

УДК 535-15, 535.341.6

РЕАЛИЗАЦИЯ ДАТЧИКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ДЕНСИТОМЕТРИИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КРАСИТЕЛЯ В РАСТВОРЕ

И.Н. Колокольников

Научный руководитель – Е.А. Савченко

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

В данной работе описывается создание оптического датчика динамической денситометрии. Также рассматривается применение теории поглощения света к сложной поглощающей среде.

Введение. В медицинских исследованиях широко применяется краситель индоцианин зелёный (Indocyanine green, ICG). Это трикарбоцианиновый краситель, спектр поглощения которого имеет резкий пик в ближней инфракрасной области и принимает очень низкие значения в области видимого света. Растворённый в воде, индоцианин зелёный имеет пик поглощения на длине волны 790 нм. В крови, связанный белками плазмы, он имеет пик поглощения на 805 нм, а пик испускания (флуоресценции) – на 830 нм.

В ближнем инфракрасном диапазоне биологические ткани человека имеют высокий коэффициент пропускания, что обеспечивает возможность применения индоцианина зелёного для неинвазивного исследования пациента. Одним из таких применений является измерение скорости элиминации красителя в крови пациента для оценки метаболической функции печени.

Скорость элиминации красителя можно измерять двумя методами: последовательными пробами крови и оптической денситометрией. Оптическая денситометрия позволяет проводить более частые измерения и в целом менее трудозатратна.

Основные положения. В основе метода оптической денситометрии лежит теория поглощения света, проходящего через раствор. Согласно закону Бугера-Ламберта-Бера, интенсивность света, прошедшего через поглощающую среду, в случае раствора, имеет обратную экспоненциальную зависимость от пройденного через среду пути и от концентрации раствора. Однако в конечном варианте применения датчика свет также проходит через биологическую ткань, из-за чего следует строить более сложную модель поглощающей среды. Флуоресценция индоцианина зелёного вносит крайне малый вклад в принимаемое излучение и в данном методе не учитывается.

Результаты. Датчик состоит из светодиода, подобранного так, чтобы пик его спектра излучения был максимально близок к 805 нм, и фотоприёмника, с пиком спектральной чувствительности близким к 805 нм. Оптические элементы расположены друг напротив друга, с совмещением осей главных максимумов их диаграмм направленности. Микроконтроллер STM32 управляет светодиодом, настраивает и опрашивает фотоприёмник, и передаёт данные на принимающее устройство по интерфейсу USB.

Экспериментальное исследование состоит в последовательном увеличении концентрации раствора в кювете и записи показаний датчика, измеряющего интенсивность прошедшего через раствор света. Полученные результаты сравниваются с теорией, вводятся поправочные коэффициенты.

Выводы. Результаты, полученные в ходе проведения экспериментов, говорят о работоспособности разработанного датчика динамической денситометрии.

Колокольников И.Н. (автор)

Подпись

Савченко Е.А. (научный руководитель)

Подпись