

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального
директора по науке

АО «НПП «Полет»;

доктор технических наук, профессор

К.Л. Войткевич

2026 г.



ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Никитина Юрия Александровича
«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**

Актуальность диссертационного исследования. В диссертационном исследовании Никитина Ю.А. решается научная проблема, связанная с разработкой общей теории цифроаналогового синтеза частот с использованием и на основе конечных автоматов (КА), что делает тему работы **актуальной**.

Современные возбудители мощных радиопередающих устройств насыщены цифровыми элементами, основная масса которых подпадает под определение КА. Важно также отметить, что синтезаторные КА во многом определяют как структуру современных возбудителей радиопередающих устройств, так и основные параметры колебаний и сигналов, формируемых на их выходе.

Научная новизна. Соискателем разработан новый системный подход к описанию синтезаторного КА во временной области с получением соответствующих аналитических выражений. С помощью этих выражений можно представить как состояние КА в любой заданный момент времени, так и параметры выходного потока импульсов.

Вышеуказанные математические подходы были распространены на структуры синтезаторных оптимальных КА и доказано, что прямочастотный КА, как и прямопериодный, формирует на своем выходе квазиравномерный поток импульсов, т.е. поток с минимальным временным отклонением от идеально равномерного во времени потока импульсов требуемой частоты или периода.

В работе рассмотрен метод спектрального анализа колебаний при когерентных преобразованиях с помощью математической модели

сложнопериодической решетчатой функции (СРФ). Это позволило добиться следующих результатов: во-первых, использована единая математическая модель с открытой архитектурой, во-вторых, использован единый математический аппарат на основе теоретико-числовых преобразований, в-третьих, модель распространена на цифроаналоговые структуры синтеза частот. В итоге с помощью метода СРФ получены аналитические выражения для спектров колебаний, используемых при синтезе частот.

Подробно рассмотрена структурная реализация пассивных цифровых и цифроаналоговых синтезаторов частоты, что позволило перевести теоретические результаты в практическую плоскость.

В работе впервые была решена проблема увеличения точности (быстродействия) цифроаналоговых преобразователей (ЦАП), что позволило практически удвоить разрядную сетку ЦАП при сохранении (недостаточной) точности исходных парциальных ЦАП.

Автором существенно расширена теория квазилинейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне времен и получены соответствующие аналитические выражения. Такой результат тем более важен, поскольку активные элементы управляемых устройств задержки (УУЗ) работают на пределе своих возможностей – в режиме большого сигнала и в области чрезвычайно малых времен. При этом полученные теоретические результаты подкреплены 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 (частоты шага сетки) F_s , $2F_s$, $3F_s$ с помощью чисто цифрового метода, а именно с помощью метода алгоритмической компенсации. Результативность предложенного метода подтверждена экспериментальными исследованиями.

Теоретическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в развитии и совершенствовании теории цифроаналогового синтеза частот с помощью конечных автоматов. Разработаны теории оптимального и модифицированного КА для целей синтеза частот.

Практическая ценность работы.

1. Предложены новые структурные и схемотехнические решения прямочастотных и прямопериодных пассивных цифровых синтезаторов частоты, что расширяет возможности разработки эффективных структур синтеза частот и сигналов. Введение УУЗ в структуру модифицированного КА (МКА) позволило дополнительно уменьшить уровень дискретных побочных

спектральных составляющих (ДПСС) на (38-52) дБ по сравнению с уровнем ДПСС на выходе исходного оптимального КА.

2. Получены аналитические выражения для расчета спектров колебаний на выходе цифровых и цифроаналоговых конечных автоматов, что позволяет сократить сроки их разработки, повысить качество и точность проектирования.

3. На основе сочетания методов управления временной задержкой и методов активного и пассивного цифрового синтеза разработаны структуры частотных и фазовых манипуляторов на основе оптимальных автоматов и умножающих колец импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП), что позволило совместить формирование мелкой сетки частот и телеграфных сигналов в одном устройстве и с пониженным уровнем внеполосного излучения.

4. Впервые предложены два варианта метода и структуры нониусного цифроаналогового преобразования информации, позволившие резко повысить точность и(или) скорость преобразования цифрового кода управления в выходной параметр – напряжение или ток.

5. Предложены новые структуры умножающих колец ИФАП с пониженным уровнем помех в ближней зоне отстроек, что позволяет существенно улучшить спектральный состав выходного колебания. Даны 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.

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

Публикации. По теме диссертации опубликовано 221 работа, в том числе две монографии, 10 учебных пособий, 49 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией, 9 отчетов о НИР, имеющих государственную регистрацию, 17 авторских свидетельств СССР, 4 патента РФ на изобретения, патент на полезную модель РФ и 2 патента США.

Достоверность и обоснованность результатов является следствием корректного применения методов теории чисел и спектрального анализа, математического, структурного и схемотехнического моделирования, а также натурных экспериментов.

Полученные результаты не противоречат, но детализируют, дополняют и развивают выводы отечественных и зарубежных ученых, опубликованных в ведущих научно-технических журналах и монографиях, а также подтверждаются широким обсуждением результатов диссертации на международных и российских конференциях.

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

По автореферату можно высказать следующие **замечания**:

1. нет сравнения структур КА, представленных в таблицах 2 – 6;
2. на странице 18 – (формула 12, рисунок 11) приведена АЧХ идеально формирующего фильтра с прямоугольным окном, но не приведена АЧХ фильтра с треугольным, хотя на рисунке 11 она есть в виде пунктира;
3. на странице 19 в таблице 8 приведен спектр рационального числа N , но его объяснение и важность изложены недостаточно полно;
4. интересен рисунок 14 на странице 21, но объяснение расширения зон Найквиста очень коротко и малоинформативно.

Указанные выше замечания возможно относятся только к автореферату и не снижают общую положительную оценку рассматриваемой диссертационной работы.

Выводы

1. Судя по автореферату, диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные научно-методические и научно-технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие теории цифроаналогового синтеза частот с помощью конечных автоматов и построения прямочастотных и прямопериодных пассивных цифровых синтезаторов частоты для расширения возможности разработки эффективных структур синтеза частот и сигналов.

2. Тема, содержание и основные научные результаты соответствуют паспорту специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

3. Диссертационная работа на тему «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты радиоэлектронных систем» удовлетворяет требованиям п.п. 9 – 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Никитин Юрий Александрович, заслуживает присуждения ему ученой

2 степени доктора технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании научно-теоретической секции Научно-технического совета АО «НПП «Полет» «21» сентября 2026 г., протокол № 8.

Отзыв составлен начальником отдела по разработке технических средств и комплексов ОНЧ диапазона, кандидатом технических наук Ляшенковым А.С. и главным научным сотрудником, доктором технических наук, доцентом Кейстовичем А.В.

Начальник отдела по разработке технических средств и комплексов ОНЧ диапазона, кандидат технических наук

 Ляшенков Андрей Станиславович
«23» 09 2026 года

Главный научный сотрудник,
доктор технических наук, доцент

 Кейстович Александр Владимирович
«23» 09 2026 года

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Полет»

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ГСП-462, Комсомольская пл., д. 1.

тел./факс. 8(8312) 45-35-95, E-mail: mail@npp-polyot.ru