



# Лаборатория быстропротекающих молекулярных процессов

## Управление фотофизическими свойствами прозрачных пленок на основе полифункциональных бета-дикетонатных комплексов лантаноидов

Разработана и запатентована (патент РФ на изобретение № 2499022) оригинальная методика синтеза новых термостойких бета-дикетонатных комплексов лантаноидов. Настроенная определенным образом структура пленок позволяет получать образцы, эффективно поглощающие свет в спектральном диапазоне 250-420 нм и обладающие, в отличие от известных аналогичных комплексов лантаноидов, высокой устойчивостью к деструктивному воздействию ультрафиолетового света.

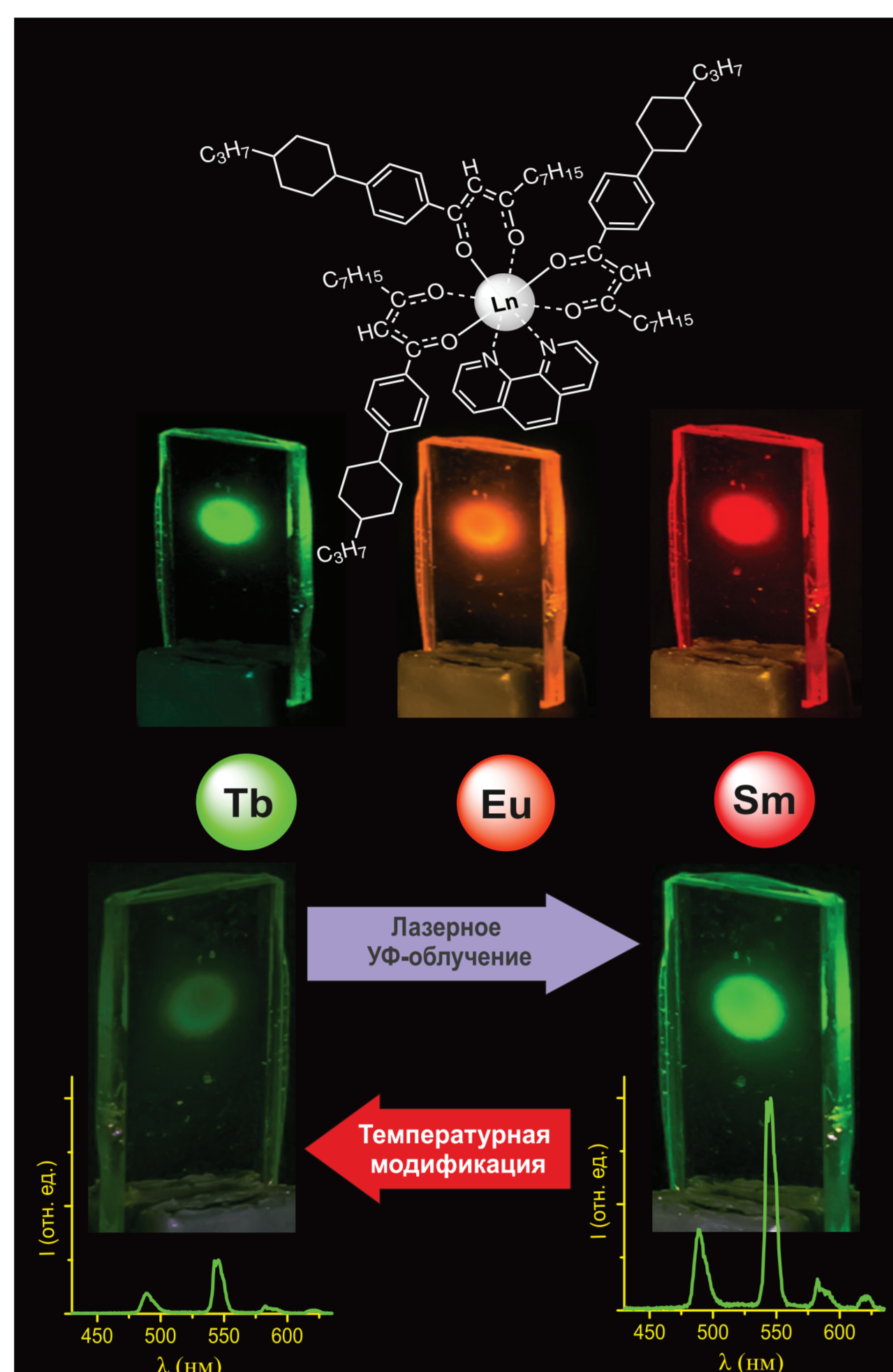
Уникальными свойствами образца является способность сохранять в течение месяцев повышенную интенсивность люминесценции и восстанавливать исходную яркость люминесценции при термическом воздействии.

Новые пленки способны визуализировать распределение температурного рельефа на поверхности, что дает возможность их применять в качестве рабочего материала люминесцентных термосенсоров.

Показана пригодность застеклованных пленок для создания принципиально новых миниатюрных люминесцентных сенсоров кислорода.

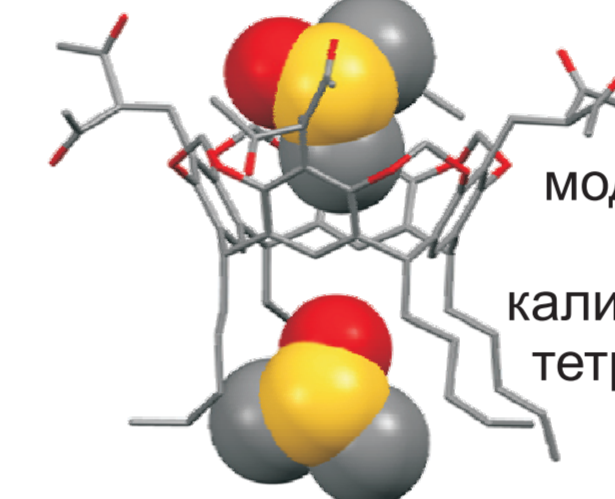
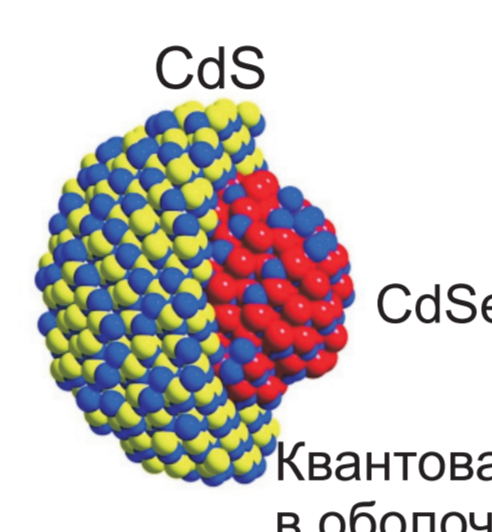
Осуществлена многократная запись, считывание и стирание оптической информации на новых пленках.

Продемонстрирована возможность применения новых пленок в качестве эффективных светотрансформирующих материалов, преобразующих ультрафиолетовую составляющую солнечной радиации в видимое излучение.



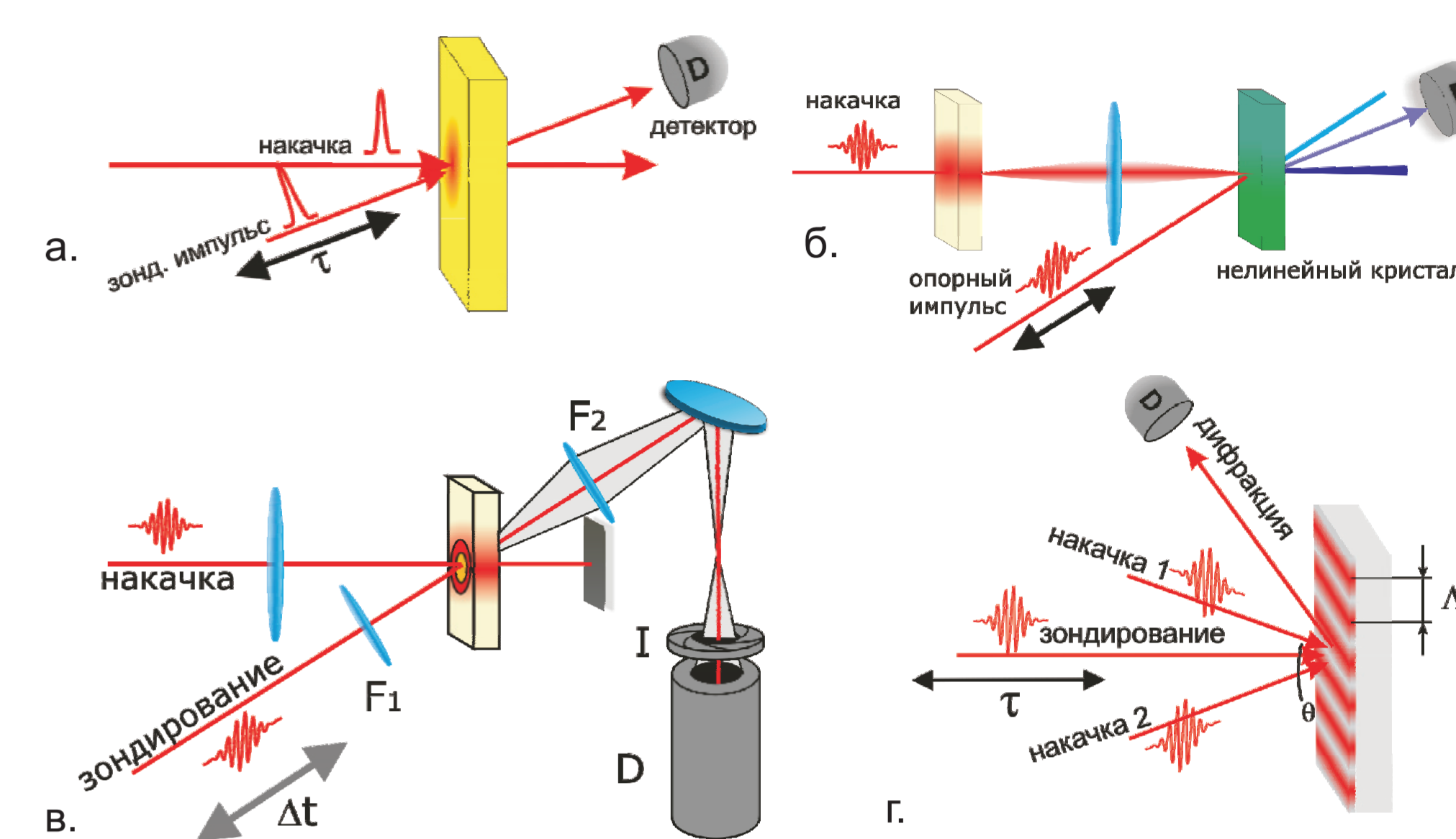
## Сверхбыстрая динамика зарядов в полупроводниковых наноструктурах, изучение фотофизических свойств квантовых точек CdSe/CdS, калликсаренов в кремниевых оболочках

Использование техники фемтосекундной лазерной спектроскопии даёт возможность получить параметры сверхбыстрой динамики внутри- и межзонной релаксации в полупроводниках, недоступные для измерения прочими спектроскопическими методами. Измеряемые параметры включают время излучательной и безызлучательной рекомбинации носителей, скорость захвата носителей ловушками, коэффициент диффузии зарядов, характерное время термализации горячих носителей, время жизни и подвижность спинов.



Квантоворазмерный эффект в полупроводниковых квантовых точках позволяет управлять шириной запрещённой зоны, что делает их привлекательными для изготовления светодиодов (LED), одноэлектронных транзисторов (SET), дисплеев на квантовых точках (QD-LED), лазеров и других оптоэлектронных приборов. Для практического использования необходимо создание твёрдотельного нанокompозита с большим квантовым выходом и возможностью управления длиной волны люминесценции.

Эмиссионные спектры комплексов лантаноидов характеризуются интенсивными узкими полосами и длительным временем жизни возбужденного состояния, что обеспечивает эффективную маркировку биомолекул за счет хорошего соотношения сигнал-шум. Это является причиной их широкого использования при разработке биомаркеров и биосенсоров. Перспективным материалом для металлических комплексов с большим квантовым выходом являются калликс[4]арены. Высокая чувствительность и быстрое время получения оптических изображений является их отличительным качеством при детектировании образцов с низкой концентрацией.



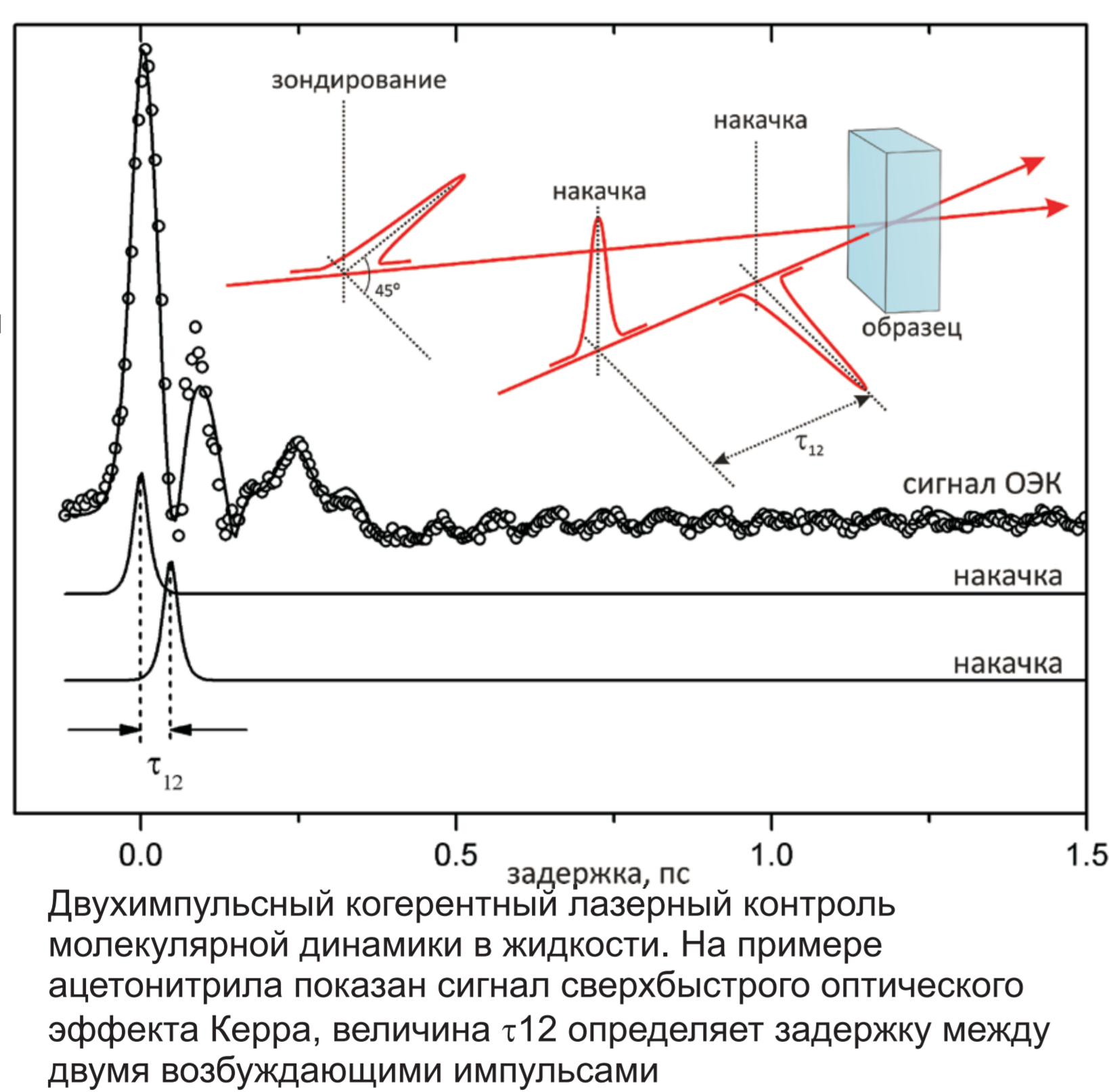
Схемы экспериментов  
а. наведенное поглощение/прозрачность  
б. ап-конверсия  
в. наведенная линза  
г. наведенная решетка

## Исследование молекулярной динамики методом спектроскопии оптического эффекта Керра и селективная спектроскопия

После воздействия мощного импульса накачки молекулы начинают синхронное (когерентное) движение, что приводит к возникновению макроскопической анизотропии в изначально изотропной среде. Наведённая анизотропия регистрируется с помощью слабого зондирующего импульса, с заданной задержкой прошедшего через образец в скрещенных поляризаторах.

В этом методе первый импульс накачки запускает когерентные молекулярные движения, а второй импульс с заранее заданной интенсивностью, через заданное время изменяет движение этих молекул.

Таким образом можно подавить или усилить вклады отдельных молекулярных движений. Благодаря управлению вкладами отдельных движений в регистрируемый сигнал, становится возможным получить новую спектроскопическую информацию, т.е. осуществить селективную спектроскопию.

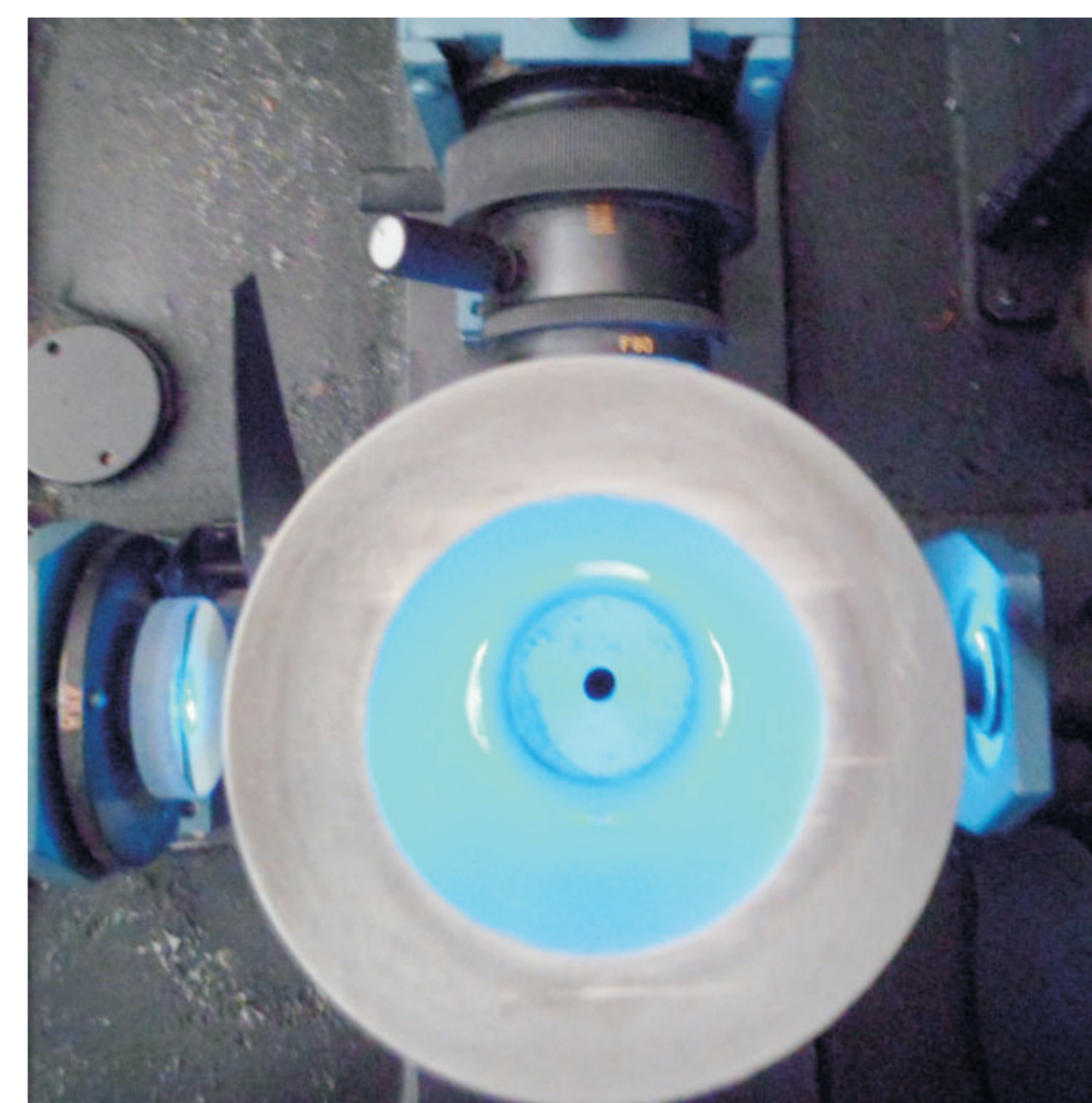


Двухимпульсный когерентный лазерный контроль молекулярной динамики в жидкости. На примере ацетонитрила показан сигнал сверхбыстрого оптического эффекта Керра, величина  $\tau_{12}$  определяет задержку между двумя возбуждающими импульсами

## Спектроскопия комбинационного рассеяния света

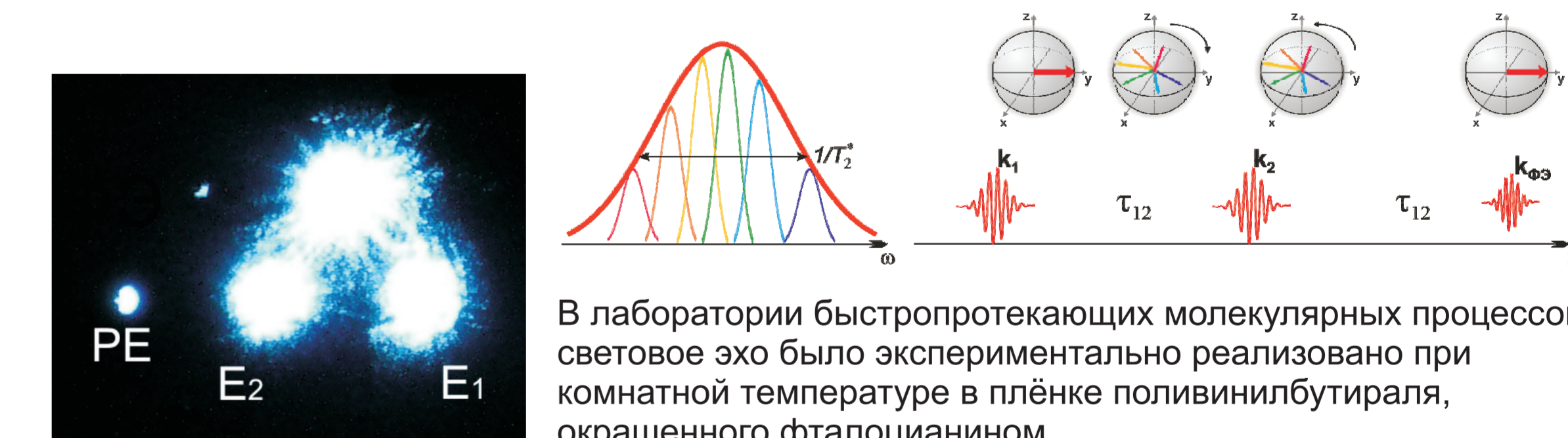
Автоматизированный рамановский спектрометр на базе ДФС-52, применяется для регистрации спектров комбинационного рассеяния жидких, кристаллических и поликристаллических образцов. Проводятся физико-химические исследования в области молекулярной спектроскопии при изучении состава и строения кристаллов, аморфных материалов, прозрачных и мутных жидкостей, водных растворов, красителей, пленок, жидких кристаллов, порошков. Отработана оригинальная методика исследования наночастиц благородных металлов (серебра, меди, золота) в аморфной матрице (силикатном стекле, полимере).

Рамановские спектры дают дополнительную информацию при исследовании структуры углеродных нанотрубок, гетероструктур SiGe/Si, структур "кремний на сапфире", искусственно окрашенных алмазов.



## Эхо-спектроскопия и реализация фемтосекундного эхо-процессинга на красителях при комнатной температуре

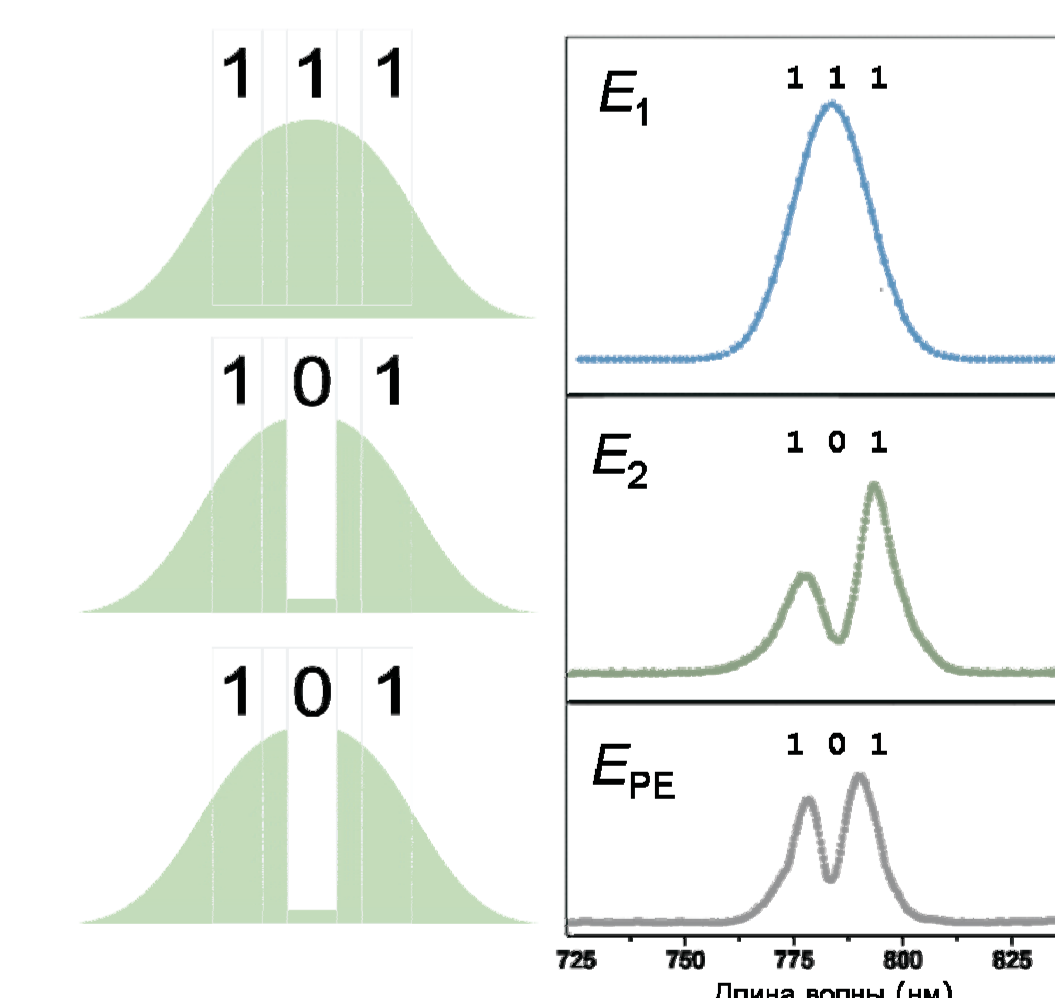
При комнатной температуре времена необратимой фазовой релаксации лежат, как правило, в субпикосекундном диапазоне. Оптическая эхо-спектроскопия возможна при использовании лазерных импульсов ультракоротких длительностей.



В лаборатории быстропротекающих молекулярных процессов световое эхо было экспериментально реализовано при комнатной температуре в плёнке поливинилбутираля, окрашенного фталоцианином.

На этом же образце реализованы простейшие логические операции, когда единицы и нули закодированы провалами в спектре световых импульсов. В этом случае, эхо (PE) представляло собой результат побитового И накачивающих импульсов (E1 и E2).

Таким образом, была продемонстрирована возможность создания, быстродействующего полностью оптического компьютера, функционирующего при комнатной температуре на основе явления светового эха.



## Публикации в 2015 г.

- Shmelev AG, Leontyev AV, Nikiforov VG, Ivanin KV, Lobkov VS, Khasanov OKh, Samartsev VV, Ultrafast Below-Band-Gap Laser Pulse Induced Relaxations in CdS Crystal, Journal of Physics: Conference Series, 613, 1, 12014-12017, 2015, IOP Publishing
- Safiullin GM, Nikiforov VG, Davydov NA, Mustafina AR, Soloveva SyE, Lobkov VS, Salikhov KM, Kononov AI, Detailed mechanism of the ligand-to-metal energy transfer of silica-coated Tb (III) complex with p-sulfonatocalix [4] arene, Journal of Luminescence, 157, 158-162, 2015, North-Holland
- Leontyev AV, Zharkov DK, Shmelev AG, Nikiforov VG, Lobkov VS, Ultrafast Degenerate Transient Lens Spectroscopy in Semiconductor Nanostuctures, EPJ Web of Conferences, 103, 07002, 2015, EDP Sciences
- Zharkov DK, Leontyev AV, Shmelev AG, Nikiforov VG, Lobkov VS, Nonresonant Transient Refractive Index Spectroscopy in Semiconductor Quantum Dots, EPJ Web of Conferences, 103, 07006, 2015, EDP Sciences
- Shmelev AG, Nikiforov VG, Leontyev AV, Zharkov DK, Lobkov VS, Ultrafast Intermolecular Motions in Liquids Using the Optical Kerr Effect, EPJ Web of Conferences, 103, 08003, 2015, EDP Sciences
- Nikiforov VG, Lobkov VS, Samartsev VV, Saiko AP, Coherent control of the molecular dynamics in a liquid by femtosecond four-pulse excitation, Laser Physics, 25, 1, 015701, 2015, IOP Publishing

- В.С. Лобков      Ю.Г. Галяметдинов      Н.В. Курбатова      Д.В. Лапаев      Д.Г. Жарков  
заведующий лабораторией      В.Г. Никифоров      А.Г. Шмелев      А.В. Леонтьев

