

УДК 612.135

РЕГИСТРАЦИЯ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ПОТОКА РАССЕИВАЮЩИХ ЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ДОПЛЕРОВСКОГО УШИРЕНИЯ ОТ ТЕСТ-ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Козлов И.О. (ФБГОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орёл, Россия),

Научные руководители – к.т.н., доцент Дунаев А.В. (ФБГОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орёл, Россия), к.т.н. Жеребцов Е.А. (ФБГОУ ВО «ОГУ имени И.С.

Тургенева», г. Орёл, Россия)

В рамках исследования были проведены эксперименты по регистрации спектров доплеровского уширения от тест-объекта, состоящего из движущихся в капилляре раствора с рассеивающими частицами и возможностью контроля его расхода. Полученные результаты будут применены для расчёта значения средней скорости кровотока с привлечением подходов машинного обучения.

Введение. Изучение состояния микроциркуляции крови – важное направление в оптической неинвазивной диагностике. На сегодняшний день метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) широко используется в различных медицинских приложениях, касающихся исследований в области эндокринологии, ревматологии, малоинвазивной хирургии и других. Метод ЛДФ основан на регистрации рассеянного на движущихся эритроцитах лазерного излучения. Результат измерения выражается в виде относительных (перфузионных) единиц, пропорциональных средней скорости и концентрации движущихся частиц в некотором объёме среды. Исходя из этого, одной из проблем данного метода является сложность в выражении результатов измерения в абсолютных единицах.

Основная часть. Таким образом, целью работы является вычисление средней скорости эритроцитов относительно доплеровских спектров, зарегистрированных на разработанном тест-объекте с известной скоростью рассеивающих частиц с помощью методов машинного обучения. Для решения поставленной задачи была собрана экспериментальная установка тест-объекта, включающая в себя шприцевой насос, полимерные трубки, стеклянный капилляр с внутренним диаметром 1,6 мм, оптомеханические держатели и конструкционные элементы. В перфузионный насос устанавливался шприц 20 мл, который наполнялся водным раствором «Интралипид 20%» с объёмной долей 5%. Измерение расхода раствора осуществлялось с помощью прибора Liquid Flow Sensor SLF3x (Sensirion®, USA). Для измерения сигнала ЛДФ было использовано разработанное устройство с длиной волны лазерного излучения 1064 нм и выходной мощностью 4 мВт. В качестве слоя статических рассеивателей были применены слои полимерной плёнки Parafilm®, суммарной толщиной около 200 нм. Выполнены серия экспериментов по регистрации спектров доплеровского уширения от раствора «Интралипид 20%» для разных значений его расхода. Решение задачи регрессии зарегистрированных спектров к определённому расходу раствора выполнено посредством обучения искусственной нейронной сети.

Выводы. Полученные результаты показали, что предлагаемый метод позволяет оценить средний расход с помощью тест-объекта с приемлемой точностью. Обученная искусственная нейронная сеть впоследствии будет применена к экспериментам, зарегистрированным с кожи условно-здоровых и пациентов с определением параметра пропорционального средней скорости кровотока. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-32-90253.

Козлов И.О. (автор)

Жеребцов Е.А. (научный руководитель)

Дунаев А.В. (научный руководитель)