

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ МОЩНЫХ СВЕТОДИОДОВ

Бендеберя Г.Н., Бондаренко И.Н., Маковская Е.Г.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Харьков, пр. Ленина, 14, 61166, Украина
тел.:(057) 702-13-62, e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

In this work the temperature dependence of intensity and power LEDs spectrum for development of controlled radiation sources had investigated. Possibility of effective control of the irradiation red LEDs spectrum had demonstrated. This fact is helpful for filling of long wave part of visible range of light sources.

Введение. Светодиоды в качестве источников излучения, наряду с высокой энергоэффективностью обладают большим сроком эксплуатации (до 50 тыс. часов), незначительным тепловыделением, экологической безопасностью, изготавливаются практически с любой длиной волны излучения в диапазоне от ультрафиолета до ближнего ИК. Установленные в осветительных приборах современные мощные светодиоды позволяют получать световую отдачу до 160 лм/Вт в реальных условиях эксплуатации, которые определяются температурным режимом кристалла. Для конструирования источников света и проектирования осветительных установок необходимо знать световой поток и световую отдачу применяемого источника света. В фирменных спецификациях мощных светодиодов эти важнейшие параметры приводятся обычно после измерений в условиях, значительно отличающихся от реальных.

Целью работы является исследование температурных зависимостей относительной интенсивности излучения и спектрального максимума излучения для группы мощных светодиодов для учета реальных температурных режимов эксплуатации их при конструировании различных источников излучения.

Экспериментальные исследования. В работе исследовались мощные светодиоды с прямым током до 1,5А которые предполагается использовать в источниках излучения с регулируемым спектром для тестирования фотоэлектрических приемников излучения (таблица 1).

Таблица 1—Исследуемые светодиоды

№ п/п	Тип светодиода	Цвет λ_{\max} , нм (20°C)	Фирма-изготовитель
1	C35L-U-A U70	Фиолетовый, 410	Semileds
2	C35L-DN-A	Синий, 445	Semileds
3	C35L-DN-A	Циан, 505	Semileds
4	XPEGRN-L1_0000-00C01	Зеленый, 535	Cree
5	XPEAMB-L1_0000-00501	Оранжевый, 585	Cree
6	XPERED-L1_000000701	Красный, 625	Cree
7	LMCPDP-253T-1	Гиперкрасный, 660	OSRAM
8	LCWCR7PEC	Белый теплый	OSRAM

Для исследования температурной зависимости характеристик излучения светодиодов они монтировались в термостате, задающем температуру кристалла. Прямой ток через диод поддерживался минимальным (~20 мА) с тем, чтобы он не оказывал существенного влияния на температуру кристалла. Схема измерения, приведенная на рисунке 1, включает в себя: термостат с источником питания (ИП) ТЕС 14, ИП светодиода с балластным сопротивлением (РБ) и мультиметром, контролирующим ток через него. Излучение светодиода вводилось в оптоволокно, соединенное с входом USB

спектрофотометра LR1. Температура кристаллодержателя светодиода контролировалась термопарой мультиметра DT 9207.

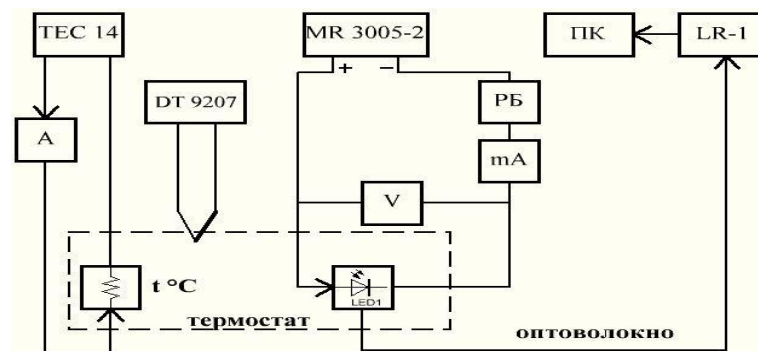


Рисунок 1 - Схема исследования температурных зависимостей характеристик излучения светодиода

В ходе экспериментов исследовались температурные зависимости спектра и интенсивности излучения, а также прямого падения напряжения на р-п переходах диодов. Температурные зависимости спектральных характеристик излучения, характерные для трех материалов излучающих структур в синей, зеленой и красной областях спектра, приведены на рисунке 2а,б,в. Нормировка характеристик проводилась к максимальному значению интенсивности при температуре 25 С.

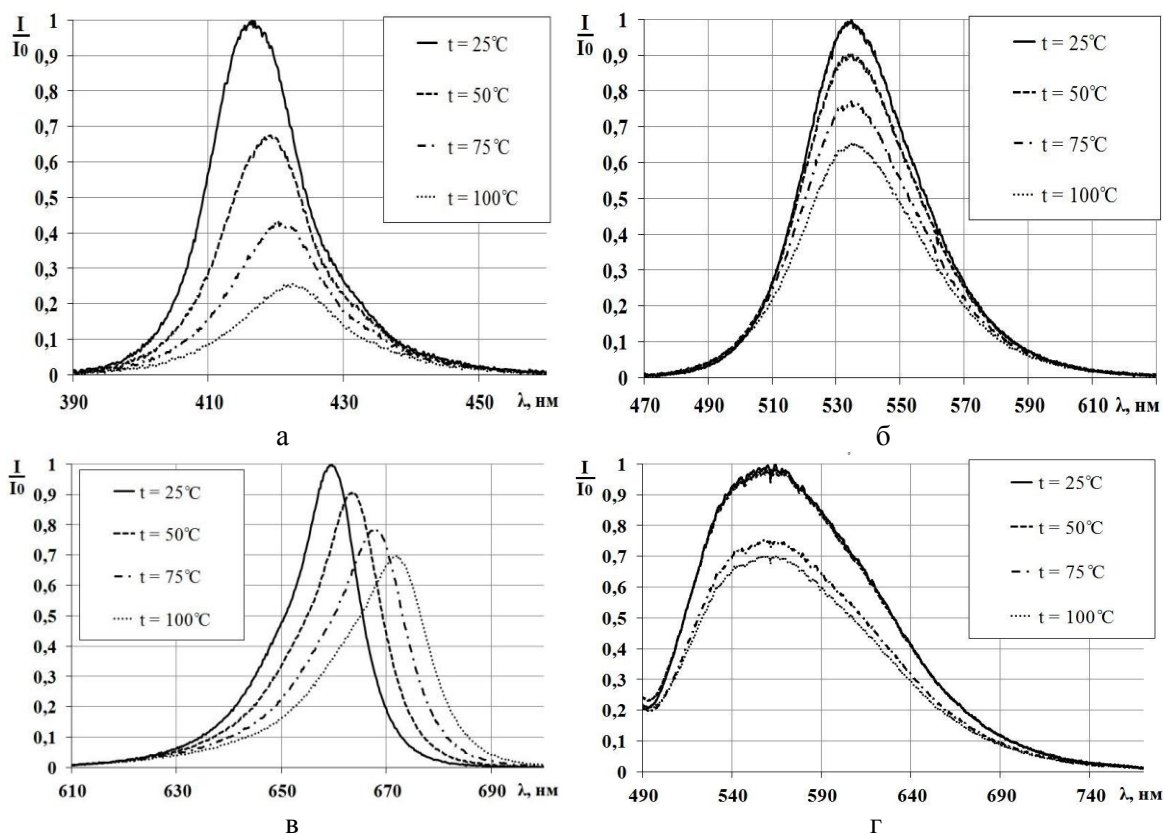


Рисунок 2 – Нормированные спектральные характеристики излучения при различных температурах для светодиодов: а – фиолетового; б-зеленого; в-гиперкрасного; г- белого (длинноволновая часть)

Для диода белого свечения исследовались температурные зависимости для двух частей спектра отдельно: для излучения в синей части спектра, вызывающего свечение люминофора и для свечения люминофора в красной части спектра, приведенные на рисунке 2г.

Для сравнения крутизны зависимости интенсивности и длины волны излучения от температуры по результатам проведенных измерений были построены зависимости нормированных интенсивностей излучения (рисунок 3) и зависимости смещения длины волны излучения исследуемых светодиодов от температуры (рисунок 4).

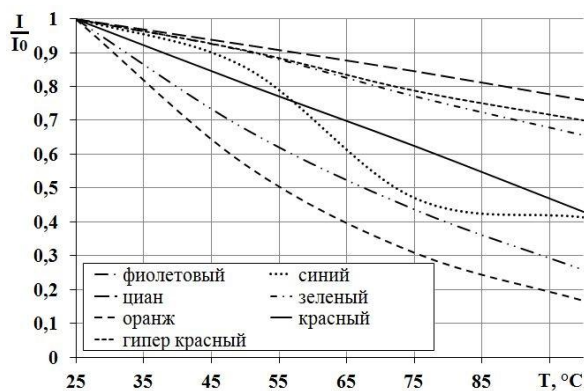


Рисунок 3 – Зависимости нормированной интенсивности излучения исследуемых светодиодов от температуры

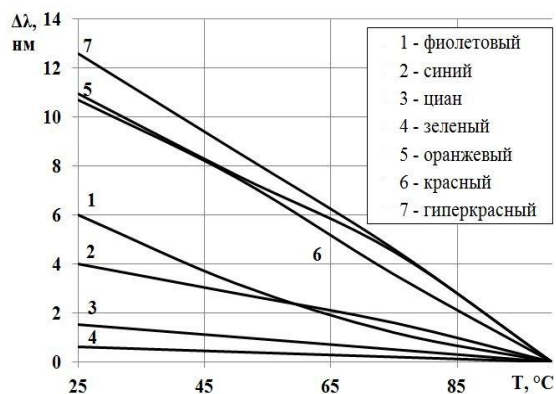


Рисунок 4 – Зависимости смещения длины волны излучения исследуемых светодиодов от температуры

Сложный характер кривых на графиках для некоторых светодиодов можно пояснить тем, что кроме фундаментальных причин, определяющих характеристики излучения кристалла светодиода, существуют внешние причины, связанные с конструкцией светодиода, которая помимо собственно излучающего кристалла включает в себя подложку, часто с ограниченной теплопроводностью, и адгезивный слой между кристаллом и подложкодержателем, поведение которых при изменении температуры вносит свои особенности в общую зависимость.

Для светодиода белого свечения нормирование проводилось отдельно для коротковолновой области спектра излучения и длинноволновой области (излучение люминофора) которая приведена на рисунке 5. Спектральная характеристика белого светодиода показывает слабую зависимость длины волны от температуры. Для изучения температурной зависимости интенсивности излучения люминофора в серии экспериментов интенсивность излучения коротковолновой части спектра поддерживалась на постоянном уровне (как при $t=25^{\circ}\text{C}$) увеличением прямого тока через светодиод. Таким образом, интенсивность излучения люминофора не зависела от интенсивности возбуждающего коротковолнового излучения. Полученная зависимость интенсивности излучения люминофора от температуры приведена на рисунке 6 и показывает существенную температурную зависимость (7% в диапазоне температур $25...100^{\circ}\text{C}$), что следует учитывать при проектировании осветительных систем с использованием белых светодиодов.

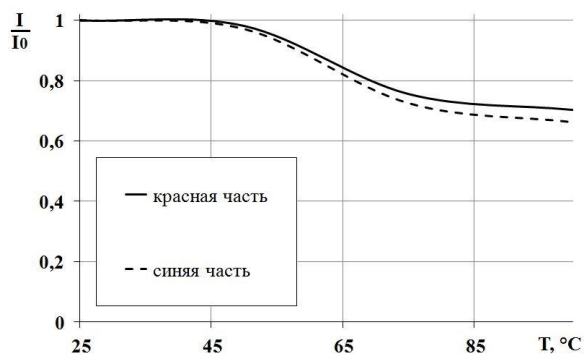


Рисунок 5 — Зависимость нормированных интенсивностей в коротковолновой и длинноволновой областях излучения белого светодиода от температуры

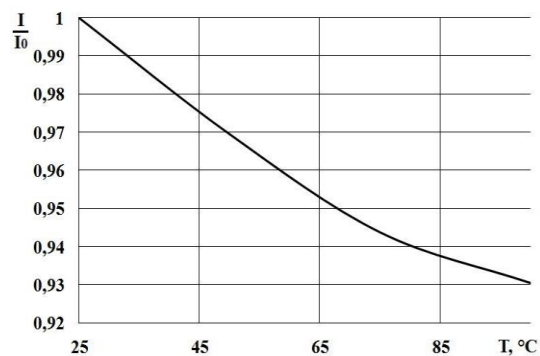


Рисунок 6 — Зависимость интенсивностей излучения люминофора от температуры

Выводы. Установлено, что минимальное изменение мощности излучения и сдвиг λ_{\max} в одинаковом диапазоне изменения температуры и в одной точке ВАХ наблюдается у светодиодов зеленого, синего цвета а также белого, использующего люминесценцию синего излучателя, а максимальное — у светодиодов красного свечения, изготовленных на основе более узкозонных материалов. Последнее обстоятельство возможно использовать для увеличения заполнения спектральной характеристики излучателя, применив в нем одинаковые светодиоды красного свечения и поддерживая в каждом из них различные температуры кристалла.

Список литературы:

1. Шуберт Ф Светодиоды/Пер. с Англ. А.Э. Юнановича. — 2-е изд. — М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008. —496 с. — ISBN 978-5-9221-0851-5.
2. Температура в жизни и работе светодиодов. Часть 1. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://www.kit-e.ru/articles/led/2005_9_48 - 2005г. - №9- загл. с экрана.