

## **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, 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 чувствительности 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 фотосинтетических пигментов с порфириновым кольцом в качестве оболочек, и нанокристаллов  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}/\text{Er}^{3+}$  в качестве ядра, в биомедицинской задаче.
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, ИК-спектроскопии, атомно-силовой микроскопии и электронной микроскопии.

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

1. Начало систематических экспериментов по спектроскопии и картированию интенсивности ГКАРС сигнала с пикосекундным возбуждением.
2. Измерения и регистрация предельно низких концентраций органических молекул методами ГКР и ГКАРС – налаживание методики микроспектроскопии одиночных молекул.
3. Сравнение ГКР и ГКАРС спектров и карт интенсивности света, рассеянного от исследуемых органических молекул.
4. Завершающий этап по синтезу наноструктур "ядро-оболочка":  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}, \text{Tm}^{3+}@\text{SiO}_2$  и тестирование их эффективности в биомедицине.
5. Исследования конформационных изменений в фосфолипидах под воздействием холестерина и мелатонина методами рамановской и ИК-спектроскопии.

### 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	Основные исполнители	
1. Разработка научно-технических требований по модификации микроспектрометра "КАРС" под ультрачувствительную модальность ГКАРС "SECARS" ЛНФ	Арзумян Г.М.  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.<br/>Кучерка Н.</p>      | <p>Набор данных</p>                |
| Маматкулов К.З., Воробьева М.Ю., Марченко А.С.  |   |                                    |
| <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.<br/>Маматкулов К.З.</p> | <p>Реализация<br/>Набор данных</p> |
| Воробьева М.Ю., Марченко А.С., Рудных С.К., Морковников И.А.  |   |                                    |
| <p>4. Выявление воздействия холестерина и мелотанина на структуру липидного бислоя методом рамановской спектроскопии</p> <p>ЛНФ</p>   | <p>Арзуманян Г.М.<br/>Кучерка Н.</p>      | <p>Реализация</p>                  |
| Воробьева М.Ю., Восканян К.Ш., Маматкулов К.З., Марченко А.С., Рудных С.К.  |   |                                    |
| <p>5. Изучение спектрально-структурных характеристик апконверсионных люминофоров на основе наноструктур типа "ядро-оболочка"</p> <p>ЛНФ</p>   | <p>Арзуманян Г.М.<br/>Кучерка Н.</p>      | <p>Набор данных</p>                |
| Воробьева М.Ю., Восканян К.Ш., Маматкулов К.З., Марченко А.С., Рудных С.К.  |   |                                    |
| <p>6. Тестовое применение люминофоров на основе наноструктур "ядро-оболочка" в биомедицине</p> <p>ЛНФ</p>   | <p>Арзуманян Г.М.<br/>Кучерка Н.</p>      | <p>Реализация</p>                  |
| Воробьева М.Ю., Восканян К.Ш., Маматкулов К.З., Марченко А.С., Рудных С.К.  |   |                                    |
| <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>                  |
| Маматкулов К.З., Марченко А.С.  |   |                                    |
| <p>8. Расширение исследовательской программы на микроскопе "КАРС" как "дружественного прибора пользователя"</p> <p>ЛНФ</p>  | <p>Арзуманян Г.М.<br/>Кучерка Н.</p>      | <p>Реализация</p>                  |
| Воробьева М.Ю., Маматкулов К.З.   |   |                                    |

**Сотрудничество по теме:**

<b>Страна или международная организация</b>	<b>Город</b>	<b>Институт или лаборатория</b>	<b>Участники</b>	<b>Статус</b>
Армения	Ереван	ННЛА	Арутюнян В.В. + 2 чел.	Совместные работы Договор
Беларусь	Минск	БГУИР	Бондаренко А.В. + 1 чел.	Договор Обмен визитами
		СОЛ инструментс	Копачевский В.Дж. + 3 чел.	Договор Обмен визитами
Болгария	София	ISSP BAS	Генова Ю. + 2 чел.	Обмен визитами
Куба	Гавана	InSTEC	Гузман Ф. + 1 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.	Совместные работы Обмен визитами
Румыния	Клуж-Напока	INCDTIM	Фацау К. + 1 чел.	Обмен визитами
Словакия	Кошице	UPJS	Грубовчак П. + 1 чел.	Совместные работы
Украина	Донецк	ДонНУ	Линник Д.С. + 2 чел.	Совместные работы Обмен визитами
Египет	Каир	EPRI	Лабена А. + 2 чел.	Совместные работы Обмен визитами
Латвия	Рига	ISSP UL	Шараковски А. + 1 чел.	Совместные работы

---