

## **Современные тенденции и разработки в области Рамановской микроспектроскопии и фотолюминесценции для исследований конденсированных сред**

**Руководители темы:** Арзуманян Г.М.  
Кучерка Н.

### **Участвующие страны и международные организации:**

Армения, Беларусь, Болгария, Германия, Египет, Латвия, Польша, Россия, Словакия, Украина.

### **Изучаемая проблема и основная цель исследований:**

Современные тенденции в микроспектроскопии на основе комбинационного (рамановского) рассеяния света, обеспечивающие ультрачувствительные, высококонтрастные и химически селективные подходы для исследований конденсированных сред при предельно малых концентрациях молекул исследуемого вещества, находятся в центре внимания настоящей исследовательской программы. Обнаружение и идентификация одиночных молекул представляет собой предельный уровень чувствительности в химическом анализе. Возможность отслеживания и мониторинга одиночных молекул с информацией об их химической структуре предопределяет далеко идущие перспективы в фундаментальных и прикладных исследованиях в данной области. В этой связи, колебательная спектроскопия, такая как рамановская спектроскопия, будучи неинвазивной и не требующей специальных меток методика, представляется весьма информативным и предпочтительным инструментом для изучения одиночных органических/биологических молекул. Данная цель может быть достигнута с помощью уникальной методики комбинирования двух усиленных модификаций комбинационного рассеяния света, а именно КАРС (когерентное антистоксово рассеяние света) и ГКР (гигантское комбинационное рассеяние) спектроскопии. Основанная на таком подходе ультрачувствительная спектроскопия, известная как ГКАРС – гигантское когерентное антистоксово рассеяние света, в настоящее время мало изучена. Исследования в области фото- и апконверсионной люминесценции на основе перспективных наноструктур типа «ядро-оболочка». В последние годы, благодаря ряду своих привлекательных свойств, таких как полифункциональность, регулируемость и стабильность, подобные структуры эффективно применяются в современных исследованиях, связанных с биомедициной, оптикой, экологией, материаловедением, энергетикой и т.д. Наноструктуры «ядро-оболочка», содержащие благородные металлы, представляют собой плазмонные наноматериалы, и успешно применяются для контрастной визуализации исследуемых объектов, а также в различных биомедицинских задачах и т.д.

### **Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

1. Модернизированная под ультрачувствительную спектроскопию ГКАРС многомодальная оптическая платформа.
2. Достижение уровня воспроизводимой регистрации спектров комбинационного рассеяния одиночных/единиц органических молекул методами ГКР и ГКАРС.

3. Изучение спектрально-структурных характеристик апконверсионных люминофоров с различными редкоземельными элементами на основе наноструктур «ядро-оболочка».
4. Тестовые результаты по выявлению эффективности применения порфиринов в качестве оболочек, и нанокристаллов  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}/\text{Er}^{3+}$  в качестве ядра, в фотодинамической терапии рака.
5. Создание единой платформы для комплементарной спектрально-селективной визуализации образцов методами нелинейной микроскопии комбинационного рассеяния и апконверсионной люминесценции.
6. Комплексный анализ исследуемых в рамках темы структур и образцов методами комбинационного рассеяния, рентгеноструктурного анализа, атомно-силовой микроскопии и электронной микроскопии.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Разработка сканируемой по длине волны пикосекундного «КАРС»-микроспектрометра.
2. Продолжение тестирования различных по конфигурации ГКР-активных подложек с целью оптимального выбора для эффективной ГКАРС спектроскопии.
3. Сравнение ГКР и ГКАРС спектров и карт интенсивности света, рассеянного от исследуемых органических молекул.
4. Синтез наноструктур «ядро-оболочка»:  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}, \text{Tm}^{3+}@\text{SiO}_2$  и тестирование на их токсичность.
5. Реализация метода контрастной и селективной визуализации на модельных образцах методом комбинационного рассеяния и апконверсионной люминесценции.

### Проекты по теме:

Название проекта	Руководитель проекта	Приоритет проекта (сроки реализации)
1. НАНОБИОФОТОНИКА	Арзумян Г.М. Кучерка Н. Заместитель: Маматкулов К.З.	1 (2018-2020)

### Основные этапы темы:

Этап темы или эксперимент	Руководители	Статус проекта или эксперимента
Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ Ответственные от лаборатории	Основные исполнители	
1. Разработка научно-технических требований по модификации микроспектрометра «КАРС» под ультрачувствительную модальность ГКАРС "SECARS" ЛНФ	Арзумян Г.М.  Дорошкевич Н.В., Маматкулов К.З., Морковников И.А.	Набор данных

<p>2. Изучение спектральных и плазмонных характеристик ГКР-активных подложек на основе серебряных и золотых наночастиц с различной конфигурацией</p> <p>ЛНФ</p>	<p>Арзуманян Г.М. Кучерка Н.</p>	<p>Набор данных</p>
<p>3. Систематические эксперименты по микроспектроскопии ГКАРС на ГКР-активных подложках с пикосекундным возбуждением – спектроскопия одиночных молекул</p> <p>ЛНФ</p>	<p>Арзуманян Г.М. Маматкулов К.З.</p>	<p>Реализация Набор данных</p>
<p>4. Разработка модели плазмонного усиления Рамановского рассеяния на "КАРС" микроскопе</p>	<p>Арзуманян Г.М. Кучерка Н.</p>	<p>Моделирование</p>
<p>5. Изучение спектрально-структурных характеристик апконверсионных люминофоров на основе наноструктур типа «ядро-оболочка»</p> <p>ЛНФ</p>	<p>Арзуманян Г.М. Кучерка Н.</p>	<p>Набор данных</p>
<p>6. Тестовое применение люминофоров на основе наноструктур "ядро-оболочка" в фотодинамической терапии (ФДТ) рака</p> <p>ЛНФ</p>	<p>Арзуманян Г.М. Кучерка Н.</p>	<p>Реализация</p>
<p>7. Разработка концепции единой оптической платформы для контрастной и селективной визуализации образцов методами нелинейной рамановской микроскопии и апконверсионной люминесценции</p> <p>ЛНФ</p>	<p>Арзуманян Г.М.</p>	<p>Реализация</p>
<p>8. Расширение исследовательской программы на микроскопе "КАРС" как "дружественного прибора пользователя"</p> <p>ЛНФ</p>	<p>Арзуманян Г.М. Кучерка Н.</p>	<p>Реализация</p>

Сотрудничество по теме:

Страна или Город Институт или

Участники

Статус



международная организация		лаборатория		
Армения	Ереван	Ин-т биохимии НАН РА	Гюльханданян Г.В. + 2 чел.	Совместные работы Договор
Беларусь	Минск	БГУИР	Бондаренко А.В. + 1чел.	Договор Обмен визитами
		СОЛ инструментс	Копачевский В.Дж. + 3 чел.	Договор Обмен визитами
Болгария	София	Inst. Microbiology BAS	Троянова П. + 2 чел.	Обмен визитами
Польша	Вроцлав	UW	Филаровски А. + 1 чел	Обмен визитами
	Познань	AMU	Яздвезска М.	Обмен визитами
Россия	Москва	ИОФ РАН	Фабелинский В.И. +3 чел.	Протокол Обмен визитами
		МГУ	Курочкин И.Н. + 2 чел.	Совместные работы
Словакия	Кошице	PJSU	Грубовчак П. + 1 чел.	Совместные работы
Украина	Донецк	ДонНУ	Пойманова Е.Ю. + 2 чел.	Совместные работы Обмен визитами
Германия	Юлих	FZJ	Половинкин В.	Совместные работы Обмен визитами
Египет	Гиза	CU	Амин Р. + 2 чел.	Совместные работы Обмен визитами
Латвия	Рига	ISSP UL	Шараковски А. + 1 чел.	Протокол

---