**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.345.01 СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева**»**, ПО ДИССЕРТАЦИИ**  **НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

О присуждении Морозову Никите Сергеевичу ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Цифровая коррекция фазовых и дисперсионных искажений в каналах связи»по специальности 2.2.13 — Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения принята к защите 01.04.2022г. (протокол заседания №2) диссертационным советом24.2.345.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ), 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, приказ № 714/нк от 02.11.2012г.

Соискатель Морозов Никита Сергеевич, 17.06.1987 года рождения, В 2004 году соискатель окончил радиофизический факультет Федерального государственного автономного образовательного учреждения «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.Н.И.Лобачевского» (ННГУ). Соискатель в аспирантуре ННГУ им.Н.И.Лобачевского и закончил ее в 2020г. И сдал экзамен по специальности «Радиотехника» в 2022г. С 2014г. работает в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ) сначала зав.лабораторией, затем ассистентом, преподавателем и, на данный момент, старшим преподавателем каф.радиотехники радиофизического факультета.

Диссертация выполнена на кафедре радиотехники радиофизического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ).

Научный руководитель — кандидат технических наук, Бугров Владимир Николаевич, доцент кафедры радиотехники радиофизического факультета ННГУ им.Н.И.Лобачевского.

Официальные оппоненты:

Самойлов Александр Георгиевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ), кафедра радиотехники и радиосистем Института информационных технологий и радиоэлектроники, профессор,

Фадеев Роман Сергеевич, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ), кафедра «Информационные радиосистемы» Института радиоэлектроники и информационных технологий, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский  научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский  научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» (НИИИС) в своем положительном отзыве, подписанном Кашиным Александром Васильевичем, доктор технических наук, профессор, научный руководитель филиала – заместитель главного конструктора филиала – начальник научно-исследовательского отделения НИИИС им.Ю.Е.Седакова указала, что новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для теории и практики цифровой обработки сигналов. Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор Морозов Никита Сергеевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Соискатель имеет13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ. Сред них 2 работы без соавторов в изданиях, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертаций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Личный вклад автора в опубликованные в соавторстве работы заключаестся в участии в постановке задач, в получении и анализе научных результатов, в работе с литературными источниками по теме исследований, а также в подготовке работ к публикации. Наиболее значимые работы соискателя:

* Морозов Н.С.Синтез фазовых корректоров на основе цифровых фазовых цепей / Н.С.Морозов, В.Н. Бугров. –Текст: непосредственный// Проектирование и технология электронных средств. – 2020. – №4. – С.15-22
* Морозов Н.С.Цифровые компенсаторы частотной дисперсии на основе фазовых БИХ-фильтров / Н.С.Морозов, В.Н.Бугров. –Текст:электронный// Труды XXIVнаучной конференции по радиофизике, посвященной 75-летию радиофизического факультета. – 2020. – С.234-237
* Морозов Н.С. Моделирование частотной дисперсии цифровых фильтров / Н.С.Морозов;ред.В.Д.Ястребов.–Текст: непосредственный// Радиолокация. Результаты теоретических и экспериментальных исследований.– 2018. – С.122-132
* [Морозов Н.С. Исследование дисперсионных свойств рекурсивных цифровых фильтров](https://elibrary.ru/item.asp?id=44297047) / Морозов Н.С. –Текст: непосредственный // [Проектирование и технология электронных средств](https://elibrary.ru/contents.asp?id=44297042). 2020.—№ 1.— С. 21-24.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов от:

1. Рябовой Н.В., доктора физико-математических наук, профессора, зав.кафедрой радиотехники и связи ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»;
2. Петрова В.П., доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника кафедры радиоэлектронных средств ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»;
3. Милова В.Р., доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудник – руководителя проектов по научно-техническому развитию ООО «Научно-производственное предприятие ПРИМА»
4. Оболенского С.В., доктора технических наук, профессора, заместителя генерального директора по научной работе АО Научно-производственного предприятия «Салют»;
5. Бобрешова Анатолия Михайловича, доктора физико-математических наук, профессора, зав.кафедрой электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»ж

Все отзывы положительные. В отзывах отмечается актуальность темы исследования, новизна полученных результатов и их значимость для науки и практики. В отзывах на диссертацию и автореферат содержатся следующие замечания:

* из автореферата не ясно, как оценивалась исходная нелинейность фазовой характеристики, что является стартовой и конечной точками для проведения условно эталонной линейной характеристики;
* в автореферате недостаточно рассмотрена возможность применения цифровых фильтров с топологией, отличной от зеркальной, указано на возможность их использования, но не показано как изменятся в таком случае требования и какие преимущества или недостатки это даст;
* Н.С.Морозов ограничился рассмотрением цифровых фильтров только с действительными коэффициентами, вопрос эффективности использования в указанных задачах фильтров с комплексными коэффициентами не рассмотрен;
* при постановке задачи синтеза в качестве прямых ограничений указана разрядность коэффициентов, при этом не указано чем именно в этих задачах обусловлен выбор именно 8 бит;
* не показаны условия выбора конкретного порядка фильтра при его синтезе по заданным характеристикам;
* имеется опечатка в формуле на странице 9 автореферата (3-я строка снизу) – модули коэффициентов передачи должны перемножаться, а не складываться;
* в автореферате не рассмотрен вопрос определения порядка синтезируемых фильтров для фазовых корректоров;
* результаты синтеза корректоров с использованием минимаксного критерия и критерия минимизации среднего квадрата ошибки (СКО), представленные на рисунках в четвертом разделе, не сопровождаются количественными значениями показателей фазовых искажений в тракте, включающем корректирующее звено;
* отсутствие примера применения метода численного моделирования цифрового корректора для реальной задачи коррекции;
* малая выборка для сравнительного анализа различных методик проектирования ЦФ;
* пример реализации только на одной аппаратной пратформе — микроконтроллере, без сравнения с реализацией на сигнальном процессоре или ПЛИС;
* волоконно-оптический тракт упоминается только в контексте компенсации частотной дисперсии и, в отличие от ранее показанных решений, для него нет практического подтверждения устойчивости и не указано, может ли такой фильтр фактически применяться на практике для высокоскоростных линий передачи, которыми и являются оптоволоконные каналы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается значительным опытом выполнения ими научно-исследовательских работ по тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- после всестороннего анализа систематических ошибок аналитических подходов к синтезу цифровых цепей коррекции фазовых искажений получена дискретная модель корректоров и компенсаторов дисперсии на основе цифровых фазовых фильтров, которая, в отличие от известных моделей, позволяет устранить ошибки аппроксимации требуемых характеристик и ошибки квантования параметров при практической реализации устройства;

- предложена методика синтеза рекурсивных фазовых фильтров непосредственно на квантованном целочисленном параметрическом пространстве с использованием поисковых методов нелинейного математического программирования, позволяющих находить технические решения фазовых корректоров и компенсаторов частотной дисперсии с учётом совокупности требований к их частотным характеристикам;

- получены целочисленные решения как для цифровых корректоров фазовых искажений сигнальных широкополосных (видеотрактов) и узкополосных (радиотрактов) трактов, так и для компенсаторов линейно возрастающей и линейно падающей частотной дисперсии в линии связи; - устойчивость и работоспособность, отсутствие ошибок квантования коэффициентов при практической реализации, а также соответствие характеристик полученных фазовых фильтров теоретическим расчетам было подтверждено экспериментально. В отличие от решений, полученных другими методами, они обладают высоким быстродействием и малой вносимой в сигнал задержкой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что полученные автором результаты имеют значение для развития теории цифровой обработки сигналов. В частности, диссертантом:

- предложена дискретная модель цифрового фазового фильтра;

- получены технические решения фазовых корректоров и компенсаторов частотной дисперсии учитывающие совокупность требований к их частотным характеристикам;

- поставлена и решена задача многокритериального синтеза цифрового корректора фазовых искажений методами нелинейного математического программирования;

- разработан алгоритм, позволяющий провести предварительную оценку вычислительных затрат при практической реализации корректоров.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты диссертации согласуются с известными положениями статистической радиотехники, теории колебаний, теории цифровой обработки сигналов, а также с решениями, полученным ранее применением иных методик синтеза. Достоверность подтверждается данными компьютерного моделирования и экспериментальными исследованиями на лабораторных макетах.

Сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, достоверны.

Личный вклад автора состоит в том, что в ходе выполнения научно-исследовательских работ на кафедре радиотехники радиофизического факультета ННГУ им.Н.И.Лобачевского, автором самостоятельно проведено моделирование сигнальных трактов, оценка уровня фазовых искажений и постановка задачи синтеза компенсатора частотной дисперсии. Также автор реализовал альтернативные подходы к синтезу цифровых фазовых фильтров и показал преимущество метода направленного поиска на сетке Грея. Реализация метода целочисленного нелинейного программирования и анализ результатов проводился совместно с В.Н.Бугровым. Опубликовано 2 статьи без соавторов, в том числе 2 — из перечня ВАК.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Соискатель Морозов Никита Сергеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

На заседании\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_диссертационный совет принял решение присудить Морозову Никите Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.13 — Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения на основании того, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей важное значения для развития цифровой обработки сигналов, и которая соответствует критериям, установленным в п.9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013н. №843.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве \_\_\_\_\_\_человек, из них\_\_\_\_\_\_\_ докторов наук, участвовавших в заседании, из\_\_\_\_человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту\_\_\_\_\_\_\_\_\_ человек, проголосовали: за\_\_\_\_\_\_, против\_\_\_\_ ,недействительных бюллетеней\_\_\_\_\_.

Председатель (заместитель председателя)диссертационного совета\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ученый секретарь диссертационного совета Белов Юрий Георгиевич.

Дата оформления заключения: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_