

Разработка макета источника света для нового метода многоспектральной обработки изображений кожных новообразований

В.И. Святкина

Санкт-Петербургский Политехнический университет

Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

svyatkina.vi@edu.spbstu.ru

А.А. Кордюкова

Институт аналитического приборостроения Российской

академии наук

Санкт-Петербург, Россия

annygm00@mail.ru

А.В. Беляев

Институт аналитического приборостроения Российской

академии наук

Санкт-Петербург, Россия

abel2004@inbox.ru

Аннотация— Обоснована необходимость разработки специального источника света для нового метода многоспектральной обработки изображений кожных новообразований. Приведена оптическая схема разрабатываемого источника света, а также структурная схема для его реализации. Проведен выбор основных компонент, а также проверка их работоспособности.

Ключевые слова— многоспектральная обработка изображений, оптический сигнал, спектр сигнала, длина волны светодиода, злокачественные новообразования кожи.

1. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня своевременная, а также ранняя диагностика злокачественных новообразований кожи (ЗНК) является актуальной для решения проблемой. Обусловлено это тем, что согласно составленной общей структуре онкологической заболеваемости в РФ ведущей является рак кожи (10,9%) [1], что подтверждается большим ростом числа пациентов, сопряженным с поздней диагностикой и несвоевременным выявлением этой патологии [2]. Существующие на данный момент методы диагностики злокачественных новообразований обладают рядом недостатков и не могут удовлетворить всем требованиям к их определению [3].

Активное развитие оптоэлектронных средств дает возможность разработать на базе их применения новые методы и методики исследования ЗНК, исключая погрешности, возникающие в результате визуального осмотра новообразования. Эти погрешности обусловлены ограниченными возможностями человеческого глаза, неспособного различать длины волн, характерные для злокачественных клеток. Для решения этой проблемы применяется спектрометрическая обработка изображений, позволяющая расширить диапазон исследования новообразования. Наибольшую популярность приобрели метод рамановской спектроскопии, а также метод, основанный на явлении автофлуоресценции [4-5]. Однако эти методы обладают рядом недостатков, одним из которых является потеря

части информации из-за ограниченного диапазона длин волн, на котором проводятся измерения.

Одним из способов устранения данной проблемы является разработка нового метода цифровой многоспектральной обработки изображений кожных новообразований [6]. В основе этого метода заложено преобразование полихромного изображения в последовательность монохромных изображений, каждое из которых представляет собой распределение интенсивности света на выбранной длине волны. Таким образом, чем больше число используемых длин волн, тем больший объем спектральной информации можно получить, наряду с пространственной информацией. Обеспечивается это, в первую очередь, за счет применения специального источника света, позволяющего управлять длинами волн, необходимых для исследований ЗНК. Разработке этого источника и посвящена данная работа.

2. РАЗРАБОТКА МАКЕТА ИСТОЧНИКА СВЕТА

Основной задачей разрабатываемого полихромного источника света является формирование пучка света с программно-управляемым спектром. Для этого сигнал, поступающий от компьютера, переключает спектральные интервалы освещения исследуемого объекта. Через расширитель этот пучок освещает его, а необходимое изображение фиксируется камерой. Полученная последовательность монохромных изображений обрабатывается на компьютере. На рис. 1 представлена оптическая схема источника света.

Макет источника света состоит из 16 светодиодов, расположенных по радиусу от центра дифракционной решетки. На фокусном расстоянии от них расположены сегменты линзы, которые формируют пучки колимированного света. Все пучки света попадают в центр дифракционной решетки. На каждое место подбирается светодиод с максимально близким по длине волны излучением к расчетному. После дифракции поток

света от всех светодиодов распространяется в направлении 95 градусов к плоскости дифракционной решетки (в установке положение решетки смещено на 5 градусов относительно нормального) и попадает на линзу, формирующую сходящийся пучок света. Переключение длины волны осуществляется подачей тока на выбранный светодиод.

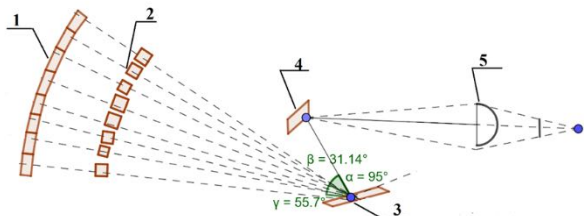


Рис. 1. Оптическая схема источника света: 1 – светодиоды с различными спектральными характеристиками; 2 – сегменты линз с фокусным расстоянием 20 мм; 3 – дифракционная решетка; 4 – зеркала; 5 – линзы с фокусным расстоянием 50 мм

На рис. 2 представлена структурная схема макета источника света.



Рис. 2. Структурная схема макета источника света с программно-управляемым спектром

Основным управляющим элементом источника света является микроконтроллер семейства ADuC. Управление макетом источника света производится через модуль USB. К микропроцессору подключены ключи, управляющие включением светодиодов. Внутренние 12-разрядные ЦАП микроконтроллера управляют источниками тока светодиодов, обеспечивая изменение тока с 0 до 0,5 А. Программа в микропроцессоре осуществляет получение данных по порту USB и управление током и коммутацией светодиодов.

Для применения в макете источника света рассматривались различные светодиоды с диапазоном длин волн 700-1100 нм. Выбор светодиодов осуществлялся путем оценки габаритных и оптических характеристик светодиодов. Выбранные светодиоды представлены в таблице I.

Оптические элементы использовались со следующими параметрами соответственно: сегменты линз с шириной 4,5 мм и фокусным расстоянием 30 мм; линзы с шириной 12,5 мм, фокусным расстоянием 30 мм

и активной апертурой 11 мм; дифракционная решетка с 830 ш/мм.

Таблица I. ПАРАМЕТРЫ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ СВЕТОДИОДОВ

Выбранные светодиоды для диапазона 700-1100 нм	Параметры светодиодов		
	№	Светодиод	Центральная длина волны, нм
	1	SMB 1N 735	727
	2	SMB 1N 780	780
	3	SMB 1N 830	834
	4	SMB 1N 880	887
	5	SMB 1N 940	941
	6	SMB 1N 980D	990
	7	SMB 1M 1050	1047
	8	LED 11 HP	1085

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработан специальный источник света с программно-регулируемым спектром в диапазоне длин волн 700-1100 нм. Проведена проверка функционирования разработанного макета, подтверждающая его работоспособность. Работа вносит вклад в развитие метода многоспектральной обработки изображений кожных новообразований, а полученная структура макета источника света является первым этапом проектировки экспериментального образца устройства, реализующего многоспектральную диагностику ЗНК.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Каприн, А.Д. Злокачественные новообразования в России в 2020 году (заболеваемость и смертность) / А.Д. Каприн, В.В. Старинский, А.О. Шахзадова. – М: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. – 252 с.
- [2] Sung, H. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries / H. Sung, J. Ferlay, R.L. Siegel // CA Cancer J. Clin. – 2021. – Vol. 71(3). – P. 209-249.
- [3] Солодянкина, Т.Н. Дерматоскопия как метод диагностики меланомы кожи / Т.Н. Солодянкина. – Владивосток: Издательство Владивостокского государственного медицинского университета, 2009. – 4 с.
- [4] Zhao, J. Real-time Raman spectroscopy for automatic in vivo skin cancer detection: an independent validation / J. Zhao, H. Lui, S. Kalia, H. Zeng // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2015. – Vol. 407. – P. 8373-8379.
- [5] Bratchenko, I. Combined Raman and autofluorescence ex vivo diagnostics of skin cancer in near infrared and visible regions / I. Bratchenko, D. Artemyev, O. Myakinin // J. Biomed. Opt. – 2017. – Vol. 22(2). – P. 027005.
- [6] Зайченко, К.В. Экспериментальное обоснование спектродетектирующего метода анализа характера кожных новообразований / К.В. Зайченко, Б.С. Гуревич, К.Р. Киселева. – Ташкент: Труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и инновационные технологии в области естественных наук», 2020. – С. 520-524.