ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 55.2.004.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 октября 2026 г. № 24

О присуждении Никитину Юрию Александровичу, гражданину РФ, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты радиоэлектронных систем» по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 24 июня 2026 года, протокол № 7 диссертационным советом 55.2.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 258/нк от 27 марта 2019 года.

Соискатель Никитин Юрий Александрович, 26 июля 1948 года рождения, работает доцентом на кафедре электроники в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Уменьшение уровня побочных спектральных составляющих в системах двухуровневого пассивного цифрового синтеза частот» по научной специальности

05.12.17 – Радиотехнические и телевизионные системы и устройства защитил в 1987 году в диссертационном совете, созданном на базе Ленинградского электротехнического института связи им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. В 1990 году получено ученое звание старшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена на кафедре электроники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

Научный консультант – доктор технических наук, Филин Владимир Алексеевич, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», кафедра электроники, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Рябов Игорь Владимирович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования, кафедра проектирования и производства электронно-вычислительных средств, профессор;

2. Ямпурин Николай Петрович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арзамасский политехнический институт», филиал «Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева», Министерство науки и высшего образования, кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств, профессор;

3. Егоров Владимир Викторович, доктор технических наук, профессор, основное место работы: Акционерное общество «Российский институт мощного радиостроения», главный научный сотрудник.

Все официальные оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Акционерное общество «Концерн «Созвездие», г. Воронеж, в своем положительном заключении, подписанным начальником научно-технического управления научно-технического центра «Техника радиосвязи» Тихомировым Николаем Михайловичем, доктором технических наук, старшим научным сотрудником АО «Концерн «Созвездие», утвержденным Быстрых Русланом Валентиновичем, заместителем генерального директора по научно-техническому развитию АО «Концерн» Созвездие», указала, что диссертация на тему «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты радиоэлектронных систем» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной проблемы, имеющей важное значение для развития технико-технологического уклада страны в отрасли цифрового развития и связи, повышения ее обороноспособности, заключающейся в развитии и совершенствовании теории цифроаналогового синтеза частот с целью улучшения структур синтезаторов частоты и повышения качества формируемых на выходе колебаний. Отмеченные в отзыве замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Никитина Юрия Александровича. Диссертационная работа соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, которые установлены пунктами 8-14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор Никитин Юрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Соискатель имеет 272 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации – 221, из них в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК – 48, в том числе 40 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 2 монографии, 24 результата интеллектуальной деятельности, 9 отчетов о НИР, 129 публикаций в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций. Из них 106 работ

опубликовано соискателем без соавторства. Общий объём авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 118,96 печ. л. из общего количества 135,82 печ. л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее **значительные научные работы** по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Никитин Ю.А. Моделирование параллельного нониусного цифроаналогового преобразователя первого типа // Труды учебных заведений связи. – 2025. – Т. 11. – № 4. – С. 7-16.

2. Никитин Ю.А. Аналитическое описание квазиравномерной последовательности импульсов первого типа // Труды учебных заведений связи. – 2025. – Т. 11. – № 1. – С. 34-43.

3. Никитин Ю.А. Анализ механизмов образования помех на выходе многоуровневого конечного автомата // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2017. – № 3. – С. 52-59.

4. Никитин Ю.А. Нониусное высокократное умножение частоты // Труды учебных заведений связи. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 93-104.

5. Никитин Ю.А. Моделирование цифрового однополосного преобразования частоты в тракте приведения умножающего кольца ИФАП // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2014. – № 1. – С. 16-21.

6. . Никитин Ю.А. Сравнительный обзор современных методов синтеза частот. Кольца компенсации и кольца ИФАП // Труды НИИР: сб. ст. – М.: НИИР. 2014. – № 2. – С. 67-74.

7. Никитин Ю.А. Сравнительный обзор современных методов синтеза частот. Методы пассивного цифрового синтеза частот и их классификация // Труды НИИР. Сб. статей – М.: 2013. – № 3. – С. 9-17.

8. Никитин Ю.А. Сравнительный обзор современных методов синтеза частот. Методы пассивного аналогового синтеза // Труды НИИР. Сб. статей – М.: 2013. – № 2. – С. 10-17.

9. Никитин Ю.А. Сравнительный обзор современных методов синтеза частот. Параметры современных ССЧ и их классификация // Труды НИИР. Сб. статей – М.: 2013. – № 1. – С. 57-63.

10. Никитин Ю.А. Анализ дробного нониусного тракта приведения умножающего кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2012. – № 1. – С. 31-37.

11. Никитин Ю.А. Построение тракта приведения широкополосного умножителя частоты на основе кольца ИФАП // Труды НИИР. Сб. статей – М.: 2012. – № 3. – С. 46-56.

12. Никитин Ю.А. Анализ целочисленного нониусного тракта приведения умножающего кольца импульсно-фазовой автоподстройки частоты // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2011. – № 6. – С. 58-65.

13. Никитин Ю.А. Спектры колебаний при пассивном цифровом синтезе частот // Радиотехника. – 1990. – № 7. – С. 43-49.

14. Никитин Ю.А. Двухуровневый синтез частот с помощью модифицированного конечного автомата // Электросвязь. – 1990. – № 5. – С. 33-35.

15. Никитин Ю.А. Формирование линейно изменяющегося напряжения в субмикросекундном диапазоне // Сборник научных трудов учебных институтов связи. – 1990. – №150. Л.: ЛЭИС – С. 77-82.

16. Никитин Ю.А. Синтез двухуровневых импульсных последовательностей с помощью цифровых конечных автоматов // Сборник научных трудов учебных институтов связи. – 1989. – № 142. Л.: ЛЭИС – С. 92-102.

Монографии:

1. Никитин Ю.А. Теория цифроаналогового синтеза частот с помощью конечных автоматов: [монография] / Ю.А. Никитин. – СПб.: Изд-во СПб ГУТ, 2024. – 342 с. ISBN 978-5-89160-322-6.

2. Никитин Ю.А. Цифроаналоговый синтез частот. Теория и схемотехника: [монография] / Ю.А. Никитин. – СПб.: Изд-во СПб ГУТ, 2018. – 367 с. ISBN 978-5-89160-178-9.

Результаты интеллектуальной деятельности:

1. Патент RU 2703228 Способ нониусного цифроаналогового преобразования/ Никитин Ю.А. Заявка: 2019107698, 18.03.2019. Опубликовано: 15.10.2019 Бюл. № 29. МПК H 03 M 1/66

2. Патент RU 2726911 Способ нониусного цифроаналогового преобразования/ Никитин Ю.А. Заявка: 2019120873, 02.07.2019. Опубликовано: 16.07.2020 Бюл. № 20. МПК H 03 M 1/66

3. Patent No.: US 11,689,212 B2 (USA) Method of vernier digital-to-analog conversion / Yury Alexandrovich Nikitin, Prior Publication Data Jun. 23, 2022

4. Patent No.: US 11,736,117 B2 (USA) Method of vernier digital-to-analog conversion / Yury Alexandrovich Nikitin, Prior Publication Data Nov. 10, 2022

Публикации в других изданиях:

1. Никитин Ю.А. Снижение уровня помех на выходе двухуровневого пассивного цифрового синтезатора // Известия вузов. Серия Приборостроение. – 2017. – № 6. – С. 519-528.

2. Никитин Ю.А. Математическая модель формирования колебаний с использованием методов пассивного цифрового синтеза // Известия вузов. Приборостроение. – 2011. – № 9. – С. 52-57.

3. Никитин Ю.А. Анализ конечного автомата для синтеза частот с помощью функций целочисленного аргумента // Известия вузов. Приборостроение. – 2010. – № 5. – С. 25-29.

4. Никитин Ю.А. Построение тракта приведения активного синтезатора частот // Известия вузов. Приборостроение. – 2012. – № 3. – С. 19-26.

5. Никитин Ю.А. Построение широкополосных синтезированных генераторов с уменьшенным уровнем шумов // Инфокоммуникационные технологии: актуальные вопросы цифровой экономики. III Международная научно-практическая конференция; Сб. науч. ст. в 1 т. / Под ред. Шувалова В.П.; Сост.: М.П. Карачарова. УрТИСИ СибГУТИ, 2023. – 227 с. 172.

6. Никитин Ю.А. Частотный метод анализа синтезаторной системы импульсно-фазовой автоподстройки частоты / Ю.А. Никитин // Современная электроника. – 2007. – № 4, 5, 6, 8, 9. – 2008. – № 1. 133.

7. Никитин Ю.А. Схемотехника управляемых устройств задержки наносекундного диапазона : учебное пособие / Ю.А. Никитин : СПбГУТ. – Санкт-Петербург. 2022. – 52с. 243.

8. Никитин Ю.А. Цифровые элементы синтезаторов частот: учебное пособие / Ю.А. Никитин // СПбГУТ. – Санкт-Петербург, 2024. 99 с. 103.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официальных оппонентов: Рябова И.В., д.т.н., проф., профессора кафедры проектирования и производства ЭВС Поволжского государственного технического университета; Ямпурина Н.П., д.т.н., проф., профессора кафедры конструирования и технологии радиоэлектронных средств Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева; Егорова В.В., д.т.н., проф., главного научного сотрудника АО «РИМР»; ведущей организации АО «Концерн «Созвездие»; Мишина Д.В., д.т.н., проф., старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории «Инфокоммуникационные технологии» ПГУТИ; Короткова А.С., д.т.н., проф., директора высшей школы электроники и микросистемной техники Института электроники и телекоммуникаций СПбПУ; Терешонка М.В., д.т.н., проф., директора Научно-инжинирингового центра специальной радиосвязи и радиомониторинга МИРЭА – РТУ; Бузовой М.А., д.т.н., проф., главного научного сотрудника научного отдела 3 научно-исследовательского отделения 235 АО «СИП РС»; Новикова Е.А., д.т.н., доц., начальника кафедры сетей и систем связи космических комплексов ВКА им. А.Ф. Можайского; Чуднова А.М., д.т.н., профессора кафедры робототехники и технологий искусственного интеллекта Военной академии связи; Никульского И.Е., д.т.н., с.н.с., главного специалиста, заместителя главного конструктора ПАО «ЦНПО «Ленинец»; Соколова Н.А., д.т.н, с.н.с, директора по науке ООО «ПРОТЕЙ СТ»; Кильдишевой О.Э., к.т.н., доц., заместителя главного директора – главного конструктора проектов, Савищенко Н.В., д.т.н., проф., старшего

научного сотрудника отдела научных исследований и разработок АО «ПКБ «РИО»; Типикина А.А., д.т.н., начальника 23 научно-исследовательского отдела 23, Солдатова А.В., к.т.н, старшего научного сотрудника научно-исследовательского 14 отдела, Цыванюка В.А., к.воен.н., с.н.с., старшего научного сотрудника научно-исследовательского 14 отдела научно-исследовательского Центра телекоммуникационных технологий ВМФ. Корабельных комплексов и средств обмена информацией и разведки Научно-исследовательского института оперативно-стратегических исследований ВМФ ВУНЦ ВМА; Лернера И.М., д.т.н., доц., профессора кафедры нанотехнологий в электронике КНИТУ-КАИ; Карпова А.В., д.ф.-м.н., проф., профессора кафедры радиофизики КФУ; Малышева В.Н., д.т.н., проф., заведующего кафедрой РЭС, Приходько В.Ю., к.т.н., доц., доцента кафедры РЭС СПбГЭТУ «ЛЭТИ»; Попова М.Ю., д.т.н., доц., профессора кафедры радиоэлектронных систем и устройств МГТУ им. Н.Э. Баумана; Шувалова В.П., д.т.н., проф., профессора кафедры инфокоммуникационных систем и сетей СибГУТИ; Мамедова Д.Ф., д.т.н., проф., заведующего кафедрой мехатроники и автоматизации процессов СГУ; Ляшенкова А.С., к.т.н., начальника отдела по разработке технических средств и комплексов ОНЧ диапазона, Кейстовича А.В., д.т.н., доц., главного научного сотрудника АО «НПП «Полет»; Пахомова В.С., д.т.н., доц., врио начальника научно-исследовательского центра, Платонова Д.С., к.т.н., врио начальника научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра, Захарова М.К., к.т.н., старшего научного сотрудника научно-исследовательского центра ЦНИИ ВКС; Федосенко Ю.С., д.т.н., проф., заведующего кафедрой систем информационной безопасности, управления и телекоммуникаций, Логинова В.И., к.т.н., доц., доцента кафедры систем информационной безопасности, управления и телекоммуникаций ВГУВТ; Белова Ю.Г., д.т.н., проф., профессора кафедры физики и техники оптической связи НГТУ; Назарова Л.Е., д.ф.-м.н., главного научного сотрудника ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН; Сивакова И.Р., д.т.н., проф., главного научного сотрудника 2 управления 16 ЦНИИИ Минобороны России; Андрианова М.Н., к.т.н., научного сотрудника АКЦ ФИАН; Михайлова

В.Ф., д.т.н., проф., профессор кафедры инфокоммуникационных технологий и систем связи ГУАП; Мякинькова А.В., д.т.н., проф., ведущего научного сотрудника ПАО «НПО «Алмаз»; Пашинцева В.П., д.т.н., проф., профессора кафедры вычислительной математики и кибернетики СКФУ; Писецкого Ю.В., д.т.н., проф., профессора кафедры технологий мобильной связи ТУИТ.

Все отзывы положительные, но имеются следующие замечания. Раздел 2.3 «Критерии оценки колебаний на выходе конечных автоматов» было бы целесообразнее расположить в обзорной главе, а именно в пункте 1.2.2. «Пассивный цифровой синтез», что облегчило бы ознакомление с данным разделом. В разделе 3.7 «Спектр двойного треугольного колебания» метод сложнопериодической решетчатой функции не используется, а его применение было бы полезным. Раздел 7.6 «Метод дельта-сигма модуляции в делителе с дробнопеременным коэффициентом деления» скомкан, достоинства и недостатки метода не указаны. Целесообразно было бы объединить пятый и шестой разделы, отставив только шесть глав. Конец параграфа 3.3 «Спектр квазиравномерной последовательности», а именно рассмотрение формул 3.15 на стр. 108 и 3.18 на стр. 110 было бы целесообразнее выделить в отдельный подраздел 3.3.1 ввиду важности полученного результата. В параграфе 4.1 «Прямочастотный конечный автомат» излишне подробно описаны арифметический сумматор и регистры стандартные элементы цифровой электроники. В разделе 6 «Управление временным положением импульсов» желательно бы привести сравнительный анализ рассмотренных структур УУЗ с указанием их сильных и слабых сторон, оформив результаты, например, в виде таблицы. Приложения П.2 «Методика расчета двухуровневого пассивного цифрового синтезатора частоты» и П.3 «Методика расчета управляемого устройства задержки на основе промежуточных преобразований» было бы целесообразнее объединить в одно приложение. В разделе 2.1 «Квазиравномерные последовательности и их описание» слишком подробно описаны операторы выделения целой части рационального числа. В разделе 4.1 «Прямочастотный конечный автомат» описание работы и структуры арифметического сумматора и регистров целесообразно перенести в Приложения.

В разделах 5.1.3 и 5.1.4 «Метод нониусного цифроаналогового преобразования первого и второго типа» желательно сформулировать выводы по влиянию неточности сопряжения нониусных шкал парциальных ЦАП на конечный результат преобразования. В разделе 1.1.4 на стр. 37 и в разделе 7.5 на стр. 268 (рис. 7.12) и на стр. 270 (рис. 7.15а) приведены близкие структуры с многоуровневыми трактами приведения частоты перестраиваемого генератора кольца ИФАП к частоте сравнения. Не совсем ясно, почему эти структуры помещены в разные разделы диссертации. В разделе 2.2 (стр. 89-92, таблицы 2.4-2.8) приведены различные структурные схемы СКА, но подробные комментарии их назначения, работы и предпочтительного использования отсутствуют. В разделе 3.2 на стр. 103 (рис. 3.2) приведенные временные диаграммы не дают полного представления о логике выбора пределов суммирования в формулах 3.4 и 3.6. В разделе 3.3 на стр. 110 получен важный результат, выходящий за пределы технических наук – формула 3.18 спектра рационального числа № – основного параметра конечного автомата, но должного внимания к этому важному результату в тексте диссертации не уделено. В разделе 5.1.3 на стр. 185 и 186 приведены табл. 5.1-5.4 для ограниченного числа примеров, но не даются подробные объяснения о выборе конкретных цифр этих примеров. В разделе 5.1.4 наоборот, отсутствуют таблицы с примерами, что снижает прозрачность декларируемых выводов. В разделе 6.4 (стр. 226, стр. 231) обозначения в тексте отличаются от общепринятых в работе. В тексте диссертации в ограниченном объеме имеются опечатки и стилистические неточности. Термин «спектр рационального числа» целесообразно определить более строго как спектр периодической последовательности или решетчатой функции, параметризованной рациональным отношением частот. Это сделало бы математический смысл предложенного спектрального метода более однозначным. При формулировании оптимальности желательно отчётливее разграничить критерии максимального отклонения, среднеквадратическую ошибку и спектральные показатели, указать выбор опорной фазы и ограничения на параметры. При изложении результатов по нониусному преобразованию следует яснее отделить номинальное разрешение

составной кодовой сетки от достижимой точности устройства, конкретизировать требования к согласованию опорных шкал, нелинейности и температурной стабильности. Наиболее значимые количественные оценки улучшения спектральных и временных характеристик полезно сопровождать компактным указанием условий сравнения, режима работы, параметров элементной базы и измерительной неопределённости. Недостаточно подробно рассмотрены вопросы использования и сравнения операторов выделения целой части рационального числа. Не проведено сравнение структур КА, представленных в таблицах 2-6. При рассмотрении структур УУЗ не проведен их сравнительный анализ, что было бы полезно и информативно. На стр. 32 параметр генератора пилообразного напряжения коэффициент μ не определен. Излишне подробно рассмотрены вопросы выделения целой части рационального числа N, этот раздел можно было бы перенести в Приложения. При рассмотрении метода нониусного цифроаналогового преобразования следовало бы уточнить последствия от рассогласования опорных нониусных шкал на конечный результат преобразования. Количественные оценки улучшения спектральных характеристик выходных колебаний вследствие введения УУЗ желательно ввести в текст. Полезно уточнить, что выражение (16) есть конечная разность первого порядка от выражения (15). При рассмотрении структур управляемого устройства задержки (УУЗ) желательно привести числовые значения получаемого выигрыша в децибелах или линейности преобразования в процентах. В тексте имеются небольшие стилистические погрешности, а именно, слишком длинные предложения. Несмотря на достаточно полное описание базовых атрибутов решаемой оптимизационной задачи, в автореферате не приведена в компактной записи формальная конструкция, соответствующая общей задачи диссертационного исследования. Не определен параметр ГПН μ на стр. 32 и в формулах (27)-(29). Сопоставлению эффективности предложенных в работе методов с широко известным из инженерной практики методом повышения чистоты спектра за счет применения комбинаций синтезаторов прямого синтеза и синтезаторов с петлей фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) не уделено

достаточного внимания. В работе используется термин «цифроаналоговый синтезатор частоты», в то время как широкому кругу инженеров более известен термин «синтезатор прямого синтеза», а разъяснения эквивалентности (синонимичности) данных терминов не приводится. Полученный результат в виде амплитудного спектра рационального числа выходит за рамки настоящего исследования, его следует определить более строго как спектр решетчатой функции. По нониусному цифроаналоговому преобразованию следовало бы более четко сформулировать достоинства и недостатки метода. Желательно привести количественные оценки улучшения спектральных характеристик, полученные в результате проведения данной работы. Некоторые таблицы (на стр. 14 и 26) не имеют номера и названия, что затрудняет чтение. На стр. 18 (рис. 11) в качестве примера приведена только 1 структура идеального формирующего фильтра, но их может быть больше. Объяснение расширения зон Найквиста на рис. 14 на стр. 21 скомкано, хотя с практической точки зрения весьма перспективно. При рассмотрении различных структур УУЗ было бы желательно провести их сравнительный анализ. Подробное рассмотрение структур импульсно-фазовой автоподстройки частоты на стр. 33-34 информативно, но необязательно, поскольку, по нашему мнению, выходит за рамки исследования. В тексте автореферата имеются незначительные отступления от требований ГОСТ по оформлению автореферата диссертации, а именно: некоторые обозначения раскрываются не после первого употребления, а далее по тексту, при указании значений физических величин не везде использованы принятые сокращения и ряд других. На стр. 6 в основных положениях, выносимых на защиту, отсутствует упоминание теории линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне. На рис. 21, стр. 28 не приведены числовые значения или символьные на оси абсцисс для характерных точек графиков, что затрудняет понимание количественных оценок представленных зависимостей. Во введении сделан недостаточный акцент на широкое использование КА в современных синтезаторах частоты. Недостаточно подробно рассмотрены вопросы использования и сравнения операторов

выделения целой части рационального числа. Не проведено сравнение структур КА, представленных в таблицах 2-6. Термин «цифроаналоговые», на наш взгляд, не совсем точно определяет значительный класс синтезаторов, сигналы которых не выходят за пределы цифровой схемы, и фактически являются последовательностью кодов на шине данных гетеродина, например в составе цифрового приемо-передающего тракта. К сожалению, в автореферате не нашли отражение результаты экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность предлагаемых в работе решений, подробно исследованных теоретически, и позволяющих соотнести их с технологическими возможностями сегодняшнего дня. В автореферате не представлены численные оценки влияния неидеальностей аналоговых частей предлагаемых структурных решений, в частности, при преобразовании «код» – «время» в наносекундном и субнаносекундном диапазонах, а также, например, при реализации нониусного метода многоуровнего синтеза. В автореферате не представлена научная проблема в формализованном виде, наличие ее, при существующем множестве параметров процесса и потенциальной многокритериальности решения, несомненно, украсило бы работу. Из материалов автореферата неясно, почему автор отказался от формирования конкретных результатов исследования в части математических моделей и методик, например: «Математическая модель цифроаналогового синтеза частот на базе конечного автомата...», «Методика формирования синтезатора частоты, обеспечивающего ... на базе конечного автомата», «Методика обеспечения требуемой оперативности и качества проектирования синтезаторов частоты на базе научно методического аппарата конечных автоматов» и т.п. Для мелкого шага сетки частот и (или) большого диапазона требуется либо очень большое число состояний конечного автомата, либо сложные алгоритмы управления коэффициентом деления, то и другое усложняет реализацию и верификацию, из материала автореферата не ясно, как автор устранил эти сложности. Неясно, об ухудшении каких технико-экономических показателях синтезаторов, вызванных отсутствием единого подхода к анализу и синтезу частот, и насколько, идет речь на стр. 5

автореферата. Во введении автореферата сделан недостаточный акцент на особенности применения конечных автоматов в гетеродинных трактах специфических диапазонов частот. В третьем разделе недостаточно подробно рассмотрены вопросы практического применения операторов выделения целой части при их аппаратной реализации на ПЛИС. В таблицах приведено многообразие структур КА, однако не проведено их детальное сравнение по критерию потребляемой мощности. 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 рис. 25 автореферата серийный образец синтезатора частоты с УУЗ «код – напряжение – время», произведенный в СССР, не лучшим образом демонстрирует уровень практической реализации результатов исследования. В автореферате слабо представлено внедрение результатов диссертации в производство. Некоторые рисунки и таблицы слабочитаемые (например, рис. 7 и 8, табл. 2-6) автореферата. В тексте много сокращений, некоторые из которых (например, ПСС, ПАС, ААС, АЦС) не раскрываются. 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. Из сравнения рисунков 12 и 13 неясно, чем спектр ЦАТ лучше спектра КМ. Термин «спектр рационального числа» желательно определить, как спектр множества решений определённого диофантова уравнения в рациональных числах. При изложении результатов по нониусному цифроаналоговому преобразованию следует четче отделить номинальное разрешение от реально достижимой точности устройства и зависимость получаемого результата от точности согласования опорных нониусных шкал. Не приведены наиболее значимые количественные оценки улучшения спектральных

характеристик синтезируемого колебания. Параметр (D) на оси ординат (рис. 21) необходимо привести к единообразному обозначению в соответствии с логарифмическим масштабом (дБ). Необходимо более четко формулировать такие термины, как «решаемая проблема», «цель работы», «научная новизна». Термин «спектр рационального числа» неточен: полученное аналитическое выражение в таблице 8 описывает спектр периодической последовательности рациональных чисел. На рисунке 21 автореферата имеется несоответствие названия шкалы и ее оцифровки. В недостаточной степени раскрыты и сопоставлены подходы к использованию операторов выделения целой части рационального числа. Было бы целесообразно выполнить сравнительный анализ структур конечных автоматов, представленных в таблицах 2-6, а также структур управляемых устройств задержки. Для верификации разработанных моделей стоило бы привести наряду с результатами моделирования (рис. 24 стр. 29) измеренные спектры на выходе реального синтезатора частоты. Недостаточно четко определены используемые параметры генератора пилообразного напряжения. Недостаточно полный анализ достигнутых в настоящее время показателей эффективности и качества функционирования цифроаналоговых синтезаторов частот и предъявляемых к ним требований, несоответствие которым определяет практическую цель исследований. Не отмечена степень достижения поставленной цели диссертации в части повышения показателей эффективности и качества функционирования разработанных цифроаналоговых синтезаторов частот по сравнению с существующими. Отсутствует раздел «Научная новизна результатов», обязательный по требованиям ГОСТа 7.0.11. – 2011. Диссертация и автореферат. Выводы в заключении не в полной мере соответствуют поставленным задачам во введении диссертации. Во введении сделан недостаточный акцент на широкое использование КА в современных синтезаторах частоты. На стр. 6 в основных положения, выносимых на защиту, отсутствует упоминание теории линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне. Недостаточно подробно рассмотрены вопросы использования и сравнения операторов выделения целой части рационального числа. Таблица на

стр. 14 не имеет номера и названия, что затрудняет чтение. Во введении сделан недостаточный акцент на широкое использование КА в современных синтезаторах частоты. На стр. 6 в основных положения, выносимых на защиту отсутствует упоминание теории линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне. Недостаточно подробно рассмотрены вопросы использования и сравнения операторов выделения целой части рационального числа.

В поступивших отзывах отмечено, что замечания не снижают общей научной и практической ценности диссертации и не изменяют положительного вывода о соответствии работы установленным требованиям.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается их признанной научной экспертизой в сфере, соответствующей тематике диссертации. АО «Концерн «Созвездие» является ведущей организацией в области радиосвязи, синтеза частот и сигналов, специализируется на разработке и производстве комплексов, систем и средств связи для Вооруженных Сил Российской Федерации и других спецформирований, а также продукции двойного и гражданского назначения.

Оппонент д.т.н., профессор И.В. Рябов хорошо известен своими работами в области прямого цифрового синтеза частот, в области формирования информационных сигналов и измерительной техники.

Оппонент д.т.н., профессор Н.П. Ямпурин принимал активное участие в работах Нижегородской (Горьковской) школы по синтезу частот и сигналов, является крупным специалистом в области пассивного аналогового и пассивного цифрового синтеза частот, обе свои диссертации защищал по системам пассивного синтеза частот.

Оппонент д.т.н., профессор В.В. Егоров известен своими работами по синтезу периодических последовательностей с идеальными корреляционными свойствами и по анализу помех в информационных сигналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана общая теория цифроаналогового синтеза частот на основе конечных автоматов, позволившая на единой методологической и математической основе объединить известные локальные теории синтеза частот в единое целое, что позволило упростить анализ и расчет синтезаторов частоты, уменьшить вероятность ошибочных решений и сократить сроки разработки возбудителей для мощных радиопередающих устройств и гетеродинов для высокочувствительных и помехоустойчивых радиоприемных устройств;

предложены:

1. теория оптимального конечного автомата (КА) для синтеза частот на основе метода формирования квазиравномерной последовательности (КРП) импульсов на его выходе;
2. теория спектрального анализа колебаний при когерентных преобразованиях с помощью КА на основе метода сложнопериодической решетчатой функции (СРФ) с результатом в виде аналитических выражений;
3. теория модифицированного оптимального КА (МКА) с существенно пониженным уровнем дискретных помех на выходе;
4. теория линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне с повышенной точностью и линейностью преобразования цифрового кода управления во временной интервал;
5. метод и два варианта нониусного цифроаналогового преобразования повышенной точности (скорости);
6. метод алгоритмической компенсации помех дробности для исключения цифровым способом помех с наименьшими номерами на выходе синтезаторного кольца ИФАП;

доказано, что нелинейность и неточность настройки управляемого устройства задержки (УУЗ) в структуре МКА не приводит к изменению периода неравномерности выходного потока импульсов, т.е. дополнительных спектральных компонентов не появляется;

введен новый параметр рационального числа N – спектр периодической последовательности рациональных чисел N.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. создана математическая модель, получены аналитические выражения для полного описания состояний оптимального КА применительно к задачам синтеза частот и параметров КРП импульсов на его выходе в любой наперед заданный момент времени;

2. рассмотрена структурная реализация и доказана оптимальность прямочастотных и прямопериодных КА;

3. показано, что модуль максимальной временной ошибки КРП на выходе оптимального КА минимален для класса цифровых структур и не превышает половины периода его тактового интервала;

доказаны теоремы, расширяющие и уточняющие наши представления о работе оптимального синтезаторного КА и поведении КРП импульсов на его выходе;

изучено влияние генератора пилообразного напряжения наносекундного диапазона на линейность динамического УУЗ модифицированного КА и получено полное выражение для учета вкладов его компонентов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

основные результаты исследований использовались при проведении НИОКР и в производстве серийной аппаратуры на предприятии АО «Российский институт мощного радиостроения», а именно:

– при разработке двухуровневого пассивного цифрового синтезатора изделия «Вариация» для мощного радиопередатчика СДВ диапазона;

– при разработке управляемых устройств задержки наносекундного диапазона с повышенной линейностью для синтезаторов изделий «Парсек», «Виртуоз», «Напалм» для мощных радиопередающих устройств систем радионавигации и радиосвязи;

– методы расчета фильтрации помех кольцом ИФАП использовались при разработке синтезаторов частоты изделий «Вираж», «Вираж-М», «Пион», «Баркентина» для мощных радиопередающих устройств;

– создан двухуровневый пассивный цифровой синтезатор частот с повышенной фазовой стабильностью и преемственностью фазы при смене частот СЧД ЕР2.329.008.

На предприятии «Санкт-Петербургский филиал ФГБУ НИИР – ЛОНИИР» при разработке и серийном производстве линейки генераторов испытательных сигналов ГИС в диапазоне частот от 30 Гц до 2100 МГц для формирования радиосигналов повышенной мощности при проверке радиоэлектронных устройств на электромагнитную совместимость, синтезаторов частоты по а.с. № 1646053 для спутниковых радиомодемов М-64.

В ЗАО «РАДИАН»:

– при разработке и серийном производстве генераторной аппаратуры для радиорелейных станций семейства «Радиан» НТВМ.464423.064;

– при разработке и серийном производстве гибкого мультиплексора «MF20» НТВМ.465659.014;

– при разработке и серийном производстве линейки синтезаторов на основе комбинации активного цифрового и пассивного цифрового синтеза частот для спутникового модема «MD-100SE» НТВМ.467762.070.

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.

Оценка достоверности результатов исследования выявила хорошее совпадение результатов расчета спектров синтезируемых колебаний по полученным в работе формулам с результатами моделирования и результатами экспериментальных исследований макетов и образцов серийной аппаратуры.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все основные результаты, содержащиеся в диссертационной работе, получены автором самостоятельно или при его непосредственном участии.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания об отсутствии количественных оценок хотя бы в одном положении, выносимом на защиту; использована не самая удачная формулировка в положении, выносимом на защиту: теория оптимального КА на основе метода формирования квазиравномерной последовательности (КРП) импульсов на его выходе, которую лучше переформулировать в виде: метод формирования КРП импульсов на основе теории оптимального КА.

Соискатель Никитин Ю.А. в ходе заседания ответил на задаваемые ему вопросы, согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Теория и применение цифроаналоговых синтезаторов частоты радиоэлектронных систем» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а также пунктам 1, 3, 4, 5, 7, 8 паспорта научной специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

На заседании 21 октября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Никитину Юрию Александровичу ученую степень доктора технических наук за решение научной проблемы – создание общей теории цифроаналогового синтеза частот на основе конечных автоматов, состоящей из локальных теорий и методов: теории оптимальных конечных автоматов на основе метода формирования квазиравномерной последовательности импульсов, теории спектрального анализа периодических колебаний при когерентных преобразованиях на основе метода сложнопериодической решетчатой функции, теории линейного динамического управления временным положением импульсов в наносекундном диапазоне с повышенной точностью и линейностью преобразования, теории цифроаналогового преобразования повышенной точности (скорости) на основе метода ниусного преобразования цифровой информации в аналоговый параметр – напряжение или ток, метода алгоритмической компенсации помех дробности, позволившей на единой методологической и математической основе объединить известные локальные теории синтеза частот в

единое целое, что в совокупности можно квалифицировать как научное достижение.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор Киричек Руслан Валентинович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент Владыко Андрей Геннадьевич

23 октября 2026 года