

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Калининой Екатерины Александровны на тему:

«Магнитно-резонансные исследования поведения доноров в кристаллах Si и $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ с модифицированными изотопным составом и спин-орбитальным взаимодействием», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников

Диссертация Калининой Е.А. посвящена актуальным вопросам спинтроники и квантовых вычислений – влиянию изотопной чистоты и малых добавок германия на спиновые состояния доноров в Si/SiGe, а также роли тяжёлых доноров в генерации спиновых токов. Работа выполнена на высоком методическом уровне с использованием сертифицированного ЭПР оборудования на уникальных изотопно-обогащённых кристаллах кремния.

Из автореферата диссертационной работы следует, что в ней *впервые* проведены исследования монокристаллов $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$, обогащенных бесспиновыми изотопами кремния ^{28}Si и германия ^{72}Ge (обогащение $>99,98\%$) методом ЭПР спектроскопии. Обнаружено, что даже при малых концентрациях $x < 3$ ат.% атомы Ge вызывают появление нескольких неэквивалентных позиций доноров P (разные константы СТВ) и изменяют скорости спин-решёточной релаксации. Для донорных центров Li в моноизотопных сплавах $^{28}\text{Si}_{1-x}^{72}\text{Ge}_x$ ($x = 0,0039-0,05$) *впервые* установлена тригональная симметрия g-фактора (ось [111]), что ниже симметрии чистого Si. Теоретически рассчитана и экспериментально подтверждена немонотонная зависимость напряжения инверсного спинового эффекта Холла от концентрации висмута в тонкопленочных гетероструктурах $\text{P}_y/\text{n-Si:Bi(Sb):P/SOI}$, обусловленная конкуренцией вероятности рассеяния и уменьшения длины спиновой диффузии. Полученные **результаты являются оригинальными и имеют высокую научно-практическую значимость.**

Имеется два **небольших замечаний по представлению рисунков 2 и 4** в тексте автореферата. А именно:

– на *рис. 2* отсутствует панель (с), относящая к ЭПР измерениям кристаллов кремния с высокой концентрацией германия ($x=0,029$), а также не указана ориентация статического магнитного поля H по отношению к осям кристалла;


– на *рис. 4* на месте панели (а) появилась некая панель (с), по-видимому, из *рис. 2* ?. Также на всех панелях рисунка 4 не приведены стрелки, показывающие положения линий сверхтонкой структуры фосфора, хотя они и упоминаются в подписи к рисунку.

Указанные выше замечания по оформлению рисунков не влияют на основные результаты и выводы работы и не затрагивают положения выносимые на защиту.

В целом, автореферат дает полное представление о содержании и ключевых моментах диссертации Калининой Е.А. Из автореферата видно, что диссертация прошла хорошую апробацию на научных конференциях различного уровня, а ее результаты широко опубликованы в научной печати, **включая пять статей в высокорейтинговых научных журналах**. Как по новизне, так и по научной значимости полученных результатов, данная работа удовлетворяет требованиям п. 9 "Положения о порядке присуждения степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор, **Калинина Екатерина Александровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук** по специальности 1.3.11 – физика полупроводников.

Заведующий лаборатории радиационной физики Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», кандидат физико-математических наук,

Хайбуллин Рустам Ильдусович

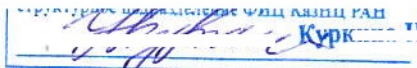

20.05.2026г

Адрес: КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН,
420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 10/7.
Тел.: 8-(843)-231-91- 09, e-mail: rik@kfti.knc.ru

Я, Хайбуллин Рустам Ильдусович, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.340.01 Нижегородского государственном университете им. Н.И. Лобачевского, и их дальнейшую обработку.


20.05.2026г



Подпись 

20.05.2026г