

Для реализации поставленной задачи была разработана принципиальная схема, проставленная на рисунке 1.

В дальнейшем, имея представление об устройстве работы данного изделия, можно математически представить модель генерации сигналов от одночастотного лазера в ИК диапазоне.

Булько Алексей Дмитриевич, инженер, АО НИИ «Экран», butkortf@ssau.ru.
Маторин Максим Владимирович, студент каф. РЭС, matorin.maksimka@mail.ru.

УДК 616-71

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФРАКРАСНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРНЫХ И СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕНОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Д.С. Якименко, Н.В. Ремизов

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: визуализатор вен, биоткани, светодиод, лазерный диод.

В современной медицинской практике широко распространены методы общего анализа крови, склеротерапии, флебэктомии. При проведении данных методов требуется обнаружить вену у пациента, что может быть затруднительным, в случае если вены не видны невооруженным глазом. Ошибка при обнаружении вены, например, при общем анализе крови, приведет к ошибкам на преаналитическом этапе и к недостоверным результатам диагностики. Для предотвращения ошибок обнаружения вен применяются визуализаторы вен — неинвазивные приборы, позволяющие получить картину расположения вен пациента, в том числе и невидимых невооруженным глазом.

В общем случае, прибор состоит из ИК-источника, оптического ИК-фильтра, детектора излучения, блока обработки и вывода изображения. Основной принцип работы прибора заключается в разном поглощении света гемоглобином крови и окружающими биотканями. Прибор излучает свет в ближнем ИК диапазоне на тело пациента и регистрирует свет, отраженный от окружающих тканей, через длинноволновой абсорбционный фильтр. Полученное изображение выводится на дисплей или проецируется на пациента.

Целью настоящей работы является выбор ИК-источника излучения, позволяющего получить наибольшую контрастность вен относительно поверхности кожи при визуализации.

Рассмотрено применение следующих источников:

Источники на базе светодиодов: BL-L314IRCC (850 нм), L-7113SF4C (880 нм), L-7113F3C (940 нм).

Источники на базе лазерных диодов: SLD238VL (784 нм), QL94R6SA (940 нм).

Все источники включены по типичной схеме стабилизатора тока на базе микросхемы KP142ЕН12А (LM317). Для каждой печатной платы источника оценено количество излучающих элементов и номинал токозадающего резистора.

Для регистрации изображения использовалась КМОП-матрица Sony IMX335, с установленным на объективе длинноволновым абсорбционным фильтром HWB780 (780 нм). Для вывода изображения использовался персональный компьютер.

Все комплектующие расположены в корпусе, изготовленном методом FDM 3D-печати, обеспечивающим возможность быстрой смены оптических компонентов. В корпусе также расположен диффузор из белого пластика PETG. Толщина диффузора составляет 0,6 мм.

Конечный вид экспериментального стенда визуализатора вен представлен на рисунке 1.

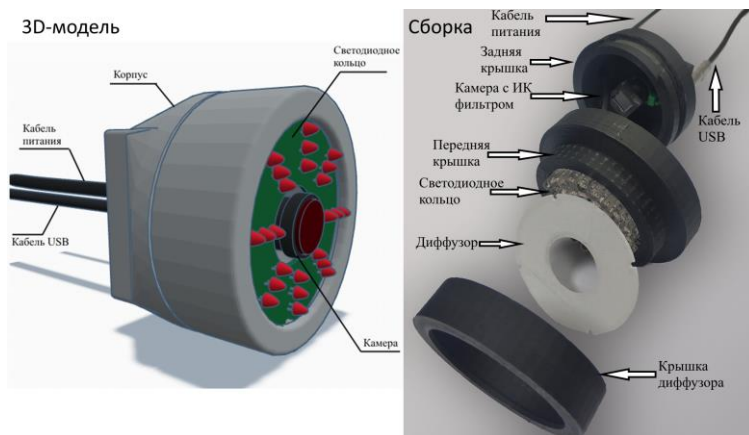


Рисунок 1 – Экспериментальный стенд визуализатора вен

С помощью стенда получены снимки предплечий 40 добровольцев в возрасте 20-25 лет и 20 добровольцев в возрасте 35-45 лет. При регистрации изображений использовались различные источники ИК излучения. Также получены изображения без использования стенда.

Для сравнения результатов выполнялась оценка контрастности вен относительно кожи: на предплечьях испытуемых выделялись схожие области, для этих областей рассчитывалось среднее квадратическое значение контрастности [1, 2].

Полученные цифровые фотографии предплечий испытуемых представлены на рисунке 2.

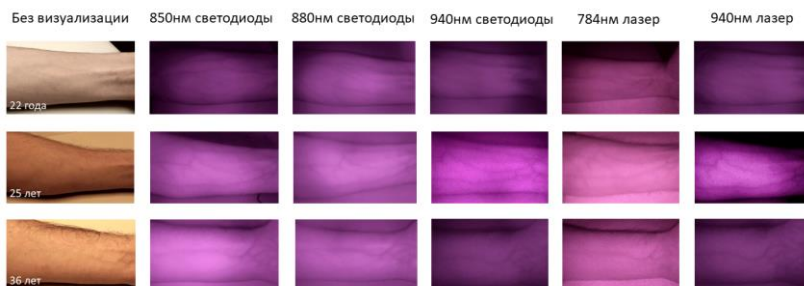


Рисунок 2 – Цифровые фотографии предплечий испытуемых

Получено, что источник излучения в диапазоне 784 нм обеспечивает наименьшую эффективность визуализации для всех испытуемых. Существенных различий в эффективности визуализации в диапазонах 850 и 880 нм не обнаружено. В 27 случаях наибольшая эффективность визуализации была достигнута в диапазоне 850-880 нм, в 33 случаях - в диапазоне 940 нм. При этом, применение источника монохроматического излучения в диапазоне 940 нм позволило получить незначительно большую контрастность в 53 случаях, по сравнению со светодиодным источником в том же диапазоне.

Список использованных источников

1. Peli, E. Contrast in complex images / E. Peli // J. Opt. Soc. Am. A., 1990, v. 7, pp. 2032-2040.
2. Remizov, N.V. 3D Printed Modular Vein Viewing System Based on Differential Light Absorption in the Near Infrared Range / N.V. Remizov [et al] // JBPE, 2023, v. 9, №2.

Якименко Денис Сергеевич, студент гр. 6131-120404D, yakimenkodennis@yandex.ru

Ремизов Никита Вячеславович, аспирант каф. Лазерных и биотехнических систем, egenv97@yandex.ru