

## **ПКК по ФКС, 2-3 июля 2020 г.**

*Докладчик Арзуманян Г.М.*

**Отчет по завершающейся теме «Современные тенденции и разработки в области Рамановской микроспектрометрии и фотолюминесценции для исследований конденсированных сред» (04-4-1133-2018/2020) и проекту «Ультрочувствительная микроспектроскопия SECARS и люминесцентные наноструктуры ядро-оболочка». Предложение на продление темы и открытия нового проекта «Биофотоника» на 2021-2023 гг.**

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

### **Аннотация**

Работы, выполненные в период 2018-2020 гг., в основном были направлены на развитие и реализацию современных методов ультрочувствительной и высококонтрастной регистрации молекул-аналитов методами гигантского комбинационного рассеяния (ГКР), нелинейной рамановской микроспектроскопии известной как когерентное антистоксовое рассеяние света (КАРС), а также возможности их комбинирования (ГКАРС) с применением ультракоротких (пикосекундных) импульсов лазерного излучения. Другой современной составляющей темы являлось исследование фото- и апконверсионной люминесценции на основе перспективных люминофорных наноструктур типа «ядро-оболочка». Эти структуры известны своей полифункциональностью, разнообразностью своего химического состава и стабильностью. После изучения спектрально-структурных характеристик подобных люминофоров, на завершающем этапе темы было намечено протестировать эффективность наночастиц «ядро-оболочка» в прикладной биомедицинской задаче. Еще одним сегментом темы являлось создание единой и комплементарной оптической платформы для спектрально-селективной визуализации/биовизуализации исследуемых образцов методами как рамановской микроскопии, так и апконверсионной люминесценции.

За прошедшее время, все основные этапы темы были выполнены и отражены как в представленном письменном отчете за период 2018-2020 гг., так и в многочисленных публикациях (свыше 15) и презентациях на крупных международных конференциях, среди которых было 4 приглашенных доклада. Отметим, что работы, по комбинированию ГКР с КАРС-ом (ГКАРС, SECARS) стали пионерскими в России, и опубликованы в профильном журнале JRS. В части, касающейся ультрочувствительной регистрации молекул был достигнут аттомолярный уровень детектирования двумя методами: покрытием молекул-аналитов слоя графена, и с помощью дендритных наноструктур. Оптимистичные результаты получены и по синтезу наночастиц «ядро-оболочка», а также их тестированию в привязке к сенсбилизатору (хлорофилл) и к клеткам фибробластов.

В совокупности полученные результаты в период 2018-2020 гг., и, прежде всего, достигнутый высокочувствительный уровень регистрации молекул-аналитов, легли в основу предложения о продлении темы и открытии нового проекта «Биофотоника». Прогресс в области приборостроения, методологии и анализа данных позволяет использовать рамановскую микроспектроскопию в различных приложениях, от клеточного анализа *in vitro* до клинической визуализации *in vivo*. Основная цель проекта направлена на применение современных методов рамановского рассеяния в

некоторых биомедицинских задачах, которые по своей сути связаны с биосенсорикой и диагностикой.

Проект включает в себя фундаментальные и прикладные сегменты. В части фундаментальных исследований, работы будут нацелены на выявление и понимание механизмов часто аномального соотношения интенсивностей компонент антистокс / стокс в спектре поверхностно-усиленного рамановского рассеяния. Это позволит сформулировать условия для получения воспроизводимых ГКР спектров при разработке биосенсоров. Прикладные задачи связаны (i) со спектроскопическими исследованиями НЕТОЗ-а: в частности, с поиском рамановских маркеров этого явления, а также с определением механизмов запуска процесса стерильной активации нетоза под действием УФ излучения, и, (ii) липид-белковым взаимодействием с использованием современного мембранного миметика – липодиска.

Для реализации предлагаемого проекта будет использована мультимодальная оптическая платформа на базе микроскопа «КАРС», атомно-силовая микроскопия (АСМ), динамическое рассеяние света (ДРС), электронная микроскопия (СЭМ, ПЭМ), малоугловое рассеяние нейтронов (МУРН) и другой инструментарий. Также, рамановская спектроскопия сверхнизких частот ( $\sim 5 \text{ см}^{-1}$ ) станет одним из ключевых методов проекта.