

УТВЕРЖДАЮ

Начальник 16 Центрального научно-исследовательского испытательного ордена
Красной звезды института Министерства
обороны Российской Федерации
имени Маршала войск связи А.И.Белова

Р.Н.Панков

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

Актуальность проблемы. Цифровая схемотехника на основе конечных автоматов (КА) широко и успешно применяется в различных радиоэлектронных системах (РЭС) – радиосвязи, радиолокации, радионавигации, позволяя применять новые, более сложные способы кодирования и обработки информации, что позволяет эффективнее выполнять все более жесткие требования к колебаниям синтезаторов частоты – к формирующим трактам мощных радиопередающих устройств (к возбуждителям передатчиков), и к гетеродинным трактам радиоприемных устройств – прежде всего, к гетеродинам измерительных радиоприемников и анализаторов спектра.

Научная проблема цифроаналогового синтеза частот – неполнота и разобщенность существующих локальных теорий – есть теории пассивного аналогового и пассивного цифрового синтеза частот, есть теория колец компенсации или возвратного гетеродинирования, есть теория активного синтеза частот на основе умножающих колец импульсно-фазовой автоподстройки частоты (ИФАП).

В диссертационной работе впервые введено понятие оптимального КА и предложен новый подход к его описанию во временной области, получены соответствующие аналитических выражений. С помощью этих выражений можно описать состояние оптимального КА в любой наперед заданный момент времени, а также параметры выходного колебания КА. Полученные результаты полезны для общей теории конечных автоматов и, прежде всего, для их применения в синтезаторах частоты.

Цифроаналоговые синтезаторы частоты есть результат компромисса с целью достижения требуемого набора характеристик выходного колебания при соблюдении разумных ограничений и сложности реализации требуемых выходных параметров при использовании доступной элементной базы. Поэтому актуальность темы диссертационного исследования определяется решаемой в ней научной проблемой:

разработкой общей теории цифроаналогового синтеза частот с использованием и на основе оптимальных КА.

Рассмотрены структуры оптимальных КА для решения различных задач синтеза частот и получен важный результат: доказана оптимальность рассматриваемых структур для формирования квазиравномерной последовательности импульсов, т.е. такой последовательности, у которой модуль максимальной временной ошибки относительно импульсов идеально равномерной последовательности требуемой (синтезируемой) частоты не превышает половины периода тактового интервала и является минимально возможной величиной для класса цифровых структур.

Также в работе рассмотрен метод спектрального анализа колебаний при их когерентных преобразованиях с помощью сложнопериодической решетчатой функции (СРФ). Такой подход позволил свернуть ряды и получить аналитические выражения для нахождения тонкой структуры спектров синтезируемых колебаний. При этом используется единая математическая модель с открытой архитектурой и единый математический аппарат на основе теоретико-числовых преобразований, а именно разложение основного параметра КА – его коэффициента деления N в цепную дробь по алгоритму Евклида и решение соответствующего диофантова уравнения. С помощью метода СРФ получены аналитические выражения для нахождения тонких спектров колебаний, используемых при синтезе частот.

Подробно рассмотрены различные структурные реализации синтезаторов частоты для решения конкретных задач, что полезно при практической реализации цифровых и цифроаналоговых РЭС.

В работе предложено решение проблемы кардинального повышения точности или быстродействия цифроаналоговых преобразователей (ЦАП), что позволило резко ослабить зависимость предельной точности ЦА преобразования от ограничений, накладываемых возможностями современного серийного производства. Следует отметить, что в работе не только создана теория подобных ЦАП, но проведено структурное моделирование и макетирование, которые полностью подтвердили теоретические положения.

Расширена теория квазилинейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне времен с помощью промежуточных преобразований цифрового кода управления в задержку моментов переключения выходных импульсов КА. Получены аналитические выражения для анализа и расчета таких структур. Этот результат очень важен, т.к. транзисторы и диоды управляемых устройств задержки работают на пределе своих возможностей – в режиме большого сигнала и в области субнаносекундных времен. При этом полученные теоретические результаты подкреплены серийным внедрением в аппаратуру синтеза частот.

Впервые чисто цифровым алгоритмическим методом подавлены самые низкочастотные помехи дробности в синтезаторных кольцах импульсно-фазовой автоподстройки частоты. Результативность предложенного метода подтверждена экспериментальными исследованиями.

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

По автореферату можно высказать следующие замечания:

1. из рассмотрения таблиц 2 – 6 не ясно, почему выбраны именно такие базовые элементы – СИ, НС, ПИ (рис. 10); кроме того, неясно, какие структуры КА предпочтительны и почему;

2. из сравнения рисунков 12 и 13 неясно, чем спектр ЦАТ лучше спектра КМ;

3. в тексте имеются небольшие стилистические погрешности – слишком длинные предложения.

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.

Отзыв составил:

Главный научный сотрудник 2 управления Федерального государственного бюджетного учреждения 16 ЦНИИИ Минобороны России, доктор технических наук, профессор.

Адрес: Московская область, г. Мытищи, пер. 1-й Рупасовский, д.5

Рабочий телефон: 8 (495) 583 78 72.

E-mail: 16cniii-3@mil.ru.

 И.Р.Сиваков

«30» сентября 2026 г.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НТС 2 управления ФГБУ «16 ЦНИИИ Минобороны России (протокол № 9 от 30.09.2026).

Начальник 2 управления

«30» сентября 2026 г.



Д.А.Краминский