Проректор ННГУ им.Н.И.Лобачевского

по научной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.В. Иванченко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

М.П.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»**

(Регистрационный номер\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

на диссертацию Морозова Никиты Сергеевича «Цифровая коррекция фазовых и дисперсионных искажений сигнальных и измерительных трактов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения ».

Настоящее заключение выдано на основании личного заявления соискателя ученой степени от 01.04.2021 г.

Диссертация выполнена на кафедре радиотехники радиофизического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

В 2009 г. соискатель ученой степени окончил специалитет ННГУ им. Н.И. Лобачевского по специальности 090106 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».В период с 2016по2020гг.обучался в аспирантуре по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»*.* Диплом об окончании аспирантуры от 08.10.2020 № 105204 0038464 выдан ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Научный руководитель Бугров Владимир Николаевич, кандитат технических наук, доцент кафедры радиотехники РФФ ННГУ.

Диссертация обсуждалась на заседании кафедры радиотехники радиофизического факультета ННГУ и представлена на рассмотрение диссертационному совету Д 212.165.01 при НГТУ им. Р.Е. Алексеева .

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

**Целью работы** является разработка подхода к синтезу корректоров и компенсаторов частотной дисперсии на основе цифровых фазовых фильтров для сигнальных видео и радиотрактов с учётом возможности их реализации на целочисленных цифровых платформах.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи:**

- Анализ систематических ошибок аналитического синтеза цифровых фазовых корректоров и компенсаторов частотной дисперсии и разработка дискретных моделей цифровых фазовых БИХ-фильтров с учётом характеристик частотной дисперсии сигнала;

- Дискретный синтез корректоров фазовых искажений сигнальных видео и радиотрактов, реализованных на фазовых БИХ-фильтрах методами нелинейного математического программирования с заданной системой прямых и функциональных ограничений;

- Дискретный синтез компенсаторов линейно возрастающей и линейно падающей частотной дисперсии в каналах высокоскоростной линии передачи;

- Тестовое модельное и экспериментальное исследование на реальном сигнале синтезированных квантованных корректоров фазовых искажений сигнального или измерительного видео и радиотрактов.

**Личное участие ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации.** Все представленные в работе результаты получены лично соискателем или при его непосредственном участии. Тестирование и эксперименты проведены и реализованы автором самостоятельно в ходе выполнения научно-исследовательских работ на кафедре.

**Достоверность** полученных выводов подтверждается согласованностью теоретических расчетов и результатов компьютерного моделирования с данными экспериментальных исследований.

**Научная новизна** диссертации заключается в следующем:

1) На основе 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, позволяющая устранить ошибки аппроксимации требуемых характеристик и ошибки квантования параметров при практической реализации устройства;

2) 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;

3) Получены целочисленные решения с высоким быстродействием за счет минимальных вычислительных затрат как цифровых корректоров фазовых искажений сигнальных видео и радиотрактов, так и компенсаторов линейно возрастающей и линейно падающей частотной дисперсии в линии связи;

4) Разработана универсальная методика и программа расчёта отклика рекурсивного фазового фильтра, с помощью которой проведена оценка вычислительных затрат при программной реализации фазовых корректоров и компенсаторов на микропроцессорном контроллере или сигнальном процессоре;

**Теоретическая и практическая значимость** работы заключается в следующем:

1) Предложенный метод синтеза позволяет получить решения с заданной конечной разрядностью коэффициентов, что приводит к нулевой ошибке квантования при реализации;

2) Полученные в результате синтеза цифровые фазовые корректоры позволяют успешно компенсировать фазовые искажения как видеотракта, так и радиоканала.

3) Разработанные алгоритмы требуют для их практической реализации относительно небольших вычислительных ресурсов, что позволяет использовать их в системах реального времени.

**Соответствие научной специальности.** Диссертация Морозова Н.С. «Цифровая коррекция фазовых и дисперсионных искажений сигнальных и измерительных трактов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», а именно следующим пунктам раздела «области исследований» паспорта специальности:

- п. 3 в части создания методик их расчета и основ проектирования.

- п. 8 в части создания теории синтеза и анализа, а также методов моделирования радиоэлектронных устройств.

**Основные публикации по теме работы.** По теме диссертации соискателем в соавторстве опубликовано 11 работ, в том числе 5 статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК, 3 – в сборниках трудов международных конференций. Материалы диссертации достаточно полно изложены в следующих работах:

1. В.Н.Бугров, Н.С.Морозов Синтез целочисленных цифровых КИХ-фильтров с линейной фазой // Цифровая обработка сигналов 2016 №1. стр. 14-19

2. Н.С.Морозов, В.Н. Бугров Синтез фазовых корректоров на основе цифровых фазовых цепей // Проектирование и технология электронных средств 2020 №4 стр.15-22

3. Е.С.Фитасов, Д.Н.Ивлев, Н.С.Морозов, Д.В.Савельев Система синхронизации и локального позиционирования на базе беспроводных сетей // Датчики и системы № 8-9. 2017. С. 20-26

4. Н.С.Морозов Моделирование частотной дисперсии цифровых фильтров // Радиолокация. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, книга 2. М.: Радиотехника. стр.122-132

5. Н.С.Морозов Исследование дисперсионных свойств рекурсивных цифровых фильтров // Проектирование и технологии электронных средств (принято к печати)

6. В.Н.Бугров, Н.С.Морозов Проектирование цифровых фильтров малой разрядности с целочисленными коэффициентами // Современная электроника №3 2018 стр.56-63

7. В.Н.Бугров, Н.С.Морозов Поисковые технологии проектирования целочисленных цифровых фильтров // Компоненты и технологии №1'2015, ISSN 2079-6811, стр.122-128

8. В.Н.Бугров, Н.С.Морозов Фазовая линейность целочисленных КИХ-фильтров // Компоненты и технологии №10'2020, ISSN 2079-6811, стр.113-120.

9. В.Н.Бугров, В.И.Пройдаков, Н.С.Морозов Частотная дисперсия сигнала в рекурсивных цифровых фильтрах // 18-я международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение», доклады, том 1, стр. 198-202

10. Н.С.Морозов, В.Н. Бугров Частотная дисперсии сигнала в целочисленных БИХ-фильтрах. // Тезисы доклада на XХI международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2017». - НГТУ, Н.Новгород, С.33-34

11. Н.С.Морозов, И.А.Сорокин Фазовые искажения широкополосных сигналов в БИХ-фильтрах // 12 международная конференция «Перспективные технологии в средствах передачи информации» ПТСПИ-2017, том 2, стр.132-134

В тексте диссертации даны ссылки на научные работы, выполненные соискателем в соавторстве, а также на цитируемые литературные источники (106 наименований).Неправомерные заимствования в тексте диссертации отсутствуют.

Диссертация Морозова Никиты Сергеевича «Цифровая коррекция фазовых и дисперсионных искажений сигнальных и измерительных трактов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения ».

Присутствовало на заседании каф.радиотехники радиофизического факультета ННГУ:

**Всего:** 14 чел.,

из них 2 докторов наук, 7 кандидатов наук.

**Результаты голосования:**

«за» - 14 чел.,

«против» - 0 чел.,

«воздержалось» - 0 чел.

**Протокол № 7 от 09.02.2021.**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Фитасов Е.С., д.т.н., доцент, зав. кафедрой радиотехники

*подпись*