

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 628.978+628.938+53.084.853

АВТОНОМНЫЙ СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЙ ПРИБОР С ФУНКЦИЕЙ БЕЛОГО СВЕТА С ВЫСОКИМ ИНДЕКСОМ ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ

© 2021 г. И. Г. Пальчикова^{a,b}, Е. В. Карамшук^a,
Е. С. Смирнов^a, Е. И. Пальчиков^{b,c}, М. С. Самойленко

Поступила в редакцию 12.10.2020 г.

После доработки 23.11.2020 г.

Принята к публикации 30.11.2020 г.

DOI: 10.31857/S0032816221030241

Разработан и испытан экспериментальный образец осветительного прибора “Фотобокс 3138”, который является автономным, портативным, имеет мобильную конструкцию, что допускает его работу не только в лабораторных, но и “полевых” условиях, а также позволяет фотографировать плоские и близкие к плоским объекты размером до 300 × 300 мм с заданным расстоянием до объекта.

На рис. 1а показан внешний вид прибора, а на рис. 1б представлены спектры осветителей. Корпус устройства построен на основе профиля Alumica 30 × 30 мм (ООО “СтройСнабКомплект”, Тверь, Россия) и алюминиевых плоских панелей, вставленных в пазы профиля через уплотнитель.

Источниками света служат светодиоды, расположенные оптимальным образом внутри рабочей камеры. В результате численного моделирования и экспериментальных проверок выбрана схема, в которой каждый одиночный ленточный осветитель, состоящий из набора светодиодов, размещается на оптимальной высоте по периметру на боковых стенках камеры. При размере световой камеры 300 × 300 × 300 мм и расстоянии от ленты осветителя до рабочего поля от 160 до 260 мм неравномерность освещенности на краях поля не превышает 2%.

Конструкция включает белый светодиодный осветитель с цветовой температурой 5000 К (CIE D50) и высоким индексом цветопередачи (CRI 97+) и набор из шести независимо включаемых монохромных светодиодных осветителей в спек-

тральном диапазоне от 365 до 870 нм, спектры которых были представлены на рис. 1б.

В осветителе белого света используются 60 SMD-светодиодов размерами 3 × 3 × 0.65 мм и мощностью до 0.2 Вт (STW9C2PB-S корейской компании Seoul Semiconductor), спектр которых (линия 7 на рис. 1б) не имеет глубокого провала в спектре излучения в области 480 нм, характерного для спектров “теплого” или “холодного” белого света. Это позволяет выполнять с высокой степенью воспроизводимости количественный колориметрический анализ цифровых изображений, полученных в приборе “Фотобокс 3138”.

Для спектрально-зональных съемок в видимом спектральном диапазоне выбраны четыре типа светодиодов, пики излучения которых приходятся на длины волн 458.1, 523.1, 594.1 и 630.6 нм (см. рис. 1б).

Кроме осветителей видимого света добавлены осветители ближнего ультрафиолета с пиком излучения на длине волны 370 нм и инфракрасный — на 850 нм. Спектральные полосы светодиодов — узкие и практически не пересекаются. Это позволяет уверенно разделять спектральные диапазоны при регистрации цифровых снимков. В случае ультрафиолетового (у.ф.) осветителя можно проводить либо фотосъемку в у.ф.-диапазоне, либо люминесцентную фотосъемку, используя соответствующий светофильтр перед объективом камеры.

Применение осветителей семи разных типов потребовало создания автономного источника с семью независимыми, отдельно и однократно калибрующимися, стабильными источниками тока. Каждый из семи осветителей имеет свой независимый тумблер включения-выключения. Таким образом, можно выбирать самые разные схемы освещения, что обеспечивает возможность как спектрально-зонального, так и мультиспектрального анализа цифровых изображений, получаемых в

^aКонструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН, Новосибирск, Россия.

^bНовосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия.

^cИнститут гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск, Россия.

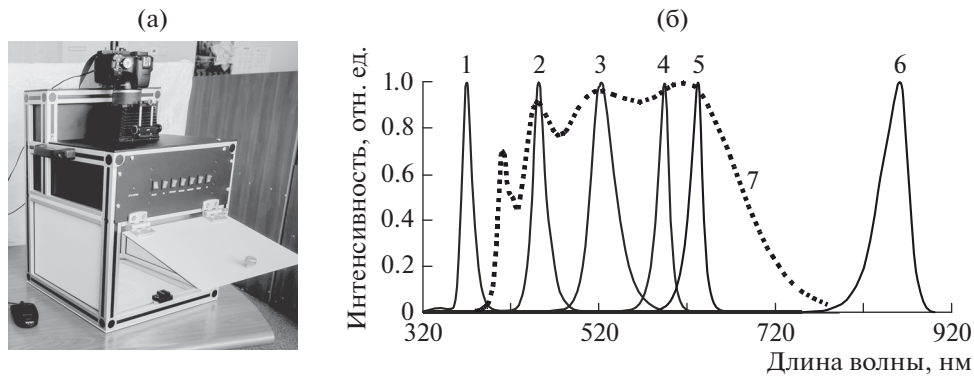


Рис. 1. а – внешний вид прибора “Фотобокс 3138” (одна из стенок рабочей камеры сделана откидной – для простоты работы с объектом фотосъемки; сверху расположен штативный адаптер Base 75 для крепления фотокамеры, по бокам корпуса расположены ручки для переноски и для позиционирования камеры при измерениях); б – спектральные характеристики осветителей. 1–7 – номера спектральных линий: 1 – осветителя у.ф.-диапазона (светодиоды SST-10-UV-A130-E365), 2 – синего осветителя (ХРЕВRY-L1-0000-00K02), 3 – зеленого (ХРЕВGR-L1-0000-00C03), 4 – желтого (ХРЕВАМ-L1-0000-00802СТ), 5 – красного (ХРЕВRD-L1-0000-00502СТ), 6 – осветителя инфракрасного диапазона (SST-10-IR-B130-K850), 7 – белого света (STW9C2PB-S).

приборе “Фотобокс 3138”. Встроенный аккумулятор позволяет работать автономно в течение 10 ч. Кроме того, прибор содержит сетевой блок питания и встроенный контроллер зарядки аккумулятора, что обуславливает его многофункциональность.

Внутренние стенки камеры могут быть черными, что реализует тип освещенности МКО “45/0”, либо – белыми для типа освещенности МКО “дифф./0”.

По цифровым снимкам образца белого рассчитывались цветовые координаты осветителей. Расположение осветителей на диаграмме цветности CIE1931 xu показано на рис. 2.

Осветительный прибор “Фотобокс 3138” имеет повторяемые в течение длительного срока эксплуатации характеристики освещенности, мгновенный выход на рабочий режим и следующие конструктивные характеристики: внешние габариты $446 \times 362 \times 630.5$ мм, вес с фотокамерой не более 16.5 кг, рабочее поле 300×300 мм, падение освещенности на краях рабочего поля – в пределах 2%.

Спектральные характеристики осветителей позволяют использовать устройство для получения цифровых фотографий объектов, пригодных для колориметрического, спектрального и мультиспектрального анализа.

Экспериментальный образец осветительного прибора “Фотобокс 3138” был успешно апробирован [2] в Волгоградской академии МВД РФ при проведении колориметрического и мультиспектрального анализа фотографии мишеней и определения количественной цветовой разницы штрихов надписей на документах, выполненных различными красящими веществами, а также надписей, залитых краской.

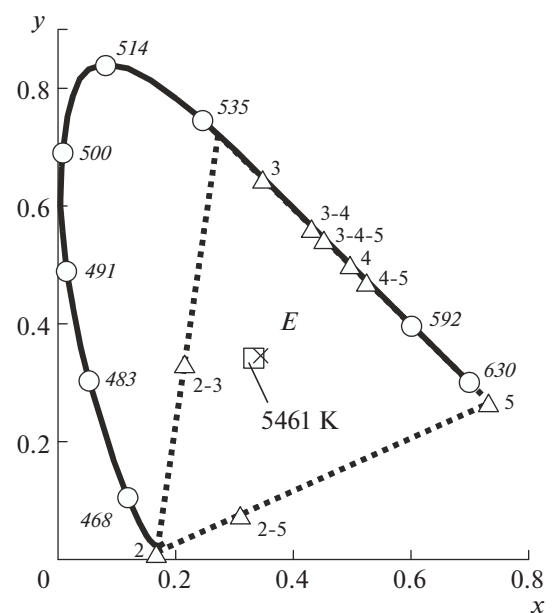


Рис. 2. Расположение осветителей на диаграмме цветности CIE1931 xu обозначенных треугольными маркерами. Нумерация маркеров соответствует нумерации спектральных линий на рис. 1б. Маркеры цветовых координат, полученные при использовании нескольких осветителей, помечены номерами соответствующих осветителей через дефис. Доминирующие длины волн нанесены на locus круглыми маркерами, их значения выделены курсивом. Положение точки равноэнергетического источника обозначено литерой *E*, а квадратным маркером – точка, лежащая на локусе Планка и наиболее близкая к точке *E*, она подписана значением температуры абсолютно черного тела в градусах Кельвина. По осям указаны значения безразмерных координат xu .

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-08-00874а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Карамшук Е.В.* // Сб. материалов Национальной конференции с международным участием “Сиб Оптика-2019”. Новосибирск: СГУГиТ. 2019. Т. 8. С. 286. doi 2618-981X-2019-8-286-291
2. *Пальчикова И.Г., Смирнов Е.С., Барина О.А., Латышов И.В., Васильев В.А., Кондаков А.В.* // Компьютерная оптика. 2020. Вып. 44. № 4. С. 606. <https://doi.org/10.18287/2412-6179-CO-631>

Адрес для справок: Россия, 630058, Новосибирск, ул. Русская, 41, Конструкторско-технологический институт научного приборостроения СО РАН. E-mail: Palchikova@gmail.com