

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шуракова Александра Сергеевича «Спектр выходного сигнала терагерцового приемника на основе гетеродинного и прямого НЕВ-детектора», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

Диссертационная работа Шуракова А.С. посвящена экспериментальному исследованию влияния различных схем реализации СВЧ подогрева электронной подсистемы НЕВ (Hot Electron Bolometer) - детектора из тонкой разупорядоченной пленки нитрида ниобия на его технические характеристики. В работе представлено исследование физических основ формирования дрейфовых шумов в выходном сигнале НЕВ-смесителя, а также комплексное изучение влияния СВЧ излучения на функционирование НЕВ-устройства, используемого в рамках гетеродинной приемной системы и приемника прямого детектирования; приведены методы и схемы на его основе, направленные на достижение предельных значений стабильности и чувствительности приемников. Диссертационные исследования мотивированы существующим спросом на терагерцовые гетеродинные матричные НЕВ-приемники со стороны действующих и готовящихся к запуску радиоастрономических комплексов (SOFIA, STO-2, GUSTO, DATE5 и OST), а также на прямые НЕВ-детекторы для измерения основных параметров (частота повторения, мощность в импульсе, диаграмма направленности и т.п.) в процессе разработки и создания импульсных источников терагерцового излучения, существенно упрочивших свои позиции в последнее время. В работе представлены как предложенные ранее и существенно оптимизированные, так и оригинальные научно-технические решения.

В первой главе диссертации представлен обзор на основные тенденции развития НЕВ-технологий за последние несколько десятилетий, включая технологию изготовления, физико-математический аппарат и основные сферы применения.

Во второй главе диссертации представлены результаты изучения вклада нестабильностей узлов гетеродинного НЕВ-приемника в системную стабильность. Предложены методики по улучшению стабильности выходной мощности приемника на основе НЕВ-смесителя в криостате замкнутого цикла на основе пульсационной трубы, приведены результаты измерений его технических характеристик для конкретных схем реализации предложенных методик и топологий смесителя. Однако в описании второй главы автореферата не в полной мере понятно насколько эффективно влияет топология чувствительного элемента на шумовую температуру в двухполосном режиме.

В третьей главе диссертации приведены исследования особенностей функционирования НЕВ-приемника прямого детектирования со схемой регистрации выходного сигнала на базе СВЧ рефлектометра. Представлены результаты измерений основных технических характеристик приемника в

широком диапазоне параметров смещения НЕВ-устройства. Сформулированы основные принципы создания сверхчувствительного прямого НЕВ-детектора с нулевым смещением по постоянному току.

Существующее замечание не умаляет достоинств диссертационной работы в целом. По итогам прочтения автореферата складывается хорошее впечатление, о проделанной работе Шураковым А.С., а сама диссертация представляет собой целостную, законченную и актуальную научно-техническую работу. Основные результаты исследований были представлены на международных конференциях и опубликованы в научных журналах с высоким рейтингом, что свидетельствует об успешной апробации работы. На мой взгляд, диссертация соответствует всем требованиям ВАК РФ, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

3 апреля 2019 года

Кандидат физико-математических наук,  
Старший научный сотрудник Института нанотехнологий  
микроэлектроники Российской Академии Наук

Адрес: 115487, г. Москва, ул. Нагатинская дом 16а, строение 11

e-mail: [tmafuz@mail.ru](mailto:tmafuz@mail.ru)

тел.: +79067196578



Тархов Михаил Александрович

Подпись заверяю



  
Е. В. Зильберман