

Алексей Панкрашкин | Alexey.Pankrashkin@macrogroup.ru
 Родион Велеславов | Rodion.Veleslavov@macrogroup.ru

Высокоэффективные светодиодные модули Zenigata от Sharp

Экономия электроэнергии, безопасность для окружающей среды, длительный срок службы, компактный и рентабельный источник света — все это характеристики нового поколения ламп на основе светодиодов. Несмотря на весомые первоначальные инвестиции, светодиодное освещение (например, уличные фонари) окупается приблизительно после 6–8 лет эксплуатации — вследствие отсутствия необходимости в специальном обслуживании и экономии на электроэнергии (рис. 1а). По сравнению с традиционными источниками света (электрические лампы накаливания, флуоресцентные, галогеновые, натриевые, ртутные лампы и др.), на сегодняшний день светодиоды — один из источников света с самой высокой эффективностью (до 150 лм/Вт), они потребляют всего лишь 10–20% мощности (по сравнению с обычной лампой накаливания) (рис. 1б). Согласно международному Агентству Энергии (International Energy Agency (IEA)), только на освещение в мире ежегодно потребляется приблизительно 2650 ТВт/ч. Переход на светодиодные светильники позволит уменьшить эту цифру на порядок. В настоящий момент уже существуют в продаже одноваттные светодиоды с эффективностью более 100 лм/Вт, однако для некоторых светодиодных светильников и систем требуется

Таблица 1. Светодиодные модули Zenigata (3,6 Вт, 280 лм)

| Название модели | GW5BWC15L02 | GW5BDC15L02 | GW5BNC15L02 | GW5BNC15L12 |
|--|------------------|-------------|--------------|-------------|
| Цвет светодиодов | Нормальный белый | | Теплый белый | |
| Цветовой спектр в координатах X/Y CIE 1931 | 0,35 | 0,35 | 0,45 | 0,41 |
| Цветовая температура, К | 5000 | | 2800 | |
| Световой поток*, лм | 280 | | 190 | |
| Световая эффективность, лм /Вт | 80 | | 60 | |
| Напряжение питания, В | 10,2 | | 10,2 | |
| Срок службы**, ч | 40 000 | | 40 000 | |

Примечание. * — при $I_f = 360$ мА; ** — при 80 °С

реализовать «точечную» конфигурацию, обеспечивая при этом световой поток больше, чем это возможно получить от однокристального светодиода. Например, для получения светового потока около 500 лм необходимо разработать металлизированную плату и разместить на ней 4–5 дискретных одноваттных светодиода. Размер такой конструкции будет достаточно большой, к тому же придется разрабатывать и рассчитывать радиатор для создаваемого светильника. В случае со светодиодной матрицей Zenigata, размер которой всего лишь 18×18 мм (рис. 2а), достаточно взять стандартный радиатор типа «звезда» и прикрепить к нему матрицу, в этом случае отпадает необходимость в создании до-

полнительной платы и расчете специального радиатора под нее. В качестве несущего материала для светодиодных матриц Zenigata служит алюминиево-керамическая подложка, эффективно отводящая тепло. Благодаря имеющимся монтажным отверстиям модули без особых затрат и усилий фиксируются на соответствующем радиаторе (рис. 2б; рис. 7). Светодиодные модули 3,6 Вт, 280 лм состоят из десяти цепочек последовательно включенных трех чип-светодиодов с общим числом светодиодных чипов — 30, с суммарной яркостью 190–280 лм — в зависимости от типа модуля (рис. 2в; рис. 3; табл. 1).

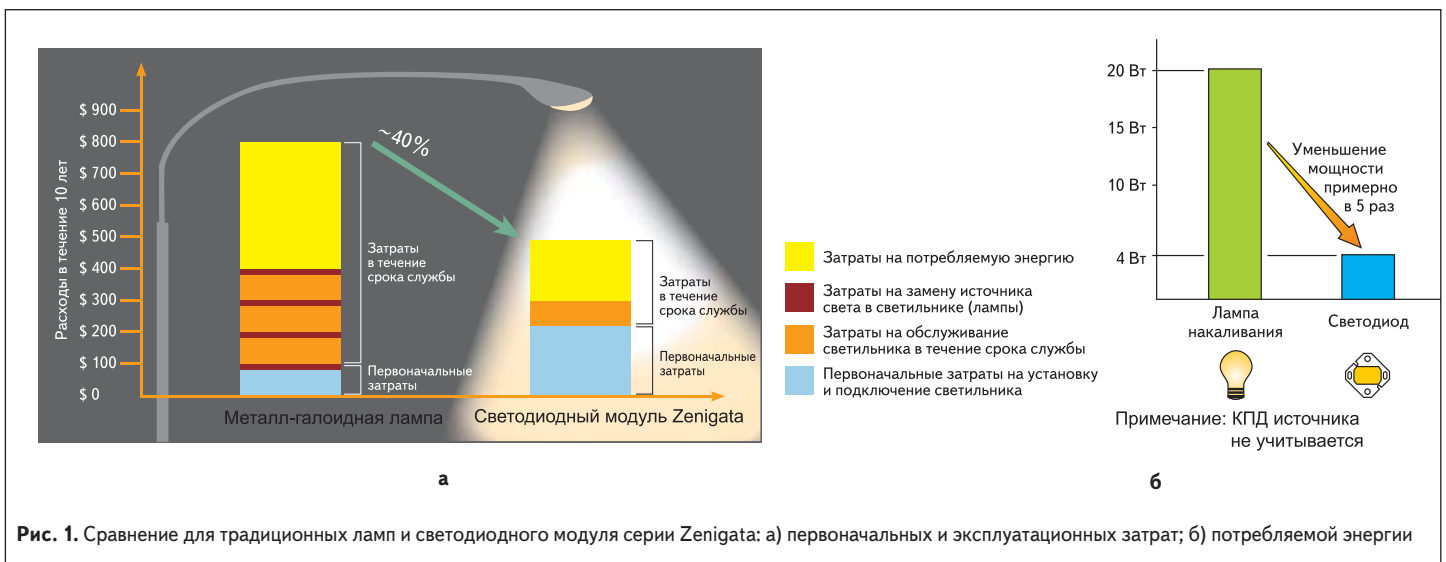


Рис. 1. Сравнение для традиционных ламп и светодиодного модуля серии Zenigata: а) первоначальных и эксплуатационных затрат; б) потребляемой энергии

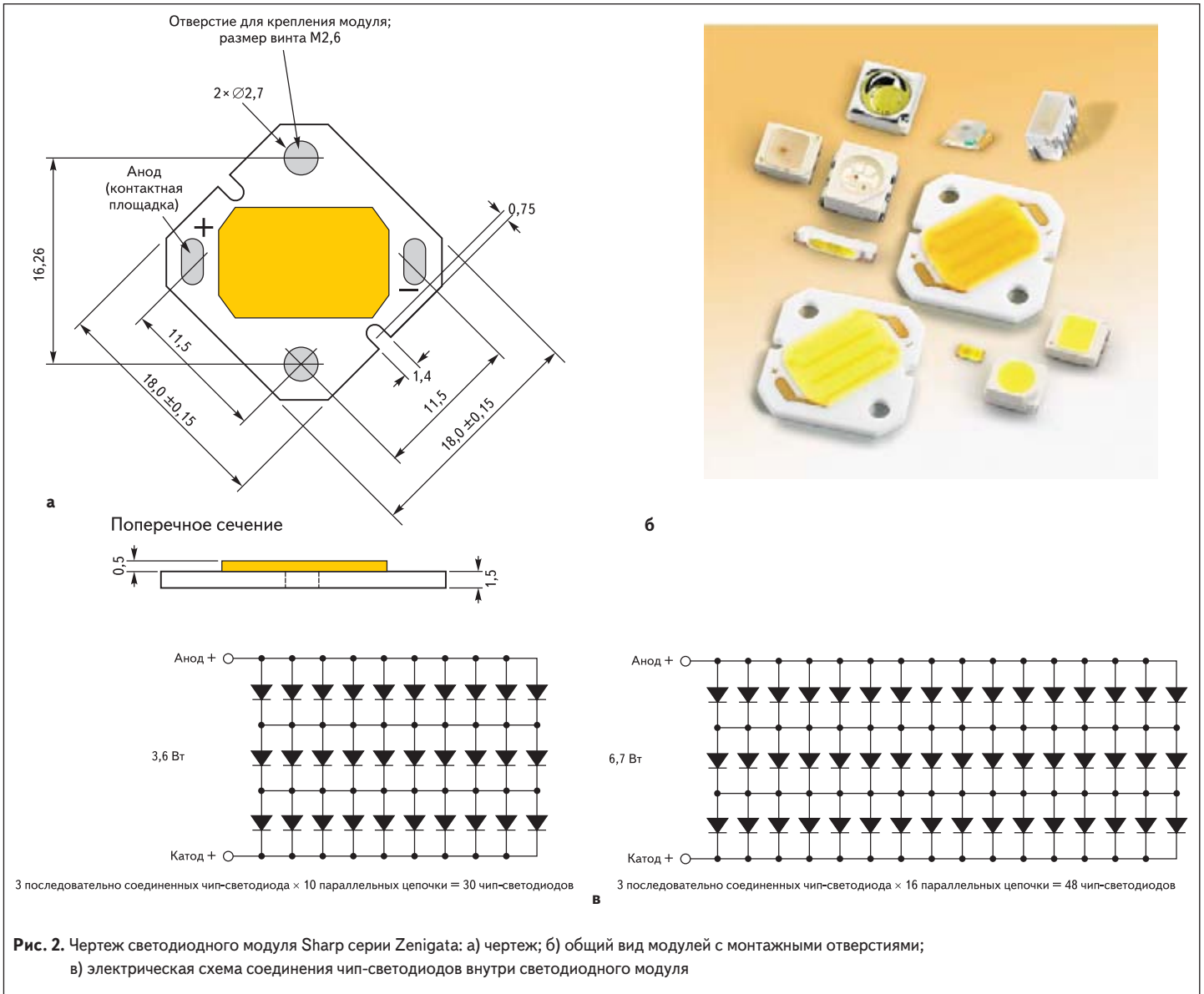


Рис. 2. Чертеж светодиодного модуля Sharp серии Zenigata: а) чертеж; б) общий вид модулей с монтажными отверстиями; в) электрическая схема соединения чип-светодиодов внутри светодиодного модуля

Модули серии 6,7 Вт, 540 лм, состоящие из шестнадцати параллельных цепочек, каждая из которых является последовательным включением трех чип-светодиодов, представляют собой матрицу из 48 светодиодных чипов, выдающих, в зависимости от модуля, суммарный световой поток 350–540 лм (рис. 2в; рис. 3, табл. 2). Цветовая температура белых светодиодных модулей освещения компании Sharp находится в диапазоне 2800–6500 К и обладают оттенками «нормальный белый», «теплый белый» (сравнимыми со светом от лампы накаливания) и двумя градациями «белого света» с увеличенным коэффициентом цветопередачи (Colour Rendering Index (CRI)) (рис. 4а,б). За счет двух слегка отличающихся фосфорных примесей CRI у данных светодиодных модулей достигает значения 90, что обеспечивает высокую естественность цветов и верность в передаче деталей. Это всегда имеет решающее значение там, где искусственный свет не должен искажать представление освещаемых объектов. Поэтому светодиодные модули с увеличенным коэффициентом цветопередачи находят применение в фотографии, при декорации витрин, в медицинской технике (например, для освети-

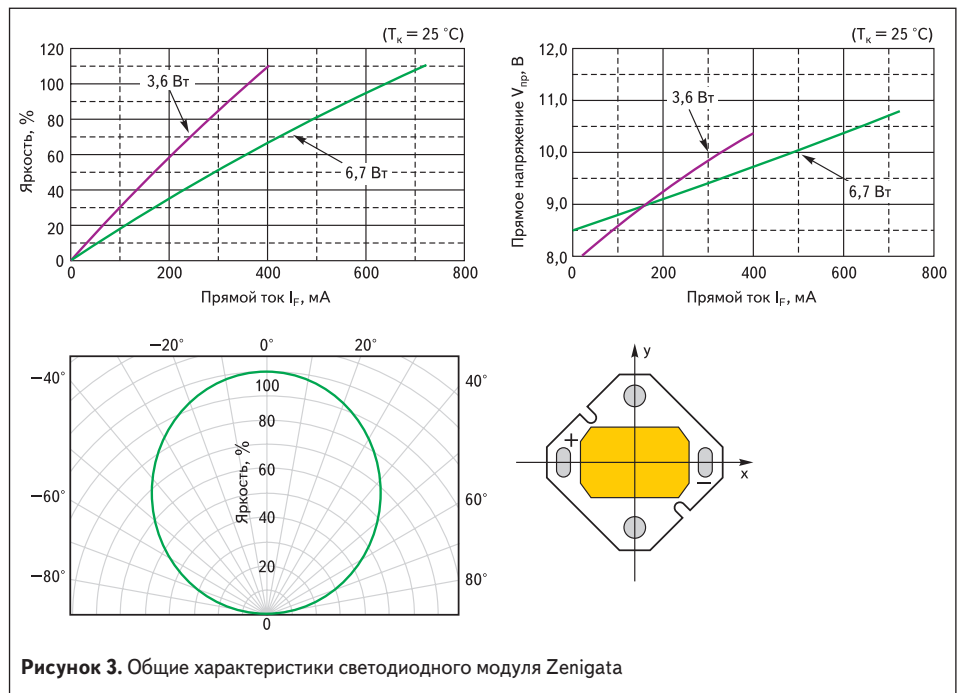


Таблица 2. Светодиодные модули Zenigata (6,7 Вт, 540 лм)

| Название модели | GW5BWF15L00 | GW5BDF15L00 | GW5BNF15L00 | GW5BNF15L10 |
|---|------------------|--------------|--|-------------|
| Цвет светодиодов | Нормальный белый | Теплый белый | Белый с увеличенным индексом цветопередачи CRI | |
| Цветовой спектр в координатах X/Y CIE1931 | 0,35 0,36 | 0,45 0,41 | 0,35 0,35 | 0,31 0,32 |
| Цветовая температура, К | 5000 | 2800 | 5000 | 6500 |
| Световой поток*, лм | 540 | 400 | 350 | 350 |
| Световая эффективность, лм /Вт | 80 | 60 | 52 | 52 |
| Напряжение питания, В | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 |
| Срок службы**, ч | 40 000 | 40 000 | 40 000 | 40 000 |

Примечание. * – при $I_f = 640$ мА; ** – при 80 °С

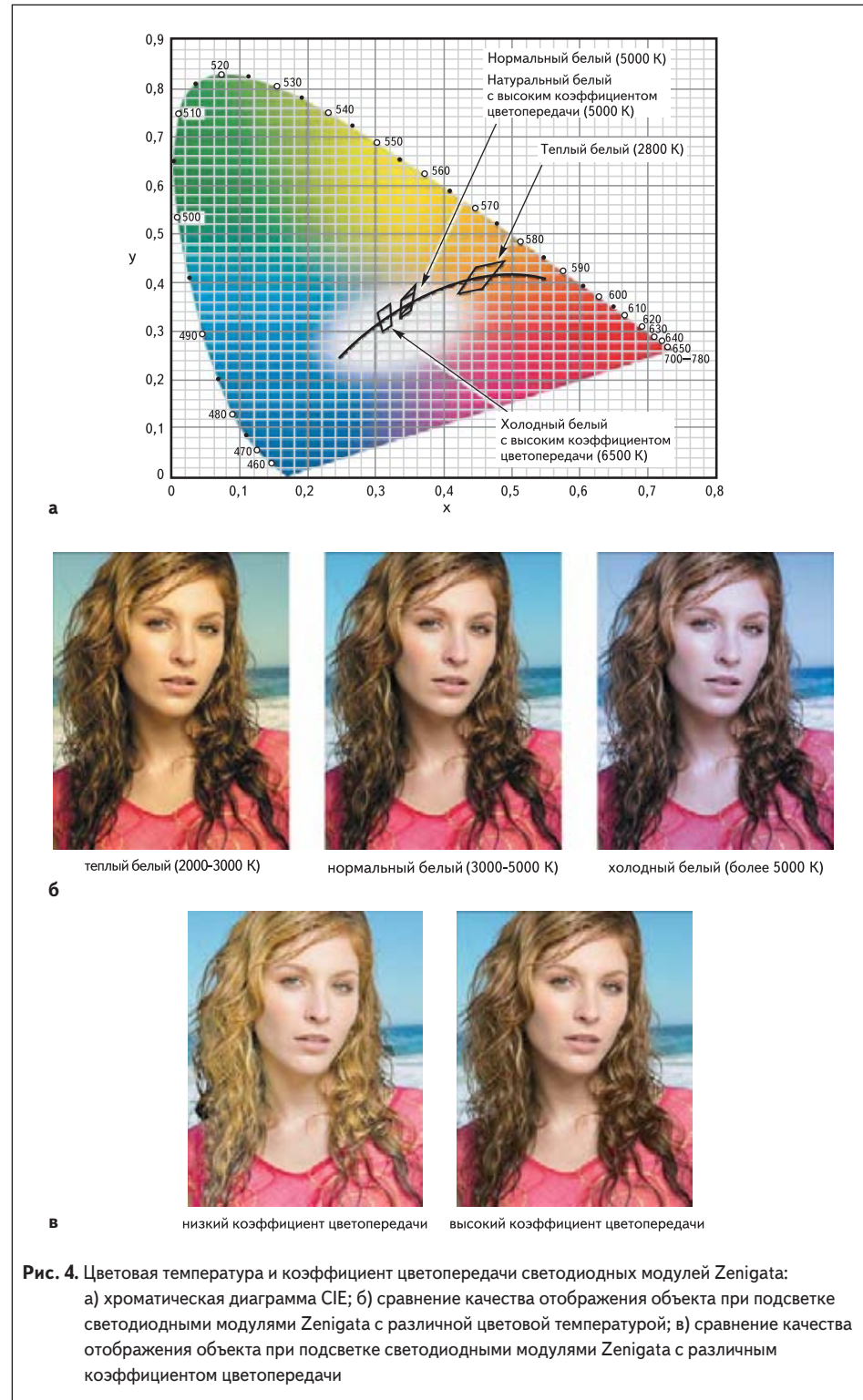


Рис. 4. Цветовая температура и коэффициент цветопередачи светодиодных модулей Zenigata: а) хроматическая диаграмма CIE; б) сравнение качества отображения объекта при подсветке светодиодными модулями Zenigata с различной цветовой температурой; в) сравнение качества отображения объекта при подсветке светодиодными модулями Zenigata с различным коэффициентом цветопередачи

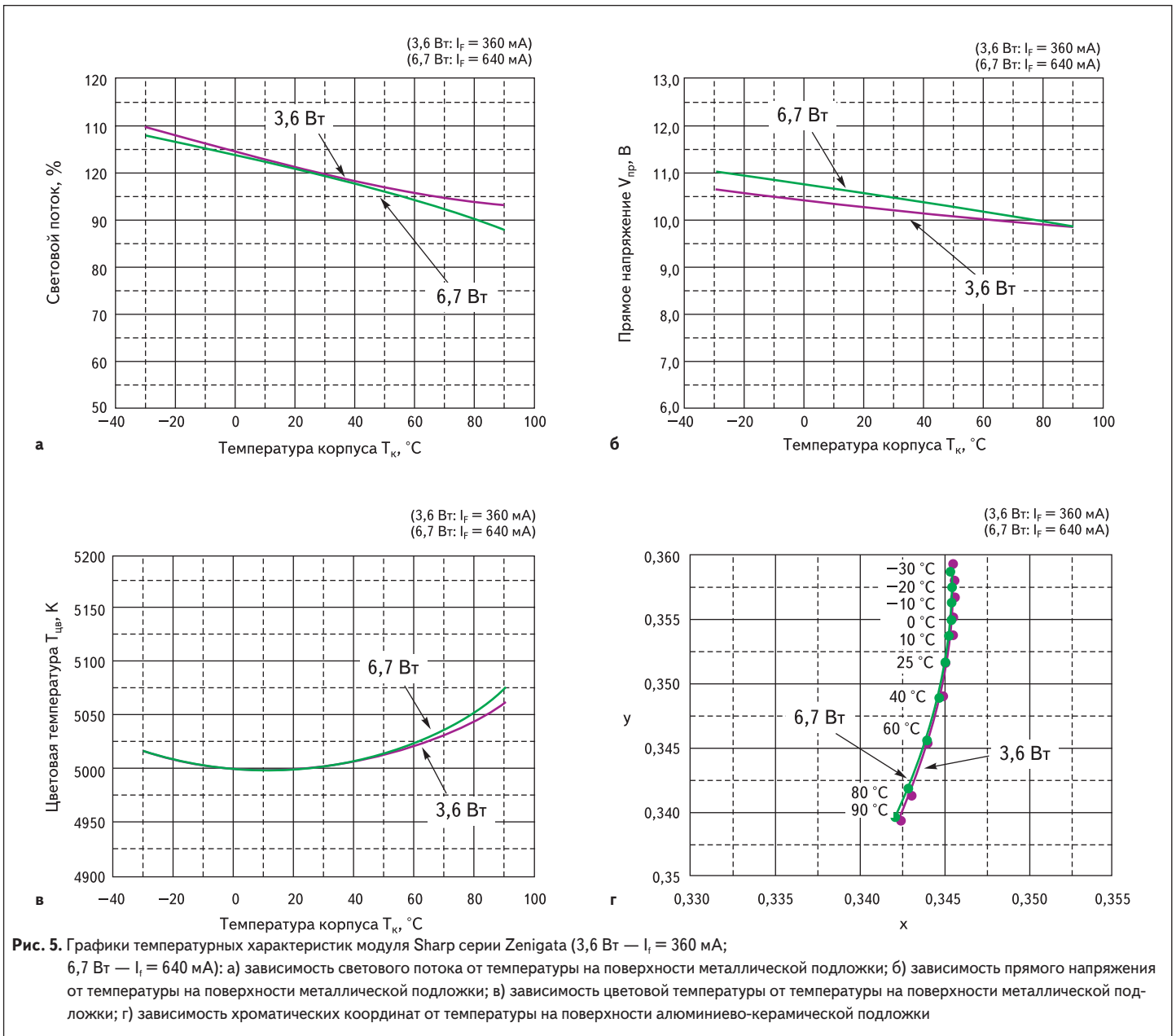
тельных приборов операционных помещений), в освещении при презентации товаров и др. (рис. 4б, в). Светодиодные модули Sharp серии Zenigata производятся в широком диапазоне цветовой температуры для различных областей применения: от 2200 К (теплый белый цвет) для комнат отдыха до 6500 К (холодный белый цвет) для медицинского применения. Характеристики светодиодного модуля Zenigata (рис. 5, а–в) отражают характер изменения наиболее важных электрических и оптических параметров устройства в зависимости от температуры алюминиево-керамической подложки. Обычно для светодиодов в виде одного кристалла на мощности 0,5–5 Вт эти параметры производители приводят от температуры *p-n*-перехода. Однако из-за особенности структуры светодиодного модуля Zenigata (матрица из нескольких кристаллов), Sharp указывает в документации зависимость данных параметров от температуры именно алюминиево-керамической подложки, на которой расположены эти чип-светодиоды, подразумевая, что характер зависимости остается неизменным, а варьируется лишь масштаб по оси температуры.

На рис. 5а показан характер изменения светового потока светодиодного модуля в зависимости от температуры корпуса. Видно, что световой поток падает при увеличении температуры, что может быть объяснено уменьшением внутреннего квантового выхода.

В качестве второй характеристики (рис. 5б) приведена зависимость прямого падения напряжения на светодиоде от температуры, из чего следует, что питать светодиоды необходимо стабилизированным источником тока. В противном случае после включения светодиода и его постепенного нагрева ток через светодиод будет увеличиваться, вызывая тем самым последующий нагрев. Т. е. динамика тепловых процессов носит неустойчивый характер, что в предельном случае приводит к отказу светодиодного модуля.

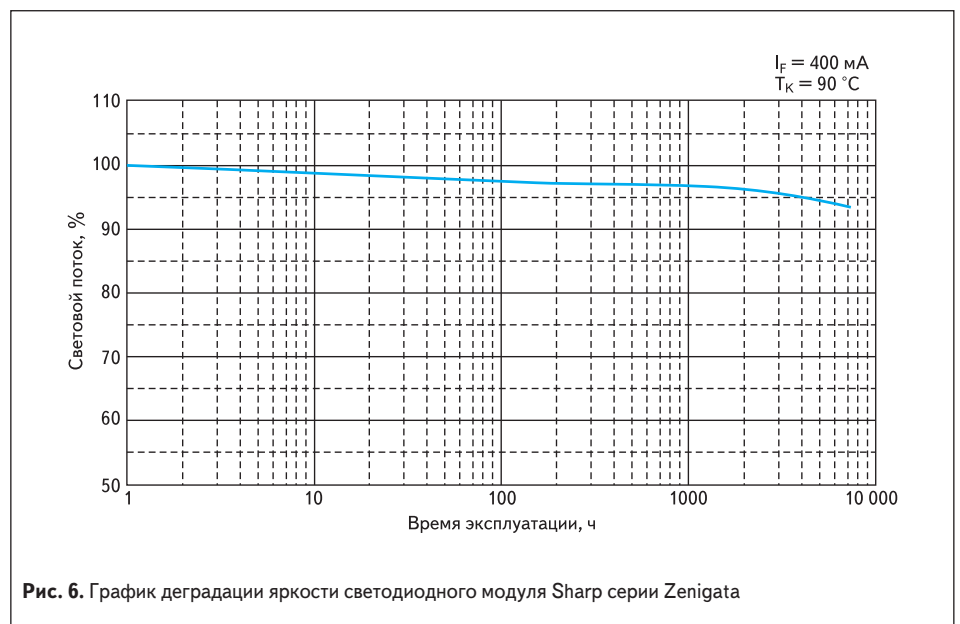
Третьей важной характеристикой является цветовая температура. Влияние на нее температуры керамо-металлической подложки показано на рис. 5в. Стабильность цветовой температуры особенно важна при проектировании светильников, предназначенных для подсветки ландшафта, архитектурных зданий, витрин, выставочных залов.

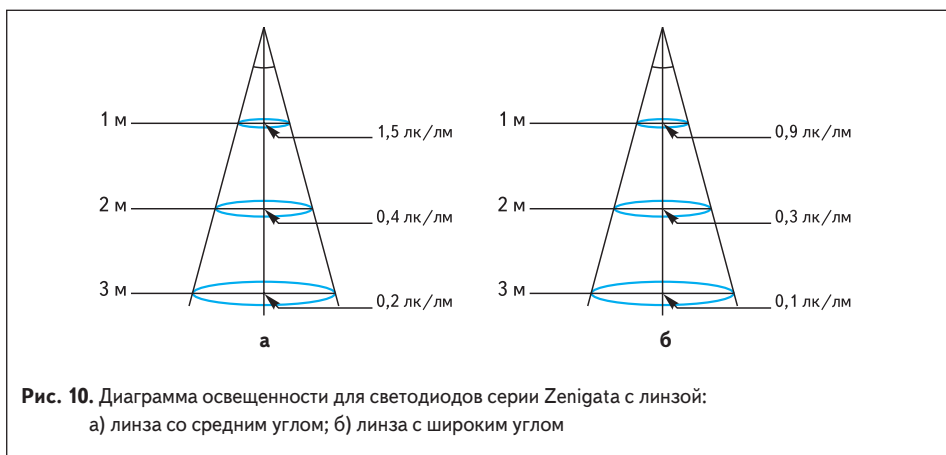
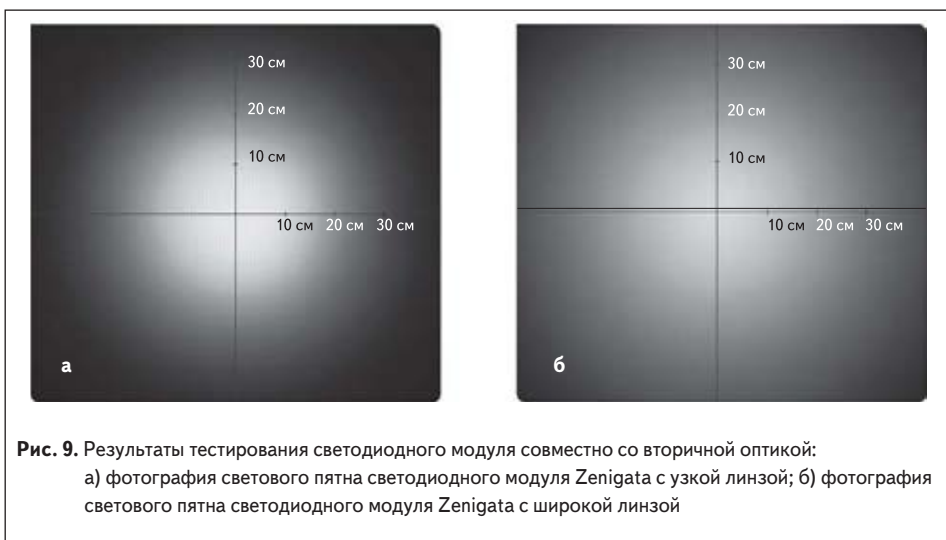
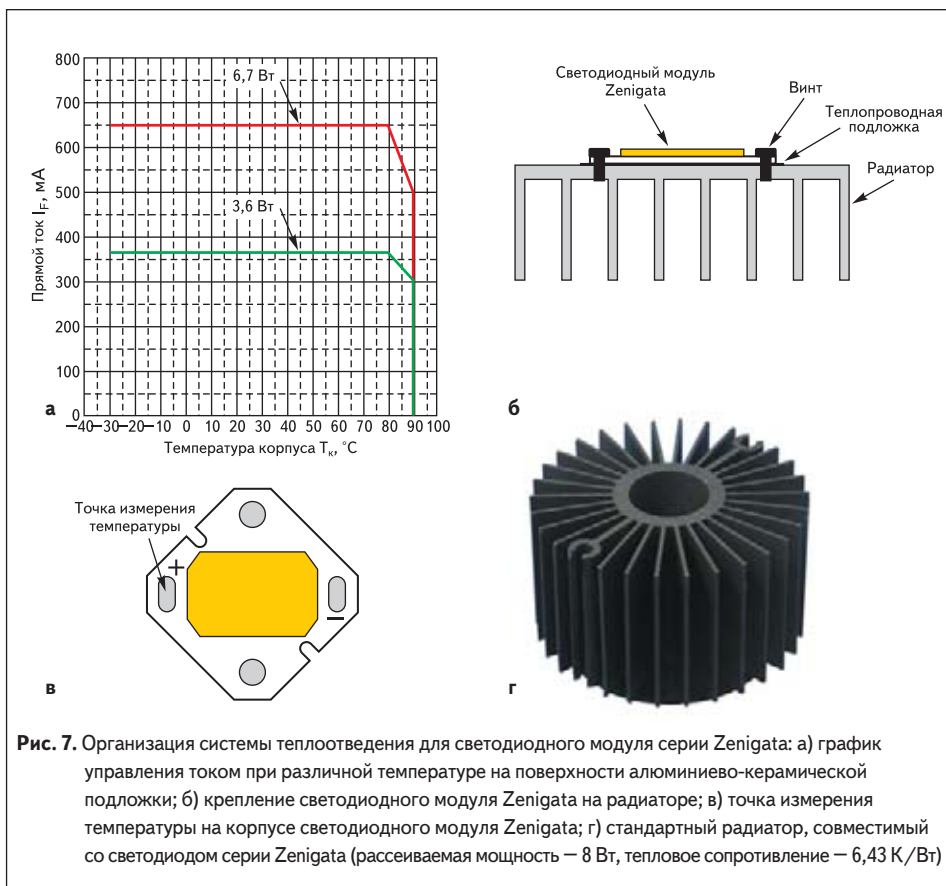
Модули Zenigata отличаются исключительно длительным сроком службы: до 40 тысяч часов при температуре подложки +80 °С, что, наряду с оптимальной энергетической эффективностью, обеспечивает низкий уровень эксплуатационных расходов за счет длительных интервалов между техническими обслуживаниями соответствующей осветительной системы. Дegradaция светового потока светодиода показана на рис. 6. Данная характеристика приведена для модуля мощностью 3,6 Вт при прямом токе 400 мА и температуре теплоотвода 90 °С. Изменение светового потока измерялось в течение 10000 часов, который составил к концу эксперимента примерно 93% от первоначального значения. Как отмечалось ранее, одним из самых важных факторов, влияющих



на качество функционирования светодиодного модуля Zenigata, является температура металлической подложки. В частности, при повышении температуры ухудшаются два важнейших параметра — световой поток и срок службы. Поэтому одной из самых главных задач в твердотельной светотехнике является проектирование оптимальной системы теплоотведения, то есть оптимизация соотношения следующих параметров: время наработки на отказ, световой поток, потребляемая мощность, стоимость (сложность) проектирования системы теплоотвода, стоимость изготовления радиатора.

Самое простое и недорогое решение — это подбор радиатора из стандартного ряда предлагаемых на рынке. Один из таких радиаторов, изготовленный из алюминия методом литья, представлен на рис. 7. При выборе радиатора стоит помнить, что производителем рекомендуется температура подложки не более 80 °С. Т. е. тепловое сопротивление радиатора должно





быть не более 7,5 °С/Вт (при температуре окружающей среды 30 °С). Проектирование радиатора на большие температуры целесообразно лишь для светильников, применяющихся в экстремальных температурных режимах. Во всех же остальных случаях это является избыточным, приводящим к удорожанию конечной продукции без получения каких-либо существенных преимуществ перед конкурентными решениями. Однако не всегда реальные условия совпадают с расчетными данными, в процессе эксплуатации возможно возникновение экстремальных температурных режимов. Поэтому рекомендуется предусмотреть обратную связь по температуре с тем, чтобы при ее повышении ток через кристалл уменьшался. Такую простейшую следящую систему можно организовать как для каждого светильника, так и для системы освещения в целом. Следует также отметить, что в последнее время на рынке систем охлаждения для светодиодов появляется все больше и больше производителей, предлагающих радиаторы с активным охлаждением. Однако на данный момент такие радиаторы существенно уменьшают соотношение лм/Вт и не находят большого распространения. Для расширения возможностей применения светодиодного модуля Sharp выпускаются специальные линзы с узкой диаграммой направленности (рис. 8). Эти собирающие линзы с эффективностью до 90% позволяют применять светодиоды Sharp не только для общего освещения, но и в осветительном

оборудовании с узкой диаграммой направленности. К такому оборудованию можно, например, отнести портативные фонарики, где особо критичны размеры площади расположения светодиодов и в то же время требуется вторичная узконаправленная оптика. Было произведено тестирование светодиодного модуля Zenigata (GW5BWC15L02) совместно с описанной выше линзой, которое заключалось в измерении освещенности на различном расстоянии от пола. Результаты тестирования приведены на рис.9, 10 и в таблице 3. Светодиодные модули Zenigata от Sharp можно использовать, например, при разработке ламп и светильников для освещения рабочего места, в лампах для чтения и настольных лампах,

Таблица 3. Результаты тестирования светодиодного модуля Zenigata совместно со вторичной оптикой

| Тип линзы | Освещенность без линзы, лк | Освещенность с линзой, лк | Коэффициент | Условия тестирования |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|---|
| LNT/LKM0/SZN/D35 (средний угол) | 275 | 421 | 1,53 | ток — 350 мА; уровень дополнительной освещенности в помещении — 0 лк; температура окружающей среды — 19 °С; расстояние — 1 м |
| LNT/LKW0/SZN/D35 (широкий угол) | 275 | 227 | 0,83 | |

декоративных светильниках, в качестве осветительных прожекторов сцен и строительных площадок. Соединяя данные модули между собой в сборки по несколько штук, можно реализовать решения для ламп в общественном транспорте, в поездах, самолетах и автобусах, светильниках

для ЖКХ. Высокоэффективные модули серии 540 лм могут заменить обычные лампы накаливания, так что потребители в будущем тоже ощутят преимущества и экономию от высокой энергетической эффективности светодиодных модулей Sharp. ●