

КОРРЕКТИРОВКА СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ СВЕТОДИОДОВ ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ БИООБЪЕКТОВ

В.Н. Гришанов, Д.В. Корнилин, В.С. Куликов

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский
университет)»

В последнее время внимание многих исследователей все больше привлекает методика измерения спектров аутофлуоресценции (АФ) кожи, обеспечивающая возможность оценки уровня конечных продуктов гликирования (AGE). Интерес к этим продуктам вызван тем, что накопление AGE происходит в течение всей жизни человека. В частности, показано, что АФ кожи может служить неинвазивным маркером микроангиопатии у пациентов с сахарным диабетом (СД) 2-го типа, мощным прогностическим фактором сердечно-сосудистой смертности при диабете, независимым предиктором оценки качества операции при пересадке почек и др. В клинической практике прибор для измерения интенсивности АФ перспективен и для оценки риска возникновения сердечно-сосудистых осложнений [1]. Флуоресценция большинства компонент кожного покрова эффективно возбуждается излучением ближнего ультрафиолетового (УФ) диапазона спектра [2].

С появлением коммерческих УФ светодиодов, благодаря известным их преимуществам, как изделий твердотельной электроники, предпринимаются успешные попытки применения светодиодов для возбуждения спектров АФ биотканей [3]. Однако данное направление применения УФ светодиодов осложняется присутствием в спектрах их излучения слабых побочных длинноволновых широких пиков, возможной причиной которых может быть излучательная рекомбинация в верхнем слое *p*-GaN гетероструктуры светодиода [4]. Если для других перспективных применений УФ светодиодов, например, для фотокаталитической очистки воды и воздуха, а также для фотополимеризации наличие побочных длинноволновых пиков не оказывает негативного воздействия на результат, то в силу слабости АФ биообъектов интенсивность побочных пиков необходимо снизить до уровней, не вносящих существенного вклада в АФ.

Авторами были исследованы спектральные характеристики 4 типов УФ светодиодов LEUVS33G10TZ00, FYL-5013UVC, T5F36, EOLD-365-525 на спектрометре фирмы ANDOR SHAMROCK sr-303i. Спектры всех светодиодов продемонстрировали наличие длинноволнового пика излучения с максимумом на длине волны, принадлежащий интервалу (560;

580) нм, относительная интенсивность которого составила от 1×10^{-3} до $7,5 \times 10^{-3}$ от интенсивности основного пика излучения.

Поскольку по совокупности основных параметров: длине волны в максимуме основного пика излучения 369,0 нм и ширине диаграммы направленности 15° в экспериментальном диагностическом флуориметре предполагается использовать светодиод EOLD-365-525, то его спектр и было необходимо скорректировать на предмет подавления длинноволнового пика.

Корректировку спектра излучения обычно осуществляют, пропуская исходное излучение через светофильтр. Для работы в расходящемся пучке светодиода оптимально использовать абсорбционный светофильтр, т.к. интерференционные светофильтры, хотя и обладают потенциально лучшими параметрами, но предназначены, в основном, для работы в параллельном пучке. Выбор материала абсорбционного светофильтра был произведён по [5]. Анализ спектральных характеристик стандартных цветных оптических стёкол показал перспективность использования светофильтра из стекла ФС1. Эксплуатационными и экономическими аргументами в пользу стандартного цветного стекла могут служить следующие: изученность, наряду с оптическими свойствами, механических, деградационных и т.п. качеств, т.к. опыт их производства и применения составляет ~ 100 лет; будучи изделиями массового производства, светофильтры из стекла ФС1 не отличаются дороговизной и выпускаются в России.

Результаты корректировки спектра излучения УФ светодиода светофильтром из стекла ФС1 толщиной 2 мм следующие. Смещение пика УФ излучения по длинам волн не наблюдается, т.е. максимум спектра также приходится на длину волны 369,0 нм, хотя интенсивность пика падает на 25 %. Длинноволновое излучение при том же времени накопления сигнала в спектрометре SHAMROCK sr-303i, что и в экспериментах без светофильтра – 40 мс, уменьшается до уровня шумов ПЗС фотоприёмной камеры спектрометра. Таким образом, для корректировки спектра излучения УФ светодиодов с целью подавления паразитных длинноволновых пиков перспективно применение светофильтров из цветного оптического стекла ФС1.

Список использованных источников

1 Meerwaldt R., Graaff R., Oomen P. H. N. et al. Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation. // *Diabetologia*, 2004. – V. 47. – P. 1324 – 1330.

2 Галкина Е.М., Утц С.Р. Флуоресцентная диагностика в дерматологии (обзор). // Саратовский научно-медицинский журнал, 2013. – Т. 9. - № 3. – С.566 – 572.

3 Kang Uk, Папаян Г.В., Березин В.Б. и др. Спектрометр для флуоресцентно-отражательных биомедицинских исследований. // Оптический журнал, 2013. – Т. 80. - № 1. – С. 56 – 67.

4 В.Н. Жмерик, А.М. Мизеров, Т.В. Шубина и др. Квантово-размерные гетероструктуры на основе AlGaN для светодиодов глубокого ультрафиолетового диапазона, полученные методом субмонослойной дискретной молекулярно-пучковой эпитаксии с плазменной активацией азота. // Физика и техника полупроводников, 2008. – Т. 42. - Вып. 12. – С. 1452 – 1457.

5 ГОСТ 9411 – 91. Стекло оптическое цветное. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1992. – 48 с.

УДК 681.785

МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ

В.А. Кузнецов, В.Н. Гришанов, Е.В. Бурнаевская
г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский
университет)»

Современная медицина широко использует способы оптической диагностики различных заболеваний. Особой эффективностью обладают методы, основанные на компьютерном анализе цифровых изображений. Двумерность изображений позволяет ввести, наряду с оптическими (яркость, контраст) количественные признаки, связанные с топологическими особенностями изображений: размер, форма и т.п. Расширение состава классификационных признаков за счёт спектральной информации в цветовых терминах или терминах длин волн увеличивает количество диагностируемых состояний и повышает достоверность диагноза, причём в современных матричных фотоприёмных устройствах накопление спектральной информации происходит в работающих параллельно спектральных каналах, в то время как топологическая информация требует поэлементной обработки всего кадра.

В бюджетных диагностических комплексах рационально использовать серийные цветные камеры с RGB-представлением цветовой информации. Серийные цветные камеры, технически реализуются в виде веб-, фото- и видеокамер, которые имеют встроенные алгоритмы формирования изображений. В этом случае наращивание числа диагностируемых состояний возможно за счёт вариаций спектра зондирующего излучения, поэтому создание мультиспектрального осветителя с программируемым управлением спектром представляется перспективной задачей.