

Комплексное решение

для внутреннего освещения

В настоящее время рынок светодиодных светильников переживает бурное развитие, поэтому производителю важно не медлить с выводом своего товара «в свет». Если заниматься созданием прибора с нуля, не имея при этом достаточного опыта подобных разработок, есть вероятность опоздать и уступить свое место конкурентам.

При разработке и производстве светодиодных светильников производителю приходится решать ряд важных технических и технологических задач, связанных с подбором комплектующих (светодиоды, источник питания), режимом их работы, разработкой печатной платы, монтажом на нее светодиодов и т. п.

Представленные в настоящее время на рынке светодиоды мощностью от 0,2 Вт имеют под корпусом специальную площадку, и для эффективного отвода тепла от кристалла светодиода ее очень важно качественно припаять к медному слою на поверхности печатной платы. Пайку теплопроводящей площадки, а также пайку выводов многих светодиодов можно выполнить только на специальном технологическом оборудовании — в инфракрасной печи с соблюдением требуемого температурного профиля. Кроме того, при изготовлении крупных партий светильников требуется монтировать такое количество светодиодов, что это становится экономически оправдано только при автоматизированном производстве.

Не секрет, что многие производители светильников не имеют в своем распоряжении технологического оборудования, позволяющего в автоматизированном режиме устанавливать и осуществлять пайку светодиодов (ввиду его достаточно высокой стоимости), и вынуждены для этого обращаться к контрактным производителям. Чтобы сохранить от них независимость, не обращаться в сторонние компании для разработки печатных плат, снять с себя часть задач и быстро выйти на рынок светодиодных светильников, удачным вариантом может стать использование готовых светодиодных модулей, произведенных на соответствующем оборудовании с соблюдением всех технологических требований.

Для внутреннего освещения, освещения в системе ЖКХ используется большое разнообразие различных светильников с широким диапазоном светового потока. Например, в указанных областях востребованы люминесцентные светильники с диапазоном светового потока от 570 (1×15 Вт) до 4100 лм (2×36 Вт). Чтобы светодиодные светильники смогли заменить классические источники света, необходимо иметь возможность широкого выбора светодиодных модулей по световому потоку и/или вариантам режимов их работы.

При разработке светодиодного светильника необходимо учитывать требования

действующей нормативной документации. В частности, требования по электромагнитной совместимости [1–3], безопасности [4, 5] и требования, предъявляемые ко внутреннему освещению [6, 7]. Особое внимание следует обратить на эмиссию гармонических составляющих [1] и коэффициент пульсаций освещенности [7]. Выполнение требований по указанным параметрам в светодиодном светильнике целиком и полностью определяется характеристиками используемого источника питания.

Всем вышеперечисленным требованиям удовлетворяет продукция известного российского производителя светотехнических компонентов АРГОС. Используя в комплексе продукцию этой компании, можно практически с нуля наладить производство светодиодных светильников по конкурентной стоимости.

В каталоге АРГОС представлены:

- светодиодные модули (линейки и матрица) (рис. 1);
- источники питания 40, 50, 60 Вт (рис. 2);
- светоакустический датчик LST СЗВО-02 (рис. 3).

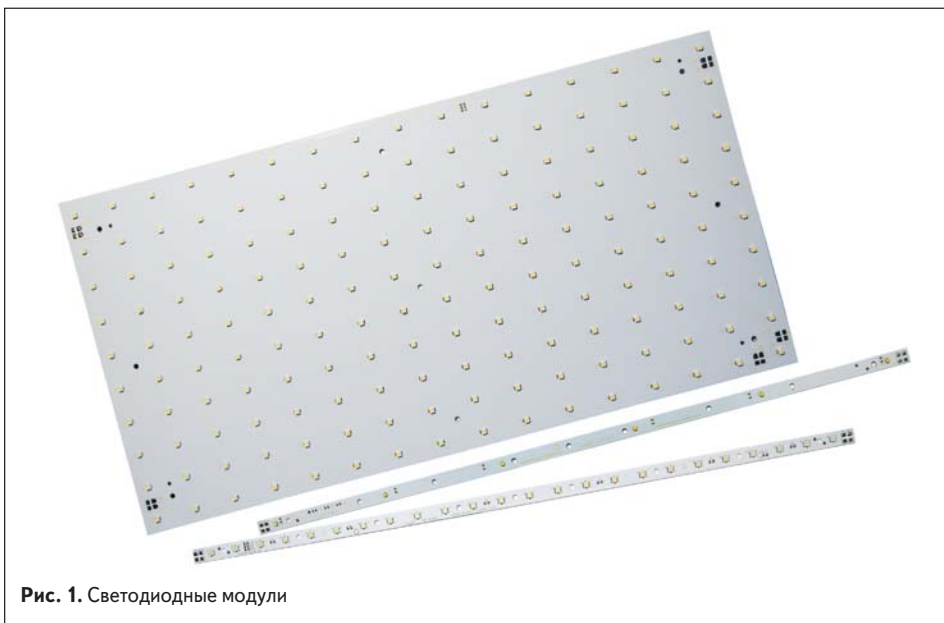


Рис. 1. Светодиодные модули



Рис. 2. Источник питания ИПС50-350Т



Рис. 3. Светоакустический датчик LST СЗВО-02

Таблица 1. Основные параметры светодиодных модулей

Наименование	Цветовая температура, К	CRI	Минимальный световой поток, лм (350 мА)	Потребляемая мощность, Вт (350 мА)	Количество светодиодов, шт.	Топология (количество цепочек/шт.)	Габаритные размеры, мм
LINE 460×10 AL 12 Cree MLE	4500–5700	80	712	6,8	12	2/6	460×10,5×3,2
LINE 460×10 AL 24 Cree MLB	4500–5700	75	693	7,0	24	4/6	460×10,3×3,2
LINE 460×10 AL 6 Cree XBD	4750–5350	80	731	6,4	6	1/6	460×10,5×3,2
SQUARE 460×230 FR 160 Cree SP301	4000–4500	80	1930	18,4	160	10/16	460×230×4

Во всех модулях используются светодиоды только компании Cree. Линейки выполнены на алюминиевых печатных платах, в которых установлены светодиоды хорошо зарекомендовавших себя серий ML-B, ML-E и новой эффективной XB-D. В матрице используются маломощные светодиоды новой серии SP-301. Они относятся к классу 0,1-Вт светодиодов и обладают световым потоком 10–12 лм. Небольшая мощность позволяет использовать стеклотекстолитовую печатную плату, а невысокий световой поток светодиодов требует достаточно большого их количества (в модуле, о котором идет речь, установлено 160 штук). Повышенная плотность установки светодиодов позволяет получить наиболее равномерный свет, и светильник в этом случае смотрится весьма эффектно.

Длина всех модулей 460 мм. Данный размер позволяет использовать их для замены практически всех выпускаемых линейных люминесцентных ламп мощностью 10–58 Вт (в некоторых случаях достаточно будет одного модуля, а в других придется устанавливать несколько). Ширина матрицы составляет 230 мм и разработана таким образом, что, например, для наиболее популярного светильника типа «Армстронг» 600×600 потребуются два подобных модуля.

Особенность модулей заключается в том, что их можно использовать на токах 240–700 мА (модуль на SP301 — до 350 мА), получая при этом различный световой поток. Каждый модуль имеет собственную топологию соединения светодиодов, которая оптимальным образом согласована с выходными токами выпускаемых источников питания. Топология соединения светодиодов и основные параметры модулей приведены в таблице 1.

Варьировать режим работы светодиодов в модулях, а соответственно, и световой поток можно, изменяя схему подключения модулей к источнику питания (ИП) или регулируя выходной ток источника. Например, при использовании ИП C50-350T (50 Вт, 350 мА) модули нужно подключать последовательно, при этом режим работы светодиодов по току будет близок к режиму их биннинга. В случае с ИП C40-700T (40 Вт, 700 мА) или ИП C60-700T (60 Вт, 700 мА) модули (кроме SP301) можно подключать последовательно, и в этом случае светодиоды будут работать на удвоенном значении тока по сравнению с режимом биннинга. Для всех осветительных светодиодов Cree это совершенно нормально и безопасно, поскольку максимальный рабочий ток используемых светодиодов превышает ток биннинга более чем вдвое. Необходимо только принимать

Таблица 2. Основные параметры источников питания

Наименование	Максимальная выходная мощность, Вт	Выходной ток, мА	Диапазон выходного напряжения, В	Коэффициент мощности, λ	Пульсации тока, %
LST ИПС50-350Т	50	350	50–140	0,98	1,0
LST ИПС50-350ТР(240-360)	36–54	240–360	70–150		
LST ИПС50-350ТР(300-390)	42–54	300–390	50–140		
LST ИПС40-700Т	40	700	28–60	0,98	0,2
LST ИПС40-700ТР(400-700)	24–40	400–700	28–60		
LST ИПС60-700Т	60	700	40–85		
LST ИПС60-700Т(400-700)	34–60	400–700	40–85		

во внимание, что с повышением рабочего тока у светодиодов понижается светоотдача. Во многих случаях на это можно пойти, поскольку линейки на светодиодах ML-E, XB-D и SP301 изначально обладают достаточно высокой светоотдачей. При использовании источников питания с выходным током 700 мА можно также подключать модули попарно, последовательно-параллельно, в этом случае ток через светодиоды будет близким к току в режиме их биннинга.

Чтобы светодиоды могли работать при промежуточном значении тока (от тока в режиме биннинга до удвоенного значения), нужно использовать регулируемые источники питания. Подобные ИП также присутствуют в номенклатуре продукции указанного производителя. Регулируемые ИП имеют в обозначении суффикс «Р» и диапазон устанавливаемого тока, например ИП C50-350ТР[240-360]. Основные параметры регулируемых и нерегулируемых источников приведены в таблице 2.

ИП обладают высоким значением КПД (90–91%) и работоспособны в диапазоне температуры окружающей среды –20...+55 °С. Источники изготавливаются в белом металлическом корпусе (как у стандартного электронного балласта для люминесцентных ламп), имеют степень защиты от внешних воздействий IP20. Выбирая регулируемый источник питания, можно перекрыть диапазон выходного тока от 240 до 700 мА.

Структура обозначения светодиодных модулей и источников питания приведена на рис. 4.

В различном режиме работы модули будут обладать различными световым потоком, потребляемой мощностью и светоотдачей. Чтобы можно было достаточно быстро и легко подобрать требуемый набор модулей под проектируемый светильник, можно воспользоваться специально разработанной программой, размещенной на сайте www.compel.ru: **Разработчику** → **Калькуляторы** → **LED-калькулятор Cree** → **Калькулятор выбора модулей АРГОС на базе LED Cree**. Интерфейс программы интуитивно

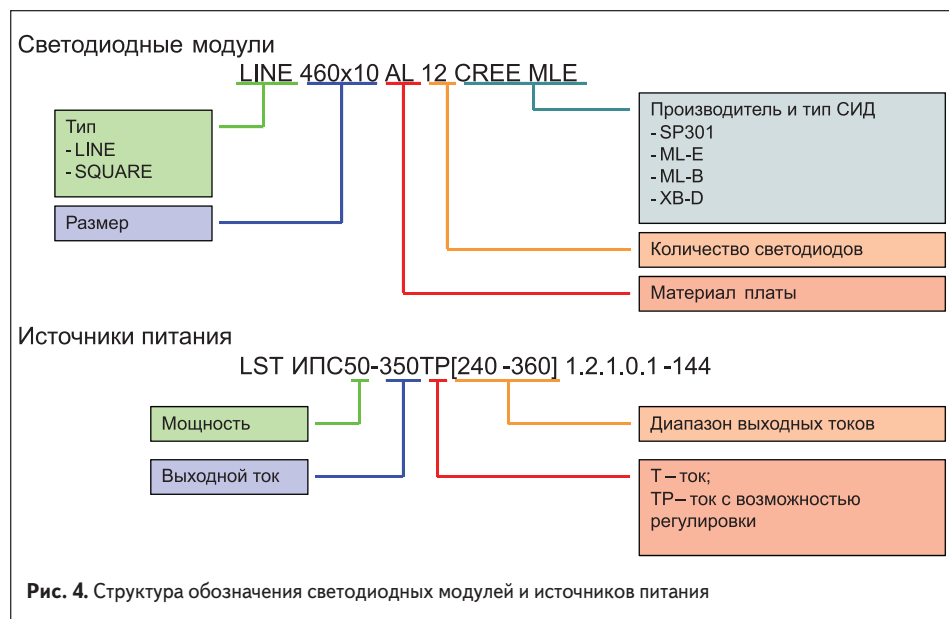


Рис. 4. Структура обозначения светодиодных модулей и источников питания

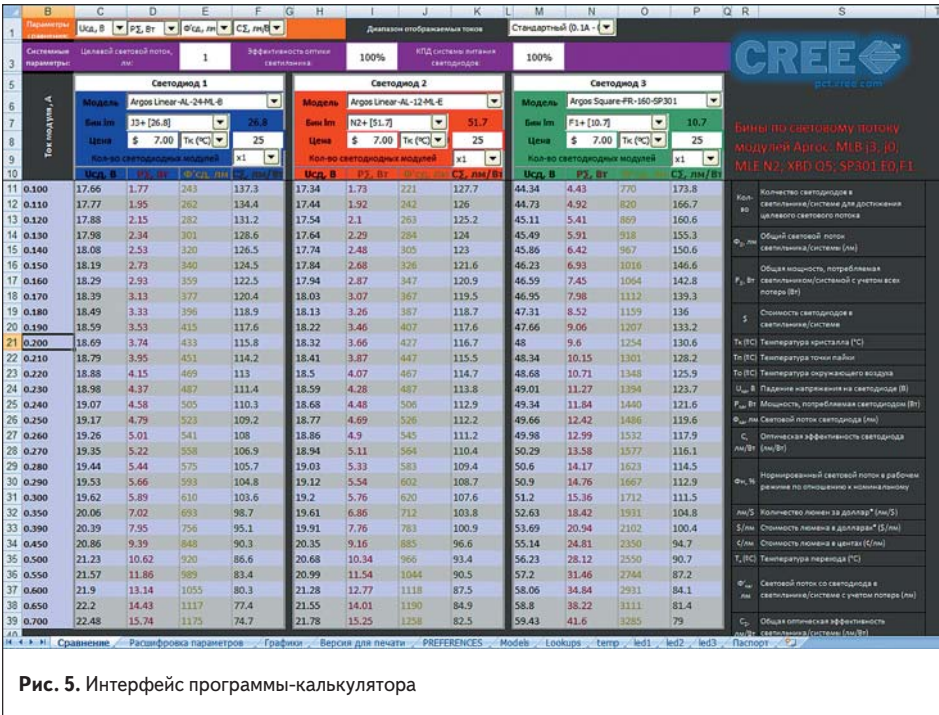


Рис. 5. Интерфейс программы-калькулятора

понятен, для ее использования не требуется каких-либо специальных знаний (рис. 5). Можно выбрать тип модулей, бин по световому потоку используемых в модуле светодиодов, количество модулей и указать стоимость. Программа позволяет рассчитать все основные технические и экономические параметры в зависимости от начального светового потока установленных светодиодов, температуры в точке пайки и температуры кристалла, протекающего тока, с учетом КПД источника питания и эффективности оптической системы.

Чтобы выполнить расчет и выбрать нужный набор модулей, необходимо в программу ввести входные данные и выбрать требуемые выходные параметры. Одна часть исходных данных вводится с клавиатуры, а некоторые выбираются из выпадающих списков. Задать вручную можно:

- рабочую температуру кристалла или температуру в точке пайки светодиода (Тк/Тп), °С;
- стоимость модуля (Цена), \$;
- требуемый световой поток светильника (Целевой световой поток), лм;
- КПД источника питания (КПД системы питания), %;

- эффективность оптической системы (Эффективность оптики светильника), %.
- Из выпадающих списков выбираются:
- тип модуля («Модель», «Светодиод», «I2/I3»);
 - бин по световому потоку установленных светодиодов («Бин lm»).

Программа позволяет одновременно рассчитать до трех типов модулей. Сравнить их можно одновременно по четырем рассчитанным параметрам. Параметры, которые рассчитываются, выбираются пользователем из выпадающих списков в верхней части экрана (строка «Параметры сравнения»). Имеются четыре окна, которые соответствуют четырем столбцам основного поля программы.

Выбираемые выходные параметры можно разделить на три группы:

1. Параметры Усд, Рсд, Фсд, С, лм/Вт позволяют рассчитать технические характеристики единичного модуля.
2. РΣ, ФΣ, Фсд, СΣ, кол-во позволяют рассчитать технические характеристики нескольких модулей в составе светильника.
3. лм/\$, \$/лм, с/лм, \$ позволяют рассчитать стоимостные характеристики одного или группы модулей. При выборе стоимостных

Рис. 6. Результат расчета для модулей на ML-B, ML-E, SP301

характеристик в окне «Цена» необходимо указать стоимость модуля.

Расшифровка перечисленных параметров указана в самой программе на вкладке «Расшифровка параметров». В окне «Диапазон отображаемых токов» выбирается диапазон тока, в котором будет осуществляться расчет. Значение отображается в левом столбце интерфейса программы.

Для примера выполнен подбор модулей для светильника типа «Армстронг». Зададимся начальными условиями:

- желаемый световой поток светильника 3000 лм;
- полная эффективность светильника около 70 лм/Вт;
- КПД источника питания 90%;
- потери в светорассеивающем стекле 12%;
- цветовой температуры — нейтральный белый (4700–5700 К);
- предполагаемая температура в точке пайки +55 °С (при +25 °С окружающей среды).

Критерий выбора — общая стоимость модулей должна быть минимальной. Стоимость рассматриваемых модулей (при поставке до 4 тыс. штук) составляет:

- LINE 460×10 AL 12 Cree ML-E — 134 руб.;
- LINE 460×10 AL 24 Cree ML-B — 165 руб.;
- LINE 460×10 AL 6 Cree XB-D — 200 руб.;
- SQUARE 460×230 FR 160 Cree SP301 — 806 руб.

Для выбора модулей воспользуемся указанной выше программой. Результат расчета представлен на рис. 6, 7.

Из полученных результатов видно, что для рассматриваемого варианта выбор следует сделать между модулями LINE 460×10 AL 6 Cree XB-D и LINE 460×10 AL 12 Cree ML-E. Минимальная стоимость (\$15,51) будет получена на модулях со светодиодами XB-D при токе 700 мА, но таких модулей потребуется всего три штуки, что может незастычно смотреться в светильнике 600×600. Лучшим, но немного более дорогим будет вариант на светодиодах ML-E (\$16,72). В этом случае потребуется четыре линейки и будет обеспечен привычный вид светодиодного светильника. Ток, на котором должны работать модули, по расчету получается 500 мА, а подводимая к модулям мощность составляет 44,4 Вт. Поэтому выбираем источник

Рис. 7. Результат расчета для модулей на XB-D

питания с регулировкой выходного тока LST ИПС60-700Т(400-700) стоимостью 405 руб. (при поставке от 1000 шт.). Общая стоимость модулей и источника питания составляет 940 руб. Конечно, сюда следует еще включить как минимум стоимость корпуса, рассеивателя и различные расходные материалы. На сегодня стоимость корпуса для подобного светильника составляет 200–250 руб., а призматический рассеиватель обойдется в 180–270 руб. (в зависимости от типа стекла). Конечная стоимость комплектующих будет составлять 1320–1460 руб. Полностью собранный светодиодный светильник рассматриваемого типа на сегодня на рынке стоит более 2500 руб.

В рассмотренном светильнике для автоматического включения/выключения можно применить светоакустический датчик LST СЗВО-02 (рис. 3) и повысить тем самым энергосберегающие функции светильника, поскольку он будет работать только тогда, когда это требуется. Подобные функции начинают активно использоваться в системе ЖКХ. Датчик контролирует уровень внешней освещенности и шумовую обстановку. При возникновении некоторого шума (шаги человека, звук открывающейся двери и т. п.) и недостаточного уровня освещенности в помещении датчик включит светильник, а затем, по истечении какого-то времени, если звук будет отсутствовать, выключит его. Если уровень освещенности в помещении достаточен, то светильник включаться не будет даже при наличии шума. Датчик имеет отдельные регулировки чувствительности по освещенности, звуку и времени задержки. Стоимость датчика 155 руб. (от 1000 шт.).

На показанном примере видно, что сборка светильника из готовых компонентов на данном

этапе является достаточно выгодным решением. В этом случае производитель быстро сможет организовать производство и выйти на рынок с конкурентным изделием. Учитывая, что имеется простой сервис по подбору модулей (рассмотренная выше программа), комплектующие изготавливаются на одном предприятии и согласованы между собой по параметрам, то выбор компонентов под требуемую задачу оказывается весьма простым, а решение — недорогим. ●

Литература

1. ГОСТ Р 51317.3.2-2006 «Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний».
2. ГОСТ Р 51318.15-99 «Радиопомехи промышленные от электрического светового и аналогичного оборудования. Нормы и методы испытаний».
3. ГОСТ Р 51514-99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоустойчивость светового оборудования общего назначения. Требования и методы испытаний».
4. ГОСТ Р МЭК 60598-1-2003 «Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний».
5. ГОСТ Р МЭК 60598-2-2-99 «Светильники. Часть 2. Раздел 2. Частные требования. Светильники встраиваемые».
6. СП 52.13330.2011 «Свод правил. Естественное и искусственное освещение».
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».