

Важнейшие результаты КФТИ за 2022 г.

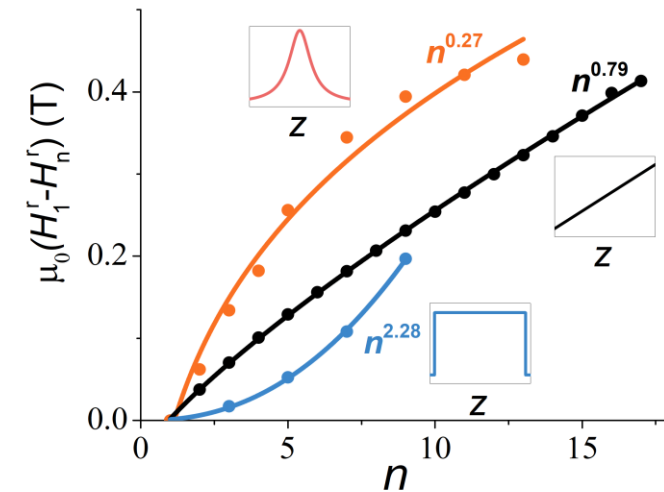
1. Инженерия дисперсии спиновых волн в градиентных магнитных материалах.
2. Квантовое хеширование на основе многомерных однофотонных состояний в базисе орбитального углового момента света.
3. Необычные спектральные свойства эндофуллера $\text{Sc}_2@C_{80}(\text{CH}_2\text{Ph})$ и его применение в качестве датчика магнитного поля.
4. Механизм самосборки дипептида глицил-глицин в тонких пленках на поверхности под действием паров органических соединений и воды.

Казань, 22.11.2022 г.

Инженерия дисперсии спиновых волн в градиентных магнитных материалах

Гумаров А.И., Янилкин И.В., Габбасов Б.Ф., Хайбуллин Р.И., Тагиров Л.Р., Юсупов Р.В., Головчанский И.А.

Впервые разработана технология синтеза тонкопленочных градиентных магнитных материалов с изменением локальной намагниченности по толщине пленки. Получены эпитаксиальные пленки сплава палладий-железо толщиной от 20 до 400 нм с линейным, ступенчатым, а также более сложными – лоренцевым, синусоидальным и косинусоидальным профилями намагниченности по толщине пленок. Продемонстрировано, что закон дисперсии спиновых волн (зависимость их энергии от волнового вектора) и диапазон энергий возбуждаемых спиновых волн могут качественно и количественно контролироваться в широких пределах дизайном профиля распределения намагниченности (см. Рисунок). Полученные результаты являются первой и уникальной экспериментальной реализацией инженерии дисперсии обменных спиновых волн, имеющей большую перспективу для приложений в магнонике.



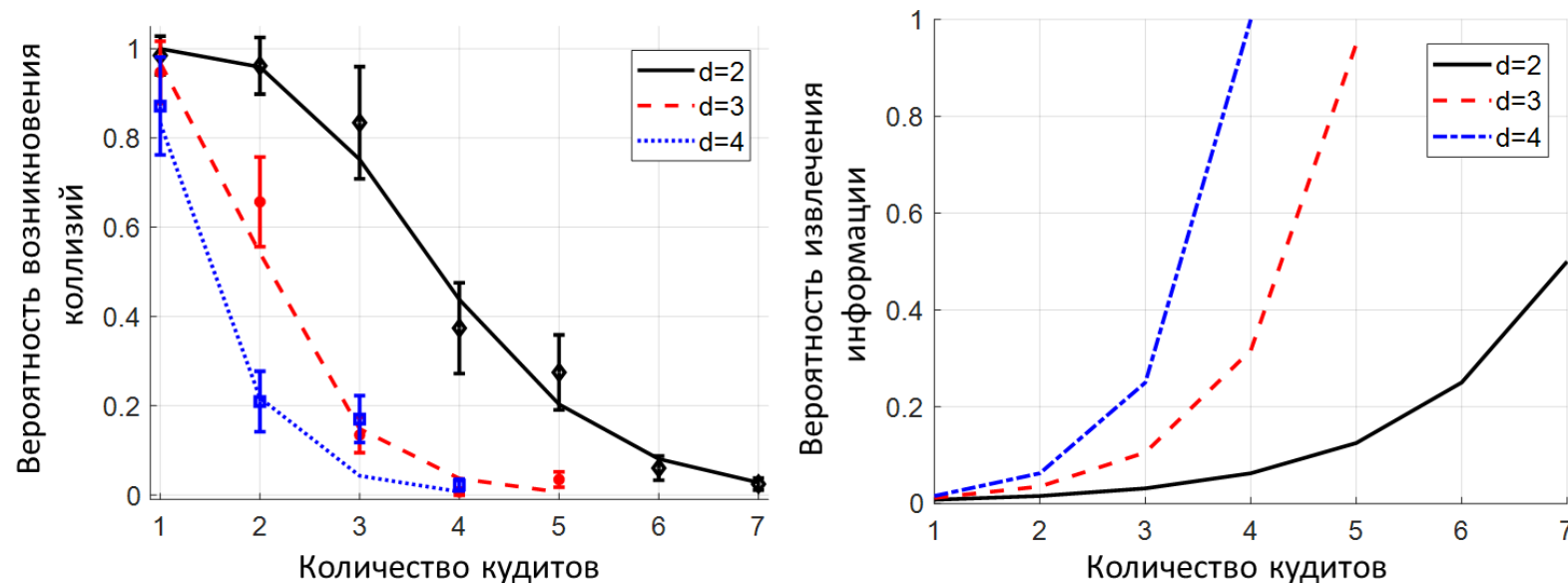
Примеры дисперсии спиновых волн в пленках градиентных магнитных материалов. Распределения намагниченности показаны на пиктограммах около кривых. Цветные точки – эксперимент, линии – результаты моделирования.

1. I.A. Golovchanskiy, I.V. Yanilkin, A.I. Gumarov, B.F. Gabbasov, N.N. Abramov, R.V. Yusupov, R.I. Khaibullin, L.R. Tagirov / Exchange spin waves in thin films with gradient composition // **Physical Review Materials** (APS). – 2022. – V.6. – Art. 064406 (**SJR Q1**).
2. I.V. Yanilkin, A.I. Gumarov, I.A. Golovchanskiy, B.F. Gabbasov, R.V. Yusupov, L.R. Tagirov / Engineering the exchange spin-waves in graded thin ferromagnetic films // **Nanomaterials** (MDPI). – 2022. – (accepted) (**SJR Q1**).

Квантовое хеширование на основе многомерных однофотонных состояний в базисе орбитального углового момента света

Д.О. Акатьев, А.В. Васильев, Н.М. Шафеев, Ф.М. Аблаев, А.А. Калачев

Впервые был предложен и реализован концепт квантового хеширования на основе многомерных однофотонных состояний. Было показано, что использование однофотонных состояний высокой размерности позволяет сократить количество квантовых носителей информации, используемых для реализации протокола хеширования.



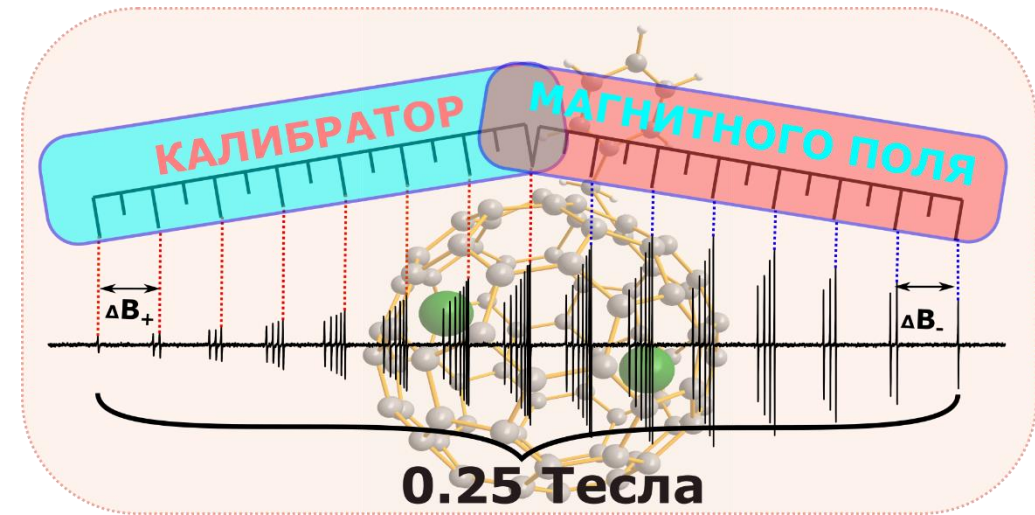
Вероятность возникновения ошибочного положительного результата хеширования (коллизии) и вероятность извлечения исходной информации для многомерной квантовой хеш-функции в зависимости от количества кудитов, используемых в процессе квантового хеширования.

Akat'ev, D. O., Vasiliev, A. V., Shafeev, N. M., Ablayev, F. M., & Kalachev, A. A., Multiqudit quantum hashing and its implementation based on orbital angular momentum encoding // Laser Physics Letters. – 2022. – V. 19. – Iss. 12. – P. 125205. (WoS Q2)

Необычные спектральные свойства эндофуллерепа $\text{Sc}_2@C_{80}(\text{CH}_2\text{Ph})$ и его применение в качестве датчика магнитного поля

Зарипов Р.Б., Кандрашкин Ю.Е.

Экспериментально обнаружены необычные спектральные свойства диметаллофуллерепа $\text{Sc}_2@C_{80}(\text{CH}_2\text{Ph})$, в частности, высокая чувствительность относительного положения резонансных линий к изменению частоты микроволнового излучения. Показано, что эти свойства связаны с большим значением константы сверхтонкого взаимодействия электрона ($S=1/2$) с двумя эквивалентными ядрами скандия ($I=7/2$). Предложена теоретическая модель, позволившая описать резонансные частоты и ширины всех 64 линий ЭПР, а также установить наличие независимого вращения клетки фуллерепа и внутреннего фрагмента. Показано, что линии ЭПР с максимальными и минимальными значениями суммарного магнитного числа ядер расположены эквидистантно на интервале 0.25 Тесла. Это свойство позволило экспериментально продемонстрировать использование $\text{Sc}_2@C_{80}(\text{CH}_2\text{Ph})$ в качестве датчика магнитного поля.



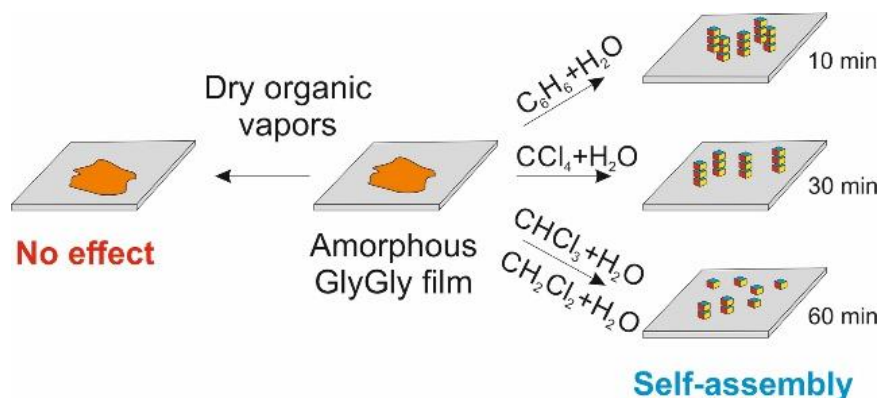
Спектр ЭПР в Q-диапазоне частот (34ГГц), зарегистрированный в жидком растворе. Пунктирные линии показывают опорные положения в магнитном поле, по которым проводится калибровка. Также указано разное расщепление (ΔB_{\pm}) между этими линиями для правой и левой частей спектра.

1. Unusually large hyperfine structure of the electron spin levels in an endohedral dimetallofullerene and its spin coherent properties / R. B. Zaripov, Y. E. Kandrashkin, K. M. Salikhov, B. Buchner, F. Liu, M. Rosenkranz, A. A. Popov, V. Kataev // *Nanoscale*. – 2020. – V. 12. **(SJR Q1)**
- 2 Temperature-Dependent Dynamics of Endohedral Fullerene $\text{Sc}_2@C_{80}(\text{CH}_2\text{Ph})$ Studied by EPR Spectroscopy / Yuri E. Kandrashkin, Ruslan B. Zaripov, Fupin Liu, Bernd Büchner, Vladislav Kataev, Alexey A. Popov // *Physical Chemistry Chemical Physics*. – 2021. – V. 23 **(SJR Q1)**
3. Scandium dimetallofullerene with a single-electron metal–metal bond as a spectroscopic ruler for EPR measurements / Yu. E. Kandrashkin, R. B. Zaripov // *Physical Chemistry Chemical Physics*. – 2022. – 24. **(SJR Q1)**

Установлен механизм самосборки дипептида глицил-глицин в тонких пленках на поверхности под действием паров органических соединений и воды

С.А. Зиганшина¹, А.С. Морозова¹, М.А. Зиганшин², А.А. Бухараев¹

¹ КФТИ ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, ² Химический институт им. А.М. Бутлерова КФУ



Комплексом физических и физико-химических методов исследована самосборка дипептида глицил-глицин (GlyGly) в тонкой пленке. Показано, что при взаимодействии с парами сильных протонодоноров и протоноакцепторов происходит кристаллизация аморфных пленок GlyGly, нанесенных на все исследованные типы подложек (пирографит, слюда, монокристаллический кремний). Самосборка пленки GlyGly в парах таких органических соединений, как дихлорметан, хлороформ, тетрахлорметан и бензол происходит только в присутствии паров воды. Доказано, что в аморфной пленке дипептид находится в молекулярной форме, а в кристалле – в цвиттер-ионной форме. Установлен механизм образования кристаллических структур на основе GlyGly: молекулы воды инициируют переход из молекулярной формы дипептида в цвиттер-ионную, при этом общая энергия системы существенно уменьшается.

1. A.S. Morozova, S.A. Ziganshina, E.O. Kudryavtseva, N.V. Kurbatova, L.I. Savostina, A.A. Bukharaev, M.A. Ziganshin Water admixture triggers the self-assembly of the glycylic-glycine thin film at the presence of organic vapors // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2022. V. 649. – ArtN 129541. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129541> (Q2)
2. A.S. Morozova, S.A. Ziganshina, M. A. Ziganshin, A.A. Bukharaev Self-Organization of Di- and Triglycine Oligopeptides in Thin Films on the Hydrophilic and Hydrophobic Silicon Surface under Exposure to Organic Compounds Vapors // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2022. – V. 92, No. 7. – P. 1271–1279. <https://doi.org/10.1134/S1070363222070155> (Q3)
3. M.A. Ziganshin, A.S. Morozova, S.A. Ziganshina, V.V. Vorobev, K. Suwińska, A.A. Bukharaev, V.V. Gorbachuk Additive and antagonistic effects of substrate and vapors on self-assembly of glycylic-glycine in thin films // *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. – 2019. – V. 690, N1. – P. 67-83. DOI: 10.1080/15421406.2019.1683311 (Q3)