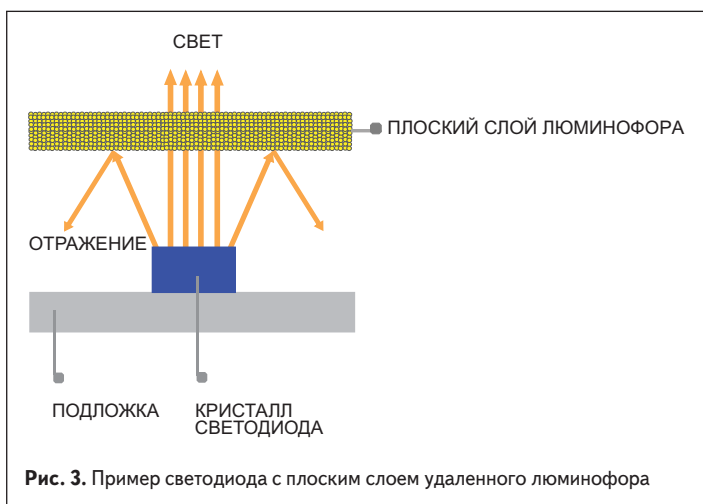
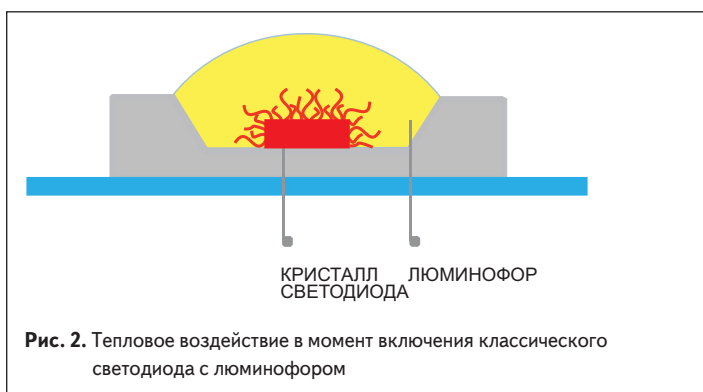
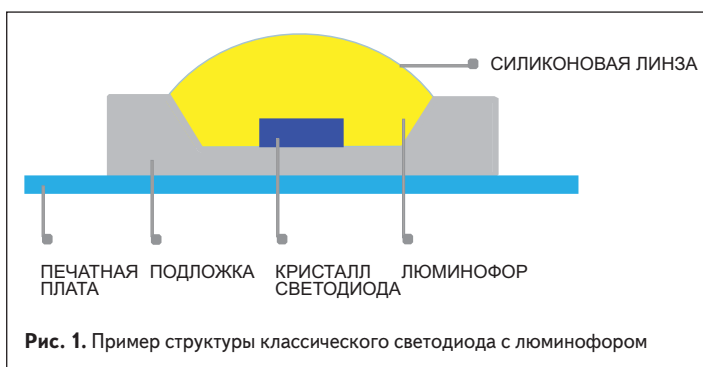


В России запущено производство светодиодных светильников

по уникальной технологии удаленного люминофора Cap LED

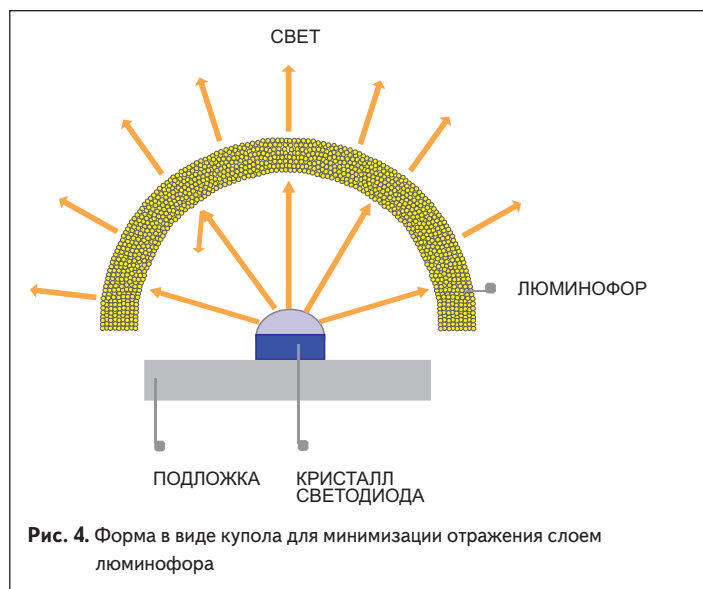


В последние годы производители светодиодов в процессе производства сталкиваются с необходимостью решения нескольких проблем: высокая габаритная яркость точечных белых светодиодов, деградация люминофора и небольшой угол светораспределения. Вопрос с габаритной яркостью решают, например, путем изготовления светодиодных матриц, залитых единым слоем люминофора, или применяя рассеиватели, что позволяет в некоторой степени ее снизить, но все остальные проблемы остаются. И до настоящего времени в России не было решения, которое охватывало бы сразу все три вопроса.

Комплексный подход

В 2012 г. был осуществлен трансфер уникальной технологии удаленного люминофора Cap LED из Республики Корея (компания Nepes LED) в Россию и создана совместная российско-корейская компания «НЕПЕС РУС». Сама технология представляет собой комплексное решение вышеперечисленных проблем. Ее применение позволяет не только снизить габаритную яркость светодиодного модуля, но и решить проблему со светораспределением и деградацией люминофора. В декабре 2013 г. в Саранске запущено промышленное производство светодиодов и светодиодных светильников по этой уникальной технологии.

Существует много способов получения белого света. В Cap LED используется сочетание «голубой светодиод + люминофор». Принцип действия основан на флуоресценции люминофоров при возбуждении их излучением определенной длины волны. В классическом



исполнении слой люминофора находится в непосредственной близости к светодиодному чипу (рис. 1). В момент включения светодионный чип нагревается до очень высокой температуры (рис. 2), в результате чего люминофор постепенно деградирует. Это является основной проблемой, которая приводит к сокращению срока службы светильника.

Оптимальная форма удаленного люминофора — полусфера

Размышляя над проблемой теплового воздействия, инженеры корейской компании Neres LED решили отдалить слой люминофора от очень горячего светодиодного чипа. Но в данном случае они столкнулись с еще одной проблемой — отражение света. Как известно, если свет не может достигнуть критического угла преломления, то будет отражен (рис. 3).

Соответственно, сила света на выходе будет ниже. Отраженный свет попадает назад на кристалл и подложку, тем самым увеличивает температуру системы. В связи с этим корейские специалисты приняли решение расположить люминофор в виде купола или полусферы. В этом случае кванты света направлены перпендикулярно поверхности сферы и не претерпевают отражения. Конечно, какая-то доля хаотичных квантов в полусфере будет направлена назад, но все равно доля квантов, выходящих наружу, будет гораздо выше, чем в случае плоского люминофорного слоя. В результате исследований была разработана оптимальная — сферическая — поверхность светодиодного модуля и слоя люминофора (рис. 4), похожая на известную сферу Вейерштрассе.



Рис. 5. Уникальная технология удаленного люминофора Cap LED

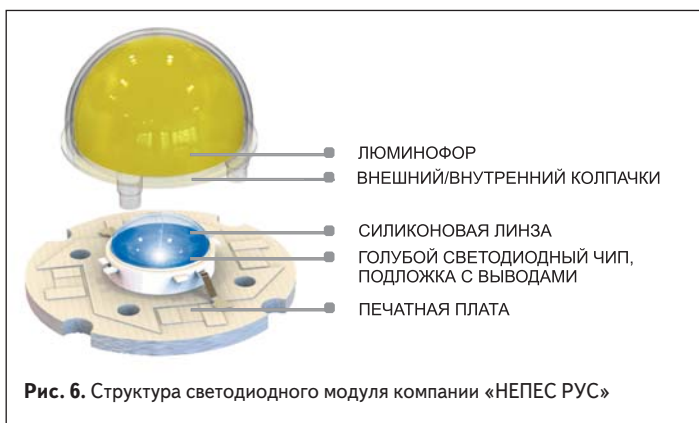


Рис. 6. Структура светодиодного модуля компании «НЕПЕС РУС»

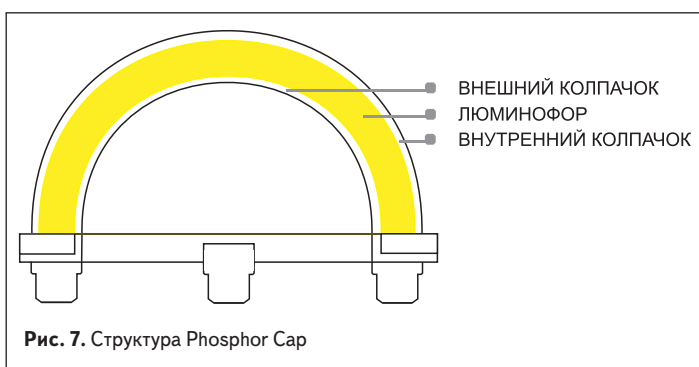


Рис. 7. Структура Phosphor Cap

Такая конструкция получила название Phosphor Cap — колпачок с люминофором, или фосфорный колпачок. Сочетание голубого светодиода и фосфорного колпачка в виде купола и есть уникальная технология Cap LED (рис. 5–7).

Уникальность и преимущества новой технологии

Cap LED является зарегистрированной торговой маркой, которая была основана в 2009 г. На данный момент технология имеет шесть патентов: трехслойная структура — внешний колпачок, слой люминофора и внутренний колпачок и т. д. Патенты зарегистрированы на территории США, России, Китая, Республики Корея, а также защищены договором о патентной кооперации (Patent Cooperating Treaty, PCT).

Технология Cap LED имеет ряд основных преимуществ:

- Люминофор не нагревается, а это означает больший срок службы и значительно меньший дрейф светотехнических и колориметрических характеристик светильника в процессе эксплуатации (рис. 8).
- Световое излучение обладает спектральными характеристиками, приближенными к спектру тепловых источников света (рис. 9).
- Нет необходимости в рассеивателе света, а значит — нет дополнительных потерь светового потока и возможен безбликовый дизайн светодиодного светильника.

Используемые в производстве смеси из нескольких люминофоров с различными длинами волн максимумов люминесценции позволяют

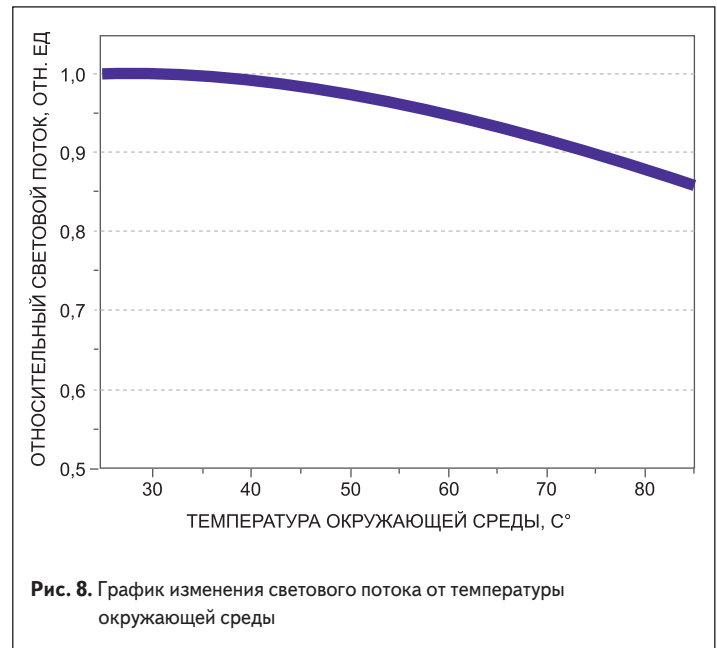


Рис. 8. График изменения светового потока от температуры окружающей среды



Рис. 9. Спектральное распределение мощности излучения светодиодного модуля «НЕПЕС РУС» (цветовая температура 3000 К)

Таблица. Электрические и оптические характеристики светодиодного чипа «НЕПЕС РУС» мощностью 1 Вт

Параметр (при 350 мА)	Значения
Длина волны, нм	440–480
Прямое напряжение, В	3,8
Мощность оптического излучения, мВт	200

получать различные значения цветовой температуры (ССТ) и индекса цветопередачи (CRI) результирующего излучения светодиода. Светильники имеют идентичные со светодиодами показатели спектра и цветовой температуры. Таким образом, светильники на основе этих светодиодов производятся с разнообразными значениями цветовой температуры 3000–6500 К и индексом цветопередачи более 80, а при необходимости более 90.

Характеристики светодиодного модуля

В производстве светодиодного модуля компания «НЕПЕС РУС» использует мощный светодиодный чип, характеристики которого приведены в таблице.

При производстве светодиода необходимый теплоотвод обеспечивается применением серебряной пасты, позволяющей добиться теплового сопротивления в точке пайки <math><4,25 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}</math>, а также используется медная

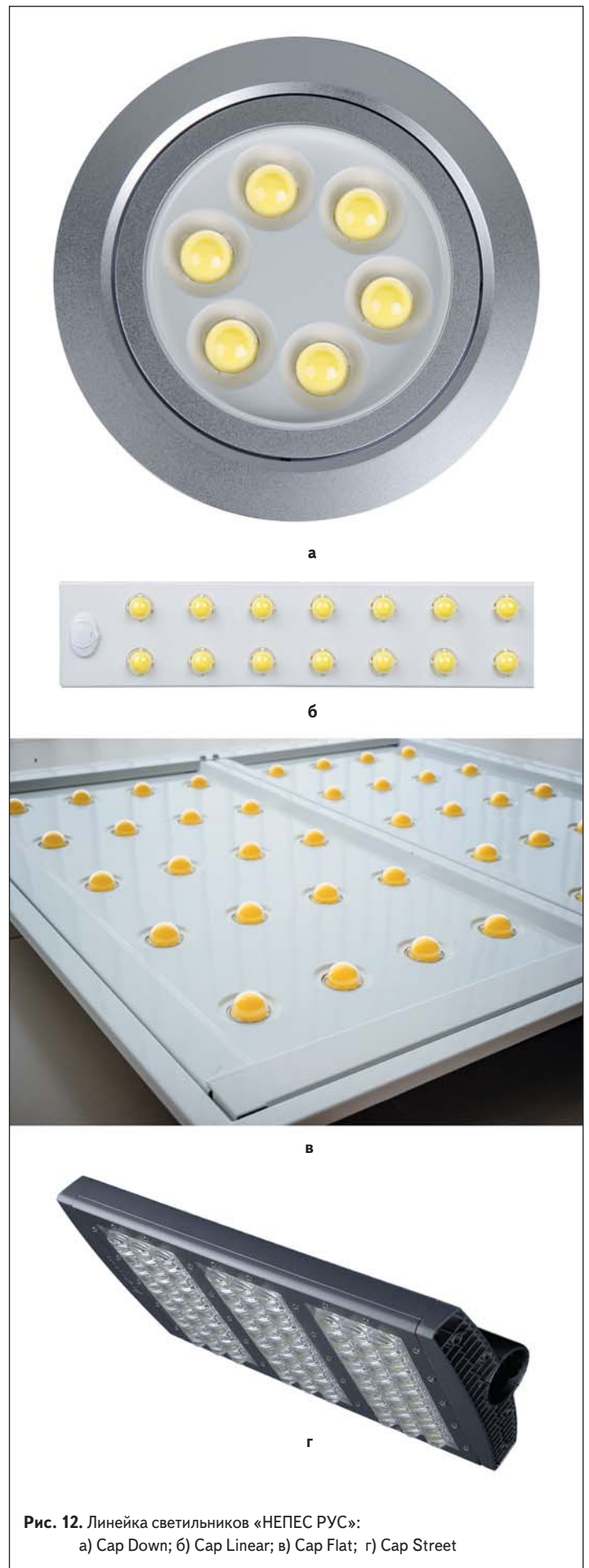
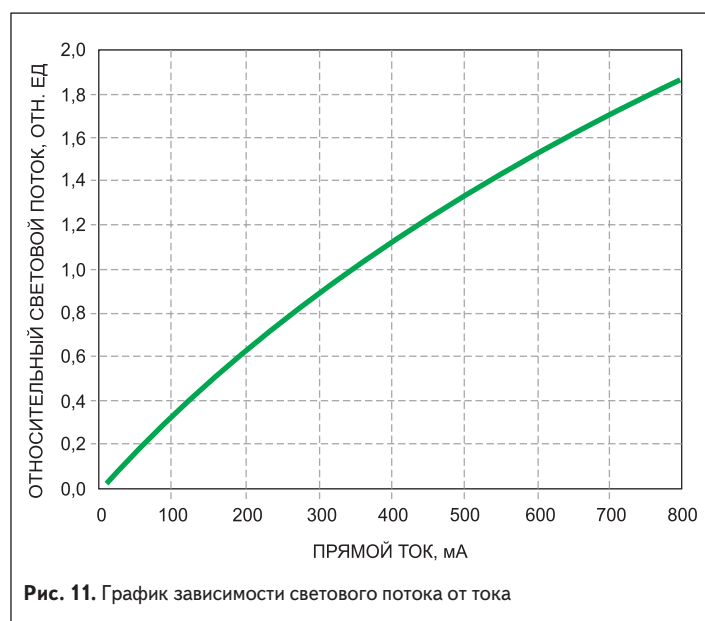
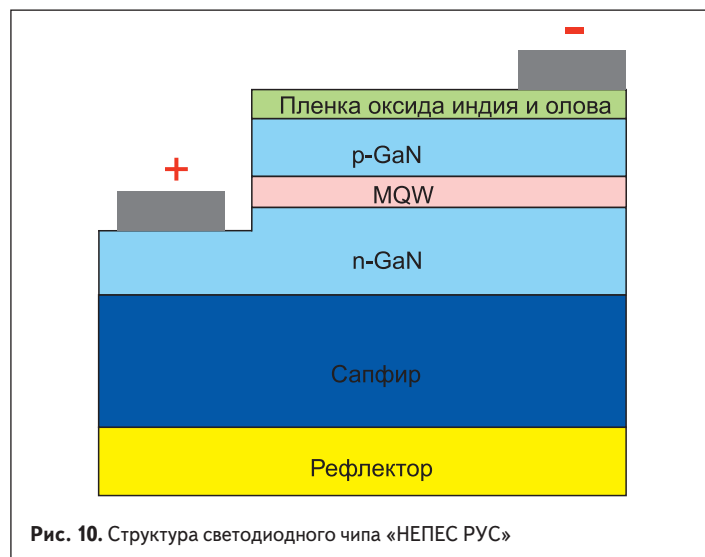




Рис. 13. Примеры внутреннего освещения светильниками по технологии удаленного люминофора Cap LED

подложка. Таким образом, продлевается срок службы светодиода — более 70 000 ч.

Краткий маршрут технологической линии производства светодиодного модуля «НЕПЕС РУС» (корпусирование LED-чипа):

- процесс нанесения серебряной пасты и высадка LED-чипа на несущую платформу (DieBonding);
- процесс микросварки, связывание электрических контактов чипа с контактами подложки (WireBonding);
- нанесение силикона, формирование силиконовой линзы (Dispensing);
- отделение изготовленных светодиодов от несущей платформы (Trimming);
- тестирование и сортировка (бинирование) светодиодов (Testing);
- упаковка светодиодов (Packing).

Производство светильников по уникальной технологии

Сейчас «НЕПЕС РУС» производит светильники для внутреннего освещения офисных и административных зданий линейной модели — серия Cap Linear; накладные и встраиваемые под потолки «армстронг» — серия Cap Flat; светильники направленного света — серия Cap Down. А во втором квартале 2014 г. в производство будут запущены уличные светильники серии Cap Street (рис. 12).

Светодиодные модули Cap LED дают светильникам «НЕПЕС РУС» несколько потребительских преимуществ:

- высокий срок службы и надежность;
- качественный свет — более комфортный и равномерный, широкий угол светораспределения 180°, индекс цветопередачи Ra = 80;
- экономия по сравнению с аналогами и тем более с люминесцентными лампами, так как таких светильников требуется меньше для равномерного освещения помещения;
- экологичность.