

## Отзыв научного руководителя

на диссертационную работу Мехии Альберто Бандурина  
«Магнитотранспортные явления в дираковском полуметалле  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$   
и модельных магнитных системах с сильным беспорядком»,  
представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния»

Мехия Альберто Бандурин начал работу в Отделении физики твёрдого тела (ОФТТ) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН) в 2014 году, будучи студентом четвёртого курса бакалавриата Факультета общей и прикладной физики Московского Физико-Технического Института (Государственного Университета) (МФТИ (ГУ)). В 2017 году с отличием закончил магистратуру МФТИ (ГУ). В этом же году Мехия А.Б. поступил на очное отделение аспирантуры МФТИ (ГУ) по направлению подготовки 01.04.07 (Физика конденсированного состояния). В 2021 году Мехия А.Б. окончил аспирантуру МФТИ (ГУ). В настоящее время работает в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника лаборатории физического материаловедения полупроводников ОФТТ ФИАН.

Диссертационная работа Мехии А.Б. посвящена изучению вариации магнетотранспортных свойств тонких плёнок и поликристаллов  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$  при изменении содержания марганца. Учитывая, что чистый арсенид кадмия ( $\text{Cd}_3\text{As}_2$ ) относится к классу дираковских полуметаллов, существенное внимание в работе уделяется выявлению эффектов, характерных для топологических систем, а также сигнатур перехода электронной подсистемы в тривиальное состояние при росте содержания магнитной компоненты. Подобные исследования довольно редко встречаются в литературе, хотя имеют определяющее значение, как для корректного понимания физики топологических систем, так и для их применений в различных спинтронных устройствах. Так, в работе показано, что переход в тривиальное состояние наблюдается только для тонких плёнок  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$ , тогда как в поликристаллах того же состава указаний на соответствующий переход не обнаруживается. Последнее обуславливается заметно более высокой плотностью носителей заряда в поликристаллических образцах, что свидетельствует об определяющей роли уровня Ферми носителей при наблюдении таких переходов. Вторым аспектом исследования системы  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$  являлось сравнение её свойств с типичным поведением магнито-допированных систем. Учитывая высокое содержание марганца в исследуемых системах, важным результатом оказывается отсутствие вклада аномального эффекта Холла (АЭХ), характерного для многих систем с магнитной компонентой. В работе Мехии А.Б. отмечается довольно высокий уровень беспорядка в исследованных образцах, а также возможность возникновения дополнительного вклада от магнитного беспорядка, связанного с кластеризацией атомов

марганца. В литературе влияние беспорядка на вклад АЭХ описано обрывочно. Так, случай прыжковой проводимости, качественно меняющий механизм возникновения АЭХ, обычно рассматривается для весьма специфических систем, для которых не реализуется дрейфовый режим проводимости и, соответственно, оказывается неприменима основная теория АЭХ. Поэтому во второй части работы исследуются свойства модельных систем с магнитной компонентой, обосновывается выбор конкретных материалов и проводится сопоставление полученных данных с результатами для системы  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$ . Так, в работе показано, что вследствие необратимого структурного перехода при приложении и снятии гидростатического давления происходит настолько существенный рост беспорядка в кристаллах  $\text{InSb-MnSb}$  эвтектического состава, что исходно дрейфовый режим проводимости системы меняется на прыжковый. Тем не менее, даже в этом случае вклады АЭХ и спин-зависимого рассеяния не исчезают. Для многослойных структур  $(\text{Ta-FeNi})_N\text{-Ta}$  с аморфными слоями тантала показано существенное влияние магнитного беспорядка (связанного с nanoостровами FeNi) на процессы токопереноса. Однако, из полученных данных следует, что наличие сильного магнитного беспорядка не приводит к подавлению вклада АЭХ. Таким образом, в работе показано, что отсутствие АЭХ в системе  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$  является особенностью этой системы и не связано с высоким уровнем беспорядка в исследованных образцах. Результаты обеих частей работы являются важным шагом в понимании особенностей взаимодействия топологических систем с магнитной компонентой, а также влияния различных типов беспорядка на характерные эффекты в магнито-допированных системах. Исследования данных аспектов необходимы для корректного применения топологических материалов в спинтронных устройствах и оптимизации дизайна таких устройств.

Основные результаты диссертационной работы Мехии А.Б. отражены в 5 публикациях в рецензируемых научных журналах, входящих в список ВАК РФ и индексируемых в базах Web of Science и Scopus (в том числе, в двух журналах Q1). Результаты работы прошли апробацию на 7 ведущих российских и международных конференциях. Часть описанных работ была выполнена Мехией А.Б. в качестве соисполнителя двух грантов РФФИ (№ 17-12-01345, № 21-12-00254).

В процессе работы над диссертацией Мехия А.Б. освоил все необходимые навыки для проведения криогенных экспериментов, корректной обработки данных и анализа полученных результатов, а также их сопоставления с результатами других методик. Хороший уровень теоретической подготовки позволил ему рассмотреть широкий круг магнетотранспортных явлений в представленной работе и адекватно интерпретировать их в рамках особенностей исследованных материалов. В ходе работы Мехия А.Б. активно участвовал в планировании и проведении экспериментов, обсуждении результатов и написании статей. В настоящее время Мехия А.Б. является сформировавшимся квалифицированным специалистом в области физики конденсированного состояния, способным самостоятельно ставить и решать сложные научные задачи.

Считаю, что представленная диссертационная работа Мехии А.Б. «Магнитотранспортные явления в дираковском полуметалле  $(\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x)_3\text{As}_2$  и модельных магнитных системах с сильным беспорядком» полностью соответствует всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, а Мехия А.Б. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель,  
кандидат физико-математических наук,  
Научный сотрудник Группы биосовместимых матриц  
Лаборатории биосовместимых матриц и тканевой инженерии  
Отдела нанобиоматериалов и структур  
Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий  
ФГБУ НИЦ «Курчатовский институт»  
Тел. +7(916) 644-87-34,  
e-mail: oveshnikov\_LN@nrcki.ru  
Адрес: НИЦ «Курчатовский институт»  
Москва, пл. Академика Курчатова, д.1

/Оवेशников Леонид Николаевич

19.06. 2024 г.

**Подпись Оवेशникова Леонида Николаевича заверяю:**

Главный учёный секретарь  
НИЦ «Курчатовский институт»  
кандидат физико-математических наук



/ Борисов К.Е.