

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ким Татьяны Михайловны  
**«Источники шума для калибровки усилителей и детекторов при сверхнизких температурах»**, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности

### 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Развитие исследований в области квантовых вычислений при сверхнизких температурах неоспоримо ведет к необходимости разработки новых подходов к повышению чувствительности сенсоров для сопутствующих измерений. Сверхнизкие температуры позволяют реализовывать малошумящие усилители и детекторы с уровнем собственного шума вблизи квантового предела, однако использование традиционных калибраторов шума сенсоров затруднено в связи с малой тепловой мощностью используемых рефрижераторов. Разработка компактных калибраторов сверхмалых сигналов является актуальной практической задачей, позволяющей снизить тепловыделение и тепловую инерцию термодинамических источников, не оказывая значительного влияния на тепловой режим экспериментальной системы.

Диссертационная работа Ким Татьяны Михайловны посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию источников калиброванного шума на основе сверхпроводников. Автором работы были разработаны микросхемы источников дробового шума на основе сверхпроводящего туннельного перехода из алюминия и термодинамического шума на основе сверхпроводящей и резистивной пленок, а также интегрального устройства, комбинирующего данные источники и позволяющего реализовать взаимную калибровку шумовых параметров. Проведено детальное электродинамическое моделирование разработанных схем, позволяющее интегрировать их в состав более сложных цепей. Отдельно стоит отметить проведенную работу по оптимизации технологических подходов в изготовлении разработанных структур с использованием тонкопленочных планарных технологий, в том числе сверхпроводящего детектора на основе гафния, необходимого для тестирования источников. Проведена экспериментальная проверка разработанных источников с помощью криогенного усилителя и сверхпроводящего болометрического детектора, а также произведен анализ полученных результатов, включая сопоставление с результатами моделирования. Особое внимание уделено исключению и учету собственных шумов измерительной аппаратуры, что особенно важно при столь низких уровнях сигналов.

Актуальность, новизна, практическая значимость и достоверность результатов подтверждается публикациями автора по теме диссертационной работе в рецензируемых научных журналах и двумя патентами.

Автореферат изложен ясным и понятным языком и отражает основные научные и практические результаты работы. В то же время по автореферату можно сделать следующие уточняющие замечания:

- В качестве личного вклада автора указано освоение конкретных экспериментальных методов, что сложно отнести непосредственно к вкладу в исследование;

- Присутствующее разбиение изложения содержания работы вплоть до разделов третьего уровня (например, 2.4.1) представляется излишним в рамках автореферата;

- Из раздела 3.5 не вполне ясно, чем отличается процесс изготовления детектора с микромостиком из гафния от такового, описанного в разделе 3.4;

- На рисунках 9-10 приведены кривые для нескольких различных напряжений, однако никаким образом не указано соответствие кривых этим напряжениям;

- По работе присутствует некоторое количество неточностей и опечаток, например, сбита нумерация на Рис. 5.1, некоторые несогласованные между собой слова.

Указанные замечания имеют уточняющий характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования. Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, полученные результаты являются новыми и имеют научную и практическую значимости. Достоверность результатов не вызывает сомнений. Выводы, сделанные автором по работе, полностью соответствуют поставленным задачам.

Диссертационная работа Ким Т.М. «Источники шума для калибровки усилителей и детекторов при сверхнизких температурах», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС» по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния», а ее автор заслуживает присвоения степени кандидата физико-математических наук.

Высококвалифицированный старший научный сотрудник  
Лаборатории ЯМР твердого тела  
Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук  
кандидат физико-математических наук  
Ткачёв Алексей Владимирович  
15 сентября 2023 г.

Адрес: г. Москва, Ленинский проспект, д. 53, стр.8, к. 28, 119333,  
Телефон: +7 499 132-64-24  
Адрес электронной почты: tkachevav@lebedev.ru

Подпись Ткачёва Алексея Владимировича заверяю



Начальник отдела кадров  
Н.Ю. Бордачева