

## ЦИФРОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОНДА ДЛЯ СБОРА РАМАНОВСКОГО РАССЕЯНИЯ

Ю.А. Фролова, А.А. Шацкая, Д.Н. Артемьев  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

**Ключевые слова:** интерференционный фильтр, зонд, Рамановское рассеяние.

Рамановская спектроскопия – это метод молекулярной спектроскопии, основанный на изучении неупругого рассеянного света и позволяющий получить представление о структуре материала или его компонентном составе. При этом может дать дополнительную информацию о низкочастотных модах и колебаниях, которые указывают на особенности кристаллической решетки и молекулярной структуры. Рамановский эффект чрезвычайно слабый, поэтому важно собрать как можно больше полученного сигнала, следовательно, необходимы фильтры для блокировки Рэлеевского рассеянного лазерного света.

Одним из основных элементов установки является зонд – канал доставки и сбора излучения. Наиболее важный – собирающий канал, так как требуется фильтрация рассеянного излучения от излучения лазера на центральной длине волны. Минимальная комплектация собирающего канала – 4 элемента: две линзы, фильтр и волокно. Также необходимо учитывать форму и размеры оптики, плотность фильтрации и материалы используемого фильтра, размеры волокна и положения всех элементов относительно друг друга. Из-за влияния этих характеристик и факторов на эффективность работы цифровая модель позволяет быстро получить наиболее критические значения, с точки зрения положений.

Целью настоящей работы является разработка цифровой оптической модели собирающего канала Рамановского зонда с минимальным набором элементов.

Цифровая оптическая система канала сбора Рамановского излучения, представленная на рисунке 1, состоит из:

- 1) лазерного излучения, будут рассмотрены случаи на лазерной длине волны 785 нм и 820 нм, т.к. это длина волны информационного спектра Рамановского рассеяния;
- 2) двух линз. Первая линза, занимающая положение после источника, для большего захвата рассеянного сигнала обладает большой числовой апертурой. Вторая линза нужна для создания наименьшего из возможных диаметров лазерного пятна и подходящей для согласования со

спектрометром числовой апертурой, чтобы после завести излучение в волокно;

3) интерференционного фильтра для подавления упругого рассеянного лазерного излучения;

4) детектора с характерными размерами сердцевины оптоволокна.

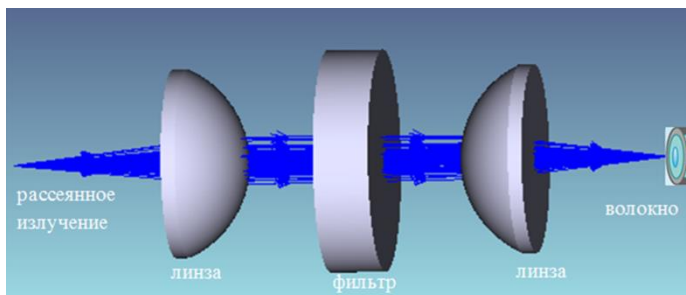


Рисунок 1 – Цифровая модель собирающего канала Рамановского зонда

Если в системе источник с мощностью излучения 1 ватт (для удобства и наглядности результатов) рассматривать на двух длинах волн 785 нм и 820 нм, где начинается информативный Рамановский сигнал, при которых соответственно блокирует и пропускает излучение фильтр, то по значению мощности на конечном детекторе можно сделать вывод о его работе (результаты представлены на рисунке 2).

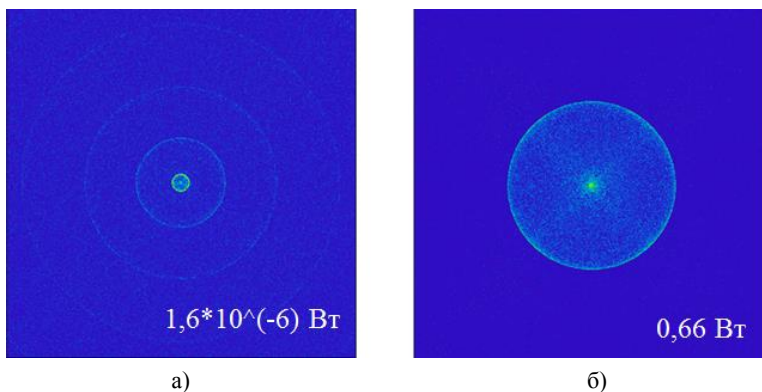


Рисунок 2 – Изображение на детекторе при: а) длине волны 785 нм, размер 0,13×0,13 мкм, б) длине волны 820 нм, размер 12×12 мкм

Моделирование позволяет решать нестандартные задачи, например, в эндоскопических оптоволоконных зондах малого диаметра (до 1 мм), где эта оптическая система будет находиться с другой стороны волокна –

непосредственно перед спектрометром. В таком случае расчет числовой апертуры линз становится очень важным, так как она согласовывается с числовой апертурой спектрометра.

Фролова Юлия Алексеевна, студент 6176-120404D, E-mail: jfrolova@yandex.ru.  
Шацкая Анастасия Алексеевна, инженер-конструктор НИЛ-96, E-mail: shackaya.aa@ssau.ru.  
Артемьев Дмитрий Николаевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры ЛБС. E-mail: artemyevdn@ssau.ru.

УДК 535.421; 681.785.554

## **МАЛОГАБАРИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ**

Н.А. Малютина, Д.Н. Артемьев  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

**Ключевые слова:** дифракция, оптическое моделирование, спектроскопия, матричная диаграмма.

Исследования в биологии, биохимии, биотехнологиях и биомедицине требуют высокотехнологичных методов. Спектроскопия нашла широкое применение в медицинской области, как устройство анализа органических сред и разработки лекарственных препаратов. В частности, ИК спектроскопия позволяет судить о концентрации, пространственной ориентации, вторичной структуре сложных систем (кровь, коллоидные системы на основе биомолекул, белки в составе агрегатов и биомембран, нанобиосистем). Миниатюризация приборов для использования в медицинских исследованиях очень важна, так как в ряде случаев она может сыграть решающий фактор в диагностике или лечении ряда заболеваний.

Целью настоящей работы является создание и оптимизация цифровой модели линзового спектрометра в программном обеспечении ZEMAX для последующего создания реальной физической модели.

Для реализации поставленных задач был осуществлен расчет оптических элементов (коллимирующей линзы, дифракционной решетки, детектора) и оптимизация системы с различными по форме линзами в фокусирующей части спектрометра. В ходе анализа была выбрана модель спектрометра с использованием асферических линз (рис. 1) ввиду того, что матричная диаграмма данной модели представляет самые оптимальные формы и размеры пятен (в пределах 200 мкм) при использовании ближнего ИК-диапазона (700-1000 нм) после проведения оптимизации (рис. 2). Спектральное разрешение разработанной модели составляет 0,1 нм на длине волны 1000 нм. Примерные габариты системы составили 130x75x50