

Физико-математическое моделирование процессов распространения излучения в светодиодах

Титова А. А.

Научный руководитель: Удальцов В. Е, к.ф.-м.н., доц.

*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
173003, Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д 41,
тел. (8162) 62-27-97), e-mail: ualek@list.ru*

Качественное изображение информации в значительной степени определяется диаграммой направленности излучения, вид которой определяется в первую очередь параметрами корпуса. Изменяя конструкцию корпуса можно получить диаграммы направленности полушириной 8 до 20 и более градусов.

В основу математической модели для расчета диаграммы направленности положены законы геометрической оптики, а именно, законы отражения и преломления света, закон поглощения и формулы Френеля для расчета изменения интенсивности при отражении света от диэлектрических поверхностей. Параметры корпуса много больше длины волны света и явления интерференции и дифракции можно не учитывать. Следует заранее отметить, что при распространении света на прозрачных поверхностях корпуса наблюдается явление полного внутреннего отражения. Этот эффект приводит к возникновению дополнительных максимумов на диаграмме направленности.

Результаты численного расчета и экспериментальных измерений для светодиода типа КИПД21Д-Е представлены на рис. 1.

Как следует из рис. 1, наблюдается очень хорошее соответствие результатов численного расчета и экспериментальных измерений, что позволяет сделать вывод о хорошей адекватности модели реальной структуре. На диаграмме направленности, представленной на рис. 1 хорошо заметны два дополнительных максимума, соответствующие углам примерно 35 и 80 градусов.

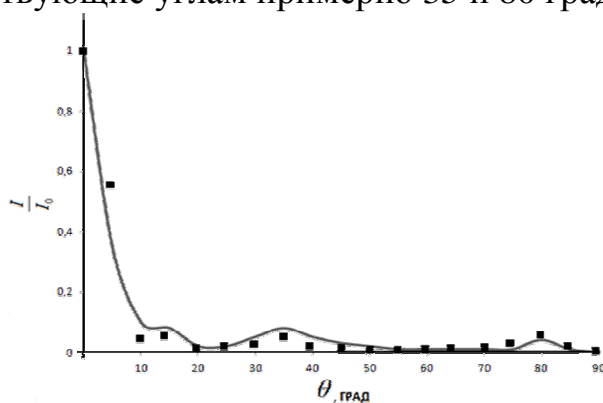


Рис. 1 – Зависимость интенсивность излучения от угла для светодиода типа КИПД21Д-Е.
Сплошная линия - численный расчет, точки – эксперимент

Изменяя размеры конструкции светодиода, можно определить, с чем связаны эти дополнительные максимумы и получить требуемую диаграмму направленности. На рис. 3 и 4 показаны рассчитанные диаграммы направленности для разных параметров конструкции светодиода.

Все диаграммы имеют два характерных пика интенсивности излучения в районе углов 0° и 40° . Пик интенсивности излучения в районе 0° обусловлен выходом лучей из корпуса без отражения от каких-либо поверхностей. Затем наблюдается спад интенсивности за счет отражения от верхней сферической части корпуса и конической поверхности. После того, как угол падения луча на поверхность достигнет угла полного внутреннего отражения, наблюдается минимум, а затем наблюдается второй пик интенсивности за счет выхода преломленных лучей через коническую поверхность. На величину и положение второго пика существенное влияние оказывают как высота колбы, так и параметры отражателя. Как следует из рис. 2, с уменьшением высоты колбы положение второго максимума смещается в область более малых углов, при этом его величина сначала возрастает, а затем уменьшается. Как следует из рис. 3, с увеличением высоты отражателя положение второго максимума не изменяется, зато заметно изменяется его интенсивность. При уменьшении угла наклона отражателя (рис. 3) положение второго максимума не меняется, зато несколько уменьшается его интенсивность. При отсутствии отражателя второй пик интенсивности перемещается в область более малых углов и диаграмма направленности становится более широкой.

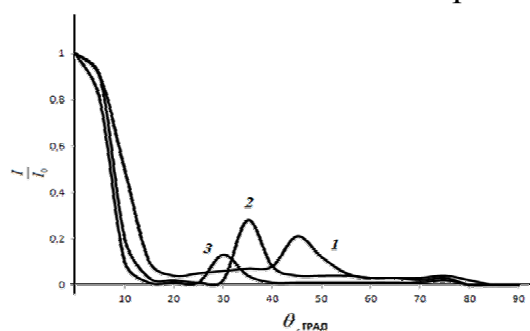


Рис. 2 – Диаграмма направленности для различных размеров колбы светодиода. Высота конической поверхности колбы
1 – 9 мм, 2 – 8 мм, 3 – 7 мм.

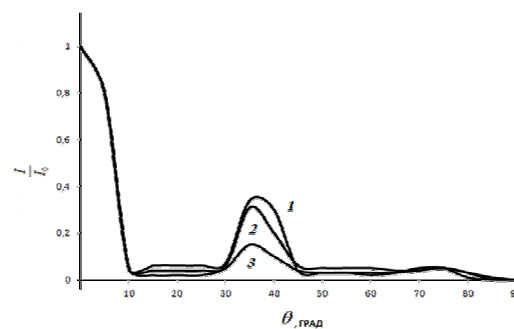


Рис 3 – Диаграмма направленности для различных углов наклона отражателя α . Угол наклона 1 – 50° , 2 – 45° , 3 – 40° .