8 ГГц. Это совсем другая схемотехника, требующая современной электронной компонентной базы (ЭКБ).

Вывод.

Отмеченные критические замечания в целом не снижают научного уровня и практической ценности работы, выполненной лично автором. В ней содержатся новое решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

По материалу, изложенному в автореферате, можно сделать вывод о том, что диссертационная работа по степени новизны, своей практической и научной значимости удовлетворяет требованиям п. 9-14 «Положения

о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, в редакции от 01.10.2018 года), предъявляемым к докторским диссертациям, 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.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-технического совета № 1 ЦНИИ ВКС Минобороны России, протокол № 17 от 28 сентября 2026 г.

Временно исполняющий обязанности начальника
научно-исследовательского центра (г.Тверь)
доктор технических наук, доцент



Пахомов Владимир Сергеевич

170026, г. Тверь, наб.А.Никитина, д.32.

«28» 09 2026 г.

Временно исполняющий обязанности начальника
научно-исследовательского управления
научно-исследовательского центра (г.Тверь)
кандидат технических наук



Платонов Дмитрий Станиславович

170026, г. Тверь, наб.А.Никитина, д.32.

« 28 » 09 2026 г.

Старший научный сотрудник
научно-исследовательского центра (г.Тверь)
кандидат технических наук



Захаров Максим Константинович

170026, г. Тверь, наб.А.Никитина, д.32.

«28» сентября 2026 г.