

## ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА В РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ. БИМЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 681.785

### ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ФЛУОРИМЕТР С ИМПУЛЬСНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

В.Н. Гришанов<sup>1</sup>, П.А. Лебедев<sup>2</sup>, И.В. Малов<sup>2</sup>, Е.С. Пшеницына<sup>2</sup>,  
К.В. Черепанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара,

<sup>2</sup>Самарский государственный медицинский университет, г. Самара

Разработан диагностический флуориметр с импульсным режимом работы двух светодиодов для оценки *in vivo* содержания конечных продуктов гликирования (КПГ) в коже по их автофлуоресценции (АФ). Для возбуждения флуоресценции используется светодиод с пиковой длиной волны 365 нм. Зелёный светодиод с пиковой длиной волны 530 нм и дополнительный фотоприёмный канал предназначены для учёта фототипа кожи пациента. Аналоговая электроника флуориметра включает два фотоприёмных канала на кремниевых фотодиодах.

Особенностью канала регистрации флуоресцентного излучения является наличие системы активного шумоподавления, в которой реализован метод частотной фильтрации. Поскольку флуориметр представляет собой замкнутую измерительную систему, содержащую в своем составе источник опорного импульсного сигнала, то в качестве частотно-селективного элемента использован ключевой синхронный детектор. Принятые схемотехнические решения помехоподавления позволили снизить влияние засветок солнечным светом и лампами освещения в цифровом сигнале на выходе 10-разрядного АЦП до уровня менее одного разряда в обоих каналах. Калибровка прибора по модели абсолютно черного тела и фторопласту показала, что нестабильность оптико-электронной системы флуориметра, которую можно принять за его инструментальную его погрешность, не превышает 2 разрядов АЦП. Цифровая часть флуориметра построена на платформе Ардуино. Программное обеспечение управляет режимами работы флуориметра, обеспечивает проведение количественной обработки результатов, визуализирует и сохраняет диагностические данные.

Испытания флуориметра путём измерений интенсивностей флуоресценции и упругого рассеяния с внутренней стороны предплечья приблизительно одного и того же участка кожи руки на практически здоровых добровольцах показала, что основной вклад в погрешность измерений вносит индивидуальная вариабельность показаний, достигающая 19%. Возможными причинами вариабельности являются неконтролируемые изменения в условиях проведения измерений: кровенаполнение, механическая компрессия кожной ткани, эндогенный меланин.

По результатам испытаний на 58 добровольцах было показано, что диагностический параметр, равный отношению интенсивности автофлуоресценции к произведению интенсивностей упругого рассеяния излучений ультрафиолетового и зелёного светодиодов в 1,5 раза более устойчив по отношению к содержанию в коже эндогенного меланина по сравнению с отношением интенсивности автофлуоресценции к интенсивности упруго рассеянного ультрафиолетового излучения.

Разработанный флуориметр нашёл оригинальное применение в офтальмологии в качестве прибора, позволяющего дифференцировать содержание КПП в коже пациентов с такими заболеваниями глаз, как катаракта и возрастная макулярная дегенерация (ВМД).

Изучение данных патологий очень актуально на сегодняшний день, так как ВМД и катаракта являются ведущими причинами снижения зрения среди людей в возрасте 65 лет и старше в развитых странах, а затраты на их реабилитацию составляют значительную сумму бюджета здравоохранения ежегодно [1]. Статистически доказано на 42 пациентах Самарской областной клинической больницы им. В.Д. Середавина, что ВМД сопровождается избыточным по сравнению с практически здоровыми людьми и больными катарактой накоплением КПП в коже пациентов, сопровождающимся повышенной автофлуоресценцией кожи. Учитывая, что влажная форма ВМД и катаракта являются ведущими причинами слепоты, ассоциированной со старением, можно прогнозировать, что флуоресцентный метод диагностики имеет перспективу как скрининговый, результаты которого могут увеличить предсказующую ценность подхода, основанного на оценке факторов риска ВМД.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ р\_а № 17-42-630907.

#### Список использованных источников

1. Будзинская, М.В. Современные подходы к лечению и профилактике возрастной макулярной дегенерации [Текст] / М.В. Будзинская, М.В. Воробьева, Т.Н. Киселева, Ю.М. Лагутина, Г.С. Полунин // Клиническая офтальмология. – 2007. – Т. 8. – № 2. – С. 78 – 82.