

5. Пазушкина, О.В. Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества [Текст]: учебное пособие / О.В. Пазушкина. –Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 148 с. – Текст: непосредственный.

УДК 535.361

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБЪЕМА БИОТКАНИ
ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО АНАЛИЗАТОРА ПЕРФУЗИОННО-
МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

Е.В. Жарких

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С.
Тургенева», г. Орёл

В работе описывается процесс моделирования величины диагностического объема каналов лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии для портативного диагностического устройства. Распространение оптического излучения моделировалось в многослойной модели кожи двух типов, отличающихся структурными и функциональными особенностями. Показана зависимость глубины проникновения зондирующего излучения от геометрии зонда и от анатомических особенностей биологических тканей.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия, флуоресцентная спектроскопия, моделирование Монте-Карло, оптическая неинвазивная диагностика.

**MODELLING OF DIAGNOSTIC VOLUME OF BIOTISSUE
FOR A PORTABLE ANALYSER OF PERFUSION AND METABOLIC
DISORDERS**

E.V. Zharkikh

Orel State University named after I.S. Turgenev, Oryol

This paper describes the process of modelling the diagnostic volume of laser Doppler flowmetry and fluorescence spectroscopy channels for a portable diagnostic device. The propagation of optical radiation was simulated in a multilayer skin model of two types, differing in structural and functional features. The dependence of the penetration depth of probing radiation on the probe geometry and on the anatomical features of biological tissues is shown.

Key words: laser Doppler flowmetry, fluorescence spectroscopy, Monte Carlo simulation, optical non-invasive diagnostics.

В последнее время наблюдается тенденция к минимизации многих технологий биофотоники и реализации их в формате носимых электронных устройств. Сюда относятся такие технологии, как лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) и флуоресцентная спектроскопия (ФС). Современные

достижения в области лазерной физики и фотоники позволили создать миниатюрные реализации этих методов [1,2], которые помещаются в портативный монитор, сравнимый по размеру с наручными часами. Однако, в то время как новые технологии становятся доступными для все более широкого круга пользователей, необходимо изучить данные об особенностях их функционирования.

Целью настоящего исследования являлось изучение особенностей распространения оптического излучения каналов ЛДФ и ФС портативного диагностического устройства в биологических тканях на основе моделирования методом Монте-Карло.

Для моделирования диагностического объема были приняты во внимание особенности геометрии излучающей и регистрирующей частей устройства (размер и профиль пучка источника света, размер и положение источника излучения и детектора, межцентровое расстояние между ними). Для этого моделирования размер входных пакетов фотонов был выбран равным 10^6 фотонов. В качестве фазовой функции рассеяния была выбрана функция Хеньи-Гринштейна. В моделировании использовалась четырехслойная модель кожи, которая включала роговой слой, живой эпидермис, сосочковый слой дермы, сетчатый слой дермы. Моделирование проводилось в программе TracePro. Для каждой из технологий, диагностический объем моделировался для двух типов кожи: гладкой и негладкой кожа (первая покрывает поверхность ладоней и подошв ног, вторая покрывает почти все тело человека), характеризующихся различными структурными и функциональными особенностями. Для канала ЛДФ при моделировании учитывалось распределение зондирующего излучения в биоткани. моделирования, а для канала ФС дополнительно учитывалось распределение флуоресцентного излучения. В таблице 1 приведены параметры модели кожи, использованные в настоящем моделировании.

Таблица 1 – Используемые параметры моделирования [3]

Параметры для зондирования светом с $\lambda = 850$ нм					
№ слоя		$\mu_s, \text{мм}^{-1}$	$\mu_a, \text{мм}^{-1}$	g	n
1	Роговой слой	25,28	0,22	0,86	1,53
2	Эпидермис	17,62	1,11	0,80	1,34
3	Сосочковая дерма	10,89	0,12	0,90	1,40
4	Сетчатая дерма	10,89	0,07	0,80	1,40
Параметры для зондирования светом с $\lambda = 365$ нм					
1	Роговой слой	65,74	28,00	0,74	1,53
2	Эпидермис	16,50	9,26	0,72	1,34
3	Дерма	45,80	0,65	0,72	1,40

Результаты моделирования показали, что для обоих типов кожи в канале ЛДФ, реализованном с использованием вертикально излучающего лазера с излучением на длине волны 850 нм, зондируемый объем ткани достигает ретикулярной дермы, а величина диагностического объема составляет около 3-4 мм³. Для канала ФС, который работает на длине волны 365 нм, рассчитанный диагностический объем составил 1,5 мм³ для негладкой кожи и 4,5 мм³ для гладкой кожи, а объем зондируемой ткани достигает от 30 до 70 % ретикулярной дермы в каждом случае.

Полученные результаты могут быть использованы для обоснования и улучшения качества диагностической информации, получаемой с помощью портативных устройств оптической неинвазивной диагностики, реализующих методы ЛДФ и ФС.

Библиографический список

1. Дунаев, А. В. Мультимодальная оптическая диагностика микроциркуляторно-тканевых систем организма человека: монография / А. В. Дунаев. – Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2022. – 440 с.
2. Дунаев, А.В. и др. Методы биомедицинской фотоники в решении задач диагностики / А.В. Дунаев, Е.В. Потапова, Ю.И. Локтионова, Е.О. Брянская, К.Ю. Кандурова, И.Н. Новикова. – Медицинская техника. –2022. – Т. 5(335), С. 27-31.
3. Vo-Dinh T. (ed.). Biomedical photonics handbook. – CRC press, 2003.

УДК 658.5.012.7

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

А.В. Губарев, С.В. Губарева, А.В. Балакина

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина», г. Рязань

Проанализирована деятельность по проведению метрологической экспертизы. Выявлены требования к проведению метрологической экспертизы на предприятии.

Ключевые слова: метрологическая экспертиза, задачи, требования, анализ.