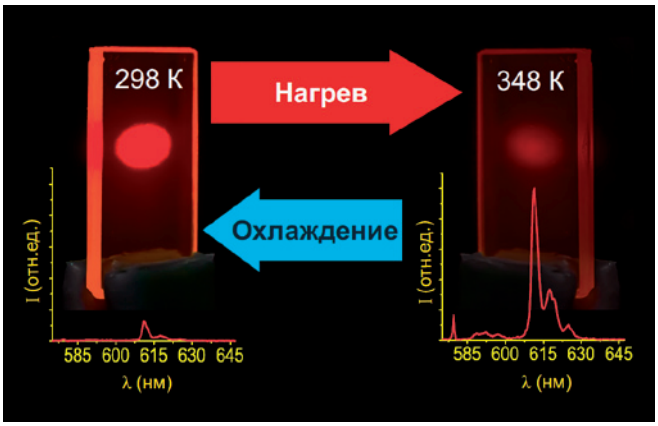
Важнейшие результаты фундаментальных исследований КФТИ, полученные в 2017 году и рекомендованые Учёным советом института для включения в отчётный доклад РАН

1.

Высокочувствительный рабочий элемент на основе застеклованной пленки бета-дикетонатного комплекса Eu(III) для многоразовых люминесцентных термометров.



Обратимое изменение интенсивности люминесценции в области температур 298–348 K.

Аннотация. Создан новый термочувствительный материал с интенсивной люминесценцией ионов Eu^{3+}, эффективно возбуждаемой при облучении светом в диапазоне длин волн 280–415 нм. Материал представляет собой застеклованную плёнку толщиной 20 мкм, изготовленную из порошка мезогенного бета-дикетонатного комплекса европия(III) и защищённую двумя кварцевыми пластинами от контакта с атмосферным кислородом. Преимуществами данного материала по сравнению с ближайшими аналогами является полная устойчивость к УФ-излучению, высокое оптическое качество, обратимость температурной зависимости интенсивности и времени затухания люминесценции в области 298–348 K и рекордная температурная чувствительность времени затухания люминесценции – 6.5 мкс · K^{-1}. Исследования показали, что созданный материал является многообещающим лабораторным прототипом термочувствительного элемента многоразового действия для люминесцентных термометров длительного мониторинга температуры в диапазоне 298–348 K.

Лаборатория быстропротекающих молекулярных процессов КФТИ КазНЦ РАН

Руководитель: Лобков В.С. (КФТИ КазНЦ РАН)

Исполнители: Лапаев Д.В., Никифоров В.Г., Галяметдинов Ю.Г. (КФТИ КазНЦ РАН)

Соисполнители: Князев А.А. (ФГБОУ ВО “КНИТУ”)

Публикации:

1. Lapaev D.V., Nikiforov V.G., Safiullin G.M., Lobkov V.S., Knyazev A.A., Krupin A.S., Galyametdinov Y.G.: Changes in luminescent properties of vitrified films of terbium(III) β-diketonate complex upon UV laser irradiation. Journal of Luminescence **175**, 106–112 (2016)
2. Лапаев Д.В., Никифоров В.Г., Сафиуллин Г.М., Лобков В.С., Князев А.А., Крупин А.С., Галяметдинов Ю.Г.: Управляемая яркость люминесцентных материалов на основе β-дикетонатных комплексов лантаноидов(III). XIII Международная конференция “Спектроскопия координационных соединений”, 11–17 сентября 2016, Туапсе. Сборник тезисов докладов. С. 38–39.
3. Lapaev D.V., Nikiforov V.G., Safiullin G.M., Lobkov V.S., Knyazev A.A., Krupin A.S., Galyametdinov Y.G.: UV laser-induced enhancement of photoluminescence intensity in vitrified terbium(III) β-diketonate complex film in air. Journal of Luminescence (2017) (https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2017.10.067. 17.267)
4. Lapaev D.V., Nikiforov V.G., Lobkov V.S., Knyazev A.A., Galyametdinov Y.G.: Reusable temperature-sensitive luminescent material based on vitrified film of europium(III) β-diketonate complex. Optical material (2017) (in print)
5. Лапаев Д.В., Зиятдинова Р.М., Никифоров В.Г., Лобков В.С.: Фотостабильность застеклованной плёнки β-дикетонатного комплекса тербия(III) в присутствии

атмосферного кислорода. Вестник Казанского технологического университета **20**, № 7, 5–9 (2017)
6. Закарьяева А.Т., Карякин М.Е., Лапаев Д.В., Молостова Е.Ю., Князев А.А., Галяметдинов Ю.Г.: Определение относительного квантового выхода люминесценции растворов мезогенных комплексов европия в толуоле. Вестник Казанского технологического университета **20**, № 16, 19–22 (2017)
7. Лапаев Д.В., Зиятдинова Р.М., Князев А.А., Галяметдинов Ю.Г., Никифоров В.Г., Лобков В.С.: Светотрансформирующие и термосенсорные свойства застеклованной пленки β-дикетонатного комплекса европия(III). Вестник Казанского технологического университета (2017) (принято к печати)
8. Лапаев Д.В., Никифоров В.Г., Лобков В.С., Князев А.А., Галяметдинов Ю.Г.: Перспективы использования мезогенных β-дикетонатных комплексов лантаноидов(III) в качестве материалов молекулярной фотоники. XIV Международная конференция “Спектроскопия координационных соединений”, 24–30 сентября 2017, Туапсе. Сборник тезисов докладов. С. 180–181.
9. Лапаев Д.В., Никифоров В.Г., Лобков В.С., Князев А.А., Галяметдинов Ю.Г.: Люминесцентные материалы с управляемыми фотофизическими свойствами на основе β-дикетонатных комплексов лантаноидов(III). XI Международная научная школа “Наука и инновации” 10–16 июля 2017, Яльчик.

2.

Обнаружено возникновение квази-двумерного электронного газа на границе сегнетоэлектрика $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ и антиферромагнетика $LaMnO_3$.

Аннотация. Предсказан и обнаружен квази-двумерный электронный газ на границе раздела сегнетоэлектрик/антиферромагнетик. Проведено моделирование структурных и электронных свойств гетероструктуры сегнетоэлектрик-антиферромагнетик $BaTiO_3/LaMnO_3$. Экспериментально обнаружен переход в состояние с высокой плотностью носителей и металлических характером температурной зависимости сопротивления на интерфейсе при нанесении эпитаксиальной сегнетоэлектрической плёнки $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ толщиной 350 нм на монокристалл антиферромагнетика $LaMnO_3$.

Лаборатория физики ферроиков и функциональных материалов, Казанский физико-технический институт им. Е. К. Завойского КазНЦ РАН; Открытая лаборатория “Новые материалы для квантовых технологий”, Казанский (Приволжский) федеральный университет.

Руководитель: Мамин Р.Ф.

Публикации:

1. Павлов Д.П., Пиянзина И.И., Мухортов В.М., Балбашов А.М., Таюрский Д.А., Гарифуллин И.А., Мамин Р.Ф.: Двумерный электронный газ на границе сегнетоэлектрика $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3$ и антиферромагнетика $LaMnO_3$. Письма в ЖЭТФ **106**, вып. 7, 440–444 (2017)

3.

Гетероструктура сверхпроводник-ферромагнетик, переключаемая магнитным полем между сверхпроводящим и нормальным состояниями.

Аннотация. Синтезирована и исследована гетероструктура сверхпроводник-ферромагнетик (Рис. 1а), которая переключается из сверхпроводящего состояния в нормальное

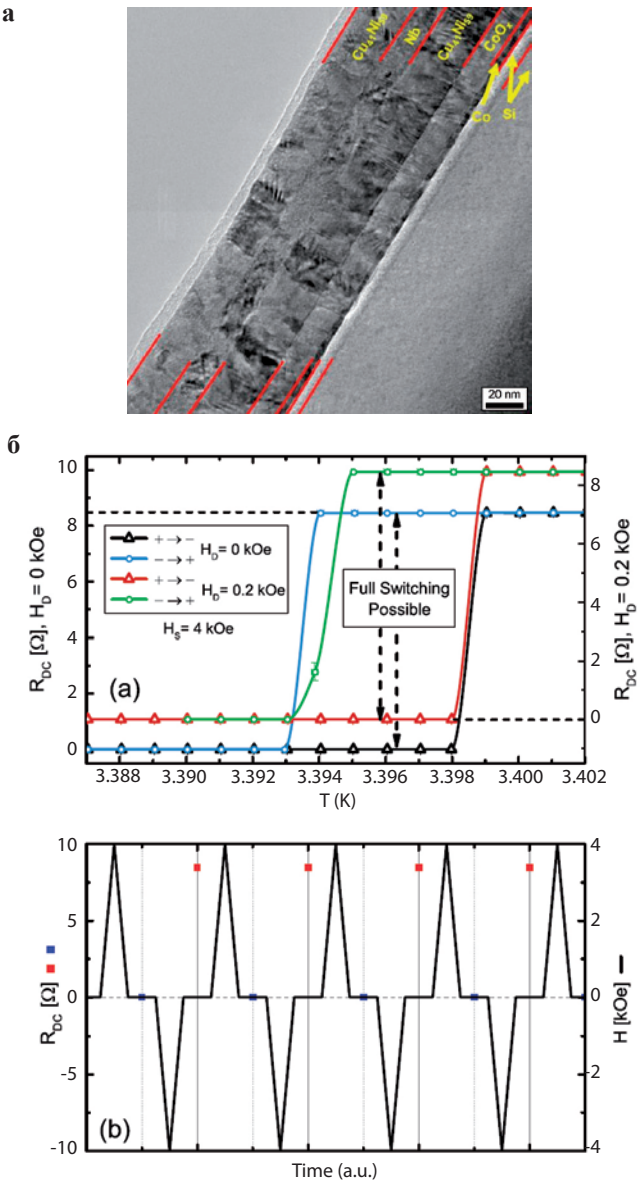


Рис. 1. Сечение гетероструктуры, полученное просвечивающей электронной микроскопией (**а**); кривые сверхпроводящего перехода (**б** (a)) и переключение гетероструктуры импульсами магнитного поля (**б** (b), чёрные сплошные линии) между сверхпроводящим состоянием (синие точки) и нормальным состоянием (красные точки).

с помощью импульса относительно небольшого магнитного поля (Рис. 1б). Для поддержания полученного после импульса сверхпроводящего или нормального состояния не требуется поддерживающего магнитного поля. Такая гетероструктура может работать в качестве ячейки сверхпроводящей памяти.

Лаборатория нелинейной оптики.

Исполнитель: Тагиров Л.Р.

Публикации:

1. Lenk D.: Full Switching FSF-type Superconducting Spin-Triplet MRAM-Element / Lenk D., Morari R., Zdravkov V.I., Ullrich A., Khaydukov Yu., Obermeier G., Müller C., Sidorenko A.S., Krug von Nidda H.-A., Horn S., Tagirov L.R., Tidecks R.: Physical Review B. **96**, No. 18., 184521(18) (2017) (Q1, IF=3.836)]

4.

Предложен многоимпульсный протокол для эффективного управления спиновой когерентностью в ЭПР-экспериментах.

Аннотация. С помощью импульсного метода ЭПР в X- и Q-диапазонах частот изучались процессы декогерентности спинов иона меди в двух монокристаллах диамагнитно разбавленных комплексах с различным лигандным окружением. Времена дефазировки электронного спина Tm при разных температурах измерялись с помощью первичного эхо и специальной многоимпульсной последовательности Карра-Парсела-Мейбума-Гилла (КПМГ). Применение протокола КПМГ привело к значительному увеличению времени жизни спиновой когерентности в обоих комплексах по сравнению с результатами первичного эха. Протокол показал эффективность подавления канала декогеренции в изученных комплексах, возникающих из-за спектральной диффузии, вызванной случайной модуляцией сверхтонкого взаимодействия ядерными спинами. Кроме того, в нашей работе мы предлагаем усовершенствованный протокол КПМГ. Показано, что данный протокол может эффективно устранять эффекты, связанные с проявлением нежелательных сигналов спинового эха, влияющих на сохранение спиновой когерентности в изучаемой системе, которые неизбежно возникают в случае неоднородно уширенных спектров ЭПР из-за селективного характера возбуждения электронных спинов.

Лаборатория спиновой физики и спиновой химии и Лаборатория физики ферроиков и функциональных материалов КФТИ КазНЦ РАН.

Исполнители: Зарипов Р.Б., Вавилова Е.Л., Хайруждинов И.Т., Воронкова В.К., Салихов К.М., Катаев В.Е.

Публикации:

1. Zaripov R., Vavilova E., Khairuzhdinov I., Salikhov K., Voronkova V., Abdulmalic M.A., Meva F.E., Weheabby S., Rüffer T., Büchner B., Kataev V.: Tuning the spin coherence time of Cu(II)-(bis)oxamato and Cu(II)-(bis) oxamidato complexes by advanced ESR pulse protocols. Beilstein J. Nanotechnol. **8**, 943–955 (2017)

5.

Визуализация химической реакции циклизации дипептида в твёрдом состоянии с помощью атомно-силового микроскопа

Аннотация. Термическая обработка олигопептидов является одним из методов синтеза органических наноструктур. Однако нагрев может привести не только к самоорганизации исходных молекул, но и к химическим реакциям, приводящим к образованию новых неожиданных наноструктур или изменению свойств существующих.

В настоящей работе впервые с помощью атомно-силового микроскопа визуализирована твёрдофазная химическая реакция. Изучалась реакция циклизации дипептида L-лейцил-L-лейцина в твёрдом состоянии при нагревании Изменение морфологии тонкой плёнки дипептида и образование наноструктур после нагревания было визуализировано с использованием атомно-силовой микроскопии (рис. 1). Этот метод также использовался

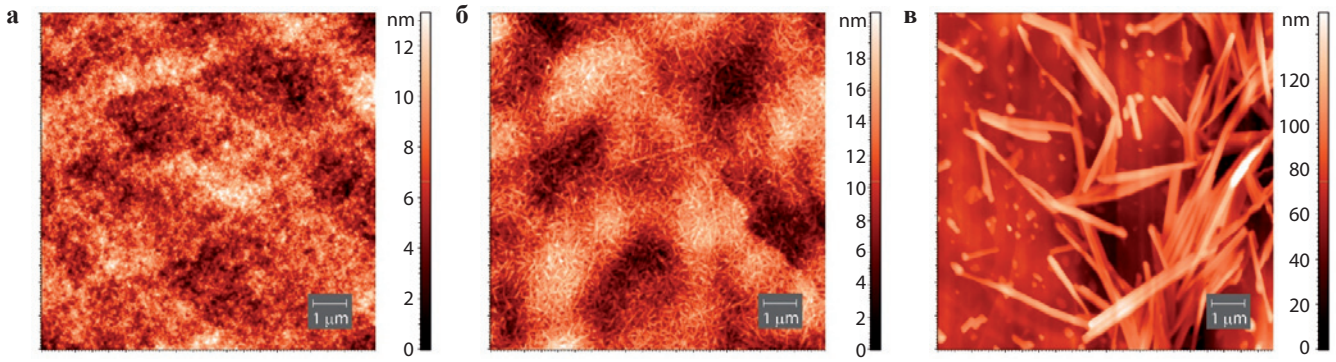


Рис. 1. а АСМ изображения поверхности исходной плёнки дипептида лейцил-лейцин, нанесенной на поверхность ВОПГ, **б** плёнки дипептида лейцил-лейцин после нагревания до 145 °C, **в** плёнки дипептида лейцил-лейцин после нагревания до 200 °C.

для демонстрации различий в самосборке линейных и циклических дипептидов. Химическая структура продукта реакции характеризовалась ЯМР-спектрометрией, спектроскопией FTIR и анализом ГХ-МС.

Результаты, полученные в настоящей работе, полезны для объяснения изменений свойств наноструктур на основе короткоцепных олигопептидов, особенно лейцил-лейцина, после термической обработки, а также для синтеза циклических олигопептидов.

Исполнители: Зиганшина С.А., Зиганшин М.А., Сафиуллина А.С., Герасимов А.В., Климовицкий Е.Е., Хаяров Х.Р., Горбачук В.В.

Публикации:

1. Ziganshin M.A., Safiullina A.S., Gerasimov A.V., Ziganshina S.A., Klimovitskii A.E., Khayarov K.R., Gorbatchuk V.V.: Thermally induced self-assembly and cyclization of L-leucyl-L-leucine in solid state. J. Phys. Chem. B **121**, 8603−8610 (2017)
2. Safiullina A.S., Ziganshin M.A., Ziganshina S.A., Bukharaev A.A.: The self-organization of leucyl-leucine and cyclo(leucyl-leucine) dipeptides by the AFM method. Abstracts of the International Conference on Scanning Probe Microscopy (SPM-2017), Ekaterinburg, Ural Federal University, Russia, August 28–30, 2017. P. 109.