

**Исследование фотоиндуцированного нагрева лазерным излучением кремниевых наночастиц методом комбинационного рассеяния света**

**Научный руководитель – Завестовская Ирина Николаевна**

***Алыкova Аида Файзрахмановна***

*Аспирант*

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

*E-mail: waiste15@bk.ru*

Одним из быстрорастущих направлений нанобиомедицины является использование наночастиц (НЧ) кремния в качестве сенсбилизаторов различных терапий, в том числе в методиках фотогипертермии с использованием НЧ кремния как перспективного наноматериала, обладающего биосовместимыми и биodeградируемыми свойствами [1]. При разработке методик гипертермии возникает задача определения температуры нагрева. В работе для мониторинга температуры НЧ был выбран метод спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС).

Нами были исследованы образцы НЧ кремния *nc-Si* и *PSi*. Изменение температуры образцов достигалось изменением интенсивности возбуждающего лазерного излучения. Спектры КРС образцов *nc-Si* измерялись на спектрометре ДФС-52 в 90-градусной геометрии рассеяния. Образцы *mPSi* были исследованы на установке Confotec MR-350. При измерении спектров КРС акцент концентрировался на области стоксового и антистоксового рассеяния. При увеличении уровня возбуждения наблюдался сдвиг спектров в область меньших частот, что вызвано повышением температуры образца при фотоиндуцированном нагреве [2]. Одновременно с повышением мощности возбуждения наблюдается изменение отношения между интенсивностями стоксовой и антистоксовой компонентами рассеяния. Установлено, что безотносительно типа наноструктур и способа их получения наблюдается практически линейная зависимость положения пика КРС от температуры. Отметим, что абсолютные положения частот пиков КРС для *nc-Si* и *PSi* меньше на 0,5-0,7  $\text{cm}^{-1}$  аналогичных значений для образца *c-Si*, взятых из литературы, что может быть связано как с точностью определения частоты КРС, так и с размерным эффектом для фононов в нанокристаллах кремния [2].

Полученные результаты могут быть использованы для определения оптимальных режимов фотогипертермии при сенсбилизации кремниевыми нанокристаллами при лечении онкологических заболеваний. Температурное смещение компонент рамановского спектра, наблюдаемое у кремниевых нанокристаллов, позволяет с высокой точностью определять величину фотоиндуцированного нагрева, тем самым подбирая индивидуально необходимую мощность излучения в каждом случае.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-02-00861).

**Источники и литература**

- 1) A. V. Kabashin, K. P. Tamarov, Yu. V. Ryabchikov, L. A. Osminkina, S. V. Zinovyev, J. V. Kargina, M. B. Gongalsky, A. Al-Kattan, V. G. Yakunin, M. Sentis, A. V. Ivanov, V. N. Nikiforov, A. P. Kanavin, I. N. Zavestovskaya, V. Yu. Timoshenko, "Si nanoparticles as sensitizers for radio frequency-induced cancer hyperthermia", Proc. SPIE, 9737, 97370A (2016).
- 2) S. Pe´ richon, V. Lysenko, B. Remaki, and D. Barbier, Measurement of porous silicon thermal conductivity by micro-Raman scattering, J. Appl. Phys. Vol. 86, 4700 (1999).