

стоту, так и ее локализацию по времени. В среде *Mathcad* произведено моделирование сигналов с датчика на различных частотах. Результаты моделирования подтверждают большое преимущество в точности данного метода. Численное моделирование проводилось с помощью вейвлетов Мексиканская шляпа, Хаара, Морле, Гаусса. Наиболее точные результаты были получены при небольшой девиации частоты. Расстояние до измеряемых уровней сравнительно небольшие т.к. датчики находятся внутри баков с компонентами топлива, что значительно влияет на точность. Рассмотрены способы позволяющие уменьшить ошибку дискретизации.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ ФОТОПРИЕМНОГО УЗЛА ПРИБОРОВ ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ БИОТКАНИ

Study of signal-to-noise ratio for a photodetector in the method fluorescence spectroscopy of biological tissues

Дремин В. В.

ФГБОУ ВПО “Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс”, г. Орел

Дремин В. В. – аспирант кафедры “Приборостроение, метрология и сертификация”, стажер-исследователь НОЦ “Биомедицинская инженерия”, научный руководитель – в. н. с. НОЦ “Биомедицинская инженерия”, к. т. н., доцент кафедры “Приборостроение, метрология и сертификация” Дунаев А. В.

В данной работе рассмотрен численный метод моделирования Монте-Карло в задачах распространения оптического излучения в биотканях человека. Результаты моделирования использованы для исследования отношения сигнал/шум ПЗС-приемников флуоресцентных спектрометров.

Кожа человека содержит большое количество различных природных структурных элементов, способных испускать излучение флуоресценции. Метод флуоресцентной спектроскопии (ФС) для неинвазивной диагностики базируется на регистрации эндогенной флуоресценции в виде спектров различных компонент биоткани. До выхода из биоткани и достижения детектора, в коже со светом происходит ряд процессов, таких как преломление света на границе сред, поглощение меланином и фракциями гемоглобина, а также рассеяние Ми на крупных волокнах коллагена и рэлеевское на более мелких. Таким образом, флуоресценция биоткани сильно зависит от ее оптических свойств [1]. С постоянным появлением новых областей применения оптического излучения для диагностики биологических тканей возникает острая необходимость выработки методик и критериев для оптимизации параметров как излучателей, так и фотоприемных узлов диагностического прибора, где необходима высокая фотометрическая точность [2]. Для решения данной проблемы разрабатываются различные математические модели, обычно призванные решить какую-либо конкретную задачу.

В данной работе проведена попытка оценки регистрируемой интенсивности излучения флуоресценции при различных концентрациях хромофоров и различном кровенаполнении биоткани на основе теории переноса излучения (ПИ) с помощью численного моделирования по методу Монте-Карло. С точки зрения решения уравнения ПИ метод Монте-Карло заключается в компьютерном моделировании случайного блуждания N числа фотонов. Основной идеей метода является учет явлений поглощения и рассеяния на всем оптическом пути фотона через непрозрачную среду [3].

В работе также рассмотрены ПЗС-фотоприемники TCD1304AP и ILX511, широко применяемые в современной спектроскопии, и оценено их отношение сигнал/шум, учитывая результаты моделирования. Промежуточные расчеты показали, что при увеличении пигментации кожи, а также при увеличении кровенаполнения ткани, соотношение сигнал/шум уменьшается от 60–70 до 5–10 дБ, что в итоге затрудняет выделение полезного низкоинтенсивного сигнала флуоресценции на фоне шумов. ПЗС-линейка ILX511 несмотря на более высокую чувствительность в целом обладает более худшим соотношением сигнал/шум.

Таким образом, полученные результаты подтверждают необходимость предъявления высоких требований при проектировании оптико-электронных узлов приборов для неинвазивной диагностики в медицине.

Список литературы

1. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. В. В.Тучина. – М., Физматлит, 2007. – 368 с.
2. *Dunaev, A. V.* Substantiation of medical and technical requirements for non-invasive spectrophotometric diagnostic devices // *A. V. Dunaev, E. A. Zherebtsov, D. A. Rogatkin, N. A. Stewart, S. G. Sokolovski, E. U. Rafailov / Journal of Biomedical Optics.* 2013:107009.
3. *Пушкарева, А. Е.* Методы математического моделирования в оптике биоткани. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 103 с.