

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт теоретической физики
им. Л.Д. Ландау РАН



член.-корр. РАН
И.В. Колоколов

27 марта 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Смирнова Дмитрия Сергеевича "Спиновая динамика и квантовые корреляции электронов и ядер в полупроводниках" на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.11 - физика полупроводников

Изучение спиновой динамики является традиционной темой в физике полупроводников. В последнее время к этой области возрос интерес в связи с задачей о создании квантового компьютера. В полупроводниковых системах роль кубита может играть спин локализованного электрона. В этой связи представляет интерес возможность создания и контроля квантовых (неклассических) корреляций в системах одиночных спинов в полупроводниках. Ключевую роль в динамике таких локализованных спинов играет сверхтонкое взаимодействие с ядрами кристаллической решетки. Также при исследовании спиновой динамики требуется учитывать внешнее магнитное поле и оптическую накачку. В таких неравновесных условиях возможно возникновение разных эффектов, например, передача спинового углового момента от электронов к ядрам, генерация запутанных состояний электронов, ядер и фотонов и др. Все эти вопросы являются востребованными экспериментом на разнообразных полупроводниковых наноструктурах. Теоретическому исследованию эти задач посвящена диссертация Д.С. Смирнова, что и определяет ее **актуальность**.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Во **введении** обоснована актуальность исследований, сформулирована цель исследования, обоснована научная новизна результатов, перечислены основные положения, выносимые на защиту, и изложено краткое содержание диссертации.

В **первой главе** представлены разнообразные теоретические результаты по оптической ориентации в магнитном поле. В частности построена теория зависимости спиновой поляризации электронов и ядер в условиях оптической накачки от магнитного поля. Важным аспектом построенной теории является возможность единообразного количественного описания широкого класса данных экспериментов. Также в этой главе изучена роль ядерных спиновых флуктуаций и показано, что они могут приводит к резонансному спиновому усилению в геометрии Фарадея. Возможно наиболее интересный результат первой главы - это предсказание М-образной формы кривых восстановления

5. Сверхтонкое взаимодействие электрона и ядер кристаллической решетки приводит к возможности создания и управления многочастично-запутанными квантовыми состояниями оптическими методами.

Непринципиальные критические замечания по диссертации сводятся к следующим:

1. При обсуждении спиновых шумов в диссертации фактически предполагается, что спиновая динамика с учетом шума может быть описана уравнениями типа Блоха с флуктуирующим магнитным полем. В тоже время известно, что из-за квантовой природы спина шум может содержать 4 независимых компоненты, а не три (см. например, A. Shnirman, Y. Gefen, A. Saha, I.S. Burmistrov, M.N. Kiselev, A. Altland, "Geometric quantum noise of spin", Phys. Rev. Lett. 114, 176806 (2015)). Было бы интересно узнать, почему в рассматриваемых в диссертации задачах это нет так и все сводится только к флуктуациям магнитного поля.
2. В главе 4 представлен вывод эффективного параметра силы измерений, исходя из последовательного подхода в рамках уравнения Линдблада (формула 4.30 из диссертации). При этом этот вывод ограничен не слишком сильным полем волны, т.к. по его интенсивности делается теория возмущений. В тоже время в той же главе приведены "общефизические" соображения, которые приводят в точности к такому же ответу для эффективного параметра силы измерений, что и теория возмущений в последовательной теории. Было бы полезно прокомментировать настоящую область применимости полученных формул для эффективного параметра силы измерений. Работает ли формула 4.30 за рамками теории возмущений, или, наоборот, "общефизические" соображения также предполагают не слишком сильную интенсивность поля?

Сделанные замечания не изменяют общую положительную оценку работы и не снижают ее научной ценности. Диссертация Д.С. Смирнова является самостоятельным законченным оригинальным научным исследованием, достоверность результатов и обоснованность выводов которого не вызывают сомнений. Достоверность полученных результатов основывается на надежности и обоснованности применяемых теоретических методов и подходов. Полученные в диссертации теоретические результаты являются новыми. Материалы диссертации опубликованы в ведущих российских и международных рецензируемых журналах из списка Web of Science и Scopus, включая журналы первого квартиля. Результаты работы докладывались на престижных российских и международных семинарах и конференциях. Полученные в диссертации результаты соответствуют специальности 1.3.11 физика полупроводников. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Доклад Д.С. Смирнова по материалам диссертации был заслушан и обсужден на семинаре Ученого Совета ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН 27 февраля 2026 г. Отзыв на диссертационную работу Д.С. Смирнова одобрен ученым советом ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, протокол № 11 от 27 марта 2026 г.

Диссертационная работа Д.С. Смирнова "Спиновая динамика и квантовые корреляции электронов и ядер в полупроводниках" в полной мере соответствует критериям, предъявляемым к докторским диссертациям в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, а ее автор, Дмитрий Сергеевич Смирнов,

заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.11 - физика полупроводников.

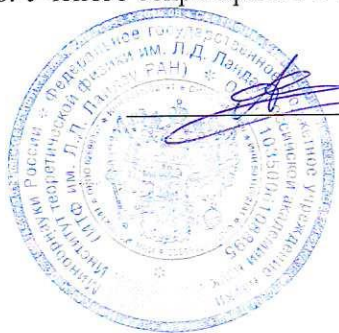
Отзыв составил заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук, доктор физ.-мат. наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика

 / И.С. Бурмистров/

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук, Россия, 142432, Московская обл., г. Черноголовка, пр. Ак. Семёнова, д 1а, тел. 8(495)7029317, факс 8(495)7029317 <http://www.itp.ac.ru>, e-mail: office@itp.ac.ru.

Подпись д.ф.-м.н., зам. директора ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, И.С. Бурмистрова удостоверяю.

и.о. Ученого секретаря ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН, д.ф.-м.н.



 / С.В. Аксёнов/