

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра электроники, колебаний и волн

**РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПО
ИССЛЕДОВАНИЮ ЯВЛЕНИЯ КВАНТОВОЙ
ПРОВОДИМОСТИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНТАКТАХ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы

направления 03.03.03 "Радиофизика"

Факультета нелинейных процессов

Пирогова Станислава Олеговича

Научный руководитель

доцент КЭКиВ

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

М.И. Перченко

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.ф.-м.н., профессор,

член-корреспондент РАН

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

Д.И. Трубецков

инициалы, фамилия

Саратов 2017 г.

Содержание

1 Введение.....	3
2 Основное содержание работы.....	4
3 Заключение.....	6

Введение

В работе на тему *“Реализация экспериментальной установки по исследованию явления квантовой проводимости в металлических контактах”* рассмотрена схема установки, позволяющая наблюдать при комнатной температуре один из ключевых наноструктурных эффектов квантования проводимости, проведены её анализ и улучшения точности наблюдаемого явления. В настоящее время одной из важных областей физики является создание наноструктур и изучение их свойств. Подобные структуры имеют размеры порядка нескольких атомов и проявляют множество механических, оптических, электрических и других свойств, ненаблюдаемые в телах больших размеров. Такие свойства являются по своей природе квантовыми. Именно их возможность стать основой для дальнейшего развития микроэлектроники вызывает столь бурный интерес у исследователей.

ВКР состоит из нескольких глав: 1) Введение; 2) Основная часть; 3) Заключение. Основная часть делится на различные подглавы, в которых рассматривается теоретическая сторона физического явления, процесс создания установки и работа с ней и подведения итогов о проделанной работе и результатах.

В теоретической части работы рассмотрены две модели описания, которые могут дать представление о сути этого физического явления. В экспериментальной части описаны реализации схемы как на радиотехнической монтажной плате, так и на отдельном собранном блоке с учётом всех проблем, возникших первоначально. В качестве исследуемых образцов выступили три различные металлические проволоки: позолоченные с 0.45 мм в диаметре, медные с 0.08 мм в диаметре и на конечном виде установке – тоже медные, но уже с диаметром в 0.055 мм.

Основное содержание работы

Вид схемы реализованной и исследованной экспериментальной установки приведён на рис. 1. Источник питания, от которого с помощью переменного сопротивления в 10 кОм отбирается напряжение в милливольтном диапазоне, подсоединен к одному из концов пары металлических проволок, находящихся в свободном контакте с друг другом. Другой конец пары идёт на инвертирующий вход ОУ, а выход подключён к одному из каналов запоминающего осциллографа. На осциллограмме должны наблюдаться скачки напряжения, кратные $G = \frac{2e^2}{h}$. Поскольку данное явление исследовалось при комнатной температуре на установке, собранной из подручных средств, без применения каких-либо дополнительных комплектующих и методов, вроде СТМ (сканирующая туннельная микроскопия), были рассмотрены способы повышения точности наблюдения “ступенек” проводимости.

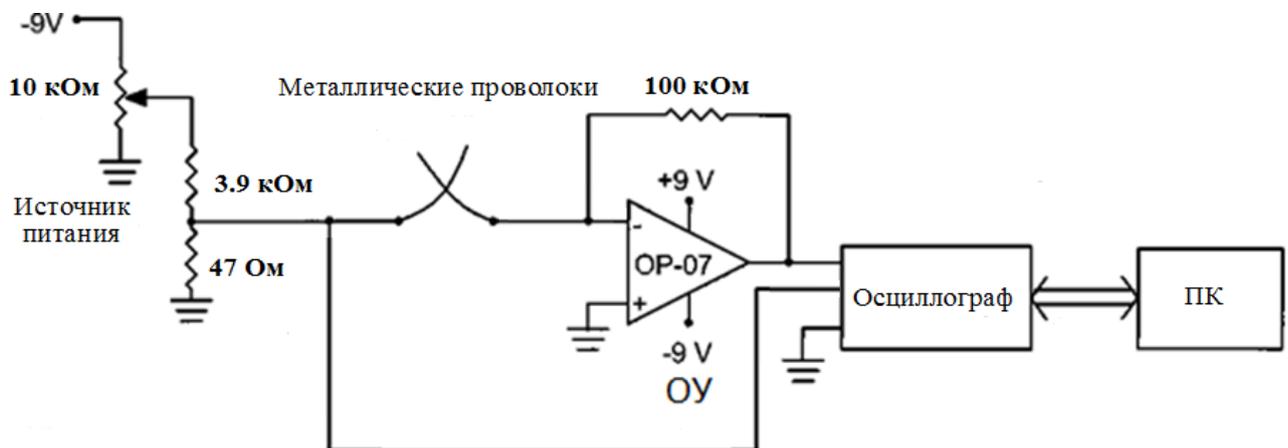


Рисунок 1. Вид схемы установки.

Первые измерения были проведены на установке, собранной с помощью радиотехнической монтажной платы. На ней исследовались позолоченные проволоки с диаметром 0.45 мм и медные с диаметром 0.08 мм. По полученным результатам были выдвинуты предположения о том, какие минусы представляет из себя монтажный способ реализации. Последующий, и последний, этап реализации экспериментальной установки был выполнен в виде отдельного блока, состоящего из металлического основания, текстолитовых подложек с компонентами схемы и дополнительных вспомогательных элементов, позволяющие жёстким образом закреплять исследуемые образцы и улучшающих работу установки в целом.

На последнем этапе были проведены исследования с конечным видом установки и получены кривые, подобные представленной кривой на рис. 2.

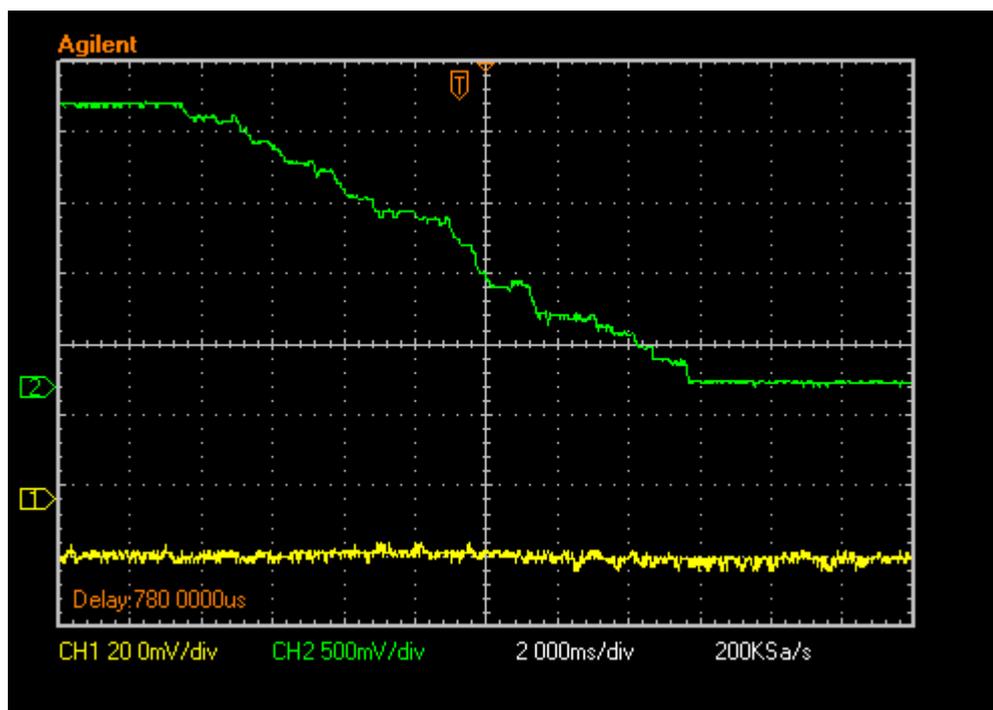


Рисунок 2. Вид конечных результатов.

По ним полученные экспериментальные значения сравнивались с теоретическими оценками. Также были рассмотрены дополнительные способы, которые могли в той или иной степени устранить внешние эффекты, влияющие на результаты.

Заключение

В целом, одна из целей выпускной работы была достигнута: дискретные скачки наблюдались на осциллограммах осциллографа. Их численные значения по большей части были выше, чем по теоретическим оценкам. Скачки были, в среднем, по 200-250 мВ, что в некоторых работах такое отклонение трактовалось как влияние собственного сопротивления в точке взаимодействия металлических контактов. В этой работе вопрос о проявлении и степени влияния собственного сопротивления на явление квантовой проводимости качественно не рассматривался.

Были также сделаны выводы о важности устранения многих сторонних эффектов, таких как наводок (влияние электрических полей сторонних источников), нежелательных колебаниях, нестабильное соприкосновение двух проволок. Наводки частично устранялись с помощью металлического кожуха, но он не экранировал сами проволоки, иначе не было бы возможности взаимодействовать с ними.

Возможно, собранная установка однажды будет рассмотрена в целях академических интересов и выступит как лабораторная работа.