

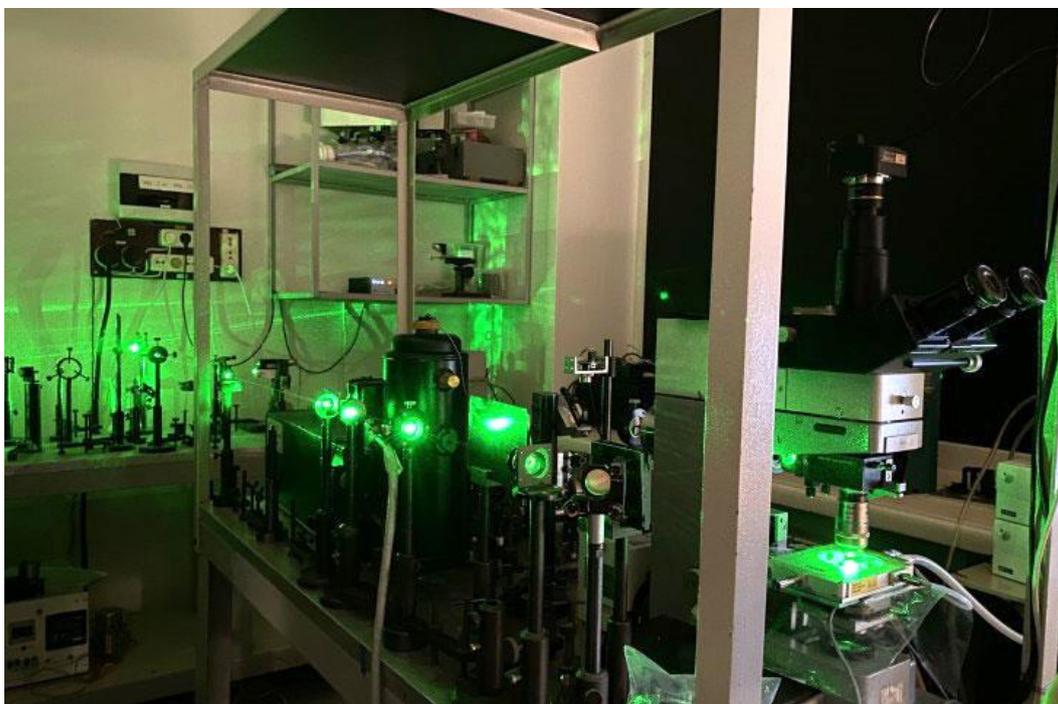
Оптическая спектроскопия:

как с помощью света узнать структуру и состав вещества?

В лаборатории спектроскопии конденсированных сред Института автоматики и электрометрии СО РАН разрабатываются малоинвазивные и неразрушающие методики, которые позволяют получить информацию о внутреннем составе биологических объектов при минимальном ущербе для них. Одна из таких методик — спектроскопия комбинационного рассеяния света. Такие методики имеют большой потенциал для применения в медицине, биологии и других областях, где требуется детальное изучение биологических процессов.

«Для понимания, что есть оптическая спектроскопия в целом, стоит сначала рассказать, что такое свет. Свет — это такое электромагнитное излучение, которое иногда представляется в виде маленьких прерывистых порций волн (их ещё иногда называют квантами). Аналогия можно провести с волнами, которые мы видим на воде, — примерно так же распространяется свет в окружающем нас пространстве. Такие кванты света могут иметь разную энергию, которая связана с частотой излучения. Это отвечает, например, за разные цвета, которые мы видим», — рассказывает инженер-программист лаборатории конденсированных сред ИАиЭ СО РАН Анастасия Николаевна Омельченко.

Оптическая спектроскопия — это метод изучения различных материалов с помощью света. Чаще всего схема эксперимента выглядит следующим образом: есть исследуемый образец, который учёный облучает светом, рассеянный от образца свет собирается с помощью специального детектора и анализируется в виде так называемого спектра — он показывает количество квантов света с определённой энергией. Это позволяет учёным ИАиЭ СО РАН узнавать, как материал взаимодействует со светом, каковы его характеристики. Из этих результатов можно получить информацию о его свойствах и структуре.



Оптический стенд для проведения КРС-эксперимента

«Наша лаборатория проводит исследования с помощью разных методик спектроскопии, одна из них — спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС). Главной задачей является, собственно, проведение спектроскопического эксперимента. Это подготовка оптического стенда, выбор параметров и условий измерения, обеспечение этих условий, получение

спектров и обработка полученных результатов. Также необходимо правильно приготовить образец. Обычный распорядок экспериментального дня выглядит следующим образом: сначала юстируется оптический стенд (это, например, выставление позиции зеркал, линз и диафрагм, что обеспечивает правильное попадание луча лазера на образец и правильное заведение рассеянного излучения в спектрометр для получения максимальной мощности на детекторе). Далее нужно всё подготовить для изучаемого образца: правильно запечатать и, например, создать нужные температурные условия. Далее образец помещается в готовую установку и происходит измерение его спектров. Спектры сохраняются на компьютере, после чего обрабатываются вручную в специальной программе. Там мы анализируем интенсивность рассеяния для разных энергий и делаем выводы о составе и структуре образца», — рассказывает Анастасия Омельченко.

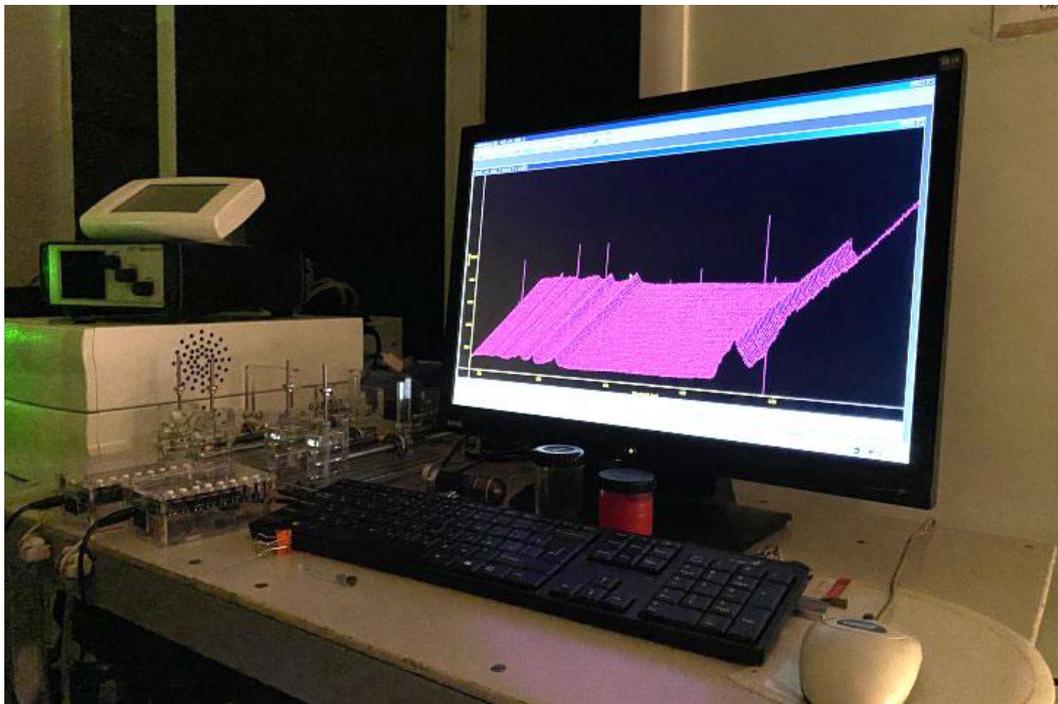


Работа за микроскопным стендом

Как и у любого метода, у оптической спектроскопии есть преимущества и недостатки. Если говорить про спектроскопию КРС, то её главные достоинства — неинвазивность, неразрушаемость, бесконтактность и возможность работы с микронными образцами. Однако недостатком данной методики является сложность в получении полезного сигнала — рассеяние примерно в миллион раз менее интенсивно, чем обычное упругое рассеяние. Кроме того, сама по себе спектроскопия предполагает проникновение света внутрь образца, поэтому непрозрачные образцы могут сильно поглощать свет, из-за чего сигнал от более глубоких частей образца будет слабым. Также есть такое явление, как фотолюминесценция, которая является бичом для методики КРС. Однако данные проблемы решаются использованием специальных оптических фильтров, подбором длины волны лазерного излучения и варьированием экспозиции накопления. Всё это позволяет учёным ИАиЭ СО РАН получить качественные спектры.

Недавно учёные лаборатории спектроскопии ИАиЭ СО РАН завершили проект, посвящённый исследованию метаболизма преимплантационных эмбрионов мыши с помощью дейтерированных меток. Использование дейтерированных меток помогает следить за тем, как соединения перемещаются внутри клеток, особенно когда сигнал от них сложно выделить из-за множества других веществ, присутствующих в клетке. «Это даёт информацию о том, как меняется транспорт отдельных веществ на разных стадиях развития эмбриона. Например, совместно с коллегами из сектора криоконсервации и репродуктивных технологий Института

цитологии и генетики СО РАН мы рассматривали влияние криоконсервации и диапаузы (физиологического замедления обмена веществ при достижении криогенных температур и приостановки процессов формирования организма) на метаболизм эмбрионов мыши и обнаружили краткосрочное изменение в транспорте жиров, белков и глюкозы. По таким данным можно оценить работу различных внутриклеточных процессов (например, дыхания) и сделать вывод, какая внутриклеточная структура может быть повреждена», — комментирует Анастасия Омельченко.



Измеренные спектры от биологических объектов

Так, исследования с применением оптической спектроскопии продолжают активно развиваться и находить новые применения. Хотя сама оптическая спектроскопия была открыта давно, она находит новые применения в биологической сфере и позволяет изучать взаимодействие материи с электромагнитным излучением в различных диапазонах длин волн. Например, она может применяться для анализа химических реакций, исследования оптических свойств материалов, анализа биологических образцов, а также для изучения астрономических объектов.

Подготовили студенты отделения журналистики Гуманитарного института НГУ Татьяна Ершова, Елизавета Шестера, Людмила Лапина для спецпроекта «Мастерская «Науки в Сибири»»

Фото авторов

Источники:

[Оптическая спектроскопия: как с помощью света узнать структуру и состав вещества?](https://sbras.info) – Наука в Сибири (sbras.info), Новосибирск, 15 августа 2024.