

Т.В. БАЙКОВА^{1,2}, С.А. ГОНЧУКОВ², В.М. БАЙКОВ²

1 - МИРЭА - Российский технологический университет

2 - Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА БАКТЕРИЙ МЕТОДОМ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРИ НИЗКОМ ОТНОШЕНИИ СИГНАЛ/ШУМ

В работе рассмотрены подходы к дифференциальной диагностике различных видов бактерий методом рамановской спектроскопии в условиях низкого отношения сигнал/шум. Актуальность исследования обусловлена слабой интенсивностью рамановского рассеяния, влиянием флуоресцентного фона и вариабельностью регистрации, что затрудняет выделение устойчивых диагностических признаков.

T.V. BAIKOVA^{1,2}, S.A. GONCHUKOV², V.M. BAIKOV²

1 - MIREA – Russian Technological University

2 - National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF BACTERIA BY RAMAN SPECTROSCOPY AT LOW SNR

The present work examines approaches to the differential diagnosis of various bacterial species using Raman spectroscopy under low signal-to-noise ratio conditions. The relevance of the study is обусловлена the inherently weak intensity of Raman scattering, the influence of fluorescence background, and measurement variability, which complicate the extraction of stable diagnostic features.

Методы молекулярной спектроскопии рассматриваются как более оперативные и надёжные подходы при решении задач диагностики, идентификации и дифференциации бактерий. Среди них рамановская спектроскопия занимает ключевое место, поскольку обеспечивает сравнительно быстрые неинвазивные измерения малых количеств вещества. Для проведения исследований, как правило, не требуется специальная пробоподготовка или маркировка.

Интенсивность рамановского рассеяния от бактериальных клеток, как правило, невелика, а регистрируемые спектры характеризуются низким отношением сигнал/шум и существенным вкладом фоновых компонент. Следовательно, возрастает роль специализированных методов обработки спектральных данных, направленных на подавление шума при сохранении диагностически значимых линий. Применение таких алгоритмов позволяет выделять устойчивые информативные признаки и повышать достоверность последующей идентификации и дифференциальной диагностики бактерий.

Настоящая работа посвящена экспериментальному сравнению возможностей рамановской спектроскопии для дифференциальной диагностики различных видов бактерий. Показано, что корректная предобработка и устойчивое выделение спектральных маркеров повышают информативность рамановских данных, улучшают воспроизводимость сигналов.

Измерения спектров выполнялось с помощью спектрометра Nicolet Almega XR (длина волны лазера 532 нм). Диапазон исследования спектров 500-3100 см⁻¹. Бактериальные культуры выращивались в питательной среде, часть колонии наносилась на подложку, инактивировались и высушивались при комнатной температуре.

На рисунке 1 представлен предобработанный и нормированный рамановский спектр *Klebsiella pneumoniae*. Основные информативные линии, обусловленные колебаниями амида I, протеинов и ДНК, находятся в диапазоне 1000-1500 см⁻¹ и 2700-3000⁻¹.

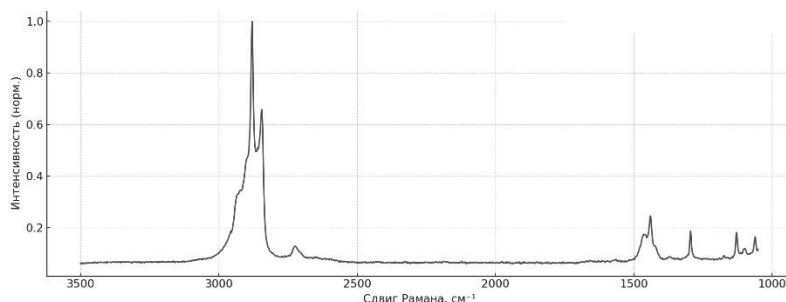


Рис. 1. Рамановский спектр *Klebsiella pneumoniae*

Исследования показали, что рамановская спектроскопия может быть использована в качестве метода идентификации и дифференциации бактерий даже при низком отношении сигнал/шум.

Список литературы

1. Байкова Т.В. Чувствительный метод обнаружения бактерий с использованием поверхностно-усиленного рамановского рассеяния на 3D-структура. (ПМТ-2025). Сборник трудов конференции. 2025.М., РТУ МИРЭА, 2025, С.1801-1806