

Результаты модельного компьютерного эксперимента подтверждены ранее проведённым натурным экспериментом по исследованию распределения числа импульсов от счетчика Гейгера-Мюллера [6].

Список литературы

1. Гурина Р.В., Евсеев Д. А. О соотношении Гауссового и рангового распределений // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: сб. науч. тр по материалам Междунар. науч.- практ. конф 31 августа 2013 г. Часть 1. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 47-49. – URL: http://www.ucom.ru/doc/conf/2013_08_31_1.pdf
2. Гурина Р.В., Беззубко Д.Н. Формула для рангового S-распределения случайных величин // Наука и образование в жизни современного общества: сб научных трудов по материалам Междунар. науч.- практ. конф 29 ноября 2013 г.: в 18 частях. Часть 12. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – С. 39-41.
3. Евсеев Д.А., Беззубко Д.Н. Исследование соотношения рангового и гауссового распределений // Актуальные вопросы современного образования: материалы IX научно-практической заочной конференции, Москва-Ульяновск, 5 апреля 2014 г. – М.: Ульяновск: ООО «Колор-Принт», 2014. – С. 61-67.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / под общей ред. И.Г. Арамановича. – М.: Изд-во «Наука», 1974.
5. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. – М.: «Наука», 1973.
6. Шарипова К.В., Евсеев Д.А. Ранговое распределение случайных величин в координатах спрямления // Eurasian Union of Scientists. – 2014. – С. 142-146. – URL: <http://euroasia-science.ru/zhurnal/18-zhurnal-4/fiziko-matematicheskie-nauki>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ НАСЫЩЕНИЯ КРОВИ КИСЛОРОДОМ НА СИГНАЛ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Козырева О.Д., Пушкарева А.Е.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, e-mail: kozyreva.o@list.ru

В последнее время в медицине важную роль отводят не лечению заболеваний, а их профилактике и диагностике. Развитие медицинских технологий ведет к тому, чтобы люди могли следить за своим здоровьем самостоятельно в домашних условиях. Большое развитие получает внедрение диагностических приборов. Одними из таких приборов являются оксиметры, измеряющие оксигенацию крови, т.е. степень ее насыщения кислородом. Снижение нормального уровня оксигенации может свидетельствовать о проблемах в работе легких или о заболевании сердечно-сосудистой системы.

Оксиметры могут работать в двух режимах: режим пропускания и режим отражения излучения. В случае отражения измеряется сигнал обратного рассеяния крови. Зависимость данного сигнала от степени оксигенации крови для различных длин волн излучения играет в измерениях ключевую роль. В связи с этим представляется актуальным исследование данного процесса.

Компьютерное моделирование в настоящее время используется для решения широкого спектра задач. Моделирование физических процессов позволяет исследовать различные аспекты поведения моделируемой системы, которые могут быть недоступны для экспериментального наблюдения. Зачастую в медицинской практике возникает проблема оптимизации параметров определенного лазерного излучателя для проведения той или иной процедуры. В связи с этим представляет интерес моделирование конкретных процессов. Используя моделирование можно оценить результат, полученный при воздействии уже выбранного излучателя на биологическую среду. При помощи такой модели на основе результата воздействия при определенных параметрах, можно, последова-

тельно изменяя исходные параметры, произвести оптимизацию спектральных и энергетических параметров лазерных излучателей для достижения необходимого в каждом конкретном случае эффекта [1]. Кроме того, моделирование позволяет проводить множественные серии численных экспериментов для исследования процессов и оценки результатов воздействия на биологические среды оптического излучения. В данной работе для исследования влияния степени насыщения крови кислородом на интенсивность сигнала обратного рассеяния излучения используется численное моделирование методом Монте-Карло. Исследование проводится с целью выявления оптимальных диапазонов длин волн для неконтактного измерения степени оксигенации крови при помощи регистрации рассеянного излучения.

Цель данной работы заключается в исследовании зависимости сигнала обратного рассеяния излучения от степени оксигенации крови при помощи численного моделирования методом Монте-Карло.

Моделирование проводилось при помощи математического пакета MathCad. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Разработка математической модели распространения оптического излучения в рассеивающей биологической среде (цельной крови) с использованием метода Монте-Карло;
- На основе разработанной модели построение зависимости относительной интенсивности сигнала обратного рассеяния излучения кровью от степени оксигенации в широком диапазоне длин волн.

В качестве исходных данных, были заданы: спектры поглощения гемоглобина и оксигемоглобина; зависимость показателя преломления, фактора анизотропии, коэффициента рассеяния и коэффициента поглощения цельной крови от длины волны. Расчет производился при помощи численного метода Монте-Карло. В такой модели фотон характеризуется координатами и весом, размер, шаг и направление движения фотона из исходной точки определяются на каждом шаге и задаются при помощи случайных чисел. На каждом шаге фотон теряет часть веса вследствие поглощения, так же учтено ослабление веса фотона за счет отражения Френеля и эффект полного внутреннего отражения на границе пересечения двух сред (воздух и кровь). Интенсивность сигнала обратного рассеяния складывается из суммарного веса фотонов, вышедших из среды через верхнюю границу и доли веса фотонов, падающих на среду, полученной за счет отражения от поверхности.

В результате были получены спектральные зависимости (в диапазоне 590-860 нм) относительного сигнала обратного рассеяния для различных значений степени насыщения крови кислородом. Для оценки адекватности модели, график спектральных зависимостей сравнивался с экспериментальным графиком [2], который был получен с использованием двойной интегральной сферы.

Проведенные численные исследования показали, что в области длин волн 650-750 нм насыщение крови кислородом оказывает наибольшее влияние на сигнал обратного рассеяния, что дает возможность проводить достаточно точные измерения степени оксигенации крови при помощи измерения интенсивности диффузно рассеянного излучения.

Список литературы

1. Пушкарева А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани: учебное пособие. – СПб: СПб НИУ ИТМО, 2008.
2. Lademann J., Weigmann H.J., Sterry W., Roggan A., Müller G.J., Priezzhev A.V., Firsov N.N. Investigation of the Aggregation and Disaggregation Properties of Erythrocytes by Light Scattering Measurements // Laser Physics. – 1999. – V. 9. – P. 357-362.