

В. В. Волхонский

V. V. Volkhonsky

volkhonski@itmo.ru

М. И. Попов

M. I. Popov

topik2122@mail.ru

А. В. Прилепская

A. V. Prilepskaya

prilepskaya1997@mail.ru

Ю. Ю. Смирнов

Y. Y. Smirnov

yuri.smirnov@itmo.ru

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург
St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
St. Petersburg

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ
АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА
INVESTIGATION OF THE CHARACTERISTICS OF LED SOURCES TO ANALYZE THE
SAFETY OF THEIR USE FOR HUMANS**

Аннотация: в работе приведены результаты измерений характеристик светодиодов и светодиодных ламп, оценена безопасность их использования с точки зрения влияния их излучения на человека.

Abstract: the paper presents the results of measurements of the characteristics of LEDs and LED lamps, assesses the safety of their use in terms of the effect of their radiation on humans.

Ключевые слова: колориметрия, фотометрия, светодиоды, светодиодные лампы, спектр, безопасность.

Keywords: colorimetry, photometry, leds, led lamps, spectrum, safety.

В настоящее время популярность светодиодных источников продолжает расти, все большее количество организаций переходит на светодиодные источники. В последние годы набрали популярность и различные источники света на основе светодиодов, такие как светодиодные лампы и светодиодные ленты и т.д. Представляет интерес развитие методов и средств контроля светодиодных источников излучения, анализ характеристик источников с точки зрения безопасности их применения для человека. Нашей задачей было исследовать фотометрические и колориметрические характеристики выборки светодиодных ламп и светодиодов и проанализировать их. Для исследования мы выбрали лампы, перечень которых приведен в таблице 1.

Таблица 1. Список светодиодных ламп

Компания	Цвет светодиодной лампы	λ , нм
Navigator 12 Вт	Белый теплый	380–760
Navigator 12 Вт 2-й образец	Белый холодный	380–760
Osram 10.5 Вт	Белый теплый	380–760

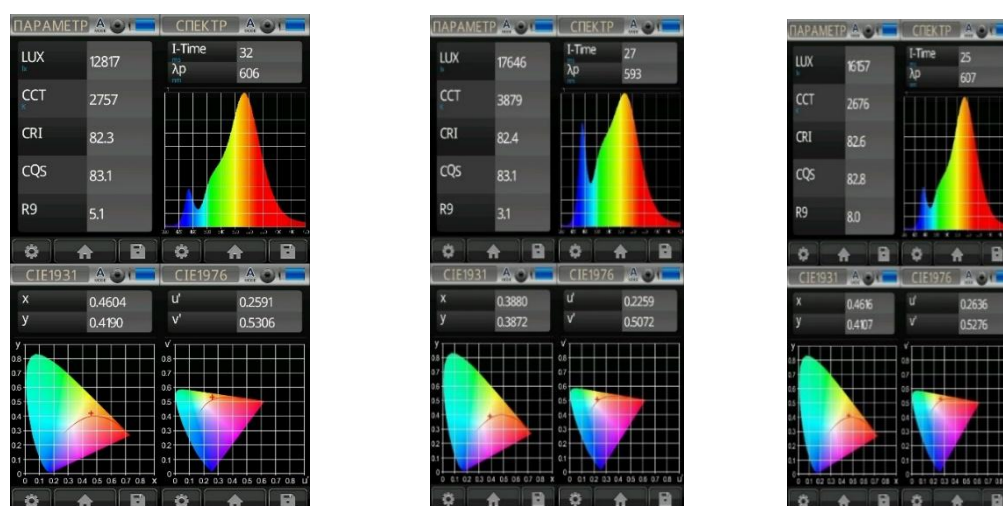
Для измерения мы использовали яркомер Konika Minolta LS110 [3] и колориметр Колориметр Uprtek MK350S [2].

Результаты измерения яркости при помощи Konika Minolta на измерительном стенде приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерений яркости светодиодных ламп

Компания	Цвет светодиодной лампы	Яркость cd/m ²	Яркость cd/m ²	Яркость cd/m ²	Яркость среднее значение, cd/m ²
Navigator 12 Вт	Белый теплый	5321	5293	5303	5305,67
Navigator 12 Вт 2-й образец	Белый холодный	5451	5516	5468	5478,33
Osram 10.5 Вт	Белый теплый	5966	5933	5951	5950,00

Результаты измерения колориметрических характеристик приведены на рисунке 1.



(а)

(б)

(в)

Рис.1. Координаты цветности светодиодных ламп (а) – Navigator лампа, (б) – Navigator лампа 2-й образец, (в) – OSRAM лампа

Список светодиодов и результаты измерения яркости светодиодов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты измерения яркости светодиодов

Компания	Цвет светодиода	λ , нм	Яркость cd/m ²	Яркость cd/m ²	Яркость cd/m ²	Яркость среднее значение, cd/m ²
Betlux BL-L502URC	Красный	660	141,2	140,10	145,9	142,40
Betlux BL-L502UYC	Жёлтый	590	126,8	131,4	123,6	127,27
Betlux BL-L502UBC	Синий	470	147	146,8	147,8	147,20
Foryard FYL-5013URC	Красный	660	97,2	96,35	96,22	96,59
Foryard FYL-5013UWC/P (FYL-5013WC)	Белый	380–760	151,8	145,2	151	149,33
Foryard FYL-5013UBC	Синий	470	157,1	145,4	155,2	152,57
Foryard FYL-5013UYC	Жёлтый	590	129,8	133,4	130,3	131,17
Планета АЛ307ЛМ	Красный	655	125,1	125,9	125,8	125,60
Протон КИПД40С20-Ж-П7	Жёлтый	590	124,9	122,5	120,7	122,70
Протон КИПД85Ф20-К4-П	Красный	630	123,9	122,5	124,8	123,73
Cree C503D-WAN-CCBEB232	Синий	46 5	152,9	147,1	145,1	148,37
Cree C566C-GFS-CV0Z0792	Белый	380–760	117,7	118,4	116,9	117,67

Результаты измерения длины волны светодиодов с оценкой расхождения измеренного значения с паспортными данными приведены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты измерения длины волны светодиодов и отличие измеренного значения от референтного

Компания	Цвет светодиода	λ реф, нм	Длина волны изм, нм	Длина волны изм, нм	Длина волны изм, нм	Длина волны изм, среднее значение нм	Сравнение с λ реф, %
Betlux BL-L502URC	Красный	660	629	629	629	629,00	4,70
Betlux BL-L502UYC	Жёлтый	590	589	589	589	589,00	0,17
Betlux BL-L502UBC	Синий	470	460	460	460	460,00	2,13

Foryard FYL-5013URC	Красный	660	629	629	629	629,00	4,70
Foryard FYL-5013UWC/P (FYL-5013WC)	Белый	380–760	451	449	449	449,67	
Foryard FYL-5013UBC	Синий	470	459	459	459	459,00	2,34
Foryard FYL-5013UYC	Жёлтый	590	588	588	589	588,33	0,28
Планета АЛ307ЛМ	Красный	655	663	663	663	663,00	1,21
Протон КИПД40С20-Ж-П7	Жёлтый	590	589	589	589	589,00	0,17
Протон КИПД85Ф20-К4-П	Красный	630	636	636	637	636,33	1,00
Cree C503D-WAN-CCBEВ232	Синий	465	467	467	467	467,00	0,43
Cree C566C-GFS-CV0Z0792	Белый	380–760	446	446	446	446,00	

По результатам предыдущих исследований учеными было установлено, что вред человеку наносят синие и фиолетовые коротковолновые составляющие спектра, кроме того, мерцание источников отрицательно влияют на нервную систему человека [3]. Также стоит учитывать качество изготовления источников, соответствие их характеристик тем, которые указывают производители, поскольку при значительном отклонении от паспортных значений внедрение источников в составе световых систем приведет к тому, что конкретные светодиоды световых систем будут слишком яркими или могут давать синюю составляющую свечения, почти не заметную на фоне других источников излучения в световой системе.

Рассмотренные нами источники представляют подборку производимых и широко продаваемых в настоящее время светодиодных источников. Анализируя результаты измерений светодиодных ламп отмечаем, что яркость светодиодных ламп соответствует паспортным значениям, также отмечаем наличие в спектре второго образца лампы Navigator 12 Вт интенсивной синей составляющей. Анализ результатов измерений характеристик светодиодов говорит нам о том, что качество производства светодиодов за последние годы улучшилось, яркость светодиодов в целом соответствует паспортным значениям, отличие по длине волны светодиодов от паспортных значений также не значительное, по результатам анализа не приведенных в данной работе, но также измеренных спектров светодиодов обнаружено наличие интенсивного синего спектрального компонента излучения в спектрах

образцов желтого светодиода Vetlux. Таким образом, применять данный светодиод стоит с осторожностью.

По результатам измерений можем сделать вывод о необходимости выборочного контроля параметров светодиодных источников перед их применением в составе световых систем.

Список литературы

1. Чем опасны светодиодные лампы для здоровья человека и окружающей среды. URL: <https://elektrik-sam.ru/osveschenie/4148-chem-opasny-svetodiodnye-lampy-dlja-zdorovja-cheloveka-i-okruzhajuschej-sredy.html#opasnost-svetodiodnogo-osveshheniya> (дата обращения: 15.05.2022).
2. Яркометр LS-110 (Konica Minolta). URL: https://www.moslabo.ru/production/obshelab/obshelab_bleskometr/yarkomer-ls-110-konica-minolta (дата обращения: 15.05.2022).
3. МК350S Premium. URL: https://smart-systems.su/ru/catalog/uprtek/spectrometers/series_mk/mk350s_premium (дата обращения: 15.05.2022).