

УДК 681.7

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ В ОПТОВОЛОКОННЫХ ЗОНДАХ СПЕКТРОСКОПИИ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ**

© Шацкая А.А., Артемьев Д.Н.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: shatskaya16@gmail.com

Оптоволоконные зонды являются ключевым элементом системы биомедицинской спектроскопии [1]. В функции зондов входят доставка лазерного излучения к интересующему месту исследования, сбор рассеянного излучения, фильтрация и передача комбинационного рассеяния на спектрометр.

Традиционно в приборах спектроскопии комбинационного рассеяния выделяют 2 функциональных типа оптической фильтрации [2]. Полосовой оптический фильтр устанавливается в канал зонда, доставляющий лазерное зондирующее излучение к образцу, он предназначен для выделения узкой лазерной линии и подавления спектральных шумов лазерного модуля, паразитного флуоресцентного сигнала и сигнала комбинационного рассеяния от оптики и оптических волокон. Длинноволновый или режекторный оптический фильтр устанавливается в собирающий канал зонда для подавления лазерного излучения в собранном рассеянном свете от объекта и передачи информативного сигнала комбинационного рассеяния к спектрометру. Целью работы является определение оптимальных параметров спектральных характеристик оптических фильтров для повышения эффективности регистрации спектров комбинационного рассеяния с помощью оптоволоконных зондов.

В процессе работы были спроектированы и изготовлены собирающие оптоволоконные зонды, в которых интерференционные фильтры с различной оптической плотностью и зоной пропускания установлены в коллимированном и сходящемся свете. Известно, что спектральная характеристика интерференционного фильтра сдвигается при отклонении падающего излучения от нормального падения [3]. Ввиду наличия габаритных ограничений для зондов в эндоскопии [4] не всегда есть возможность устанавливать в прибор коллимирующую оптику. Таким образом, оптическая схема зонда также оказывает влияние на качество фильтрации сигнала и должна учитываться при расчете степени подавления лазерного излучения и установке рабочего спектрального диапазона регистрации комбинационного рассеяния.

В работе приведена оценка соотношения сигнал/шум спектров ацетилсалициловой кислоты, измеренных зондом StellarNet Raman Probe 785 nm и спроектированными оптоволоконными зондами с различными интерференционными фильтрами. Показано влияние переходной характеристики фильтра на интенсивность зарегистрированных пиков комбинационного рассеяния в области малых волновых чисел до  $200 \text{ см}^{-1}$ . Установка дихроичного зеркала, выполняющего функцию дополнительной фильтрации, в оптическую схему зонда позволило на порядок повысить соотношение сигнал/шум по сравнению со стандартным зондом регистрации комбинационного рассеяния.

Результаты работы направлены на оптимизацию конфигураций оптоволоконных зондов спектроскопии комбинационного рассеяния для повышения информативности регистрируемых спектров от биологических объектов.

**Библиографический список**

1. Utzinger U., Richards-Kortum R.R. Fiber optic probes for biomedical optical spectroscopy // Journal of Biomedical Optics. 2003. Vol. 8. № 1. P. 121–147.
2. Wang W., Zhao J., Short M., Zeng H. Real-time in vivo cancer diagnosis using raman spectroscopy // Journal of biophotonics. 2015. Vol. 8. № 7. P. 527–545.
3. Крылова Т.Н. Интерференционные покрытия. Л.: Издательство Машиностроение, 1973. 224 с.
4. Heng H.P.S., Shu C., Zheng W., Lin K., Huang Z. Advances in real-time fiber-optic Raman spectroscopy for early cancer diagnosis: Pushing the frontier into clinical endoscopic applications // Translational Biophotonics. P. e202000018.