

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Москаленко Ильи Николаевича
«**Квантовая электродинамика сверхпроводниковых структур на основе кубитов-флаксоунов**», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа соискателя Москаленко Ильи Николаевича посвящена исследованию сверхпроводниковых искусственных систем на базе кубитов с высокой индуктивностью линейных массивов джозефсоновских контактов. Подобные системы вызывают большой интерес среди исследователей по всему миру и в России как возможную альтернативу кубитам-транмонам на пути создания многокубитных квантовых устройств, поэтому тематика работы представляется весьма актуальной как с научной, так и с практической точки зрения. Диссертант проводил экспериментальные исследования в условиях сверхнизких температур, проводил теоретические изыскания и численное моделирование, а также проектировал образцы.

В работе описаны методы расчета характеристик и особенности проектирования систем сверхпроводниковых кубитов на основе джозефсоновской индуктивности, связанных с индивидуальными микроволновыми резонаторами для дисперсионного считывания. Методы были использованы при создании послойных структур микросхем, содержащих сверхпроводниковые системы на базе кубитов-флаксоунов в копланарной архитектуре. В ходе теоретических исследований была показана возможность реализации перестраиваемого взаимодействия в системах низкочастотных кубитов, обладающих более высокими временами жизни и временами когерентности, что было подтверждено результатами эксперимента по демонстрации вентильных операций fSIM и CZ на двухкубитном квантовом процессоре. Использование перестраиваемого элемента связи дает возможность подавить остаточные паразитные взаимодействия между кубитами, что позволило получить более высокие точности параллельных однокубитных операций в сравнении с процессорами без перестраиваемых элементов связи.

В диссертации получены следующие важные результаты:

1. Впервые предложен и экспериментально сверхпроводниковый кубит-флаксо́ниум с гальванически встроенной линией контроля магнитного потока в копланарной архитектуре, пригодный к использованию и в качестве вычислительного кубита, и в качестве перестраиваемого элемента связи.

2. Реализован метод инициализации кубитов с частотой основного перехода ниже температуры окружающей среды в их основном состоянии, который позволяет преодолеть сложность использования таких кубитов для реализации квантовых вычислений из-за высокой заселенности их первого возбужденного состояния.

3. Впервые предложена и экспериментально реализована двухкубитная система на базе кубитов-флаксо́ниумов с перестраиваемым взаимодействием, которая позволила реализовать двухкубитные вентили с точностью выше 99.22%. Для измерения точности одно- и двухкубитных вентилей экспериментально реализован алгоритм перекрестно-энтропийного тестирования.

4. Впервые предложен метод дисперсионного считывания, позволяющий регистрировать положение одиночного квантового флаксона в ячейках массива сверхпроводниковых кубитов на основе высокой джозефсоновской индуктивности.

Результаты диссертации, определенно, будут востребованы при создании и исследовании квантовых устройств нового поколения и послужат основой для последующих разработок в области сверхпроводниковых квантовых вычислителей.

Практическая значимость работы связана с перспективами использования предлагаемых в диссертации систем низкочастотных кубитов на основе высокой индуктивности линейного массива джозефсоновских контактов при построении квантовых процессоров и симуляторов. Обладая улучшенными когерентными свойствами и менее чувствительные к перекрестным наводкам,

кубиты-флакониумы позволяют добиться большей точности вентиляционных операций, что приближает нас к созданию отказоустойчивых квантовых вычислений.

Достоверность и обоснованность полученных результатов является следствием применения современных экспериментальных и теоретических методов исследования, сопоставимостью результатов теоретических моделей и экспериментальных данных, а также хорошим согласием с данными других авторов.

Основные результаты работы автора обсуждались на российских и международных конференциях и достаточно полно опубликованы в 3 печатных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, одно из которых также входит в список, рекомендованный ВАК.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы, написан ясным и понятным языком и отражает основные научные и практические результаты работы.

Замечания/Пожелания

В тексте автореферата присутствуют неточности и опечатки, на которые было указано автору.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и носят характер пожеланий. Диссертация И.Н. Москаленко представляет собой цельную и законченную научно-исследовательскую работу, направленную на исследование актуальной проблемы, имеющей большое практическое значение. Считаю, что диссертационная работа «Квантовая электродинамика сверхпроводниковых структур на основе кубитов-флакониумов» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете "МИСиС", а ее автор И.Н. Москаленко заслуживает присвоения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния» по результатам публичной защиты диссертации.

Доцент физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, руководитель сектора квантовых вычислений центра квантовых технологий МГУ,

кандидат

физико-математических наук,  Страупе Станислав Сергеевич

20 ноября 2022 г.

Адрес: Ленинские горы 1, стр. 35, Москва, 119991

Телефон (рабочий): +7(926) 150-69-08

Адрес электронной почты: straups@yandex.ru

Подпись С.С. Страупе заверяю

Декан физического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор



Н.Н. Сысоев