

Кузнецов Валерий | v.kuznetsov@rosat-center.ru

# Современные разработки локомотивного освещения

## на светодиодах и перспективы отечественного светодиодного производства

Статья посвящена разработкам российского предприятия «РоСАТ ЦЕНТР» в области модернизации осветительных установок на подвижном составе железных дорог и внедрению светодиодного освещения в СЦБ РЖД.

### Передовой опыт предприятия «РоСАТ ЦЕНТР»

Коллектив сотрудников КБ «РоСАТ ЦЕНТР» сложился более 9 лет назад, в 2000 г. Тогда он имел различные юридические образования — «Корвет-Лайтс», «КАВЕР ЛАЙТ», «Некстрон», АСОЛ. Сейчас ООО «РоСАТ ЦЕНТР» состоит из 30 человек. За это время сотрудники выполнили разработку и внедрили более 10 различных светотехнических изделий (дискретный светодиод собственной конструкции, светильники декоративной подсветки зданий, автодорожный полупроводниковый светофор, железнодорожный полупроводниковый светофор и др.). Все разработанные полупроводниковые изделия запатентованы (получено более двух десятков патентов) и выполнены на базе светодиодов собственного производства. За этот период коллектив участвовал в выполнении ряда проектов, в основном связанных с ж/д-транспортом. Прежде всего это выполненная совместно

с «Сименс АГ» и «Бомбардье» замена железнодорожной ламповой световой сигнализации на полупроводниковую в следующих странах-партнерах: Литва — 2006, 2008 г.; Беларусь — 2008 г.; Узбекистан — 2008 г., и на нескольких направлениях российских железных дорог — Октябрьской (около 50 светоблоков светофоров находится в опытной эксплуатации), Северо-Кавказской и Горьковской.

Сейчас в КБ находится несколько НИОКРов, подано на рассмотрение около десятка патентов на изобретение. Ведутся работы в стратегических, государственных направлениях: получение высокоэффективного твердотельного источника света, разработка энергосберегающих источников. Большой спектр работ ведется в области железнодорожной светосигнальной техники совместно с ведущими институтами в этой области (ВНИИЖТ, ВНИСИ, ВНИИОФИ и др.). Разработан и передан в производство полупроводниковый светофор, ведется модернизация световой сигнализации,

выполнена замена лампового освещения на светодиодное на подвижном составе и в кабине машиниста. Есть наработки в области замены привычных ламп на светодиодные светильники в труднодоступных областях и районах страны. Ведется совместная работа с компанией-партнером в области энергетически автономного (солнечная батарея) источника света, которая имеет особую актуальность в областях, находящихся недалеко от экватора, со стабильной солнечной активностью.

### Светодиодные изделия

Компанией ООО «РоСАТ ЦЕНТР» разработаны и произведены опытные образцы светодиодного локомотивного лобового прожектора, светодиодной буферной балки и светодиодных светильников для внутрилокомотивного освещения (технических помещений — машинного отделения, кабины машиниста). Все изделия удовлетворяют требованиям, предъявляемым к светосигнальным приборам тягового подвижного состава, пассажирских вагонов, путевых самоходных машин и других подвижных единиц железнодорожного транспорта, выпущенных в 1998 г., что подтверждают результаты испытаний.

Светодиодный локомотивный прожектор ЛПБ-01 является уникальной разработкой, не имеющей аналогов в мире. Внешний вид прожектора и локомотива с установленным прожектором (взамен лампы) приведен на рис. 1.

Лобовой прожектор ЛПБ-01 предназначен для освещения пути перед локомотивом в темное время суток. Источником света служат мощные светодиоды белого цвета свечения со специальной оптической системой, использующей линзы Френеля. Для обеспечения максимального рассеивания и передачи тепловой энергии светодиоды смонтированы на алюминиевую плату. Корпус прожектора имеет специальную эффективную поверхность для обеспечения теплового режима светодиодов. Конструкция прожектора обеспечивает возможность регулировки направления луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях не менее  $\pm 5^\circ$ . Установочные и присоединительные размеры ЛПБ-01 позволяют использовать его взамен существующих прожекторов — на обеих лобовых частях локомотива



Рис. 1. Внешний вид прожектора ЛПБ-01

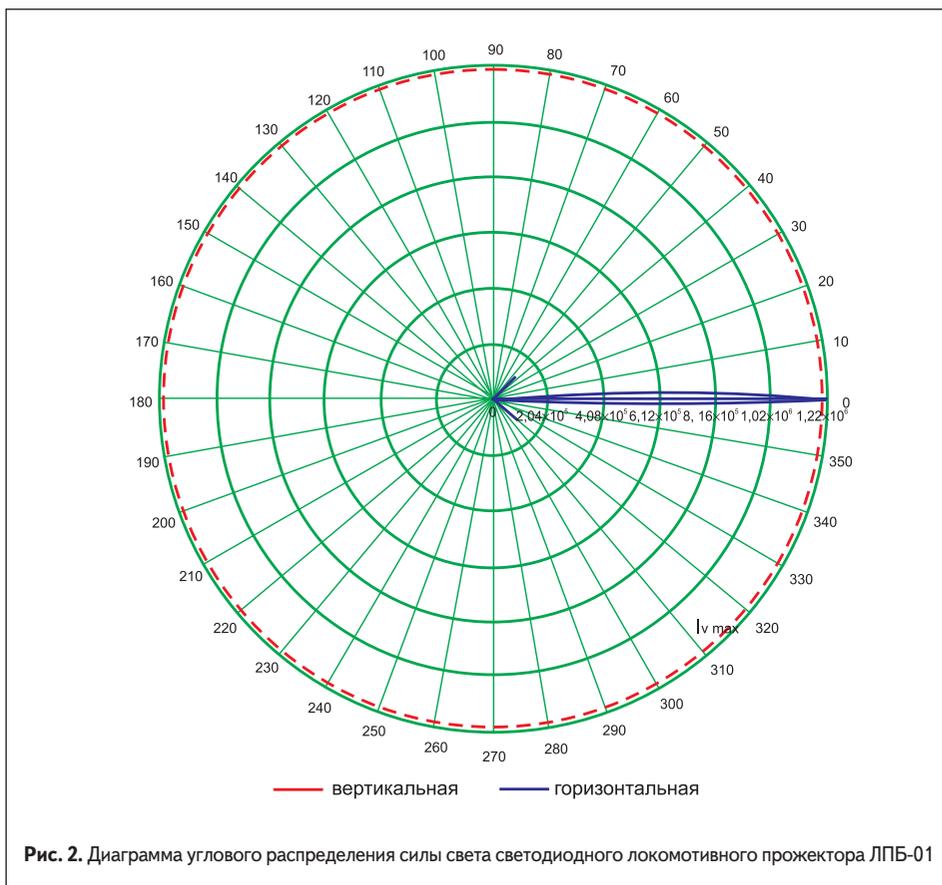


Рис. 2. Диаграмма углового распределения силы света светодиодного локомотивного прожектора ЛПБ-01

с кузовом вагонного типа и на торцевых частях локомотива с кузовом капотного типа.

В ходе разработки была выявлена высокая степень потенциальных возможностей прожектора с точки зрения его модернизации и совершенствования фотометрических характеристик при применении в дальнейшем более эффективных излучающих кристаллов. Это преимущество особенно важно при постоян-

но растущих скоростях движения на ж/д и соответственно возрастающих требованиях к осветительным установкам.

Светотехнические характеристики ЛПБ-01:

- Осевая сила света:
  - режим «ярко» —  $1\,100\,000 \pm 10\%$  кд;
  - режим «тускло» —  $100\,000 \pm 20\%$  кд.
- Угол рассеивания луча прожектора в горизонтальной и вертикальной плоскостях

$2\theta/2 = 3-5^\circ$  по уровню половины максимальной силы света.

Диаграмма углового распределения силы света приведена на рис. 2.

Светосигнальные огни буферной балки локомотива также подверглись модернизации в соответствии с новыми (2009 г.) требованиями к светотехническим параметрам, где были применены светодиоды красного и белого цвета свечения. Новые требования сформированы по причине высокой опасности находящихся на путях людей в дневное время во время движения подвижного состава, который может быть не замечен ими, а также при неадекватной оценке расстояния до поезда на ж/д-переездах из-за плохой видимости приближающегося состава. Новые требования способны удовлетворить только светодиодные осветительные системы благодаря их высокой световой эффективности. Фонари буферные прожекторные предназначены для освещения пути перед локомотивом в ночное и дневное время, а фонари буферные сигнальные — для подачи сигналов, применяемых для обозначения хвоста железнодорожного подвижного состава. Буферные фонари устанавливаются на обеих торцевых частях локомотива у буферного бруса. Принцип построения прожектора и буферных фонарей основан на модульной концепции. Единый модуль имеет габаритные размеры  $110 \times 110 \times 100$  мм. Прожектор набирается из восьми модулей в виде прямоугольника  $2 \times 4$  (2 ряда по 4 шт.); буферные фонари белого и красного цвета имеют конструкцию  $2 \times 2$  модуля (в зависимости от конструктивного исполнения кабины локомотива допускается иная компоновка прожектора и буферных фонарей). Внешний вид светотехнических устройств буферной балки представлен на рис. 3.

Светильники освещения внутрикузовного пространства локомотива предназначены для освещения устанавливаемого в кузове оборудования, проходных коридоров и ходовой части локомотива. Эти светильники представляют собой устройство в корпусе из алюминиевого сплава с ударопрочным плафоном-рассеивателем и встроенным в корпус блоком питания. Внешний вид светильников показан на рис. 4.

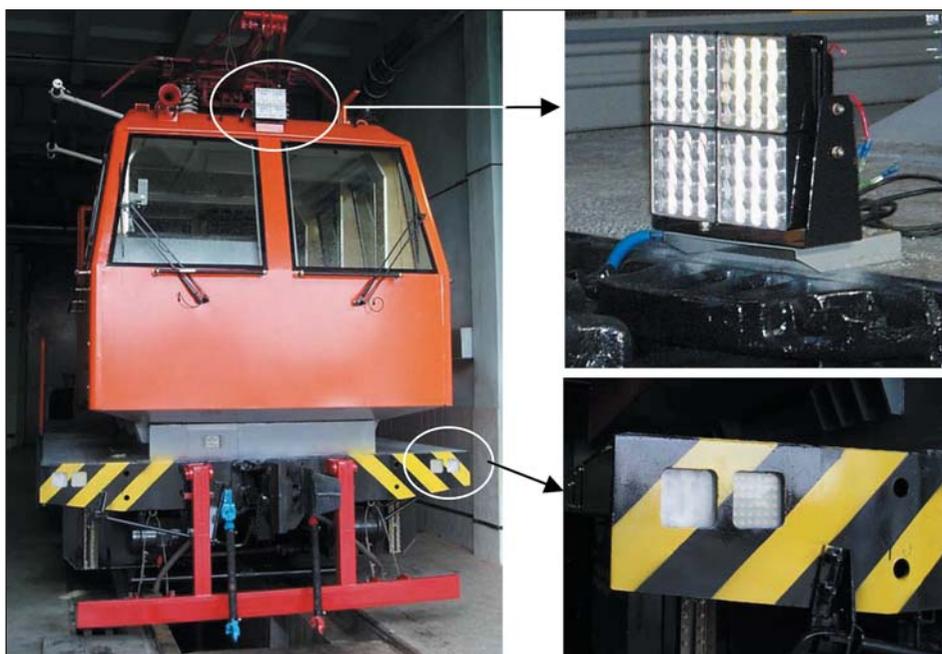


Рис. 3. Светодиодные светотехнические устройства буферной балки локомотива и лобовой прожектор



Рис. 4. Светильник освещения внутрикузовного пространства локомотива

Светотехнические характеристики светильника:

- световой поток  $\Phi$  — 500 лм;
- максимальная сила света  $I_{\max}$  — 180 кд;
- угол излучения по уровню половинной силы света  $2\theta_{0,5I_{\max}}$  —  $100 \times 100^\circ$ ;
- освещенность на расстоянии 2 м (максимальная)  $E$  — 45 лк;
- отношение  $I_{\max}/\Phi$  — 440 кд/кЛм;
- срок службы  $T$  — 50 000 ч.

Представленные светильники являются современным и наиболее рациональным решением в системе внутрикузовного освещения, обеспечивающим необходимые светотехнические характеристики, экономичность и надежность. В сложных условиях эксплуатации — постоянной сильной вибрации, тряски, перепадах температур и ударных механических воздействиях — светильники будут оставаться в рабочем состоянии, не требуя на обслуживание дополнительного времени, которого в штатной или экстремальной ситуации может не оказаться. Штатные функции светильников также можно совмещать с аварийным освещением, поскольку ввиду очень низкого энергопотребления они способны долгое время работать от аккумуляторов.

Помимо значительных положительных экономических сторон внедрения и эксплуатации описанных светосигнальных систем, есть крайне важный аспект повышения надежности оборудования, а значит, и повышения безопасности на железной дороге. Главное концептуальное преимущество светодиодных систем перед системами на основе ламп накаливания — матричная (блочная) система источников света. В случае аварийной ситуации это позволяет гарантировать пусть не полную, но работоспособность изделия (лобового прожектора, буферной балки, внутреннего локомотивного светильника и др.) и не требует аварийного вмешательства в момент движения согласно Межгосударственному стандарту «Системы стандартов безопасности труда. Электровозы и тепловозы колеи 1520 мм. Требования безопасности». Другими словами, разработанное светодиодное оборудование подвижного состава позволяет при любых обстоятельствах продолжить безопасное движение до места его ремонта.

Экономическое преимущество внедрения светодиодных систем складывается непосредственно из снижения энергопотребления в среднем на 35–40% с одной световой точки (будь то прожектор, буферная балка или светильник, используемый внутри подвижного состава). Второй компонентом экономического преимущества внедрения является, безусловно, существенное сокращение затрат на обслуживание светодиодного оборудования в процессе эксплуатации в силу его большей надежности и долговечности. Этот параметр — в сравнении с системой на основе лампы накаливания — составляет не менее 90% с одной световой точки. Но основное преимущество, которое следует еще раз отметить, — это повышение уровня безопасности на железнодорожном транспорте.

### Некоторые перспективы разработок

Коллективом КБ планируются разработки следующих изделий: светодиодный уличный мачтовый светильник (линия из 3-х различных типов корпусов); дискретный мощный белый светодиод для освещения.

Проведена экспертиза основных типов эксплуатирующихся дорог, норм освещенности на них, геометрии размещения осветительных мачт, расстояний между ними, высоты мачт, типов применяемых источников света и т. п. Принятые к разработке типы светильников смогут заместить 90% имеющихся установок на лампах ДРЛ и ДНаТ без изменения условий подвеса, т. е. являются светильниками прямой замены, без снижения, а во многих случаях и с улучшением качественных характеристик освещения. Экономическая эффективность использования светодиодного освещения складывается из меньшего энергопотребления (на сегодня в среднем против 250 Вт лампового света — 150 Вт светодиодного) и уменьшенной стоимости владения светильником за счет значительного увеличения срока необслуживаемой эксплуатации (нет периодических затрат по стоимости и замене лампы, замене корпуса светильника, утилизации лампы). В среднем, при фиксированных входных данных, описанных выше, срок достижения точки «безубыточности» сравнительного проекта на лампах ДРЛ или ДНаТ и светодиодного освещения коле-

блется от 2 до 2,5 года. При этом светодиодный светильник будет продолжать работать после этого периода еще 5–7 лет, а после прохождения точки «безубыточности» затраты на его обслуживание можно считать плановой прибылью. При использовании светодиодного освещения появляется возможность ввести дополнительную компоненту — интеллектуальное управление светом, что позволит сократить время работы светильника в сутки с 12 до 6–8 ч в зависимости от региона и времени года, что, в свою очередь, сократит время выхода на точку «безубыточности» до 1,8–2 лет.

Усредненные краткие характеристики предполагаемого светодиодного светильника:

- потребляемая электрическая мощность — 150–180 Вт;
- световой поток 8000–12 000 лм;
- необслуживаемый срок эксплуатации (12 ч в сут.) — 1 год;
- гарантия на светильник — 12 мес.;
- срок эксплуатации при снижении уровня освещенности не более чем на 20% — 10 лет;
- расчетная себестоимость производства 1 светильника — 12 000 руб.

Элементом для построения любого светильника является дискретный мощный белый светодиод. Конструкторский отдел «РоСАТ ЦЕНТРА» имеет опыт в области построения твердотельного источника света собственной разработки. В лаборатории КБ проведено макетирование конструкции с последующими испытаниями. Получен результат по светоотдаче не хуже — 75–80 лм/Вт. Данный результат предполагает возможность использования белого светодиода при конструировании светильников. Все известные производители светодиодных светильников используют импортные СД, что не позволяет им диверсифицировать собственное производство как в планируемых сроках, так и при планируемой себестоимости конечного изделия.

Таким образом, «РоСАТ ЦЕНТР» обладает всеми потенциальными возможностями для разработки и опытного производства большинства светотехнических устройств на светодиодах собственного изготовления, включая изделия с самыми высокими эксплуатационными требованиями, к которым относятся и представленные в настоящей работе светодиодные осветительные устройства для локомотивов. ●