

нение КРП приблизительно на 50 мВ, причем в сторону уменьшения, а не увеличения, как в случае чистого стекла. Обращает на себя внимание практически одинаковое изменение КРП как для поверхности, смоченной раствором без клеток, так и для поверхности, покрытой биологическим препаратом (до высыхания разность средних значений КРП этих двух поверхностей составляет минус 73 мВ, после высыхания минус 72 мВ).

Проведенные исследования позволили выявить некоторые закономерности изменения электрофизических свойств субстрата (силикатного стекла) при воздействии на него биологического препарата. Можно сделать вывод, что присутствие в растворе живых клеток повышает значение биохимического потенциала поверхности, на которую нанесен раствор. Величина повышения может быть определена путем сравнения КРП поверхности, покрытой раствором с биологическим препаратом с КРП поверхности, покрытой чистым раствором. Сравнение с чистой (не покрытой раствором) поверхностью диэлектрика затруднено из-за возможного присутствия на непроводящей поверхности электриче-

УДК 535.24

КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ И СВЕТОДИОДОВ В СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ ОТ 250 ДО 900 НМ

Данильчик А.В., Длугунович В.А., Ждановский В.А., Крейдич А.В.,
Липлянин А.А., Луценко Е.В., Никоненко С.В., Ржеуцкий М.В.

*Институт физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

В последнее время существенно расширилась область применения твердотельных источников излучения (ТТИИ), в частности источники излучения в ультрафиолетовой (УФ) области спектра на основе компактных и долговечных лазерных диодов (ЛД) и светоизлучающих диодов (СИД). Качество, и особенно безопасность, изделий созданных на основе ЛД и СИД во многом, определяются точностью измерения их характеристик. К сожалению, в настоящее время на международном уровне еще не разработаны не только убедительные методики измерений оптических характеристик СИД, но даже номенклатура измеряемых параметров и характеристик не нормирована. Те не менее, использование СИД и лазерной техники, особенно работающей в УФ диапазоне, не имеющей подтверждения оптических характеристик метрологическими органами, может привести к отрицательным последствиям как на качестве работ, проводимых с такой техникой, так и представлять угрозу человеческому здоровью.

В Институте физики НАН Беларуси разработан и создан комплекс для измерений спектрора-

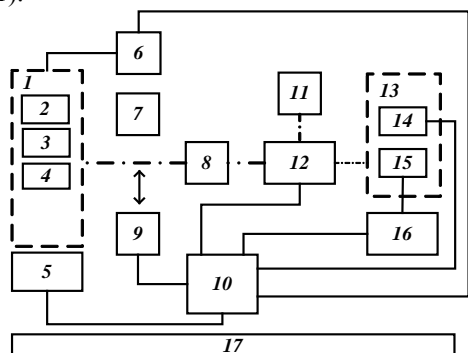
дического заряда. Аналогичные исследования с использованием полимерного субстрата на основе полиакрила показали высокую склонность полимера к электризации и накоплению заряда, препятствующую получению достоверных и стабильных результатов с помощью электрометрического зонда. В процессе исследований непосредственный контакт электрометрического зонда с раствором, содержащим биологический препарат, отсутствовал, зонд оставался стерильным, все измерения выполнялись при нормальных условиях. Таким образом, исследования изменений электрохимического потенциала биологических препаратов методом КРП могут выполняться *in vivo*, при этом для субстрата должны использоваться материалы, не склонные к электризации.

1. Scanning Kelvinmicroprobe system and process for biomolecule microassay: United States patent No. US 2004/0029131 A1, Int. Cl. G12Q 1/68. / Michael Thompson, Larisa-Emilia Cheran, Mark McGovern. – Filed: May 18, 2001. – Date of patent: Feb 12, 2004.

диометрических характеристик излучения лазерных диодов и светодиодов в спектральном диапазоне от 250 до 900 нм (рис. 1, 2). Комплекс предназначен для измерений на основе рекомендаций Международной комиссии по освещению (СIE) [1] силы света, усредненной силы света, пространственного распределения силы света, спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) излучения СИД и СИД изделий, а также создаваемой ими освещенности и спектральной плотности энергетической освещенности (СПЭО). Комплекс также обеспечивает измерения средней мощности, плотности мощности и пространственного распределения плотности мощности излучения ЛД. Следует отметить, что на комплексе также можно испытать другие источники излучения, например лампы.

Исследуемые источники излучения *I* (рис. 1) крепятся к поворотной площадке, диапазон изменения угла поворота которой в вертикальной плоскости составляет 360°. В свою очередь эта площадка закреплена на площадке, позволяющей изменять угол поворота в горизонтальной плос-

кости на $\pm 110^\circ$. Указанные поворотные площадки образуют гониометрическую систему 5 (рис. 1).



1 – блок источников излучения; 2 – субблок лазерных источников излучения; 3 – субблок СИД источников излучения; 4 – субблок ламповых источников излучения; 5 – гониометрическая система; 6 – блок питания и контроля источников излучения; 7 – система юстировки; 8 – блок входной оптики; 9 – фотометр (радиометр); 10 – компьютер; 11 – блок экспресс анализа; 12 – монохроматор; 13 – блок приемников излучения; 14 – трап-детектор (фотодиод); 15 – ФЭУ со счетчиком фотонов; 16 – система регистрации; 17 – оптический стол.

Рисунок 1 – Блок-схема комплекса для измерений характеристик излучения ЛД и СИД

Фотометрическая часть комплекса основана на фотометре LMT 520B, радиометрическая – на детекторе OPHIR PD300-UV-SH. При измерениях фотометрических и радиометрических величин используется система юстировки 7 источников излучения [2]. При измерениях устанавливаются параметры питания и температуры источников излучения (блок 6, содержит высокоточные стабилизированные источники питания, термоконтроллеры и мультиметры), что дает возможность моделировать условия эксплуатации СИД, приближенные к реальным. Все компоненты комплекса могут работать как независимо, так и под управлением компьютера 10. Сигналы приемников излучения регистрируются системой регистрации 16. Программное обеспечение комплекса позволяет представлять результаты измерений как в цифровом, так и в графическом виде.

Спектрорадиометрическая часть комплекса состоит из блока входной оптики 8, блока экспресс анализа 11; монохроматора 12; блока приемников излучения 13. Блок входной оптики включает интегрирующий шар FOIS-1 и торроидальное зеркало. Система регистрации 16 включает пикоамперметр Keithley 6485 и цифровой двухканальный синхронный усилитель Ametec 7265. При использовании ФЭУ счетчик фото-

нов подключен непосредственно к компьютеру. Для осуществления измерений СПЭЯ излучения СИД и СИД изделий, а также создаваемой ими СПЭО, комплекс калибруется по эталонным дейтериевой CL7-H и кварцево-галогенной VN-LH250-BC лампам. Для измерений СПЭЯ излучения СИД в УФ диапазоне используется специально разработанные референсные монохромные СИД с пиковыми длинами волн 365 нм и 385 нм, которые имеют однородное распределение яркости излучения по апертуре [3].



Рисунок 2 – Комплекс для измерений спектрорадиометрических характеристик излучения лазерных диодов и светодиодов

В результате исследований метрологических характеристик комплекса установлено, что диапазон измерений силы света и усредненной силы света излучения СИД составляет от 0,01 до 60 кд, при этом относительная расширенная неопределённость измерений не превышает 2,0 %; диапазон измерений мощности ЛИ составляет от $3 \cdot 10^{-7}$ Вт до 10^{-1} Вт, при этом относительная расширенная неопределённость измерения мощности ЛИ не превышает 2 %; относительная расширенная неопределённость измерения пространственного распределения силы света не более 1,04 %; относительная расширенная неопределённость измерения пространственного распределения плотности мощности ЛИ в диапазоне от 300 нВт до 300 мВт не более 9,2 %; относительная расширенная неопределённость измерений СПЭО, создаваемой СИД в диапазоне от 10^2 до 10^{10} Вт·м³ в спектральном диапазоне от 250 до 400 нм не превышает 5,4 %, в диапазоне от 400 до 500 нм – не превышает 8,0 %, в диапазоне от 500 до 900 нм – не превышает 5,6 %; относительная расширенная неопределённость измерений СПЭЯ излучения СИД в диапазоне от 10^2 до 10^{12} Вт·м³·ср⁻¹ в спектральном диапазоне от 250 до 500 нм не превышает 7,0 %.

Таким образом, впервые в Республике Беларусь создан метрологический комплекс для измерений фотометрических, радиометрических, спектрорадиометрических и пространственных характеристик излучения СИД, ЛД и изделий на их основе в спектральном диапазоне от 250 до

900 нм. Установлены метрологические характеристики комплекса.

1. CIE 127:2007 Technical report CIE. Measurement of LEDs. 2nd edition Publication. – Vienna, CIE Central Bureau, 2007 – 32 p.
2. Устройство юстировки твердотельных источников излучения: пат. № 123984, Российская Федерация, МПКG02B7/00 / В.А. Длугунович, В.А. Ждановский, А.А. Липлянин,

С.В. Никоненко, О.Б.Тарасова; заявитель Институт физики НАН Беларуси. – № RU 123984; заявл. 03.07.2012.

3. Эталонный монохромный светодиод: пат. № 115889, Российская Федерация, МПКG01J1/00 / А. В. Данильчик, Е.В. Луценко, С.В. Никоненко; заявитель Институт физики НАН Беларуси. – № RU 115889; заявл. 28.12.2011.

УДК 621.382

КОНФИГУРИРУЕМАЯ АНАЛОГОВАЯ МИКРОСХЕМА НА КОМПЛЕМЕНТАРНЫХ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Дворников О.В.¹, Дятлов В.Л.¹, Чеховский В.А.²

¹Открытое акционерное общество “МНИПИ”, Минск, Республика Беларусь

²Научно-исследовательское учреждение “Национальный научно-учебный центр физики частиц и высоких энергий Белгосуниверситета”, Минск, Республика Беларусь

Аналоговые интегральные микросхемы (ИС) с программируемыми параметрами и изменяемой конфигурацией [1, 2] широко применяются в различной радиоэлектронной аппаратуре.

Нами разработана конфигурируемая аналоговая ИС, которая включает: два блока смещения (*bias*), четыре входных каскада (*inpstage*), два выходных каскада.

Блок смещения (рис. 1) состоит из: типового каскада Q_3-Q_{10} , R_4 , формирующего ток I_{PTAT} прямо пропорциональный абсолютной температуре; цепи запуска Q_1, Q_2, R_3 ; токозадающих цепей Q_{11}, Q_{13}, R_5 и Q_{12}, Q_{14}, R_6 .

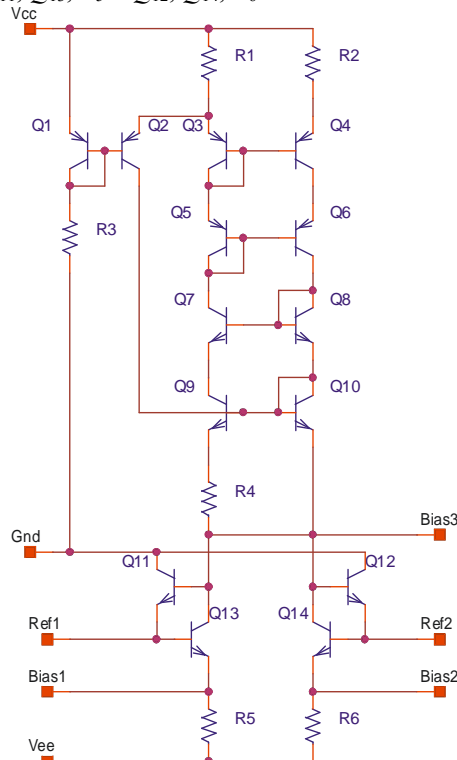


Рисунок 1 – Электрическая схема блока смещения типа *bias*

Величина тока I_{PTAT} описывается соотношением

$$I_{PTAT} = I_{R4} \approx \frac{\varphi_T}{R_4} \ln 4 \approx 400 \text{ мкА},$$

где φ_T - температурный потенциал.

Эмиттерный ток токозадающих транзисторов всех блоков (I_{E22} для *inpstage*) при соединении их узлов *Refc Ref1 (Ref2)* блока *bias* приблизительно будет равен 370 мкА, но может быть уменьшен до 78 мкА при подключении резистора величиной 100 Ом между выводом *bias1 (bias2)* и шиной отрицательного напряжения питания V_{EE} . Следует отметить, что ток I_{PTAT} и, следовательно, эмиттерные токи токозадающих транзисторов всех блоков малочувствительны к изменению напряжения питания (рис. 2).

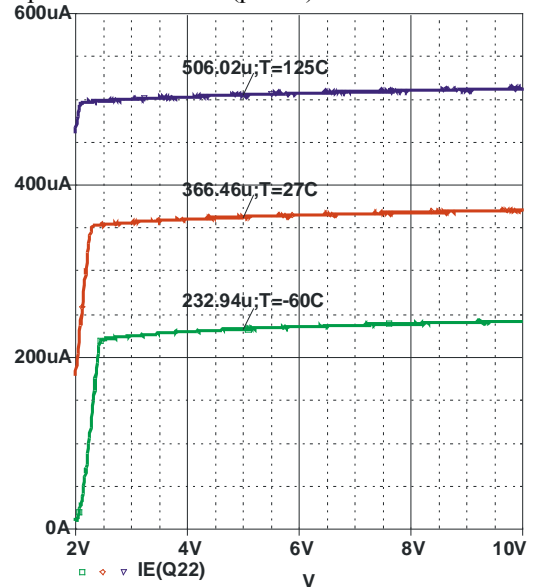


Рисунок 2 – Зависимость эмиттерного тока токозадающего транзистора блока *inpstage* (I_{E22}) от размаха напряжения питания ($V = V_{CC} - V_{EE}$) для разных температур T