

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

**о работе Швецова Олега Олеговича по кандидатской диссертации
«Исследование транспорта в топологических полуметаллах с
наведенной сверхпроводимостью», представленной к защите на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния**

Диссертация О.О. Швецова посвящена экспериментальному изучению транспорта в гибридных системах на основе топологических полуметаллов. Входящий в состав таких систем сверхпроводящий контакт может, в силу эффекта близости, приводить к существенной модификации свойств топологического полуметалла, например, как предсказано для состояния топологической сверхпроводимости. Таким образом, исследование транспорта заряда и спина в гибридных системах представляется следующим шагом в развитии фундаментальной физики конденсированного состояния, когда от изучения фундаментальных свойств наноструктур мы переходим к исследованию их взаимодействия.

В ходе работы над диссертацией О.О. Швецовым были проведены измерения при температурах 30 мК – 4.2 К в магнитном поле до 14 Тл с использованием высокоточных транспортных и магнетотранспортных методик. О.О. Швецов активно участвовал в проектировании и изготовлении гибридных структур на основе топологических полуметаллов и сверхпроводников. Соответствующие образцы гетероструктур изготавливались с применением оборудования чистой комнаты, в частности использовалась оптическая литография с последующим напылением тонких пленок металлов для создания контактов.

Для контактов между нормальным металлом (Au) и Дираковским полуметаллом Cd₃As₂ при низких температурах было обнаружено поведение дифференциального сопротивления, характерное для Андреевского отражения. Его можно интерпретировать как поверхностную сверхпроводимость в Дираковском полуметалле вблизи интерфейса

с нормальным металлом. В качестве объяснения наблюдаемого эффекта предлагается возникновение сверхпроводимости из-за плоской зоны на поверхности топологического полуметалла Cd_3As_2 .

Для контактов между сверхпроводящим Nb и ферромагнитным Вейлевским полуметаллом $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$, в дополнение к стандартному Андреевскому отражения, наблюдалась аномалия нулевого напряжения, которая демонстрирует выраженную стабильность по отношению ко внешнему магнитному полю вплоть до критического поля Nb. В качестве объяснения обсуждается формирование низкоэнергетических Андреевских уровней при участии поверхностных состояний Вейлевского полуметалла.

Для гетероструктур, состоящих из ферромагнитного Вейлевского полуметалла $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$ со сверхпроводящими (In) контактами, было обнаружено, что в однородно намагниченном образце реализуется состояние с нулевым сопротивлением, поддерживающее Джозефсоновский сверхток. Критический ток такой системы демонстрирует необычные зависимости от температуры и внешнего магнитного поля. В качестве объяснения обсуждается транспорт через топологическое поверхностное состояние магнитного Вейлевского полуметалла.

Для транспорта в Джозефсоновских переходах In- Fe_3GeTe_2 -In, где Fe_3GeTe_2 представляет собой ферромагнитный топологический полуметалл с нодальной линией, были продемонстрированы необычные зависимости критического тока от внешнего магнитного поля различных ориентаций. В целом, зависимости критического тока от поля асимметричны, но эта асимметрия зеркально отражается при перемагничивании образца. В дополнение, в перпендикулярном поле возникает смена минимума критического тока на максимум при перемагничивании образца. Такое поведение характерно для Джозефсоновского спинового вентиля. Наиболее вероятный сценарий для реализации Джозефсоновского спинового вентиля относится к различно ориентированным спиновым поляризациям ферромагнитного объема и топологического поверхностного состояния полуметалла с нодальной линией Fe_3GeTe_2 .

Диссертант продемонстрировал отличное владение методической частью физического эксперимента, начиная от изготовления низкоразмерных образцов и заканчивая обработкой экспериментальных данных. В ходе осмысления полученных результатов диссертант продемонстрировал хорошую теоретическую подготовку и умение разбираться в современной научной периодике. Ко времени окончания работы над диссертацией О.О. Швецов приобрёл первоначальный навык постановки физических задач и оценки осмысленности поставленных задач, что позволяет надеяться на его дальнейшее успешное развитие как физика-экспериментатора.

Результаты исследований, проведенных при работе над диссертацией, были представлены на различных российских и международных конференциях и опубликованы в ведущих физических журналах, таких как Письма в ЖЭТФ, EPL и Physical Review B.

Считаю, что диссертация полностью соответствует требованиям ВАК, а сам Швецов О.О. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Научный руководитель:
д.ф.-м.н. по специальности
01.04.10 – физика полупроводников,
зам. директора ИФТТ РАН

Э.В. Девятов

Подпись Э.В. Девятова заверяю
Ученый секретарь ИФТТ РАН



А.Н. Терещенко

22 декабря 2021 г.