

в коже и непосредственно прилегающих к ней слоях опухолевой ткани, но и на значительной глубине (до 2 см). Поэтому, при регистрации флуоресценции фотосенсибилизатора *in vivo* необходимо учитывать толщину исследуемых образцов.

### Литература

1. Е.С. Воропай, М.П. Самцов, К.Н. Каплевский и др.// Известия РАН. Серия физическая. – 2007. – Т. 71, № 1. – С. 145–149.
2. Синичкин, Ю.П. *In vivo* отражательная и флуоресцентная спектроскопия кожи человека / Ю.П. Синичкин, С.Р. Утц. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2001. – 92 с.
3. М. П. Самцов, Е.С. Воропай, Л.С. Ляшенко, Д.Г. Мельников, К.Н. Каплевский, А.П. Луговский // ЖПС. – 2011. – Т. 78, №1. – С. 121–127.
4. Meyers, R.A. Fluorescence spectroscopy *in vivo* nirmala ramanujam / R.A. Meyers // Encyclopedia of analytical chemistry. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2000. – Vol. Biomedical. – P. 20-56.

## ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ НЕФЕЛОМЕТР

**Коваленко Е.И., Лобан В.А., Коваленко С.А., Попов В.В.**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,  
kavalenka@bsu.by*

При изучении функционирования биосистем часто возникает задача проведения кинетических исследований геометрических и концентрационных характеристик нано- и микроразмерных объектов в суспензиях. Проведение таких исследований позволяет изучать влияние различных факторов на структуру полипептидов, полинуклеотидов и других биополимеров, на процессы взаимодействия и агрегации биополимеров, является необходимым для анализа состава лекарственных средств и жидких сред организмов [1,2]. Исследование размеров, формы, внутренней неоднородности клеток позволяют получить информацию о качественном и количественном составе клеточных популяций, изучить процессы агрегатообразования, деформации, гибели клеток, роста клеточных культур [3–9]. Приоритетными методами для проведения гранулометрического анализа являются методы, основанные на явлении рассеяния света, с помощью которых возможно определение размеров частиц в диапазоне от 0,1 до 300 мкм. В настоящее время созданы приборы, ос-

нованные на методе динамического светорассеяния, дающие наилучшие результаты для малых частиц с размерами меньше сотни нанометров, лазерные нефелометры, позволяющие измерить индикатрису рассеяния в широком диапазоне углов и восстановить размер частиц в диапазоне от сотен нанометров до микрометров с использованием теории Ми, устройства с выборочным определением интенсивности рассеяния под «малыми» и «боковым» углами для дифференцированного анализа клеток крови, упрощенные турбидиметрические детекторы для оценки интегральных характеристик рассеяния [1–9]. Имеются цитометры со стандартными кюветами, проточными ячейками, многолуночными планшетами. Все эти устройства отличаются как по кругу решаемых задач, так и по стоимости.

Целью данной работы было разработать автоматизированный многоканальный лазерный нефелометр, позволяющий изучать кинетики биофизических процессов, связанных с изменением геометрических и концентрационных параметров коллоидных частиц.

В результате выполнения работы изготовлено устройство, включающее оптический, электронный и программный блоки. В качестве источника излучения использован полупроводниковый лазерный диод с длиной волны 655 нм. Оптическая система позволяет сформировать параллельный пучок диаметром до 1 мм, который попадает на светоделительную пластинку. Далее часть излучения направляется на фоторезистор и используется как опорный сигнал для учета нестабильности источника излучения. Основная часть лазерного излучения проходит через исследуемую суспензию и рассеивается на частицах по разным направлениям. Кюветное отделение рассчитано для стандартной кварцевой кюветы с длиной оптического пути 1 см и включает систему перемешивания для предотвращения седиментации дисперсных частиц и систему термостатирования на 25–45 °С, для обеспечения необходимых экспериментальных условий. В качестве детекторов рассеянного света установлены высокочувствительные фотодиоды для регистрации излучения, рассеянного в углы 7° («малоугловое» рассеяние), 90° («боковое» рассеяние) и 173° («обратное» рассеяние). Для регистрации интенсивности прошедшего света (угол 0°, турбидиметрический детектор) использован фоторезистор. На рисунке показаны данные, полученные с помощью турбидиметрического детектора.

Сигналы с каждого из детекторов попадают на предварительные усилители, к ним поочередно с помощью мультиплексора подключается вход 24-битного АЦП AD7710. Далее данные считываются микроконтроллером AtMega8535 и передаются через последовательный порт

на персональный компьютер. Программное обеспечение предназначено для задания режимов работы, регистрации и обработки кинетических данных по всем каналам. С использованием характерных экспериментальных зависимостей для частиц с известными геометрическими параметрами и с учетом соотношений интенсивности излучения, рассеиваемого в разные углы, предполагается создание баз данных для полуавтоматического анализа.

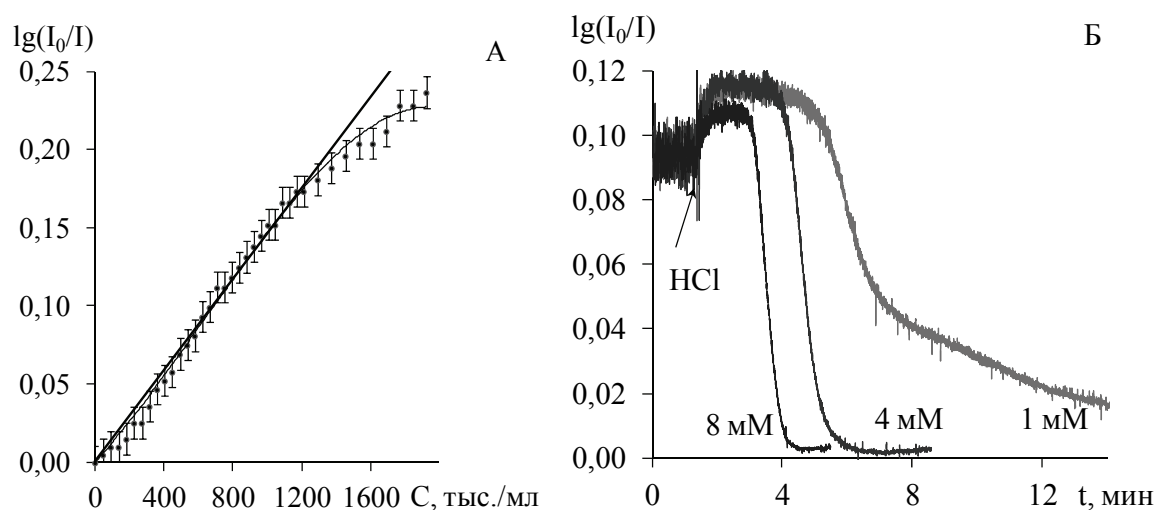


Рисунок – Данные, полученные с помощью турбидиметрического детектора для эритроцитов. А – концентрационная зависимость, Б – кинетические зависимости гемолиза эритроцитов при добавлении HCl

### Литература

1. De las Nieves F.J., Maroto J.A. Estimation of kinetic rate constants by turbidity and nephelometry techniques in a homocoagulation process with different model colloids // *Colloid Polymer Science*. – 1997. – Vol. 275, №12. – P. 1148–1155.
2. Ruiz-Arguelles A., Perez-Romano B. Sensitive and rapid measurement of fibrin polymerisation by laser nephelometry // *J. Clin. Pathol.* – 1986. – Vol.39. – P. 227–229.
3. Joubert A. [et al.] Laser nephelometry applied in an automated microplate system to study filamentous fungus growth // *BioTechniques*. – 2010. – Vol. 48. – P. 399–404.
4. Volten H. [et al.] Laboratory measurements of angular distributions of light scattered by phytoplankton and silt // *Lumol. Oceanogr.* – 1998. – Vol.43. –P. 1180–1197.

5. Mourant J. [et al.] Light scattering from cells: the contribution of the nucleus and the effects of proliferative status // J. Biomed. Opt. – 2000. – Vol. 5. – P. 131–137.
6. McGann L.E. [et al.] Light scattering and cell volumes in osmotically stressed and frozen-thawed cell // Cytometry. –1988. – Vol. 9. – P. 33–38.
7. Brocka R.S. [et al.] Effect of detailed cell structure on light scattering distribution: FDTD study of a B-cell with 3D structure constructed from confocal images // J. Quant. Spectr. Rad. Transf. – 2006. – Vol. 102. – P. 25–36
8. Kalashnikov M. [et al.] Assessing light scattering of intracellular organelles in single intact living cells // Opt. Expr. – 2009.– Vol. 17, №22.– P. 19674–19681.
9. Yurkin M. [et al.] Experimental and theoretical study of light scattering by individual mature red blood cells by use of scanning flow cytometry and a discrete dipole approximation //Appl. Opt. – 2005. – Vol. 44. – P. 5249–5256.

**ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА КОНЪЮНКТИВАЛЬНОЙ  
БИОМИКРОСКОПИИ С КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКОЙ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ СОСТОЯНИЯ  
МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ  
ДИАГНОСТИКЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ**

**Константинова Е.Э.**

*Республиканский научно-практический центр «Кардиология» МЗ РБ,  
Минск, Беларусь, ekonst65@mail.ru*

Несмотря на достигнутые к настоящему времени успехи в лечении и профилактике артериальной гипертензии (АГ), этот вид сердечно-сосудистой патологии, остается одной из основных причин смертности и инвалидизации населения промышленно развитых стран. Основным условием предупреждения развития и прогрессирования данного заболевания является активное выявление предпатологических состояний, позволяющее своевременно провести необходимые профилактические или, в ряде случаев, лечебные мероприятия. С этих позиций разработка диагностического подхода, направленного на оценку степени риска развития АГ на доклинической и ранних стадиях, является актуальной задачей.