

УДК 535.36, 535.434

РЕАЛИЗАЦИЯ БЕСКОНТАКТНОГО СПЕКЛ-КОРРЕЛЯЦИОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ КРОВОТОКА

Карпова П.Д., Гудзловенко Н.К.

Научный руководитель – Савченко Е.А.

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург)

Аннотация: В данной работе представлена реализация бесконтактного спекл-корреляционного датчика для быстрого (до 1 минуты) и точного (погрешность 10%) измерения скорости кровотока в микроциркуляторном русле, необходимого в медицинской диагностике.

Введение. Скорость кровотока является важным диагностическим показателем, характеризующим состояние всей сосудистой сети или отдельных ее участков. Мониторинг состояния скорости кровотока в микроциркуляторном русле используется для выявления патологий различных органов. Многие заболевания, такие как атеросклероз, сахарный диабет, заболевания сердечно-сосудистой системы и другие, приводят к изменениям в микроциркуляторном русле. Поэтому создание неинвазивного датчика для исследования скорости кровотока является важной проблемой современной медицины.

На сегодняшний день существуют различные методы измерения скорости кровотока, например, доплерометрия (ультразвуковой метод) и электромагнитная флоуметрия. Представленные методы могут дать анализ только суммарному кровотоку, без привязки к определенному кровеносному сосуду. В связи с этим в работе выбран спекл-корреляционный анализ.

Целью данной работы является разработка схемы датчика и расчет ее основных параметров.

Как известно, спекл-корреляционный анализ основывается на вычислении автокорреляционной функции информационного сигнала и выявление связи времени корреляции с величиной скорости кровотока. Для наблюдения временных корреляций рассеянного излучения необходимо использовать лазерное излучение, которое при рассеянии на шероховатой поверхности создает спекл-поле. Образующиеся световые пятна будут расположены случайным образом в плоскости наблюдения, имея при этом случайную форму и размеры. Спекл-поля несут информацию о свойствах объекта, на котором рассеялся свет лазера. Вычисление автокорреляционной функции позволяет провести оценку средней скорости микроциркуляторного кровотока в области наблюдения.

Основными результатами данной работы является разработанная схема и подобранные оптимальные параметры схемы датчика. В разработанной нами схеме датчика в качестве источника лазерного излучения используется полупроводниковый лазер, который с помощью диафрагмы и линзы фокусируется на исследуемом объекте (дистальной фаланге указательного пальца правой руки). Для регистрации излучения, рассеянного эритроцитами, используется многомодовое оптоволокно и фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Принятый сигнал поступает в аналогово-цифровой преобразователь для дальнейшей обработки на компьютере.

Вывод: В соответствии с проведенными расчетами оптимальные параметры составили: мощность лазера $P = 20$ мВт; длина волны лазера $\lambda = 650$ нм; фокусное расстояние линзы $f = 5$ см; расстояние от объекта до ФЭУ $L = 3$ см; частота дискретизации $f_{\text{дискр}} = 100$ кГц; время измерения $\tau = 1$ мин; расходимость лазера $\theta = 0,5$ мрад. Подробное вычисление параметров будет представлено в докладе.

Подобранные параметры и разработанная схема датчика позволят получить результаты по измерению скорости кровотока с погрешностью до 10%.

Карпова П.Д. (автор)

Гудзловенко Н.К. (автор)

Савченко Е.А. (научный руководитель)