

# Светодиодные белые излучатели кругового действия для сигнальных огней судов и навигационных знаков водных путей

Н.А. ГАЛЬЧИНА, А.Л. ГОФШТЕЙН-ГАРДТ, Л.М. КОГАН<sup>1</sup>, А.А. КОЛЕСНИКОВ, Н.П. СОЩИН, Б.К. ФЛЕГОНТОВ

ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ», ОАО «ОПТРОН» и ФБУ ВПО «Московская государственная академия водного транспорта», Москва; ООО «НПК «Люминофор», Фрязино, Московская область

## Аннотация

Разработаны светодиодные белые излучатели кругового действия для сигнальных огней судов и навигационных знаков водных путей. Описано устройство излучателей и приведены их основные параметры: сила света в горизонтальной плоскости – (95–120) кд (без использования линзы Френеля) и угол излучения в вертикальной плоскости – порядка 40°, что обеспечивает видимость огней при качке судов или навигационных знаков до 10 км.

**Ключевые слова:** светодиод, светодиодный излучатель, сила света, коррелированная цветовая температура, угол излучения, индикатриса излучения, линза.

С целью повышения безопасности судоходства целесообразно оборудование судов и навигационных знаков ограждения водных путей сигнальными огнями повышенной заметности на основе энергосберегающих СД-излучателей.

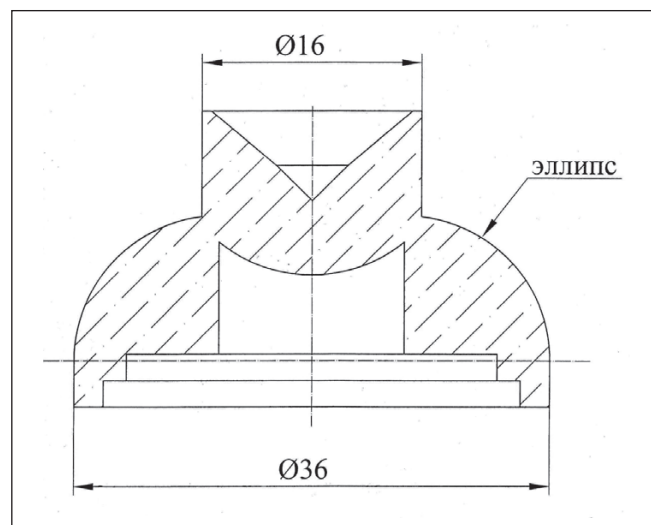
Для световой сигнализации на судах необходимы 3 вида белых огней: топовый, кормовой и круговой<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> E-mail: levkogan@mail.ru

<sup>2</sup> Топовый огонь – белый огонь, расположенный в диаметральной плоскости судна, излучающий непрерывный свет по дуге горизонта в 225° и расположенный так, чтобы этот свет был виден с направления прямо по носу судна до 22,5° позади траверза каждого борта. Кормовой огонь – белый огонь, расположенный в кормовой части судна, излучающий непрерывный свет по дуге горизонта в 135° и расположенный так, чтобы этот свет был виден с направления прямо по корме до 67,5° с каждого борта. Круговой огонь – белый огонь, дающий непрерывный свет по дуге горизонта в 360°.

СД-излучатель для них должен иметь определённую круговую индикатрису излучения. Для её получения авторами разработан специальный прозрачный полимерный корпус (рис. 1) [1]. Его нижняя часть (показатель преломления  $n = 1,5–1,6$ ) выполнена в виде эллипсоида, большая ось которого расположена в горизонтальной плоскости излучателя, проходящей че-

Рис. 1. Полимерный корпус излучателя



рез светящую поверхность люминофора, эксцентриситет эллипсоида равен 0,50–0,55, а центр смещён от центра излучателя на 0,35–0,4 длины его большой полуоси. Данная часть корпуса имеет центральный цилиндрический вырез, заканчивающийся сферической поверхностью, выпуклой в сторону люминофора.

Верхняя часть корпуса выполнена в виде цилиндра со встроенным коническим отражателем. Диаметр цилиндра равен 0,44–0,48 диаметра нижней части корпуса, а диаметр цилиндрического выреза в нижней части корпуса равен 0,8–0,9 диаметра верхней цилиндрической части.

Для создания белого СД использованы голубые кристаллы (из ге-

тероструктуры  $InGaAlN$ ) размером 1,52×1,52 мм производства фирмы *SemiLEDs*.

СД выполнялись на печатной плате с металлической основой и содержали 4 последовательно соединённых кристалла. Светообразующий узел СД содержит керамический отражатель, силикон с  $n = 1,53–1,54$  и удалённый от кристаллов люминофор [2]. Люминофор выполнен на основе алюмо-итриевого граната [3].

СД-излучатель для судовых огней (тип У-217Бл) (рис. 2) содержит радиатор для отвода тепла и характеризуется следующими параметрами:

- прямой ток – 700 мА, входное напряжение – (12,5–13,0) В, потребляемая электрическая мощность – 9 Вт;
- коррелированная цветовая температура (КЦТ) – 4000–5000 К; координаты цветности  $x$  и  $y$  – 0,37–0,38 и 0,43–0,44 соответственно;



Рис. 2. Внешний вид излучателя типа У-217Бл (для судовых огней)

Рис. 3. Излучатель типа У-217Бл: зависимость силы света  $I_v$  и прямого напряжения  $U_f$  от прямого тока  $I_f$

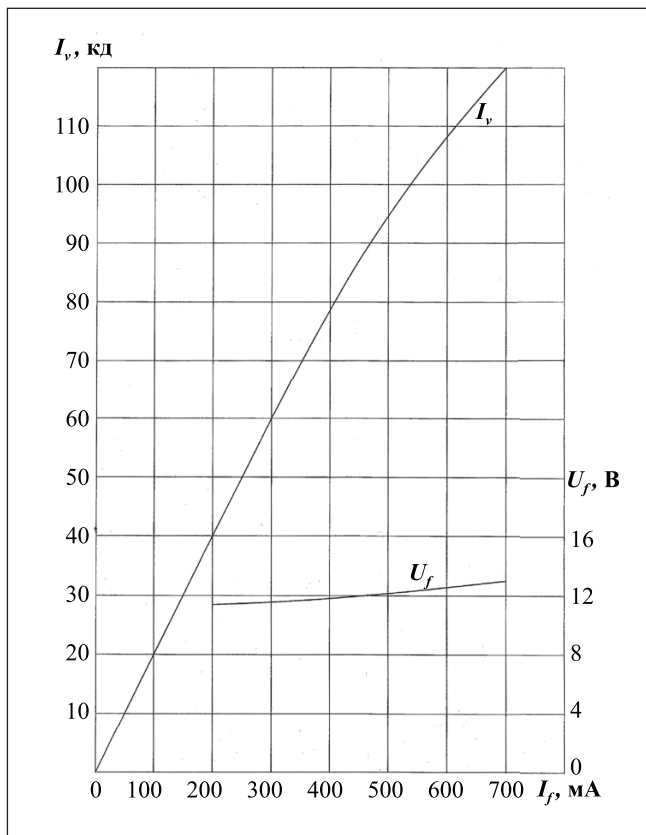
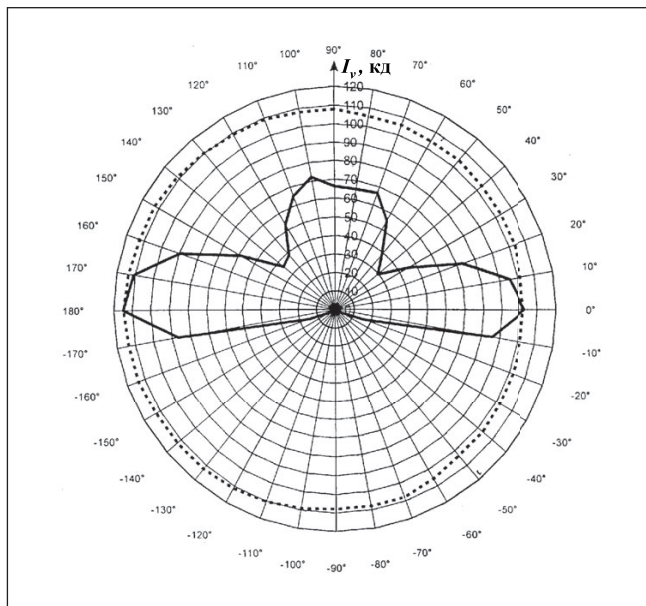


Рис. 4. Индикатриса излучения излучателя типа У-217Бл в горизонтальной плоскости при рабочем прямом токе



– максимальная сила света в горизонтальной плоскости  $I_v$  – (95–120) кд (без линзы Френеля);

– углы излучения в горизонтальной и вертикальной плоскостях – 360° и около 40° соответственно.

Излучатель типа У-217Бл используется без дополнительной цилиндрической линзы Френеля и защищён от внешних воздействий светопрозрачным колпаком в конструкции огня.

Зависимость  $I_v$  от прямого тока  $I_f$  близка к линейной, и обычно достигает 102–115 кд (рис. 3 и 4). При этом вышеуказанный угол излучения в вертикальной плоскости позволяет поддерживать видимость огня при качке судна, и дальность видимости огня при прозрачности атмосферы 0,84 превышает 10 км.

Разработан также белый СД-излучатель кругового действия (тип У-244Бл) для использования в на-



Рис. 5. Внешний вид излучателя типа У-244Бл (для огней навигационных знаков водохранилищ и озёр)

вигационных знаках на водохранилищах и озёрах (рис. 5). Для создания СД также использовались голубые кристаллы (из гетероструктуры  $InGaAlN$ ). СД изготавливались как и в предыдущем случае, но содержат лишь 2 последовательно соединённых кристалла.

При этом индикатриса излучения качественно аналогична приведённой на рис. 4.

Излучатель используется без дополнительной цилиндрической линзы Френеля, но со светопрозрачным защитным колпаком.

Рабочие параметры излучателя типа У-244Бл: прямое напряжение – 6 В;  $I_f$  – 500 мА;  $I_v$  – (50–55) кд; КЦТ – (4000–5000) К; дальность видимости огня (при прозрачности атмосферы 0,84) – 8 км; угол излучения в вертикальной плоскости – порядка 40° (что обеспечивает видимость огня на водохранилищах и озёрах при качке навигационных знаков).

Разработаны также красный и зелёный СД-излучатели (типы У-244Б и У-244И).

Авторы выражают благодарность И.Т. Рассохину за помощь в работе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коган Л.М., Гофштейн-Гардт А.Л., Рассохин И.Т., Флегонтов Б.К. Энергосберегающий светодиодный излучатель для круговых сигнальных огней / Патент России № 100303, 10.12.2010. Бюл. № 34.
2. Коган Л.М., Гальчина Н.А. Конструкция светодиода с люминофором / Патент России № 2416841, 20.04.2011. Бюл. № 11.

З. Гофштейн-Гардт А.Л., Коган Л.М.,  
Рассохин И.Т., Социн Н.П., Туркин А.Н.  
Мощные белые светодиоды и модули со световым потоком до 1500 лм // Светотехника.— 2014.— № 3. — С. 30–32.



**Гальчина Нина Алексеевна,**  
инженер. Окончила МЭИ в 1971 г.  
Инженер-технолог ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»



**Гофштейн-Гардт Алексей Леонидович,**  
инженер. Окончил в 1965 г. МИЭМ.  
Главный технолог ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»



**Коган Лев Моисеевич,**  
доктор техн. наук. Действительный член Международной академии информатики. Окончил в 1956 г. МЭИ. Научный руководитель ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»



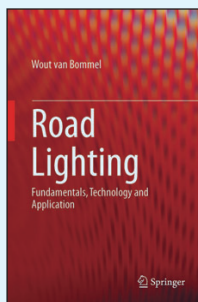
**Колесников Александр Алексеевич,**  
инженер. Окончил в 1971 г. МИФИ.  
Главный метролог, начальник отдела ОАО «Оптрон»



**Социн Наум Петрович,**  
кандидат хим. наук. Окончил физико-химический факультет МХТИ им. Д.И. Менделеева. Начальник лаборатории ФГУП «НИИ «Платан»

**Флегонтов Борис Кузьмич,** инженер. Окончил в 1965 г. Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала С.О. Макарова. Зав. лабораторией безопасности судоходства ФБУ ВПО «Московская государственная академия водного транспорта»

## НОВЫЕ КНИГИ



### Road Lighting Fundamentals, Technology and Application Wout van Bommel

Написанная известным авторитетом в области дорожного освещения, бывшим президентом МКО (2003–2007 гг.) В. Ван Боммелем, книга («Дорожное освещение. Теоретические основы, технические решения и применение»), вышедшая в 2015 г. в издательстве «Шпрингер», излагает основные принципы, на которых базируется современное дорожное освещение, и знакомит читателей с тем, как их следует применять на практике.

Книга предлагает новый подход к предмету, соответствующий прогрессу техники дорожного освещения, с учётом развития осветительного оборудования (в том числе светодиодных источников света), и разделена на три части.

Часть 1 касается освещения дорог общего пользования (содержит 14 глав). Обсуждаются вопросы зрительной работоспособности и комфорта (включая проявления сумеречного зрения и старения), а также международные стандарты и рекомендации по дорожному освещению. Рассматривается осветительное оборудование, а именно лампы и светильники, с точки зрения его практических свойств и особенностей, а также – дорожные покрытия и их характеристики. Глава по проектированию освещения связывает теорию с практикой, давая необходимое знание для проектирования эффек-

тивного дорожного освещения с учётом аспектов устойчивого развития. Последняя глава части 1 посвящена правилам расчёта освещения и вопросам измерений.

Тема части 2 – световое загрязнение (4 главы). Описаны негативные последствия светового загрязнения и рассмотрена тактика его ограничения. Определены соответствующие практические критерии оценки осветительных установок. Рассмотрены международные стандарты и рекомендации по ограничению светового загрязнения.

Часть 3 посвящена тоннельному освещению (4 главы и приложение), с главами по зрительной работоспособности в тоннельной среде, критериям оценки освещения, стандартам и рекомендациям, и завершается главой по тоннельному осветительному оборудованию и проектированию освещения тоннелей и проездов под путями.

Данная книга – ценный источник сведений для проектировщиков и инженеров в области дорожного освещения, студентов-светотехников, градостроителей, инженеров-транспортников, экологов, разработчиков и производителей ламп и светильников.

Книга содержит 334 с. и 193 ил. (включая 59 цветных).

Брутто-цена её электронного варианта (eBook) для РФ – €59,49.