

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО СИГНАЛА В СРЕДЕ NI LABVIEW

И.О. Козлов (ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»)
Научный руководитель – к.т.н., доцент Е.А. Жеребцов
(ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»)

Широко применяемый в настоящее время метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) позволяет оценить интенсивность периферического кровотока в микроциркуляторном русле. Единицей измерения в ЛДФ является «показатель микроциркуляции» (ПМ) – величина, которая выражается в относительных перфузионных единицах, и пропорциональна средней концентрации ансамбля эритроцитов и их средней скорости. Физически, ПМ представляет собой результат обработки переменного сигнала с фотоприёмника, который формируется при фотосмещении сигналов с опорной и сдвинутой за счёт эффекта Доплера (в полосе от 1 Гц до 24 кГц) частотами. Регистрируемый прибором ЛДФ сигнал изменения перфузии по времени состоит из двух основных составляющих: переменной и постоянной. Постоянная составляющая — это средняя перфузия крови за выбранный интервал времени. Переменная составляющая сигнала обусловлена физиологическими факторами регуляции кровенаполнения и отражает частотные ритмы регуляции кровотока (флаксмоции). Обе составляющие важны для диагностирования целого ряда заболеваний. По косвенным признакам исследователь может оценить различные заболевания периферийной нервной системы, ответственной за колебания микрососудистого русла.

Однако, данный метод в настоящее время не столь востребован в медицинской практике ввиду наличия ряда проблем, и в первую очередь, связанных с тем, что отсутствует единый алгоритм обработки сигнала лазерного доплеровского флоуметра. Зачастую, исследователи используют разные нормирующие величины, задают иные математические конструкции, что затрудняет сравнение результатов измерения показателя перфузии от публикации к публикации. Существуют значительные разночтения в реализации математической модели, обоснованной в фундаментальной работе Боннера и Носсая. В данной работе производится исследование алгоритмов обработки лазерного доплеровского сигнала для последующего сравнения их точностных и динамических характеристик.

В качестве лазерного излучателя был выбран лазерный диод со световодом марки LPS-785-FC фирмы THORLabs. Особенности этого лазерного диода является долговечность, высокая монохроматичность. Для регистрации излучения были выбраны фотодиоды серии FDSP от фирмы THORLabs. Первичная обработка осуществлялась с помощью разработанной электронной платы, реализующей функции усиления и фильтрации. Выходной сигнал с платы усиления подавался на плату сбора данных NI USB-6211. Исследование алгоритмов и расчёт их характеристик производился в среде визуального программирования NI Labview.

Рассмотрены несколько алгоритмов математической обработки сигнала лазерного доплеровского флоуметра, такие как: одноканальная модель Боннера-Носсая, двухканальная модель Боннера-Носсая, модели Боннера-Носсая с нормированием на полную энергию сигнала и на квадрат постоянной составляющей, модель Штерна.

По результатам проведенных исследований были выявлены динамические и точностные показатели алгоритмов обработки, произведены сравнительные эксперименты на реальных биологических объектах

Автор
Научный руководитель
Заведующий кафедрой «ПМиС»

И.О. Козлов
Е.А. Жеребцов
К.В. Подмастерьев