

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

Радиоприемные устройства радиоэлектронных систем (РЭС) различного назначения должны обеспечивать работоспособность и линейность преобразования входного сигнала в широком динамическом диапазоне. Снизу динамический диапазон определяется собственными шумами и помехами преселектора и первого преобразователя частоты (первого гетеродина), а сверху линейностью первого преобразователя частоты (смесителя). Необходимо сохранить линейность преобразования при воздействии непреднамеренных (и тем более – преднамеренных) помех, т.е. в сложной электромагнитной обстановке.

Это особенно важно при проектировании бортовых РЭС, когда уровень взаимных радиопомех велик, антенны сложно разнести, а питание аппаратуры производится от одного генератора. При построении современной аппаратуры генерации колебаний широко используются элементы цифровой техники, многие из которых подпадают под определение конечного автомата (КА).

Поэтому актуальность темы диссертации не вызывает вопросов, поскольку определяется решаемой в ней научной проблемой: разработкой общей теории цифроаналогового синтеза частот на основе развития идеологии КА.

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.

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 качественного повышения точности или быстродействия цифроаналоговых преобразователей (ЦАП), что позволило резко ослабить предельную точность цифроаналогового преобразования от ограничений, накладываемых возможностями современного серийного производства. Следует отметить, что в работе не только создана теория подобных ЦАП, но проведено 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 импульсов. Получены аналитические выражения для анализа и расчета таких структур. Этот результат очень важен, т.к. активные полупроводниковые элементы управляемых устройств задержки работают на пределе своих возможностей – в режиме большого уровня сигнала и в области субнаносекундных времен. При этом полученные теоретические результаты подкреплены серийным внедрением в аппаратуру синтеза частот.

В данной диссертации впервые чисто цифровым – алгоритмическим – методом показана возможность подавления самых низкочастотных помех дробности в синтезаторных кольцах импульсно-фазовой автоподстройки частоты. Результативность предложенного метода подтверждена экспериментальными исследованиями.

Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает структуру и содержание диссертационной работы.

По автореферату следует отметить замечания:

1. на странице 19 в таблице 8 приведен спектр рационального числа N , но его объяснение и важность скомканы;
2. интересен рисунок 14 на странице 21, но объяснение расширения зон Найквиста очень коротко и малоинформативно;
3. хорошо бы пояснить, что конечная разность первого порядка в дискретной математике (формула 14 на странице 21) является аналогом первой производной в классической математике – математике непрерывных функций;

4. таблица на странице 26 не пронумерована и не имеет названия, что затрудняет чтение;
5. на рисунке 24 (страница 29) приведены результаты моделирования спектра на выходе пассивного цифрового синтезатора частоты, но не приведен измеренный спектр на выходе реального синтезатора частоты, что было бы желательно;
6. при рассмотрении структур УУЗ не проведен их сравнительный анализ, что было бы полезно и информативно;
7. на странице 32 параметр генератора пилообразного напряжения коэффициент μ не определен;
8. в таблице 9 на странице 35 неясно, как соотносятся предпоследняя и последняя строки таблицы;

Указанные выше замечания имеют технический характер и не снижают положительную оценку рассматриваемой диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты радиоэлектронных систем» соответствует 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.

Терешонок Максим Валерьевич
доктор технических наук, профессор,
директор Научно-инжинирингового центра
специальной радиосвязи и радиомониторинга,
МИРЭА – Российский технологический университет

30.09.2026

Подпись Терешонка М.В. заверяю:

Заместитель начальника
Управления кадров

Н.И. Николаева



Специальность, по которой защищался автор отзыва д.т.н., профессор Терешонок Максим Валерьевич, 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»
119454, ЦФО, г. Москва, Проспект Вернадского, д. 78
Телефон: +7 (499) 600-80-80
E-mail: <https://www.mirea.ru/>