

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.111.01,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова
Российской академии наук, по диссертации на соискание ученой степени
кандидата наук.

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 16 февраля 2024 г., № 2

**О присуждении Никонову Сергею Александровичу, гражданину
России, ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация на тему: «Динамика волны зарядовой плотности в NbS_3 в
ВЧ диапазоне» принята к защите 30 октября 2023, протокол № 10,
диссертационным советом 24.1.111.01, созданным на базе Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Российской академии наук
(125009, Москва, ул. Моховая, д.11, корп.7) (приказ Рособнадзора о создании
совета № 2397-1776 от 07.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении
деятельности совета № 75/нк от 15.02.2013 г.)

Соискатель Никонов Сергей Александрович, 1994 года рождения, в 2017
году окончил НИЯУ МИФИ по направлению 14.04.02 «Ядерная физика и
технологии».

С 01.10.2018 по 30.09.2022 г. проходил очное обучение в аспирантуре
ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
Российской академии наук, по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и
астрономия, направленности (профилю) – 01.04.07 «Физика конденсированного
состояния». За время обучения сдал кандидатские экзамены по иностранному
языку (английский), истории и философии науки (физико-математические
науки), и по специальности «Физика конденсированного состояния». Справки о
сдаче кандидатских экзаменов выданы ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН в
14.09.2023г.

В настоящее время работает в лаб. №184 «методов получения тонких
пленок и пленочных структур» ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН в должности
младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа выполнена в лаб. №184 «методов получения
тонких пленок и пленочных структур» ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

Научный руководитель: Покровский Вадим Ярославович, главный научный
сотрудник ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, доктор физико-математических
наук (специальность 01.04.07 «Физика конденсированного состояния»).

Официальные оппоненты:

Леонид Викторович Кулик, доктор физико-математических наук
(специальность 1.3.8 «Физика конденсированного состояния»), вед.науч.сотр.
лаборатории неравновесных электронных процессов ИФТТ РАН.

Дмитрий Ремович Хохлов, доктор физико-математических наук
(специальность 01.04.10 «Физика полупроводников»), заведующий кафедрой
общей физики и физики конденсированного состояния Московского
государственного университета имени М.В. Ломоносова.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”», в своем положительном отзыве, подписанном Талденковым А.Н., кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником отдела ресурсных центров Курчатовского комплекса НБИКС- природоподобных технологий, Деминым В.А., кандидатом физико-математических наук, первым заместителем руководителя Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий указала, что диссертация Никонова Сергея Александровича «Динамика волны зарядовой плотности в NbS_3 в ВЧ диапазоне» представляет собой завершенную квалификационную научную работу, полностью удовлетворяющую требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Никонов Сергей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 (01.04.07) – Физика конденсированного состояния. В отзыве отмечено, что поставленные задачи решены на высоком теоретическом и экспериментальном уровне, цель диссертационного исследования достигнута. Основные положения работы и выводы сформулированы ясно и аргументированно. Полученные результаты обладают несомненной научной значимостью и новизной.

В отзыве указаны следующие замечания:

1. Автор уделил недостаточное внимание описанию методики электрических измерений. Приведенная электрическая схема не содержит номиналов элементов, паразитных и проходных емкостей, кабельной ВЧ разводки. Нет анализа работы эквивалентной электрической цепи с учетом реальной и мнимой части электропроводности образца. Процедура калибровки ВЧ напряжения на образце выполнена неизвестным прибором в ограниченном частотном диапазоне. Не приведена погрешность амплитуды ВЧ напряжения на образце, автор использует 3 значащих цифры, насколько это оправдано? Схема измерения при двухчастотной накачке не приведена.
2. Автор уделил недостаточное внимание описанию методики температурных измерений. Не описан способ теплопередачи к образцу (теплообменный газ, теплоотвод по элементам конструкции и т.п.). Нет оценки погрешности измерения и стабилизации температуры. Непонятно, что такое комнатная температура в представлении автора. На многих рисунках в 1 и 2 главах температура не указана. Не приведены данные или оценки возможности перегрева образца измерительным постоянным и переменным током.
3. Автор уделил недостаточное внимание описанию методики манипуляции с короткими образцами нанометрового размера. Применение оптической микроскопии в таком случае обычно затруднено. Кем была

выполнена эта работа?

4. В литературном обзоре автор не уделил внимания описанию важной характеристики ВЗП, а именно, какова длина когерентности в данной фазе NbS_3 . Как она соотносится с поперечным и продольным размером образцов? Оправдано ли использование коротких образцов с наноскопическими поперечными размерами?

5. Автор использует понятие 100% синхронизации. Количественное определение уровня синхронизации автором не дано. Остается непонятным «100% синхронизация» - это качественная или количественная характеристика? Достигается ли в эксперименте 100% синхронизация, что бы это ни значило?

6. Автором допущено несколько технических погрешностей в тексте, например:

а) Основное содержание на рис.1.1 главы 1 было опубликовано ранее на рис.2 в работе [19]. Никонов С.А. не является членом авторского коллектива [19], поэтому необходима ссылка в подрисуночной подписи.

б) На рис.1.10 изображены 4 группы точек (кривых), а в подписи описаны только 3.

в) В главе 1 автор использовал в качестве обозначения основной высокой частоты накачки символ f , а в главе 2 этот символ использован для обозначения дополнительной низкой частоты, а первая переименована в F .

г) В главе 2 произошла путаница в обозначениях. В измерениях использовалась частота накачки $F=400$ МГц. На рис 2.1-2.5 она записана со знаком «-», и, скорее всего, является идентификатором соответствующей СШ. Вместе с тем, записанное на стр. 37 условие наблюдения СШ « $f_f = \pm F \pm f$, $\pm F \pm 2f$, $\pm 2F \pm f$, и $\pm 2F \pm 2f$ » позволяет предположить, что автор допускает отрицательные значения для фундаментальной частоты f_f и отрицательную частоту накачки, что является сомнительным нововведением.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 11 работах. Из них семь трудов опубликованы в виде статей в ведущих российских и зарубежных периодических научных изданиях; четыре – в виде тезисов докладов, озвученных на российских и международных конференциях. Все семь статей были опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, из них четыре статьи – в журналах, индексируемых в базах Web Of Science и Scopus. Сборники, в которых были опубликованы тезисы докладов, индексируются в РИНЦ. Публикации по материалам диссертации полностью отражают ее содержание.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Nikonov, S. A., Zybtssev, S. G., & Pokrovskii, V. Y.** (2021). RF wave mixing with sliding charge-density waves. *Applied Physics Letters*, 118(25).
2. **Nikonov, S. A., Zybtssev, S. G., Maizlakh, A. A., & Pokrovskii, V. Y.** (2021). Prediction of the effects of rf irradiation on the I–V curves of a CDW compound. *Applied Physics Letters*, 118(21).
3. **Zybtssev, S. G., Nikonov, S. A., & Pokrovskii, V. Y.** (2020). Spontaneous phase slippage and charge density wave synchronization near the Peierls transition. *Physical Review B*, 102(23), 235415.
4. **Zybtssev, S. G., Nikonov, S. A., Pokrovskii, V. Y., Pavlovskiy, V. V., & Starešinić, D.** (2020). Step-by-step advancement of the charge density wave in the rf-synchronized modes and oscillations of the width of Shapiro steps with respect to the rf power applied. *Physical Review B*, 101(11), 115425.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На автореферат диссертации поступили отзывы из:

- Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники (КККиФ) НИЦ «Курчатовский институт» от к.ф.м.н., начальника лаборатории электронной микроскопии Васильева А.Л. Отзыв положительный.

Обоснование выбора официальных оппонентов и ведущей организации:

Дмитрий Ремович Хохлов, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.10 «Физика полупроводников»), заведующий кафедрой общей физики и физики конденсированного состояния Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, является крупным специалистом в области физики твердого тела.

Леонид Викторович Кулик, доктор физико-математических наук (специальность 1.3.8 «Физика конденсированного состояния»), вед.науч.сотр. лаборатории неравновесных электронных процессов ИФТТ РАН, является специалистом по физике конденсированного состояния.

Официальные оппоненты широко известны своими достижениями в данных отраслях науки, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонируемой диссертации.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»» известна своими разработками и исследованиями в области физики твердого тела. Многочисленные работы его сотрудников в области оппонируемой диссертации свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представленные автором для защиты.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Экспериментально показано, что осцилляции порогового поля и величин ступенек Шапиро в NbS_3 -II строго периодичны по перемещения ВЗП за полупериод ВЧ поля. Период осцилляций оказался равным периоду ВЗП λ .

Показана возможность описания движения ВЗП при воздействии ВЧ поля в безынерционном приближении. Сделан вывод, что перемещение ВЗП за полупериод ВЧ поля является ключевым параметром, характеризующим динамику ВЗП в режиме синхронизации.

Анализ ВАХ, измеренных при смещении двух частот F и f , $F \gg f$, показал, что возникающую при этом систему СШ можно описать как набор «основных» СШ, определяемых частотой F , которые окружены «сателлитами», расстояние до которых определяется частотой f . Показано что, поведение «сателлитов», включая осцилляции их амплитуд в зависимости от ВЧ напряжения, идентично поведению обычных СШ, если описывать их в подвижной системе отсчёта, привязанной к движущейся ВЗП в области основной СШ.

Получен результат, что в области температуры пайерлсовского перехода возможна синхронизация скольжения флуктуаций ВЗП при условии, что обратное время жизни флуктуаций меньше частоты ВЧ напряжения. Время жизни флуктуаций при приближении к T_p снизу спадает с энергией активации ~ 10000 К, что согласуется с моделью спонтанного ПФ.

Теоретическая значимость исследования: определяется тем, что в ней исследуются фундаментальные свойства ВЗП, проявляющиеся при синхронизации её скольжения внешним переменным полем ВЧ диапазона. Многократные осцилляции порогового поля и величин ступенек Шапиро в зависимости от ВЧ напряжения оказались строго периодическими по перемещению ВЗП за полупериод ВЧ сигнала. Данный подход к исследованию ступенек Шапиро позволил объяснить природу ступенек Шапиро и осцилляций их величин.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: образцы NbS_3 могут быть использованы как наноразмерные детекторы-процессоры ВЧ-СВЧ излучения со спектральным разрешением, работающие при температурах вплоть до 360 К и имеющие универсальную (не зависящую от температуры) калибровку частоты в зависимости от тока ВЗП. Предельную рабочую частоту таких детекторов можно оценить значением 200 ГГц.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: Достоверность представленных в диссертации результатов подтверждается признанием результатов научной общественностью при обсуждениях на семинарах, конференциях, конкурсах, а также положительными рецензиями статей при публикациях результатов в научных журналах. Достоверность центрального результата – периодичности осцилляций величин СШ по перемещению ВЗП – подтверждается также повторением его на двух других соединениях с ВЗП, TaS_3 и $NbSe_3$. Кроме того, полученные результаты находятся в согласии с полученными ранее научными данными.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все материалы и результаты, вошедшие в данную диссертационную работу, подготовлены либо лично автором, либо совместно с соавторами работ, опубликованных по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. На все заданные в ходе заседания вопросы Никонов С.А. дал аргументированные ответы.

Диссертационная работа С. А. Никонова является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит решение научных и практических задач по изучению динамики волны зарядовой плотности в NbS_3 в ВЧ диапазоне. Работа удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 11.09.2021 №1539, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.


На заседании 16 февраля 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Никонову С. А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования участвующие в заседании члены диссертационного совета в количестве 13 человек, из которых 2 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из общего числа 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,
доктор физико-математических наук, академик РАН

 С.А.Никитов

Ученый секретарь диссертационного совета, доктор
физико-математических наук

 И.Е.Кузнецова

«16» февраля 2024 г.

