

## Отзыв

на автореферат диссертации Чекушкина Артема Михайловича  
«Матрицы планарных кольцевых антенн с СИНИС-детекторами и матрицы криогенных фильтров»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3. 4 – «Радиофизика».

В на протяжении свыше 50 лет в астрофизике актуальной задачей является исследование реликтового излучения Вселенной, поскольку именно оно может дать информацию о происхождении Вселенной. В реликтовом излучении могут быть скрыты следы первичных гравитационных волн, инфляционного расширения, что позволит подтвердить, опровергнуть или уточнить существующие гипотезы эволюции вселенной. Ключевым моментом при исследовании реликтового излучения является создание высокочувствительных приемников, поскольку фоновая мощность, при которой должна проводиться регистрация излучения является высокой (порядка 5-80 пВт). Поэтому тема диссертационной работы, связанная с разработкой и исследованием характеристик болометров на основе структур сверхпроводник-изолятор-нормальный металл-изолятор-сверхпроводник (СИНИС), интегрированных в плоские кольцевые антенны, и создание на их основе матриц для приема единичных фотонов, является актуальной задачей.

Диссертационная работа посвящена решению проблемы насыщения болометрических СИНИС-детекторов в условиях высокой фоновой мощности (десятки пиковатт), а также улучшению их сигнальных характеристик. В ходе диссертационной работы автором успешно проведены эксперименты двух типов: измерение оптического отклика матриц планарных кольцевых антенн с СИНИС-детекторами на различную температуру черного тела и спектральный отклик на внешнее электромагнитное излучение, генерируемое источником излучения на основе лампы обратной волны диапазона 230-380 ГГц. Для исследования отклика на электромагнитное излучение разработанных структур А.М.Чекушкиным разработаны, изготовлены и измерены фильтры для криогенных электромагнитных измерений. Диссертантом разработана топология матриц СИНИС-детекторов, усовершенствованная методика изготовления матриц планарных кольцевых антенн с интегрированными СИНИС-детекторами, улучшающая теплоотвод полученной структуры, за счет удаления слоя «тонкого золота» и увеличения слоя нормального металла в антеннах. Разработаны, изготовлены и экспериментально исследованы матрицы планарных кольцевых антенн с интегрированными в них СИНИС-детекторами для приема внешнего электромагнитного излучения диапазона 345 ГГц, исследованы их спектральные характеристики, а также изготовлена и экспериментально исследована приемная матрица электрически малых антенн с СИНИС-детекторами (характерный размер 54 мкм). Результаты, полученные А.М.Чекушкиным, использовались при разработке способа изготовления устройств с тонкопленочными сверхпроводниковыми переходами, способа изготовления устройств со свободно висящими микромостиками, широкополосного детектора терагерцового излучения, способа изготовления воздушных мостов в качестве межэлектродных соединений интегральных схем, способов изготовления тонкопленочных туннельных переходов и устройств с их использованием, на которые коллективом авторов, куда входит и диссертант, получены патенты.

Работа не свободна от некоторых замечаний.

1. Из автореферата остается неясным, проводилось ли сравнение характеристик с другими приемными системами, используемыми в настоящее время для приема реликтового излучения, поскольку все приведенные результаты – это или отклик на черное тело или на лампу обратной волны.
2. Текст автореферата недостаточно вычитан. Например, аббревиатура лампа обратной волны (ЛОВ) вводится несколько раз (с.6, последняя строка; с.14, 4-я строка сверху; с.15, 4-я строка снизу). В подписи к рисунку 5 стоит «VCC - ВАХ матрицы без облучения», однако на этом рисунке приведена ВАХ, но в легенде она подписана «I(V)»

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы.



Работы А.М.Чекушкина известны специалистам. Они докладывались на 22 докладах на международных и российских конференциях и опубликованы в 28 научных работах в изданиях, включая высокорейтинговые (Superconductor Science and Technology (Q1), Applied Physics Letters (Q1), Journal of Applied Physics (Q2), IEEE Transactions on Applied Superconductivity (Q2)), включенных в перечень ВАК, из которых 23 входят в системы цитирования Web of Science и Scopus. Кроме того, А.М.Чекушкин является соавтором 6 патентов, куда вошли результаты, полученные в ходе работы над диссертацией.

Исследование рассмотренных в диссертации вопросов выполнено на высоком научном уровне, результаты являются новыми и практически значимыми. Достоверность результатов и выводов не вызывает сомнений.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 1.3.4, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842 от 24.09. 2013 (ред. от 28.08.2017). В связи с этим считаю, что диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Чекушкин Артем Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4– «Радиофизика».

Зав. отделом терагерцовой спектроскопии  
Института физики микроструктур РАН  
– филиала Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной физики  
Российской академии наук» (ИФМ РАН),  
кандидат физ.-мат. наук

Вакс Владимир Лейбович

603087 Нижегородская обл., Кстовский р-н,  
д. Афоново, ул. Академическая, 7, тел. (831)  
4179457, [vax@ipmras.ru](mailto:vax@ipmras.ru).

Подпись Владимира Лейбовича Вакса заверяю  
Ученый секретарь Института физики микроструктур РАН  
– филиала Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной физики  
Российской академии наук» (ИФМ РАН),  
кандидат физ.-мат. наук



Гапонова Дария Михайловна