**Соловьев, Игорь Игоревич.
Сверхпроводящие квантовые интерферометры для устройств приема сигнала и обработки информации : диссертация ... доктора физико-математических наук : 01.04.15 / Соловьев Игорь Игоревич; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. - Москва, 2018. - 319 с. : ил.больше**

[**Цитаты из текста:**](https://search.rsl.ru/ru/search)

* **стр. 1**

**рукописи Соловьев Игорь Игоревич СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ КВАНТОВЫЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ПРИЕМА СИГНАЛА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ диссертация на соискание ученой**

* **стр. 2**

**основы функционирования исследуемых устройств 1.2 Сверхпроводящие квантовые интерферометры и цепочки на их основе 1.3 Применение интерферометров постоянного тока в детекторах, усилителях и устройствах считывания 1.4 Физические основы функционирования цифровых сверхпроводниковых схем 1.6 Основы сверхпроводниковой**

* **стр. 9**

**расчета сверхпроводниковых интерферометрических схем на базе джозефсоновских контактов и подходов создания на их основе элементной базы устройств приема сигнала и обработки информации. Соответствующий аналитических цикл выражений исследований описания включает отклика построение отсутствующих квантовых сверхпроводящих интерферометров на внешний магнитный сигнал, оптимизацию схем аналоговых и цифровых преобразователей магнитного...**

**Оглавление диссертациикандидат наук Соловьев, Игорь Игоревич**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Общая характеристика диссертационной работы 7**

**Актуальность темы исследования 7**

**Цель работы 9**

**Научная новизна 10**

**Научная и практическая значимость 11**

**Методология и методы исследования 12**

**Основные положения, выносимые на защиту 13**

**Достоверность 14**

**Личный вклад автора 14**

**Апробация работы 15**

**Публикации 16**

**Объем и структура диссертации 16**

**Список литературы 17**

**Глава I. Анализ проблемной области 19**

**1.1 Физические основы функционирования исследуемых устройств 19**

**1.2 Сверхпроводящие квантовые интерферометры и цепочки на их основе 23**

**1.3 Применение интерферометров постоянного тока в детекторах, усилителях и устройствах считывания 31**

**1.4 Физические основы функционирования цифровых сверхпроводниковых**

**схем 34**

**1.5 Сверхпроводниковые аналого-цифровые преобразователи на базе СКВИДов 37**

**1.6 Основы сверхпроводниковой технологии высокопроизводительных вычислительных устройств 43**

**1.6.1 Быстрая одноквантовая логика 44**

**1.6.1.1 Низковольтовая быстрая одноквантовая логика 49**

**1.6.1.2 «Асинхронная» энергоэффективная быстрая одноквантовая логика 50**

**1.6.1.3 «Синхронная» энергоэффективная быстрая одноквантовая логика 51**

**1.6.2 Взаимная квантовая логика 52**

**1.6.3 Адиабатическая сверхпроводниковая логика 57**

**1.6.3.1 Адиабатический квантовый потоковый параметрон 61**

**1.6.3.2 СКВИД с отрицательной взаимной индуктивностью 62**

**1.6.4 Сверхпроводниковая память 64**

**1.6.4.1 Память на базе СКВИДов 64**

**1.6.4.2 Гибридная сверхпроводниковая джозефсоновская -полупроводниковая память 65**

**1.6.4.3 Элементы памяти на джозефсоновских контактах с ферромагнитными слоями 66**

**1.6.5 Логические устройства с внутренней памятью своего состояния на базе СКВИДов 69**

**1.6.6 СКВИДы в цепях неклассической обработки информации 70 Литература к главе I 73**

**Глава II. Аналитическое описание отклика двухконтактного СКВИДа 87**

**2.1 Введение 87**

**2.2 Отклик напряжения симметричного СКВИДа на магнитный поток 89**

**2.2.1 Решение в приближении ^ = 90**

**2.2.2 Решение в приближении ^ = + 91**

**2.2.3 Сопоставление с результатами численного расчета 94**

**2.3 Отклик тока симметричного СКВИДа на магнитный поток 96**

**2.3.1 Сверхпроводящее состояние 96**

**2.3.2 Резистивное состояние 100**

**2.4 Анализ влияния малой асимметрии параметров СКВИДа на отклик напряжения 101**

**2.4.1 Асимметрия индуктивных плеч 102**

**2.4.2 Асимметрия критических токов и шунтирующих сопротивлений джозефсоновских контактов 103**

**2.4.2.1 Решение в приближении ^ = 103**

**2.4.2.2 Решение в приближении ^ = + 106**

**2.4.2.3 Обобщение на случай асимметрии индуктивных плеч 108**

**2.5 Анализ влияния малой асимметрии параметров СКВИДа на отклик тока 110**

**2.5.1 Сверхпроводящее состояние 110**

**2.5.2 Резистивное состояние 112**

**2.6 Обобщение полученных выражений для откликов СКВИДа с индуктивностью реального устройства 114**

**2.6.1 Отклик напряжения 114**

**2.6.2 Отклик тока 118**

**2.7 Критический ток СКВИДа 120**

**2.8 Основные результаты главы II 124**

**Литература к главе II 125 Глава III. Методы линеаризации отклика джозефсоновских структур на базе**

**СКВИДов 130**

**3.1 Введение 130**

**3.2 Дифференциальное соединение СКВИДов 135**

**3.3 Дифференциальное соединение цепочек СКВИДов 148**

**3.4 Би-СКВИД 150**

**3.5 Экспериментальное исследование 154**

**3.5.1 Последовательные цепочки би-СКВИДов 155**

**3.5.2 Последовательные цепочки параллельных цепочек СКВИДов 157**

**3.5.3 Дифференциальные параллельно-последовательные структуры 159**

**3.5.3.1 Дифференциальные структуры с внешним трансформатором магнитного потока 160**

**3.5.3.2 Дифференциальные структуры без трансформатора магнитного потока 163**

**3.6 Приложение. Описание ниобиевой технологии фирмы HYPRES 165**

**3.7 Основные результаты главы III 170 Литература к главе III 171**

**Глава IV. Методы построения интерфейсных усилителей на базе цепочек**

**СКВИДов 173**

**4.1 Введение 173**

**4.2 Структура интерфейсных усилителей 175**

**4.2.1 Режимы работы 175**

**4.2.2 Принципиальная схема 176**

**4.2.3 Связь входной цепи с суммирующей цепочкой СКВИДов 179**

**4.2.4 Суммирующая цепочка СКВИДов 183**

**4.2.5 Моделирование работы усилителя 187**

**4.3 Проектирование прототипа усилителя 189**

**4.3.1 Оптимизация топологии усилителя 189**

**4.3.2 Фотошаблоны экспериментальных образцов 193**

**4.4 Экспериментальное исследование 198**

**4.5 Основные результаты главы IV 201 Литература к главе IV 202**

**Глава V. Флаксонные интерферометры 204**

**5.1 Введение 204**

**5.2 Динамика рассеяния солитона 206**

**5.2.1 Аналитическое решение 207**

**5.2.2 Общий метод решения 211**

**5.3 Влияние дискретности среды на динамику солитона 211**

**5.4 Оптимизация процесса измерений в схемах баллистического детектора 219**

**5.4.1 Случай непрерывных ДПЛ 220**

**5.4.1.1 Динамика рассеяния флаксона 220**

**5.4.1.2 Расчет отношения сигнала к шуму 223**

**5.4.1.3 Симметризация оригинальной схемы детектора 227**

**5.4.1.4 Симметризация схемы детектора с кольцевой ДПЛ 233**

**5.4.2 Случай дискретных ДПЛ 237**

**5.5 Проектирования экспериментальных образцов 239**

**5.5.1 Принципиальная схема измерений 243**

**5.5.2 Цифровые цепи измерительной схемы 245**

**5.5.3 Проектирование фотошаблонов 250**

**5.6 Основные результаты главы V 259 Литература к главе V 260**

**Глава VI. Магнитные джозефсоновские контакты в базовых элементах логики и**

**памяти 264**

**6.1 Введение 264**

**6.2 Джозефсоновский поворотный вентиль 266**

**6.2.1 Модель джозефсоновской SF-NFS-структуры 266**

**6.2.1.1 Решение уравнений Узаделя в N-пленке 270**

**6.2.1.2 Решение уравнений Узаделя в F-пленке 270**

**6.2.1.3 Распределение плотности критического тока 272**

**6.2.2 Критический ток SF-NFS джозефсоновских структур 274**

**6.3 Адиабатические квантовые интерферометры в цифровых схемах 278**

**6.3.1 Параметрический квантрон 278**

**6.3.2 Параметрические квантроны на базе СКВИДа 279**

**6.3.2.1 СКВИД 279**

**6.3.2.2 Н-СКВИД 284**

**6.3.2.3 Би-СКВИД с пи-контактом 286**

**6.3.2.4 Н-би-СКВИД с пи-контактом 288**

**6.3.3 Адиабатические квантовые потоковые параметроны - АКПП 290**

**6.3.4 АКПП с пи-контактами 293**

**6.3.5 Оптимизация характеристик АКПП с добавлением пи-контактов 297**

**6.3.5.1 Схема н-СКВИДа 297**

**6.3.5.2 Схема АКПП 302 6.4 Основные результаты главы VI 306 Литература к главе VI 307**

**Заключение 311**

**Список публикаций автора по теме диссертации 314**