

Отзыв

на автореферат диссертации Петрова Андрея Владимировича
«Тонкие пленки FeSeTe на аморфных подложках при низких температурах»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.10. «Физика низких температур».

Объектом исследования в диссертационной работе А.В. Петрова являются тонкие плёнки тетрагонального селенида железа интеркалированного теллуром $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$, сформированные методом импульсно-лазерного осаждения. Предметом исследования являются морфологические, структурные и электродинамические свойства плёнок FeSeTe на аморфных диэлектрических подложках, их критические параметры, такие как критическая температура сверхпроводящего перехода (T_c), верхнее критическое магнитное поле (H_{c2}), поле необратимости (H_{irr}), плотность критического тока (j_c) и механизмы пиннинга вихрей.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Разработана лабораторная методика воспроизводимого получения FeSeTe плёнок с устойчивой сверхпроводящей фазой с критической температурой перехода, T_c , до 9.5 К при безбуферном осаждении на аморфное боросиликатное стекло К-208 с 2% примесью окиси церия CeO_2 , что выше известных результатов.
- Обнаружено, что в отличие от ситуации с FeSeTe пленками на монокристаллических подложках, демонстрирующих более высокие T_c , чем у распыляемой мишени с $T_c \approx 14$ К, полученные значения T_c для пленок на аморфной подложке ниже, чем у мишени.
- Показано, что сверхпроводящее состояние в плёнках $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ на аморфной подложке К-208 носит квазидвумерный характер несмотря на то, что длина когерентности $\xi_c(0) \approx 1,9$ нм больше межплоскостного расстояния в пленке, составляющего $\approx 0,60$ нм. Квазидвумерный характер поведения подтверждается наличием перехода Березинского–Костерлица–Таулеса (БКТ) и поведением зависимостей сопротивления пленки на переходе $R(T, H)$ от температуры и магнитного поля.
- Показано, что возможной причиной квазидвумерного поведения пленок является измененная стехиометрия в слое с толщиной менее 40 нм от интерфейса, приводящая к отсутствию сверхпроводимости в нем и уменьшению эффективной сверхпроводящей толщины пленки. Результат подтвержден глубинным рентгено-фотоэлектронным спектроскопическим анализом, продемонстрировавшим, что в более толстых плёнках (120 нм) поверхностная стехиометрия $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$ практически совпадает с составом мишени, тогда как в образцах с более тонким слоем (≈ 40 нм) возникают заметные отклонения фазового состава и размеров кристаллической ячейки от оптимальных.
- Найдены значения физических параметров полученных пленок при низких температурах - верхнего критического поля $H_{c2}(0)$ для двух ориентаций магнитного поля относительно плоскости плёнки, поля необратимости H_{irr} , значения энергии термической активации вихрей $U(H)$, длин когерентности, лондоновских глубин проникновения, анизотропии плёнок $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$.
- Показано, что в исследуемых плёнках доминирует коррелированный пиннинг на протяжённых дефектах, причём характер полевой зависимости нормированной плотности силы пиннинга $f_p(h)$ отличается от пленок сверхпроводников с преобладающим точечным пиннингом.

Эти исследования имеют научную значимость как в фундаментальном, так и в поисково-прикладном аспекте. Для фундаментальных исследований важно, что в этом

материале, имеющем очень простую кристаллическую структуру и две анизотропных щели в спектре возбуждений, до сих пор не раскрыт механизм образования куперовских пар и получение новой информации о физических характеристиках пленок, напыленных на необычную - аморфную - подложку исключительно актуально. В поисково-прикладном физическом аспекте актуальность заключается в том, что разработка сверхпроводящих проводов на основе тонких плёнок FeSeTe на диэлектрических аморфных подложках предлагает потенциально недорогую и интересную альтернативу проводам на основе купратных сверхпроводников на основе редкоземельных элементов (REBCO) для применений в магнитах и современной электронике при гелиевом уровне охлаждения.

Практическая значимость работы заключается в демонстрации возможности получения сверхпроводящих FeSeTe - плёнок с $T_c \approx 9,5$ К, высокими значениями H_{c2} , H_{irr} и плотности критического тока при низкотемпературном (300 °С) импульсном лазерном осаждении в вакууме на аморфных подложках без применения буферных слоёв. Данный подход может быть адаптирован для гибких диэлектрических подложек типа световодов, что позволит формировать длиномерные сверхпроводящие элементы при сохранении ключевых характеристик и снижении себестоимости. Реализация этой технологии создаёт предпосылки для разработки гибких ВТСП-проводов третьего поколения, способных передавать сигналы и ток с низкими потерями.

Все экспериментальные данные, приведенные в автореферате, получены на современных измерительных установках с соблюдением единых процедур подготовки образцов и многократного повторения измерений на разных сериях образцов. Данные измерений обработаны с применением проверенных методов статистической обработки и согласуются между собой и с литературными данными для $FeSe_xTe_{1-x}$ на кристаллических подложках. Результаты работы опубликованы в изданиях, индексируемых в системах Scopus и WoS и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ. Материалы исследования были представлены на российских конференциях.

Из текста автореферата следует, что диссертация Петрова Андрея Владимировича «Тонкие пленки FeSeTe на аморфных подложках при низких температурах» соответствует требованиям, установленным Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» и Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова к диссертационным исследованиям, а сам соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.10. «Физика низких температур».

д.ф.-м.н. внс НИЦ Курчатовский Институт



Новодворский О.А.

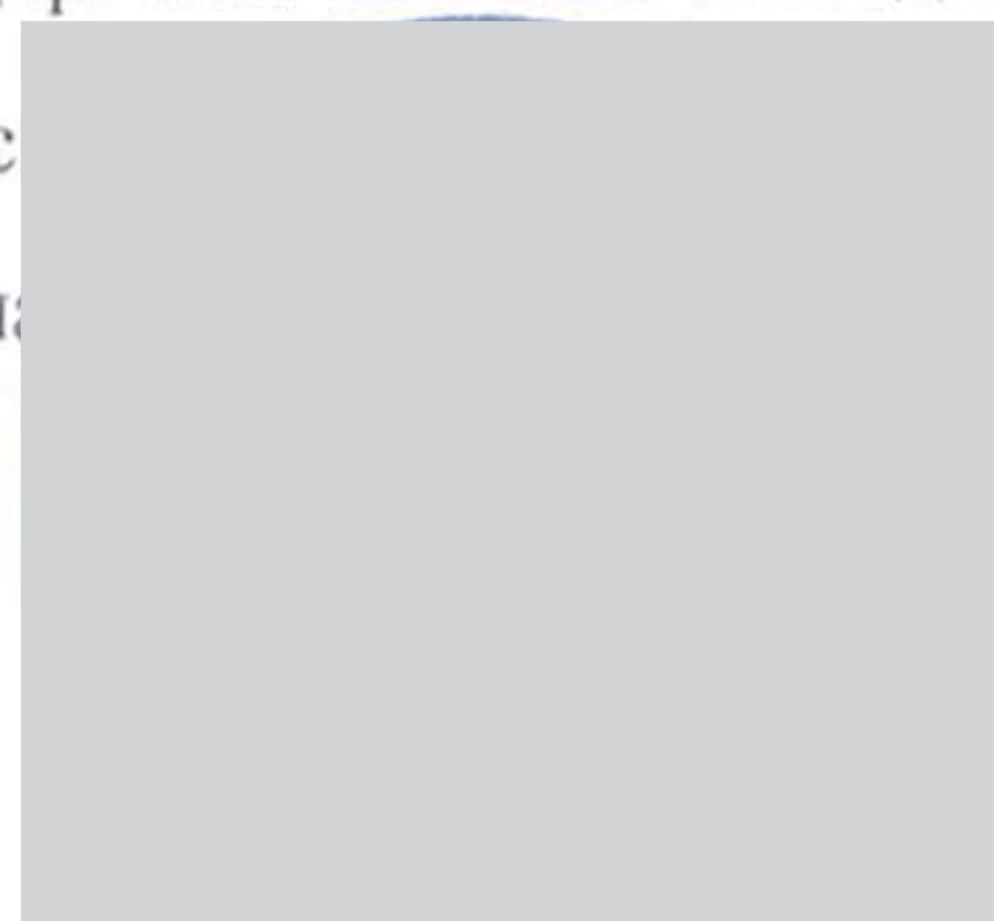
Подпись

4.05.2026

Подпись д.ф.-м.н. внс О.А. Новодворского удостоверяю

Ведущий специалист кадровой политики

НИЦ Курчатовский Институт



Никонорова М.Н.