

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. первого проректора
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский педагогический
государственный университет» (МПГУ),
академик РАО, доктор географических наук,
профессор
Дронов Виктор Павлович



05.10.2026

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

- федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский педагогический государственный университет» - на диссертационную работу Уставщикова Сергея Сергеевича «Электромагнитный отклик тонкоплёночных гибридных структур сверхпроводник - металл с большим отношением удельных сопротивлений в нормальном состоянии», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки).

Диссертация Уставщикова Сергея Сергеевича посвящена экспериментальному исследованию электромагнитного отклика тонкоплёночных гибридных структур сверхпроводник - нормальный металл с большим отношением удельных сопротивлений слоёв в нормальном состоянии.

Тематика работы **актуальна** для физики гибридных сверхпроводящих систем и криогенной микроэлектроники. Управление кинетической индуктивностью, болометрическим откликом, критическим током и вихревой динамикой в таких структурах существенно для развития детекторов на кинетической индуктивности, оптических и ИК-детекторов, параметрических усилителей, а также элементов сверхпроводниковой электроники, работающих в слабых магнитных полях.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и списка публикаций автора. Общий объём работы составляет 149 страниц, включая 53 рисунка. Список цитируемой литературы содержит 148 наименований.

Во введении автор обосновывает актуальность темы, формулирует цель и задачи исследования, излагает научную новизну, практическую значимость, положения, выносимые на защиту, сведения о личном вкладе, достоверности результатов, публикациях и апробации работы.

Первая глава посвящена технологии изготовления образцов и технике эксперимента. Описаны серии тонкоплёночных структур Al/MoN, MoN/Al и Cu/MoN, методы их изготовления и характеристики, измерения взаимной индукции, СВЧ-измерения с диэлектрическим резонатором, оптическая установка и транспортные измерения. Существенным достоинством главы является подробное описание экспериментальных схем, позволяющее проследить связь между технологическими параметрами образцов и последующими измерениями.

Во второй главе исследуется СВЧ-импеданс гибридных структур сверхпроводник - нормальный металл. Автор сопоставляет низкочастотный и высокочастотный отклик, анализирует влияние минищели в спектре квазичастиц и показывает, что поверхностный импеданс таких структур определяется сверхтоком, протекающим в нормальном слое с наведённой сверхпроводимостью. Экспериментальные результаты качественно согласуются с расчётами в рамках используемой теоретической модели.

Третья глава посвящена болометрическому отклику гибридных полосок Cu/MoN при оптическом облучении. Показано, что нанесение тонкого слоя нормального металла при оптимальном выборе толщины может повышать чувствительность болометрического отклика по сравнению с однослойной сверхпроводящей пленкой. Интерпретация результатов проводится с использованием тепловой модели, связывающей подавление критического тока с поглощённой энергией и нагревом электронной и фононной подсистем.

Четвёртая глава посвящена транспортным свойствам гибридных SN-полосок в слабых перпендикулярных магнитных полях. Исследованы нелинейная зависимость критического тока от магнитного поля, увеличение скорости движения вихрей, вихревая динамика в полосках с боковым разрезом и диодный эффект. Особый интерес представляет связь наблюдаемых

транспортных особенностей с нелинейной зависимостью сверхтока от импульса сверхпроводящего конденсата.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

Представленные в диссертации результаты являются **новыми и практически значимыми**. К числу наиболее важных результатов относятся экспериментальное выявление особенностей поверхностного импеданса SN-структур, связанных с минищелью и переносом сверхтока нормальным слоем, обнаружение увеличения чувствительности болометрического отклика гибридных полосок, демонстрация высокой нелинейности кинетической индуктивности, уменьшения плотности тока депиннинга вихрей, увеличения максимальной скорости движения вихрей и выраженного диодного эффекта в полосках с боковым разрезом.

Авторский вклад состоит в участии в разработке и сборке экспериментальных установок, создании программ управления и постобработки данных, проведении измерений, анализе полученных результатов и подготовке публикаций по теме диссертации.

Достоверность результатов подтверждается использованием нескольких независимых экспериментальных методик, исследованием серий образцов, воспроизводимостью основных наблюдаемых эффектов и сопоставлением данных с теоретическими моделями, отражающими основные физические свойства исследуемых систем.

Апробация работы.

Основные результаты диссертации опубликованы в 6 статьях в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, включая Physical Review B, Journal of Physics D, Superconductor Science and Technology, а также представлены в 8 работах в сборниках международных и всероссийских конференций. Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

К диссертации есть следующие замечания.

1. В главе 4 автор рассматривает расчётные зависимости сверхтока от импульса сверхпроводящего конденсата для гибридных SN-структур, где возможно появление дополнительного максимума и промежуточной области между максимумами. Однако экспериментальные возможности доступа к

области сверхскоростей, соответствующей этому участку зависимости, практически не обсуждаются. В режиме заданного транспортного тока такая ветвь может оказаться неустойчивой или недостижимой из-за входа вихрей, фазовых срывов, нагрева и перехода в резистивное состояние. Вместе с тем представляется возможной другая постановка эксперимента, например кольцевая или петлевая геометрия, в которой сверхтекучий импульс задаётся магнитным потоком через вектор-потенциал и условие квантования флюксоида. Было бы полезно обсудить, допускает ли предложенная модель достижение и стабилизацию этой области, а также какие ограничения накладывают фазовые проскальзывания, экранирование, ширина кольца и вход вихрей.

2. Практическая значимость работы сформулирована достаточно широко и охватывает детекторы на кинетической индуктивности, параметрические усилители, оптические и ИК-детекторы, а также сверхпроводящие диодные структуры. При этом в диссертации не всегда приведены количественные критерии, позволяющие оценить близость полученных эффектов к реальным приборным применениям: чувствительность, шумовые характеристики, полоса, энергетическое разрешение, эффективность выпрямления, стабильность режимов и технологическая повторяемость. Наличие такого сопоставления с существующими решениями сделало бы выводы о прикладных перспективах более убедительными.

3. Раздел о достоверности результатов носит несколько общий характер. В работе обсуждаются отдельные источники неопределённости, однако для ряда ключевых выводов желательно было бы более систематически представить анализ ошибок и возможных систематических факторов: разброс толщин и стехиометрии между сериями образцов, влияние отдельно изготовленных образцов сравнения, роль краевых дефектов и концентрации тока вблизи углов, а также калибровку оптической мощности и спектра излучения. Это особенно важно там, где количественное согласие с моделью заменяется утверждением о качественном согласии.

4. Кроме того, в тексте встречаются отдельные редакционные и оформительские недочёты. Например, в списке стандартных обозначений скорость света указана с ошибочным показателем степени.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация Уставщикова С.С. представляет собой завершённое

экспериментальное исследование, содержит новые научные результаты и выполнена на высоком профессиональном уровне. Автореферат достоверно и полно отражает содержание диссертации.

По объёму, структуре, актуальности, научной новизне и значимости полученных результатов осуществленное исследование отвечает требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а её автор, Уставщиков Сергей Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки).

Доклад по материалам диссертации был представлен на семинаре кафедры общей и экспериментальной физики МПГУ, отзыв на диссертацию обсуждён и единогласно одобрен на заседании семинара кафедры общей и экспериментальной физики МПГУ 22 сентября 2026 г., протокол № 2.

Гольцман Григорий Наумович – д.ф.-м.н., проф., специальность 1.3.8 - - физика конденсированного состояния, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», Институт физики и информационных технологий, кафедра общей и экспериментальной физики, заведующий кафедрой

«05» 10 2026 г.

Гольцман Г.Н.

Контактная информация:

Полное наименование организации в соответствии с Уставом: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет»

Сокращенное наименование организации в соответствии с Уставом: ФГБОУ ВО «МПГУ», Московский педагогический государственный университет, МПГУ

Почтовый адрес: 119435, г. Москва, ул. Малая Пироговская, д.1, строение 1

Телефон: +7(499)245-03-10

Адрес электронной почты: mail@mpgu.ru

Адрес официального сайта сети Интернет: <https://mpgu.ru>

С публикациями сотрудников кафедры общей и экспериментальной физики можно ознакомиться по адресу: <https://www.fizmat.ru>



Гольцман Г.Н.
СТОДОРЕАЮ
управления развития
И.Н. Павлушина