



Антон Булдыгин (КОМПЭЛ)

ОБЗОР ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ LED

*В статье представлен обзор оптических систем для светодиодов от всемирно известных производителей таких систем как **LEDIL**, **KATHOD** и **FRAEN**. Приведенные таблицы позволят разработчикам сориентироваться в многообразии оптики и ее соответствии светодиодам ведущих мировых изготовителей.*

Задача оптической системы, используемой в паре со светодиодом — как можно более рационально распределить световой поток в пространстве. Правильно подобранная оптика позволяет существенно увеличить плотность светового потока диода и более точно приспособить его работу для решаемой технической задачи. На сегодняшний день представлены на рынке оптические системы охватывают достаточно широкий спектр применения светодиода: от точечной индикации до приборов основного освещения. При этом, оптика позволяет выстроить не только круговой, но и протяженный эллиптический фронт излучения.

Описываемые оптические системы делятся на два основных типа — линзовые и отражательные. Все они создают различные диаграммы направленности излучения в пространстве. Параметр, отображаемый диаграммами, есть эффективный телесный угол светового потока, то есть угол, внутри которого распределено не менее 50% всего излучения. Наиболее часто встречаемые среди диаграмм следующие:

- узкая диаграмма — угол эффективного излучения 5-20° (см. рис. 1);
- средняя диаграмма — угол эффективного излучения 20-50° (см. рис. 2);
- широкая диаграмма — угол эффективного излучения от 50° (см. рис. 3).

Очевидно, что при использовании оптических систем с бо-

лее широкой диаграммой направленности сила света будет ниже, снизится и освещенность. Происходит это из-за рассредоточения светового потока на сравнительно большой площади. Следовательно, при выборе следует учитывать зависимость между площадью освещаемой поверхности и значением силы света системы. Если значение силы света при применении одного светодиода недостаточно, разумно применить систему с тремя, пятью и более светодиодами.

Важным параметром также является собирающая способность систем. Это отношение светового потока внутри угла эффективного излучения ко всему световому потоку, прошедшему через систему. Выраженная в процентах, эта величина часто обозначается как оптическая эффективность. Хорошим значением эффективности следует считать величины от 75% и выше. У линзовых систем, как правило, они меньше. Это связано с тем, что свет, проходя через линзу, дважды пересекает границу раздела двух оптических сред. Поэтому, выбирая систему с узкой или средней направленностью, следует помнить о том, что отражатель может быть эффективнее линзы.

Компании, представленные в этом обзоре, — всемирно известные производители оптических систем для полупроводниковых источников света. В их номенклатуре можно найти не только стандартные решения, но и оригинальные и узкоспециализированные. Если же требуется эксклюзивное

изделие, стоит только сформулировать техническое задание и начать диалог.

Линзовые системы компании LEDIL

TWIDDLE — это совершенно новая разработка компании LEDIL. Уникальность конструкции состоит в использовании двухкомпонентной линзовой системы, в которой последняя линза имеет степень свободы. Такое решение позволяет наклонять излучение на $\pm 15^\circ$ от нормали. Для равномерного распределения излучения задействованы матовые линзы. Система TWIDDLE прекрасно передает белый и теплый белый цвета. Базовые светодиоды — системы NICHIA серия 083.

Специфическим продуктом следует считать и линзу-призму **CAT**. Ее диаграмма рассчитана так, что излучение рассекается на два фронта в горизонтальной плоскости. Визуально это выглядит как две вертикальные равнояркие полосы со средней диаграммой направленности по горизонтали

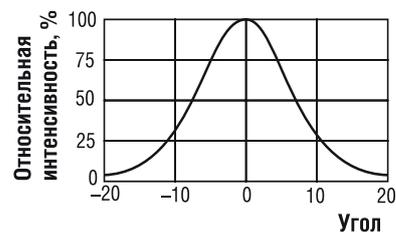


Рис. 1. Узкая диаграмма направленности

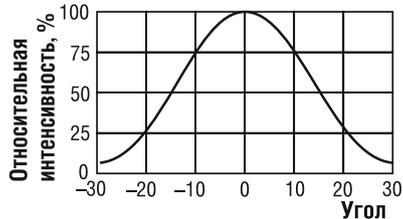


Рис. 2. Средняя диаграмма направленности

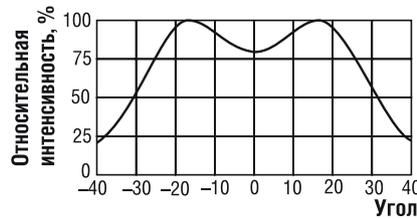
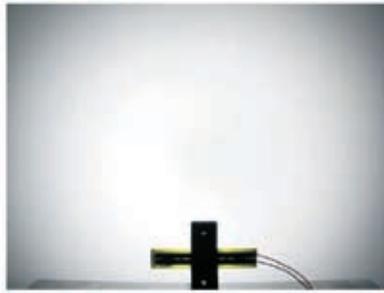


Рис. 3. Широкая диаграмма направленности

каждая. Эта оптика заявлена для применения с OSRAM OSTAR, но также вполне совместима с такими светодиодами, как CREE XLamp XR-E, Seoul Semiconductor P4 и Acriche, Luxeon K2, однако в последнем случае требует специального позиционирования. Поликарбонат, из которого изготовлена линза-призма, обеспечивает хорошую диффузию светового потока и работает при температуре до 135°C. Устанавливается CAT при помощи двух винтов.

Цилиндрическая линза **FLARE** создана для обеспечения широчайшей диаграммы направленности в горизонтальной плоскости. Угол эффективного излучения по горизонту составляет 160°, что позволяет создавать круговой фронт при использовании нескольких таких линз. FLARE работает со светодиодами Luxeon I, III и K2 и крепится при помощи двух винтов.

Миниатюрная прямоугольная линза **SNOWWHITE** — это хорошее дополнение к Luxeon PWT. Рассчитанная на диаграмму средней направленности, она создает равномерное и сбалансированное свечение по всему периметру прямоугольника. Линза изготовлена из акрила и обеспечивает высокую оптическую эффективность > 80%. Устанавливается SNOWWHITE на два миллиметровых отверстия в плате.

LISA разработана для применения в паре с OSRAM Platinum Dragon. Ее миниатюрный корпус (менее 11 мм в диаметре) крепится прямо к платформе светодиода. Оптика имеет только среднюю диаграмму направленности и эффективность 80%. Приоритет этой системы — высокая точность передачи белого цвета.

TINA так же, как и LISA разработана для светодиода Dragon. Широчайшая диаграмма направ-

ленности (72°) и высокая передача белого — вот визитная карточка TINA. В отличие от LISA оптика бескорпусная, и имеет чуть большие габариты. Оптическая эффективность полимера, применяемого здесь — 80%.

Серия **LE1** предназначена для светодиодов Ledengin 5W. Ее сильные стороны — это передача белого и сверхвысокая эффективность >90%. Доступны три диаграммы направленности, для узкой диаграммы существует версия с более диффузным рассеянием. Конструктивно LE1 представляет собой корпусную систему, устанавливаемую только с помощью клеящих средств на эпоксидной или полиуретановой основе.

Серия **APOLLO** представлена рядом бескорпусных систем с четырьмя диаграммами направленности. Базовые светодиоды — Luxeon I, III и K2. По запросу доступны версии с металлизированной задней поверхностью линзы. Такое решение позволяет увеличить светототдачу за счет полного отражения блуждающего по линзе света в сторону выхода. Оптика этой серии очень удобна в монтаже, она оперативно крепится на клейкую основу. Также можно установить ее на смолу или клей, без какого-либо ущерба для оптических параметров. Все линзы серии имеют одинаковый внешний диаметр 26 мм, что дает возможность подобрать оптимальный вариант простой заменой. Существует бескорпусный вариант линзы для трех светодиодов **APOLLO 3**, с тремя основными диаграммами направленности.

Родственниками APOLLO можно считать серии **SPUTNIK**,

Таблица 1. Характеристики оптических систем семейства Square

Серия	Светодиод	Узкая диаграмма направленности	Средняя диаграмма направленности	Широкая диаграмма направленности	Эллиптическая диаграмма направленности	Габариты, мм
CRS	Cree XR, XR-E	•	•	•	•	21,6x21,6
K2S	Luxeon K2	•	•	•	•	
RES	Luxeon Rebel	•	•	•	•	
OSS	Osram Dragon	•	•	•	•	
SSS	Seoul SC P3	•	•	•	•	
NIS033U	Nichia 033	•	•	•	—	
NIS036	Nichia 036	•	•	•	•	
NIS083	Nichia 083	•	•	•	•	

ROCKET и **TITANUM**. Конструктивно, они повторяют все особенности **APOLLO**, но используемый в них акрил имеет более высокую оптическую эффективность около 90%. Оптика **SPUTNIK** разработана для использования в паре с Seoul Semiconductor серий P3, P4 и P5 (только средняя диаграмма направленности). Существует строенная версия с остроумным названием **LAIKA**. **ROCKET** применяется со светодиодами **CREE XLamp XR-C** и **XR-E**. **TITANUM**, в свою очередь, работает в паре с **OSRAM Dragon**. По аналогии с **APOLLO** доступны металлизированные и строенные версии.

В номенклатуре компании отдельное место отведено оптике с квадратным корпусом. В этот ряд входят серии линзовых систем **NIS033U**, **NIS036**, **NIS086**, **K2S**, **CRS**, **OSS**, **RES** и **SSS**. Все они имеют одинаковый корпус, спроектированный таким образом, чтобы можно было собрать любой профиль без зазора между линзами. Также, для удобства монтажа, предусмотрена оперативная установка корпуса на клейкую основу. Специальный оптический полимер, применяемый здесь, обладает повышенной оптической эффективностью — 90%. Следу-

ет отметить и высокую цветовую равномерность потока излучения. Эти серии выпускаются с четырьмя диаграммами направленности, притом для узкой и средней диаграмм существуют модификации с более диффузным рассеянием потока. Исключение составляет серия **NIS033U**. Ее оптика создана специально для работы в ультрафиолетовом диапазоне спектра, на длинах волн от 365 нм, и имеет только три диаграммы направленности. Прочие характеристики отражены в сводной таблице 1.

LEDILSTAR — решение для систем основного освещения. Оптика разработана для работы в паре с серией **OSRAM OSTAR**. Поликарбонат, из которого изготовлена система, выдерживает температуры до 130°C, сохраняя при этом эффективность более 80% и высокий показатель диффузии светового потока. Доступны две диаграммы направленности. **LEDILSTAR** допускает различные виды установки: на клеевой основе, на винтах или посредством прижима.

Многолинзовые системы с использованием трех и более светодиодов в ряде случаев повторяют параметры вышеописанных систем. Их оптическая эффективность достаточно высока >85%, а у

серий **CUTE** достигает 90%. Конструкции всех систем бескорпусные. При этом строенные, квадратические и гекто-серии (индексы 3, 4 и 7 соответственно) имеют монтажные ножки и устанавливаются непосредственно на светодиоды. Пента-серии (индекс 5) выполнены в виде плоской пластины с коаксиально расположенными линзами. Для такой конструкции посадочным местом является специальный фланец, расположенный по краю пластины. Прочие характеристики многолинзовых систем отражены в сводной таблице 2.

Отражательные системы компании LEDIL

Система **BOOMERANG REFLECTOR** разработана для светодиодов **Ledengin** серий 5W и 10W. Доступна только средняя диаграмма направленности. Отражатель отлично передает белый цвет и, традиционно для таких систем, имеет эффективность >90%.

Серия **BOOM REFLECTOR** разработана для работы в паре с **CREE** серии **MC-E**. Как и **BOOMERANG**, отражатели этой серии имеют высокую эффективность и хорошую передачу белого. В серии доступны три диаграммы направленности.

Таблица 2. Характеристики многолинзовых оптических систем LEDIL

Серия	Светодиод	Количество светодиодов	Узкая диаграмма направленности	Средняя диаграмма направленности	Широкая диаграмма направленности	Эллиптическая диаграмма направленности	Оптическая эффективность, %	Стандарт
APOLLO-3	Luxeon I / III / K2	3	•	•	•	—	>85	MR16
RER-5	Luxeon Rebel	5	—	•	—	—	>85	MR11
LAIKA-3	Seoul SC P3 / P4	3	•	•	•	—	>85	MR16
TITANUM-3	Osram Dragon	3	•	•	—	—	>85	MR16
PLATINUM-3	Osram Dragon	3	•	•	•	—	>85	MR16
OSR-5	Osram Dragon	5	—	•	—	—	>85	MR11
ROCKET-3	Cree XLamp / XR-E / XR-E	3	•	•	•	—	>85	MR16
CUTE-3	Cree XR-E	3	•	•	—	—	90	—
CUTE-4	Cree XR-E	4	•	•	—	—	90	—
NIS083-3	Nichia 083	3	—	•	•	—	>85	MR16
NIS083-4	Nichia 083	4	•	•	•	—	>85	MR16
NIS083-5	Nichia 083	5	—	•	—	—	>85	MR11
NIS083-7	Nichia 083	7	—	•	—	—	>85	MR11
NIS036-5	Nichia 036	5	—	•	—	—	>85	MR11

Таблица 3. Основные серии оптики KATHOD

Серия	Количество светодиодов	Seoul SC P3	Luxeon I/III/V/K2	Osram Dragon	Cree XLamp	Nichia	Lamina	Стандарт
PL003	1						•	—
PL02	1	•	•	•				—
PL05	1						•	MR11
PL06	1						•	—
PL09	1						•	—
PL11	1	•						—
PL111	1	•	•					—
PL25	1	•	•	•	•	•		MR11
PL26	1	•	•	•	•	•		—
PL27	1			•	•			—
PL30	1	•						—
PL35	3	•	•	•	•	•		MR16
PL50	4	•	•	•	•	•	•	MR16
PL52	1	•	•	•	•			—
PL59	1	•	•	•	•	•		—
PL60	3	•	•	•	•	•		MR11
PLN063	1					•		—
PLN193	1					•		—
PLN50	1					•		—
KEPL11	1				•			—
KEPL19	1	•	•	•	•			—
KEPL22	1		•					—
KEPL23	1	•						—
KEPL24	1			•				—
KEPL26	1	•	•					—
KEPL29	1	•						—
KEPL30	1		•					—
KEPL333	9	•	•	•	•	•		AR111
KEPL35	1	•	•	•	•	•		MR11
KEPL70	3	•	•					—
PLJT20	1	•	•	•	•	•	•	—
KCLP	1	•	•		•		•	—

Линзовые системы компании KATHOD

Для более-менее детального обзора линзовых систем, выпускаемых компанией KATHOD, потребовалось бы значительно больше печатного места, чем предоставлено под эту статью. Поэтому мы ограничимся лишь общей информацией, останавливаясь подробно только на самых интересных изделиях. Детально с продукцией можно познакомиться на сайте компании.

Для всех без исключения моделей линзовых систем KATHOD диаграммы направленности фиксированы:

- узкая диаграмма — эффективный световой угол $\approx 20^\circ$;
- средняя диаграмма — эффективный световой угол 50° или 60° ;
- широкая диаграмма — эффективный световой угол 80° .

Разработчики хорошо позаботились об универсальности изделий, оптика изобилует различными способами монтажа и спектром габаритов. На некоторых моделях на внутренней стороне фланца предусмотрен ключ. Если же нужно чтобы внутренняя сторона фланца оставалась плоской, можно воспользоваться такой же моделью без ключа с индексом WP. Основными партнерами для изделий KATHOD стали светодиоды Seoul Semiconductor Z-Power, Luxeon I/III/V/K2, OSRAM Dragon, CREE XLamp, NICHIA и Lamina. Каждому из этих светодиодов соответствуют модификации определенных серий, что отображено в таблице 3.

Модели серий **PL25**, **PL26**, **PL526**, **PL59**, **PL30** и **PL02** представляют собой оптику для работы в паре с одним светодиодом.

Практически для каждой из этих серий существуют три основные диаграммы направленности. Изделия полностью выполнены из фирменного полимера и обеспечивают оптическую эффективность более 85%. Очень интересное решение предлагают системы **KEPL22**, **KEPL26**, **KEPL29** и **KEPL30**. Модели этих серий сборно-разборные, что очень удобно для точного подбора диаграммы. Линза просто заменяется в уже зафиксированной на плате оправе, а нужный вариант закрепляется защелкой или прижимом. Для **KEPL22** и **KEPL26** коллиматорная линза имеет девять вариантов цвета.

В модельный ряд линз, работающих с одним светодиодом, также входят корпусные серии **KEPL19**. Их отличительная черта — наличие френелевских линз с двумя

различными профилями. Таким образом, доступны пять диаграмм направленности. Коллиматорная линза этих систем также изготавливается в девяти цветах.

Миниатюрные линзы представлены сериями **PL111**, **KL90** и **K77**. Две последние примечательны тем, что работают в инфракрасном диапазоне длин волн. Это делает их хорошей декорацией для фотодиодов и фототранзисторов, что может найти применение, например в лучевых системах безопасности. В серии **K77** доступны также прозрачные и молочные линзы. К миниатюрам следует относить и молочную линзу-индикатор **PLJT20**.

Строенные версии оптики — это серии **PL35** и **PL60**. Высокая эффективность, три диаграммы направленности и повышенная антивибрационная устойчивость иллюстрируют их достоинство. Стоит отдельно упомянуть о серии **KEPL70**, выглядящей довольно неожиданно. Это строенная система с двумя диаграммами направленности, лицевая панель которой частично состоит из непрозрачного материала. Решение на базе **KEPL70** выгодно использовать в случае, когда не нужны лишние переотражения от оптики. Также оно вполне могло бы подыграть возможным дизайнерским задачам.

KEPL333 — это продолжение концепции **KEPL70**. Однако в этой системе задействовано уже девять светодиодов. Очевидно, что приоритет **KEPL333** системы основного освещения. Для удобства, конструкция состоит из трех строенных линз, которые собираются на одной непрозрачной платформе. Оптика имеет только две диаграммы направленности — узкую и среднюю.

Отражательные системы компании KATHOD

Все отражательные системы компании **KATHOD** производятся с двумя диаграммами направленности — узкой и средней. В модельный ряд входят отражатели с внешним диаметром 17, 20, 23 и 28 мм, основной задачей которых следует считать получение как

можно большей интенсивности светового потока при высокой его равномерности. Все отражатели сохраняют свои оптические показатели в диапазоне температур от -40 до 120°C. Это делает их применимыми в сложных внешних условиях, например, в системах архитектурного освещения.

Линзовые системы компании FRAEN

Бескорпусные системы серии **FBL** (рис. 4) разработаны для светодиодов **Luxeon I/III**. Оптика изготовлена из акрилового стекла, что обеспечивает хорошую цветопередачу практически во всем видимом диапазоне. Она имеет собирательную способность более 85% и узкую диаграмму направленности.

Система **FLP** работает с **Luxeon I/III/V** а также **Star** и **Emitter**. Серия представлена классической и френелевской линзами, и имеет узкую и среднюю диаграммы направленности соответственно. Оптика может быть установлена непосредственно на светодиод, базируясь на его оправке, либо на специальный держатель. Оптическая эффективность системы >85%. Серия **FNP** конструктивно полностью повторяет **FLP**, и предназначена для **NICHIA 083**.

Оптика серий **FDG** и **FDP** имеет квадратную лицевую сторону, что удобно при сборке какого-либо профиля без зазора между линзами. Доступны четыре диаграммы направленности для **FDG** и две для **FDP**. Серии разработаны для использования в паре с **OSRAM Golden Dragon**. Для этого светодиода доступны также строенная серия **FD3** (две диаграммы направленности) и счетверенная серия **FD4** (только средняя диаграмма направленности).

Интересным решением является серия **FHS**. Плоскость оптики, обычно перпендикулярная нормали, у этой системы имеет небольшой заклон. Это позволяет направить излучение немного в сторону от оптической оси, что в некоторых случаях может быть весьма желательно. Например, такое решение выгодно для декоративной подсветки плоских поверхностей и т.п. Парой для этой серии стали



Рис. 4. Внешний вид линзовой системы Fraen FBL



Рис. 5. Внешний вид линзовой системы Fraen FC

Luxeon Lambertian. Оптика устанавливается в универсальный держатель **Frain**.

Партнерами серии **FCG** стали светодиоды **CREE XLamp, XR** и **XR-E**. Доступны три диаграммы направленности — узкая, средняя и эллиптическая. Аналогично серии **FLP**, оптику можно установить как на светодиод, так и на держатель. Также для светодиодов **CREE** разработана корпусная серия **FC** (рис. 5), в которую вошла оптика с четырьмя основными диаграммами направленности. Особенность **FC** — низкий профиль линз, в собранном состоянии система возвышается над платой всего на 1,5 см. Доступна также строенная версия на непрозрачной платформе — **FCT-3** (три диаграммы направленности). Аналогом **FCG** являются серии **FSG** и **FSP** для **Seoul Semiconductor Z-Power**.

Назначение **FFLI** — согласовать светодиоды **Luxeon** со световодом. Эта линза сконструирована таким образом, что значительная часть излучения от светодиода фокусируется на ее выходной площадке. Остается только соединить ее с оптоволоконным жгутом или стеклянной трубкой диаметром 7...9 мм.

Отражательные системы компании FRAEN

FRC — это компактный отражатель для светодиодов CREE XLamp, XR-E или OSRAM Ostar. Сегментарная конструкция позволяет получить узкий пучок лучей с хорошей равномерностью. Собирательная способность — около 88% — сохраняется в широком диапазоне температур. Конструкция посадочного места отражателя позволяет довольно точно позиционировать его относительно оправки светодиода.

Отражатель **FRC-MCE** имеет узкую и среднюю диаграммы направленности и столь же высокую собирательную способность, как и FRC-N1. Этот отражатель разработан для светодиодов CREE MC-E. Конструктивно он полностью отвечает стандарту MR11. Модель **FRC A3P7** также соответствует стандарту MR11 и разработана для Seoul Semiconductor ARISHI A3 и P7.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: lighting.vesti@compel.ru

Новые драйверы для светодиодной подсветки TLC5928 и TLC5947



Компания **Texas Instruments** представила новые драйверы для светодиодной подсветки TLC5928 и TLC5947.

Области применения:

светодиодные дисплеи, информационные доски, подсветка, световой дизайн.

TLC5928

Основные особенности:

- Определение обрыва в канале
 - Предупреждение о возможном перегреве
 - Защита от короткого замыкания
 - Установка тока для всех каналов одним внешним резистором
 - Последовательный интерфейс
 - Увеличение числа каналов путем каскадирования
- Число каналов: 16
Выходное напряжение на один канал: до 17 В

Выходной ток на один канал:
2...35 мА

Точность поддержания тока: 1%
Управление током: внешний резистор, единый для всех каналов
Корпус: SO-24, TSSOP-24, HTSSOP-24 PowerPAD™, QFN-24

TLC5947

Основные особенности — то же, что у TLC5928, плюс:

- Автоматическое отключение при перегреве
- Рестарт при достижении номинальной температуры
- Индивидуальное регулирование яркости светодиодов по каждому из каналов

Число каналов: 24

Выходное напряжение на один канал: до 30 В

Выходной ток на один канал: 30 мА

Точность поддержания тока: 2%

Напряжение питания: 3...5,5 В

Интерфейс управления: последовательный, до 30 МГц

Управление током: ШИМ, 12-разрядный

Число уровней яркости: 4096

Корпус: HTSSOP-32 PowerPAD™, QFN-32

LEDIL

ГЛАВНЫЙ ШТРИХ ВАШЕЙ СВЕТОВОЙ СИСТЕМЫ



*Выбирая LEDIL,
Вы выбираете:*

- Высококачественные оптические материалы
- Практичные решения для ведущих производителей светодиодов, таких как PHILIPS LUMILEDS, OSRAM, CREE, NICHIA, SEOUL SC и др.
- Оригинальные оптические системы
- Возможность изготовить оптику для конкретных задач