

**Отзыв на автореферат диссертации Романовой Таисии Андреевны
«Транспортные, магнитотранспортные и сверхпроводящие свойства трехмерных
топологических изоляторов на основе халькогенидов висмута», представленной на
соискание ученой степени кандидат физико-математических наук по специальности
01.04.07 — физика конденсированного состояния.**

В своей диссертации Таисия Андреевна Романова экспериментально исследует слоистые халькогениды висмута, $\text{Bi}_{2-x}\text{Se}_3\text{Cu}_x$, в том числе при сверхнизких температурах ($T=0.3\text{K}$) и в сверхвысоких магнитных полях (до 20 Тесла). Большой интерес к селенидам висмута, возникший сравнительно недавно, связан с предсказанием и последующим наблюдением на их интерфейсе состояний с дираковским спектром, у которых направление спина определяется направлением квазимпульса. Это открывает широкие перспективы для создания на основе этих соединений приборов спинtronики. Особую важность для практических применений имеет исследование именно транспортных свойств халькогенидов висмута с точки зрения вклада интерфейсных состояний, чему и посвящена диссертация. С научной точки зрения халькогениды висмута вызывают большой интерес, поскольку согласно недавним теоретическим предсказаниям они принадлежат к новому классу веществ, так называемым топологическим изоляторам. Им посвящено большое количество недавних работ. Поэтому актуальность проведенных в диссертации исследований не вызывает никаких сомнений.

В диссертации были обнаружены осцилляции Шубникова-де Гааза в легированном медью Bi_2Se_3 , и впервые продемонстрировано их двумерное поведение при наклоне образца относительно направления магнитного поля. Была исследована фаза этих осцилляций, и на основе результатов исследования сделан вывод о дираковском спектре носителей заряда. Более того, в сильнолегированных медью монокристаллах Bi_2Se_3 удалось наблюдать квантовый эффект Холла, что позволило доказать мультислойность транспорта, который определяется состояниями на большом количестве интерфейсов, расположенных внутри образца, со средним расстоянием между интерфейсами $\sim 1\text{nm}$, что соответствует толщине одного слоя кристаллической структуры, так называемого квинтета. Также, в образцах селенидов висмута, легированных медью, удалось наблюдать сверхпроводящий переход, и было установлено, что сверхпроводимость хорошо описывается моделью для обычного слоистого сверхпроводника.

Хочется отметить, что Таисия Андреевна Романова участвовала во всех этапах работы, начиная от разработки методики роста кристаллов, характеристики образцов до магнитотранспортных измерений и интерпретации результатов, что характеризует ее как многостороннего исследователя, способного выполнять разнообразные задачи, возникающие в ходе эксперимента. С моей точки зрения, выращенные в ходе исследования мультиинтерфейсные кристаллы $\text{Bi}_{2-x}\text{Se}_3\text{Cu}_x$ имеют большие преимущества по сравнению с более привычными монокристаллами Bi_2Se_3 и других халькогенидов висмута, поскольку состояние интерфейсов, расположенных внутри образца, гораздо менее подвержено влиянию внешних условий, в отличие от состояний на поверхности. Это дает надежду на их практическое применение.

Автореферат написан достаточно ясно, у меня есть лишь два несущественных замечания, касающиеся терминологии:

- 1) На стр. 11 в фразе «Благодаря соотношению Лифшица-Онзагера, связывающего частоту осцилляций с экстремальным сечением поверхности Ферми, возможно воссоздать форму поверхности Ферми и тем самым отделить поверхностный 2D вклад в проводимость

от объемного» лучше говорить не «поверхностный», а «интерфейсный», поскольку, как показано в работе, именно интерфейсы, расположенные внутри образца, дают основной вклад в проводимость.

2) На стр.17 в фразе «Из рис.5 видно, что данные хорошо ложатся на прямые с фиксированным наклоном, а их экстраполяция $H_N \rightarrow 0 \dots$ » скорее всего имеется ввиду экстраполяция $1/H_N \rightarrow 0$, т. к. ранее на стр. 16 H_N было определено как «поле, при котором заполнено N уровней Ландау».

Эти замечания никак не влияют на общий смысл сведений, изложенных в автореферате, и на высокую оценку работы, проделанной Таисией Андреевной Романовой в ходе диссертационного исследования. Работы, составляющие основу диссертации, опубликованы в авторитетных научных журналах, хорошо мне знакомы. Считаю, что Таисия Андреевна Романова заслуживает присуждения учёной степени кандидата физ.-мат. наук.

30 января 2017 года

Капустин Александр Альбертович,
кандидат физ.-мат. наук
научный сотрудник Института Физики Твёрдого Тела РАН
адрес: ул.академика Осипьяна 2, Черноголовка, Московская обл., 142432
e-mail: kapustin@issp.ac.ru
тел. (49652)28261

М

Подпись А. А. Капустина заверена



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ИФТТ РАН
АБРОСИМОВА Г.Е