

Сергей Миронов |

Светодиоды Cree — «калькулятор» для выбора

Рассчитать оптимальные параметры необходимого для разработки светодиода Cree и выбрать подходящее изделие из почти 3000 позиций прайс-листа компании довольно легко, если использовать программный инструмент «PCT-калькулятор».

При проектировании полупроводникового светового прибора разработчику приходится решать комплекс задач, связанных с выбором компонентов. От того, какой тип светодиода будет выбран, в каком режиме он будет работать, напрямую зависят срок службы, стоимость, технические и, в конечном итоге, качественные характеристики конечного изделия.

В настоящее время количество вариантов выбора среди мощных осветительных светодиодов различных производителей, которые доступны разработчику, исчисляется десятками тысяч. Если рассмотреть ассортимент только одной компании Cree, являющейся лидером на данном рынке, то количество позиций, производимое в настоящее время этой компанией, приближается к трем тысячам. Чтобы разработчик мог ориентироваться в таком многообразии, выбрать наиболее оптимальный тип светодиода, режим его работы и рассчитать многие другие параметры при различных начальных условиях, специалисты компании разработали программу под названием *Product Characterization Tool* (сокращенно «PCT-калькулятор»).

Программа «PCT-калькулятор» доступна на сайте компании «КОМПЭЛ» (www.compel.ru)

в разделе: «Разработчику» → «Калькуляторы». Там же вы найдете текст данной статьи в электронном виде, а также краткую инструкцию на английском языке. Калькулятор открыт для зарегистрированных пользователей. Если вы не зарегистрированы на сайте, то это несложно сделать в любой момент. Необходимо заполнить несколько полей, и на указанный адрес электронной почты будет выслан пароль, который в дальнейшем потребуется для авторизации на сайте.

Программа позволяет рассчитать все основные параметры как одного светодиода, так и их массива в составе светильника в зависимости от начального светового потока выбранного светодиода, температуры в «точке пайки»/температуры кристалла, протекающего тока с учетом КПД источника питания и эффективности оптической системы.

Интерфейс программы интуитивно понятный, и для ее использования не требуется каких-либо специальных знаний (рис. 1).

Чтобы выполнить расчет, в программу необходимо ввести исходные (входные) данные и выбрать требуемые выходные параметры. Причем если рассчитываются параметры единичного светодиода, то достаточно пользоваться только той группой входных данных, которая обозначена на рис. 1. Если рассчитываются

параметры массива светодиодов в составе светильника, то необходимо дополнительно указать требуемый световой поток светильника (Target Lumens), эффективность оптической системы (Optical) и КПД источника питания (Electrical). Данные вводятся в строке System Parameters; по умолчанию там стоят значения: 1200 лм; 100%; 100% соответственно.

Одна часть исходных данных вводится в программу с использованием цифровой клавиатуры, а другая выбирается из выпадающих списков. Исходными данными, которые пользователь может задавать, используя цифровую клавиатуру, являются:

- рабочая температура кристалла или температура в «точке пайки» светодиода T_j/T_{sp} , °C;
- стоимость светодиода (Price), \$;
- требуемый световой поток светильника (Target Lumens), лм;
- КПД источника питания (Electrical), %;
- эффективность оптической системы (Optical), %.

Из выпадающих списков выбираются:

- тип (серия) светодиода (окно *Model1/2/3* в строке LED Models);
- световой поток выбранного светодиода (*Flux* в строке Model Options).

Программа позволяет одновременно рассчитать до трех типов (моделей) светодиодов. Светодиоды или их массивы можно сравнивать одновременно по четырем рассчитанным параметрам, которые выбираются пользователем из выпадающих списков в верхней части экрана (строка Design Parameters). Имеются четыре окна, которые соответствуют четырем столбцам основного поля программы.

Выходные параметры, которые выбираются, можно разделить на три группы:

1. LED VF, LED W, LED LM, LED LM/W позволяет рассчитать технические характеристики единичного светодиода;
2. SYS LM PER, SYS # LED, SYS W, SYS LM TOT, SYS LM W позволяет рассчитать технические характеристики массива светодиодов в составе светильника;
3. LM/\$, \$/LM, c/LM, SYS \$ позволяет рассчитать стоимостные характеристики одного светодиода или их группы. При выборе стоимостных характеристик в окне Price необходимо ввести цену светодиода (врезка).

Врезка

LED VF — прямое падение напряжения на светодиоде, В
 LED W — мощность, подводимая к светодиоду, Вт
 LED LM — световой поток светодиода, лм
 LED LM/W — световая отдача светодиода, лм/Вт
 SYS LM PER — световой поток одного светодиода в массиве, лм
 SYS # LED — общее количество светодиодов, шт.
 SYS W — общая мощность, Вт
 SYS LM TOT — общий световой поток, лм
 SYS LM W — общая эффективность, лм/Вт
 LM/\$ — люмен/доллар
 \$/LM — доллар/люмен
 c/LM — цент/люмен
 SYS \$ — полная стоимость массива светодиодов

В окне **Drive-Current Range** выбирается диапазон тока, при котором будет осуществляться расчет. Он отображается в левом столбце интерфейса программы. Причем программа автоматически определяет максимальное значение рабочего тока для выбранного типа светодиода. Если задан более широкий диапазон, то значения, выходящие за границу максимального рабочего тока, отображаться не будут.

Чтобы понять, как работает программа, рассмотрим два наиболее часто встречающихся в практике примера.

Пример 1

Требуется определить оптимальную серию светодиода для применения в уличном светильнике. Критерием оптимальной серии выберем самую низкую стоимость люмена при лучшей эффективности (лм/Вт). Цвет свечения светодиодов — холодный белый, 5000–7000 К.

Для применения в уличном светильнике наилучшим образом подходят светодиоды семейств XP, XM. Они обладают высокой эффективностью и большим значением светового потока. Выберем следующие позиции: XPEWHT-L1-0000-00E03 (114 лм, цена \$1,73), XPGWHT-L1-0000-00F53 (122 лм, цена \$2,21), XMLAWT-00-0000-0000T5053 (260 лм, цена \$4,08). Примем рабочий ток каждой серии светодиода 70% от максимального значения. Для XP-E это будет 700 мА, для XP-G — 1000 мА,

Таблица 1. Параметры выбора светодиодов для уличного светильника

Серия светодиода	Рабочий ток, мА	Светоотдача, лм/Вт	Световой поток, лм	Стоимость 1 лм, цент
XPEWHT-L1-0000-00E03 (114 лм, T _{sp} = +70 °C)	700	74,5	170	1,02
XPGWHT-L1-0000-00F53 (122 лм, T _{sp} = +70 °C)	1000	79,3	260	0,85
XMLAWT-00-0000-0000T5053 (260 лм, T _{sp} = +70 °C)	2100	87,9	576	0,71

а для XM-L — 2100 мА. Будем считать, что все серии светодиодов в устройстве работают при одинаковой температуре в «точке пайки» — +70 °C.

По умолчанию в программе заданы параметры: **LM** (световой поток), **LMW** (светоотдача), **VF** (прямое падение напряжения) и **W** (мощность). Видно, что для нашей задачи не хватает стоимостного параметра. Поскольку в данном примере расчет производится для единичного светодиода, то зададим параметр **c/LM** (цент/люмен). Выберем его вместо параметра **VF** и введем необходимые исходные данные: температура в «точке пайки» +70 °C, начальный световой поток выбранных серий светодиодов, диапазон тока 0,7–2,1 А и стоимость каждой серии (\$) (рис. 2).

Сравнивая полученные варианты, видим абсолютное превосходство серии светодиодов

XM-L (таблица 1). Новая серия светодиодов, имеющая первоначально более высокую стоимость по сравнению с предшествующими сериями, при правильном использовании показывает значительно лучшие параметры по стоимости люмена, световому потоку и светоотдаче.

Поскольку каждая серия светодиодов имеет весьма обширную номенклатуру, то было бы правильным рассмотреть и сравнить другие позиции выбранных серий светодиодов для определения наиболее выгодной. Сделать это, используя данную программу, нетрудно.

Рассмотрим следующие позиции светодиодов (в диапазоне цветовой температуры 4000–7000 К): XPEWHT-01-0000-00ED2 (107 лм, цена \$1,58), XPGWHT-L1-0000-00G53 (130 лм, цена \$2,55), XMLAWT-00-0000-0000T6053 (280 лм, цена \$5,45).

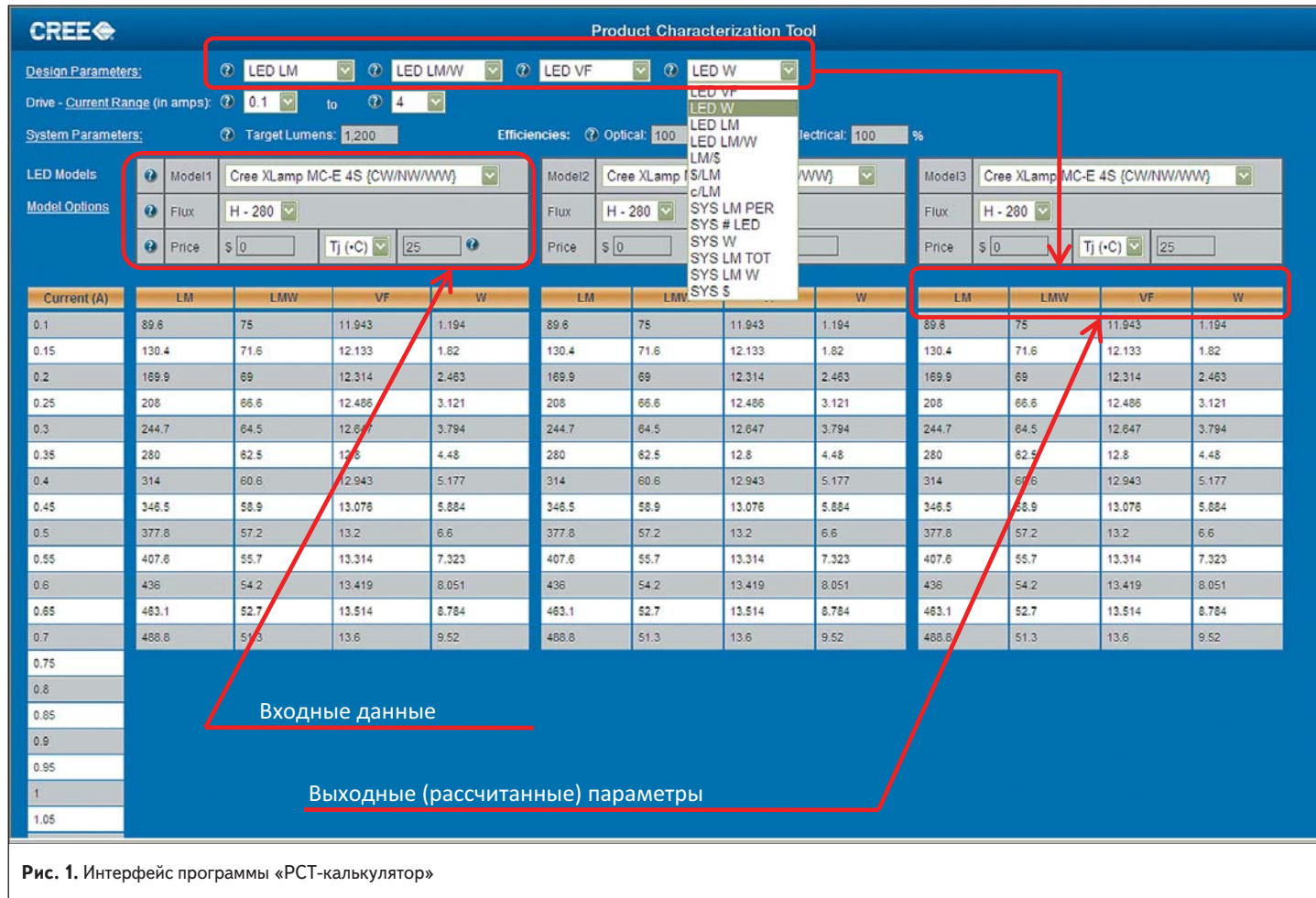


Рис. 1. Интерфейс программы «PCT-калькулятор»

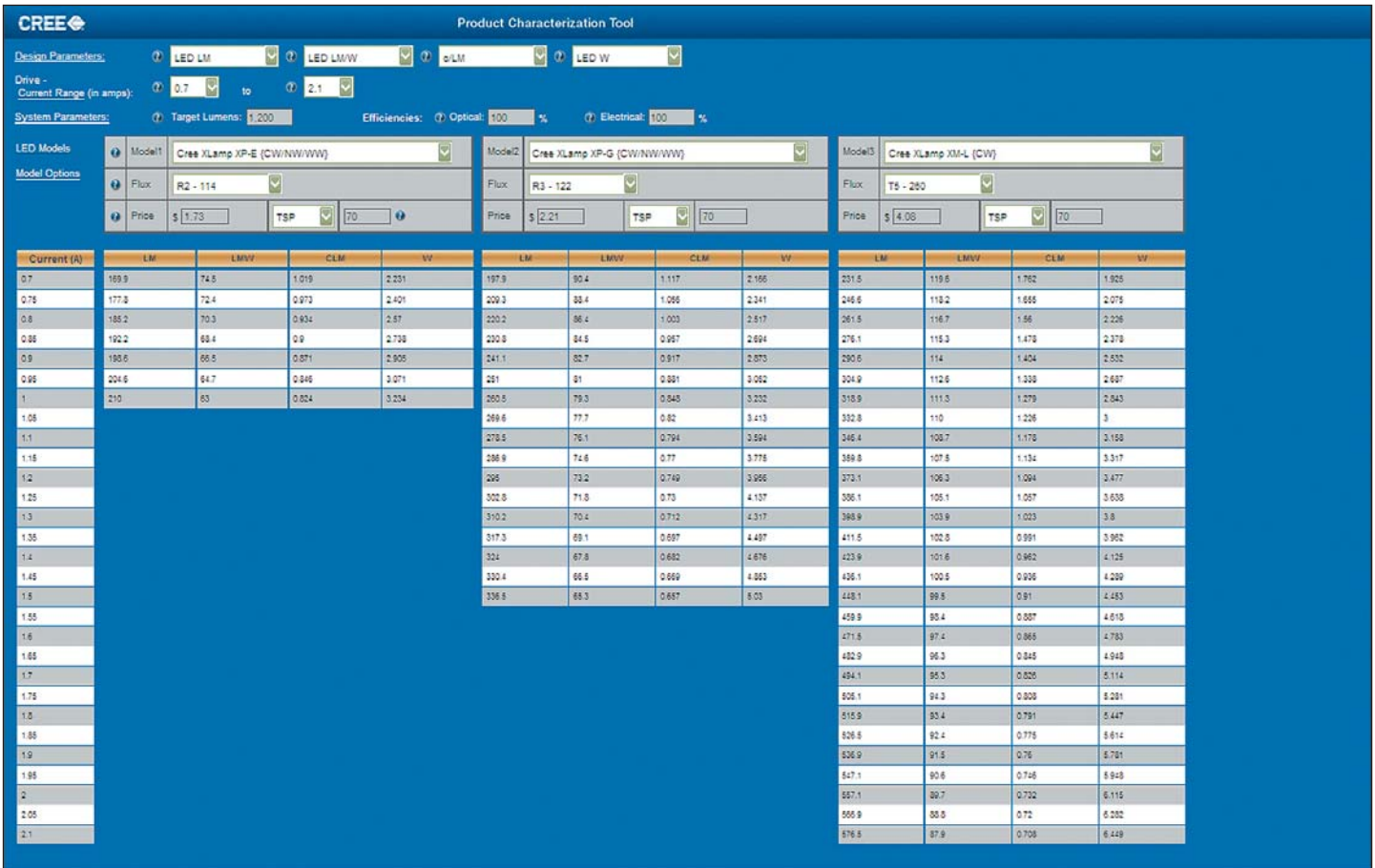


Рис. 2. Сравнение серий светодиодов XP-E, XP-G, XM-L

Результаты расчета показаны в таблице 2. В данном случае картина кардинально не изменилась. На первом месте оказался светодиод серии XM-L. Вызывает интерес то, что по стоимости люмена практически сравнялись светодиоды XPEWHT-01-0000-00ED2 и XPGWHT-L1-0000-00G53. Но по параметру светоотдачи предпочтение, конечно, нужно отдать XPGWHT-L1-0000-00G53. Кроме того, используя этот светодиод, можно уменьшить количество вторичной оптики в светильнике, поскольку световой поток XP-G выше, чем XP-E, и потребуются меньшее число светодиодов, а соответственно и меньше линз. Тем не менее, если использовать XPEWHT-01-0000-00ED2 на токе биновки (350 мА), увеличивая тем самым срок его службы и повышая надежность системы, то при сравнимой со светодиодом XP-G светоотдаче мы получим существенно более низкую стоимость люмена.

Сравнивая данные в таблице 1 и 2, можно заметить, что самая низкая стоимость люмена получается у светодиода XMLAWT-00-0000-0000T5053.

Мы рассмотрели возможности программы по расчету и сравнению отдельных светодиодов для выбора наиболее оптимального варианта. При разработке светодиодного светильника чаще бывает необходимо, исходя из требуемого светового потока, определить количество светодиодов и учесть при этом неизбежные потери при нагреве кристалла,

потери на светорассеивающем стекле и потери энергии в источнике питания.

Пример 2

Требуется рассчитать количество светодиодов для изготовления светильника, встраиваемого в подвесной потолок типа «Армстронг», и определить значение рабочего тока светодиодов. Общая стоимость светодиодов должна быть минимальной.

Зададимся начальными условиями:

- желаемый световой поток светильника 3000 лм;
- полная эффективность светильника не менее 65 лм/Вт;
- КПД источника питания 87%;
- потери в светорассеивающем стекле 18%;
- цветовая температура — нейтральный белый, 4700–6000 К;

- температура в «точке пайки» +60 °С.
- Для подобного светильника наиболее подходящими являются светодиоды серий MX-6, ML-E, ML-B, MX-3. Используя их, можно получить равномерную засветку поверхности при очень хорошем качестве света, что и обуславливает популярность данных светодиодов именно в подобных приложениях.

Выберем для сравнения следующие позиции светодиодов: MX6AWT-A1-0000-000CB1 (100 лм, цена \$1,12), MX3AWT-A1-0000-000DDZ (107 лм, цена \$0,96), MLEAWT-A1-0000-0003A1 (45,7 лм, цена \$0,61). Зададим в программе требуемые параметры и произведем расчет (рис. 3).

По полученному результату видно, что для обеспечения заданных требований выгоднее всего использовать светодиод MX6AWT-A1-0000-000CB1. Рабочий ток светодиода в этом

Таблица 2. Параметры выбора светодиодов для уличного светильника, альтернативный вариант

Серия светодиода	Рабочий ток, мА	Светоотдача, лм/Вт	Световой поток, лм	Стоимость 1 лм, цент
XPEWHT-01-0000-00ED2 (114 лм, T _{sp} = +70 °C)	700	70	159	0,93
XPGWHT-L1-0000-00G53 (130 лм, T _{sp} = +70 °C)	1000	84,5	277	0,92
XMLAWT-00-0000-0000T6053 (280 лм, T _{sp} = +70 °C)	2100	94,7	620	0,88

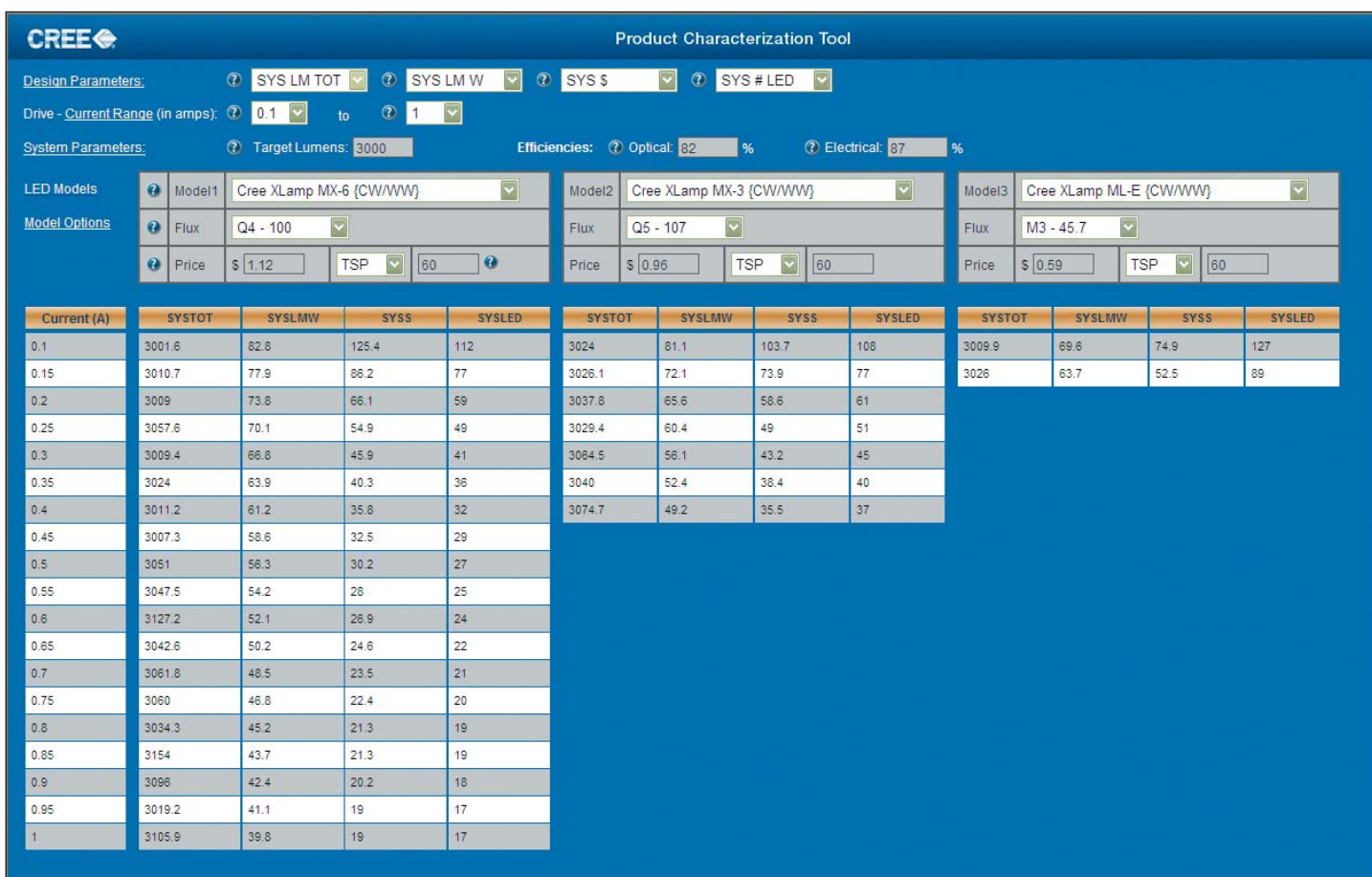


Рис. 3. Сравнение серий светодиодов MX-6, MX-3, ML-E

случае не должен превышать 350 мА. Полная расчетная эффективность светильника будет на уровне 64 лм/Вт, потребуется 36 светодиодов общей стоимостью \$40,3.

Для получения более равномерной засветки светящейся поверхности светильника можно применить светодиоды MLEAWT-A1-0000-0003A1. Потребуется 89 светодиодов общей стоимостью \$52,5, что несколько выше, чем при использовании серии MX-6, но при этом можно достичь лучших потребительских свойств светильника. Рабочий ток светодиодов в данном примере должен быть 150 мА. Отметим, что мы не учли нюанс, связанный

с тем, что при использовании светодиодов серии ML-E можно применить светорассеивающее стекло с меньшими потерями, поскольку светодиоды серии ML-E используются в большом количестве и устанавливаются с меньшим шагом по сравнению с серией MX-6. Поэтому энергетические и стоимостные показатели в конечном итоге могут улучшиться.

Выполненный расчет показывает, что серия светодиодов MX-3 в данном примере имеет невысокие показатели по светоотдаче и стоимости. Серию MX-3 имеет смысл использовать, если по каким-либо причинам невозможно увеличение рабочего тока более чем 350 мА,

тогда на светодиодах этой серии можно получить некоторый выигрыш в общей стоимости светильника, но с небольшим понижением эффективности.

Рассмотренные примеры показали, что всегда есть место выбору, и многое зависит от того, что требуется в конечном изделии. Использование программы Product Characterization Tool поможет разработчику выбрать тип светодиода и оптимальный режим его работы в каждом конкретном случае применения с учетом множества факторов, и при этом без излишних затрат времени.