

Заключение диссертационного совета МГУ.013.5  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «14» мая 2026 г. № 4

О присуждении Петрову Андрею Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Тонкие пленки FeSeTe на аморфных подложках при низких температурах» по специальности 1.3.10 Физика низких температур принята к защите диссертационным советом МГУ.013.5, протокол № 2 от 12.03.2026.

Соискатель Петров Андрей Владимирович 1997 года рождения, с 2021 по 2025 год осваивал программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 1.3.10 Физика низких температур физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова на кафедре физики полупроводников и криоэлектроники.

В настоящее время соискатель работает инженером 1 категории на кафедре физики полупроводников и криоэлектроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре физики полупроводников и криоэлектроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики полупроводников и криоэлектроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Снигирев Олег Васильевич.

Официальные оппоненты:

Кульбачинский Владимир Анатольевич – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики низких температур и сверхпроводимости физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова;

Тарасов Михаил Александрович – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории сверхпроводниковых

устройств для приема и обработки информации Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук;

Можаев Петр Борисович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии микро- и наносистем отделения физико-технологических исследований имени К.А. Валиева Центра перспективной микроэлектроники Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в области физики низких температур, в том числе в области сверхпроводимости, подтвержденной наличием публикаций в высокорейтинговых журналах и рядом выполненных научно-исследовательских работ по данной тематике. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 3 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.10 Физика низких температур (физико-математические науки).

Список наиболее важных авторских публикаций по теме диссертации:

1. **Петров А.В.**, Снигирев О.В., Маресов А.Г., Блинова Ю.В., Порохов Н.В., Чареев Д.А., Варлашкин А.В., Цветков А.Ю. Характеристики плёнок  $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$  на аморфной подложке // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. 2025. № 6. С. 2560504. Импакт фактор 0,52 (РИНЦ). Объем 0,6 п.л. Вклад автора: 0,5. DOI 10.55959/MSU0579-9392.80.2560504.

2. **Петров А.В.**, Снигирев О.В., Овченков Е.А., Маресов А.Г., Блинова Ю.В., Девятериков Д.И., Порохов Н.В., Чареев Д.А., Лубенченко А.В. Структура пленок  $\text{FeSeTe}$  на аморфной подложке // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2025. Т. 89. № 11. С. 1734–1741. Импакт фактор 0,7 (РИНЦ). Объем 0.5 п.л. Вклад автора: 0.5. EDN: UDNWAZ.

**Petrov A.V., Snigirev O.V., Ovchenkov E.A., Maresov A.G., Blinova Yu.V., Devyaterikov D.I., Porokhov N.V., Chareev D. A., Lubenchenko A.V.** Structure of FeSeTe films on amorphous substrate // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2025. Vol. 89. No. 11. P. 2094–2101. Объем 0.5 п.л. Вклад автора: 0.5. EDN: CIPVIN.

**3. Петров А.В., Снигирев О.В., Овченков Е.А., Блинова Ю.В., Порохов Н.В., Шевченко А.Р., Чареев Д.А., Маресов А.Г.** Плёнки FeSe<sub>0.5</sub>Te<sub>0.5</sub> на стекле с примесью CeO<sub>2</sub> // Вестник МГУ. Серия 3: Физика, астрономия. 2025. № 2. С. 2520502. Импакт фактор 0,52 (РИНЦ). Объем 0.5 п.л. Вклад автора: 0.5. EDN: EBAQEJ.

**Petrov A.V., Snigirev O.V., Ovchenkov E.A., Blinova Yu.V., Porokhov N.V., Shevchenko A.R., Chareev D.A., Maresov A.G.** FeSe<sub>0.5</sub>Te<sub>0.5</sub> Films on glass with CeO<sub>2</sub> doping // Moscow University Physics Bulletin. 2025. Vol. 80. P. 306–313. Импакт фактор 0,4 (JIF). Объем 0.5 п.л. Вклад автора: 0.5. EDN: DSQFVQ.

На автореферат диссертации поступило 5 дополнительных отзывов, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором комплексных экспериментальных исследований получены новые научно обоснованные результаты, имеющие существенное значение для развития физики низких температур, физики железосодержащих сверхпроводников и технологии тонкоплёночных сверхпроводящих структур. Работа отличается высокой степенью актуальности, обусловленной как фундаментальным интересом к сверхпроводимости в системе FeSeTe с простой кристаллической структурой и до конца не выясненным механизмом образования куперовских пар, так и прикладной значимостью разработки сверхпроводящих плёнок на аморфных диэлектрических подложках без применения сложной многослойной буферной архитектуры, характерной для проводников второго поколения на основе REBCO. Особую важность работе придаёт ориентация на создание упрощённых тонкоплёночных

сверхпроводящих элементов и прототипов проводников третьего поколения, способных работать при гелиевом уровне охлаждения.

В диссертации разработана лабораторная методика воспроизводимого получения плёнок  $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$  с устойчивой сверхпроводящей фазой на аморфном боросиликатном стекле К-208, содержащем  $\text{CeO}_2$  методом импульсно-лазерного осаждения без буферного слоя. Показано, что при низкотемпературном осаждении в вакууме на аморфной подложке удаётся сформировать сверхпроводящие плёнки с температурой перехода  $T_c$  до 9,5 К, высокими значениями верхнего критического поля  $H_{c2}$ , поля необратимости  $H_{irr}$  и плотности критического тока. Установлены морфологические, структурные и электрофизические характеристики полученных плёнок, определены значения длин когерентности, лондоновских глубин проникновения и анизотропии сверхпроводящих параметров. Показано, что в отличие от плёнок  $\text{FeSeTe}$  на монокристаллических подложках, где критическая температура может превышать  $T_c$  мишени, в исследуемых плёнках на аморфной подложке наблюдается понижение  $T_c$ , что свидетельствует о принципиально иной роли интерфейса и условий роста в формировании сверхпроводящего состояния.

Существенным научным результатом работы является установление квазидвумерного характера сверхпроводящего состояния в плёнках  $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$  на аморфной подложке К-208. Показано, что этот режим подтверждается наличием перехода Березинского–Костерлица–Таулеса и характером зависимостей сопротивления и вольт-амперных характеристик. Выявлено, что вероятной причиной квазидвумерного поведения является наличие приинтерфейсного слоя толщиной менее 40 нм с изменённой стехиометрией, приводящего к уменьшению эффективной сверхпроводящей толщины плёнки. Этот вывод подтверждён результатами глубинного рентгено-фотоэлектронного спектроскопического анализа и сопоставлением структурных характеристик плёнок различной толщины. Тем самым в работе впервые для данной системы установлена связь между составом интерфейсной области, структурным состоянием плёнки и особенностями сверхпроводящего перехода. Полученные результаты дополняют современные представления о

механизмах формирования сверхпроводящего состояния в железосодержащих плёнках, выращенных в отсутствие эпитаксии.

Значительное внимание в диссертации уделено исследованию вихревой динамики и механизмов пиннинга. На основании анализа температурной зависимости энергии активации вихрей Абрикосова, полевых зависимостей  $U(H)$  и нормированной плотности силы пиннинга  $f_p(h)$  показано, что в исследуемых плёнках доминирует коррелированный пиннинг на протяжённых дефектах, а характер пиннинга отличается от случая сверхпроводящих плёнок с преобладающим точечным закреплением вихрей. Установлено, что совокупность значений  $j_c$ ,  $H_{irr}$  и  $H_{c2}$  делает полученные плёнки перспективными для работы в сильных магнитных полях при низких температурах. Практическая значимость работы состоит в демонстрации возможности формирования сверхпроводящих плёнок FeSeTe на аморфных диэлектрических подложках без применения буферных слоёв и в обосновании перспектив адаптации данного подхода к гибким диэлектрическим подложкам, в том числе подложкам типа световодов. Полученные результаты имеют важное значение для дальнейшего развития физики и технологии тонкоплёночных железосодержащих сверхпроводников и для поиска новых архитектур высокотемпературных сверхпроводящих проводников третьего поколения.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Прямое импульсно-лазерное осаждение (PLD) плёнок FeSe<sub>0.5</sub>Te<sub>0.5</sub> на аморфное боросиликатное стекло К-208 с 2% CeO<sub>2</sub> без буферных слоёв обеспечивает формирование устойчивого сверхпроводящего состояния с критической температурой перехода  $T_c$  до 9.5 К, что обосновывает реализуемость безбуферной архитектуры FeSe<sub>0.5</sub>Te<sub>0.5</sub> на аморфных диэлектрических подложках.

2. Формирование в плёнках FeSe<sub>0.5</sub>Te<sub>0.5</sub> на аморфной подложке К-208 интерфейсного слоя толщиной менее 40 нм с изменённой стехиометрией

уменьшает эффективную сверхпроводящую толщину и приводит к проявлению квазидвумерных эффектов, включая переход Березинского–Костерлица–Таулеса при  $T_{\text{ВКТ}} \approx 7 \text{ К}$ , а также к понижению  $T_c$  по сравнению с мишенью, что обосновывает определяющую роль состояния интерфейса плёнка–подложка в формировании квазидвумерного сверхпроводящего состояния и снижении  $T_c$  в безбуферных плёнках на аморфных подложках.

3. Анализ сверхпроводящего перехода в магнитном поле для двух ориентаций поля относительно плоскости плёнки и транспортных характеристик плёнок  $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$  на аморфной подложке обеспечивает оценку ключевых параметров:  $H_{c2}(0) \approx 68 \text{ Тл}$  ( $H \parallel ab$ ) и  $51 \text{ Тл}$  ( $H \perp ab$ ),  $\gamma \approx 1.3$ ,  $\xi_{ab} \approx 2.5 \text{ нм}$ ,  $\xi_c \approx 1.9 \text{ нм}$ ,  $j_c$  до  $(5 - 6) \times 10^4 \text{ А/см}^2$  при  $2 \text{ К}$ , что подтверждает сопоставимость совокупности критических параметров безбуферных плёнок на аморфной подложке с параметрами плёнок  $\text{FeSe}_{0.5}\text{Te}_{0.5}$  на монокристаллических подложках.

На заседании 14.05.2026 диссертационный совет принял решение присудить Петрову А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.3.10 Физика низких температур, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета МГУ.013.5

Доктор физико-математических наук,  
профессор

Перов Николай Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного совета МГУ.013.5

кандидат физико-математических наук

Шапаева Татьяна Борисовна

14.05.2026