

Оптика клеток крови: от микровизикул до нейтрофилов, от оптических моделей до обратных задач в характеристике

Валерий Мальцев, д.ф.-м.н., профессор
Институт химической кинетики и горения им. В.В.Воеводского СО РАН
Новосибирский государственный университет

Клетки крови следует определенно отнести к дисперсным системам. С точки зрения применимости оптических методов анализа таких систем размеры элементов дисперсной фазы могут варьироваться от десятых долей до сотен длин волн. Именно в этот диапазон относительно длин волн видимого излучения и попадают клетки крови. Анализ клеток крови играет особую роль в медицинской диагностике, задавая качество первичного клинического анализа. Основные виды клинического анализа, а именно, общий анализ кров (гематологическое исследование), исследование гемостаза, определение иммунного статуса, связаны с определением характеристик различных типов клеток, присутствующих в крови.

В инструментальном плане физические методы анализа дисперсных сред можно разделить на две категории: ансамблевый и поштучный анализы. Современные возможности оптических технологий, электроники и математической физики позволяют измерить дисперсную систему в режиме поштучного анализа дисперсной фазы. Такой анализ обеспечивает максимальную информативность, точность и достоверность.

Методически поштучный анализ реализован с использованием ряда технологий, таких как, микроскопия, проточная цитометрия, кондуктометрия. **Сканирующая проточная цитометрия**, созданная в Сибирском отделении, являет собой дальнейшее развитие технологии проточной цитометрии и занимает лидирующие позиции в области анализа дисперсных сред в главных компонентах научного исследования: 1) в инструментальной платформе; 2) в теории решения задачи описания взаимодействия электромагнитной волны с частицей произвольной формы и внутренней структуры; 3) в решении обратной задачи светорассеяния при определении характеристик элементов дисперсной фазы; 4) в молекулярно-кинетическом моделировании и характеристике биологических процессов.

Примеры достижений Сканирующей проточной цитометрии:

- 1) Максимальное число характеристик одиночной частицы, измеренных с использованием решения обратной задачи светорассеяния, а именно, 6 характеристик димера микросфер;
- 2) Характеризация одиночных микровизикул и хиломикрон, начиная с размера 250 нм.
- 3) Оптическая модель нормального эритроцита, адекватность которой подтверждена субдифракционной точностью в решении обратной задачи светорассеяния.
- 4) Оптическая модель тромбоцита в норме и при активации.
- 5) Характеризация тромбоцитов в ходе их активации.
- 6) Простейшая оптическая модель мононуклеарной клетки и использование ее при выборочной характеристике лимфоцитов и моноцитов.
- 7) Измерение сечения рассеяния нейтрофилов, оптическая модель гранулоцита, сопоставление эксперимента и теории.

Примеры практического использования технологии при анализе клеток крови пациентов:

- 1) Измерение 48 параметров эритроцитов в ходе анализа газотранспортной функции организма человека и использование данного анализа в оценке риска преждевременных родов, вызванных гипоксией. Анализатор компании Sysmex последней модели определяет только 8 параметров. Использование.
- 2) Анализ постпрандиальной динамики хиломикрон в крови и использование результатов в оценке риска развития атеросклероза.

На основании полученных результатов сформулированы предложения по принципиальной перестройке инструментария и организационной системы клинической диагностики.