

Современные линзы для торговых светильников

Екатерина Ильина,
ekaterina.ilyina@ledil.com
Михаил Гусманов,
mag@neolight.ru

Несмотря на то, что в новостях пишут о катастрофическом падении продаж, в результате которого закрылось огромное количество магазинов и появились пустующие площади в столице, магазины в Москве и в других регионах страны продолжают открываться. При этом торговые сети расширяются и внедряют новые форматы. Мир переходит к цифровому формату. Мы живем как раз в этот переломный момент. Ориентируясь на мышление нового поколения, которое воспринимает только логику организации интерфейса смартфона (см. рис. 1), в супермаркетах на полках с продуктами стали выкладывать предметы второй необходимости, например одежду и обувь – все в одном месте. Для освещения различных групп товаров обычно используются различные приемы освещения.

Означает ли изменение ассортимента на полках супермаркета, что формат их освещения следует менять?

О НОРМАХ ОСВЕЩЕНИЯ ТОРГОВЫХ ЗАЛОВ

Существующие нормы освещения торговых залов отражены в СП52.13300.2016 и ГОСТ Р 55710–2013. С точки зрения освещения, торговые



Рис. 1. Основу концепции освещения товаров на спокойном окружающем фоне составляет организация интерфейса смартфона по принципу «все приложения – на одном экране»

залы представляют собой помещения с высокими требованиями к насыщенности светом, для которых нормируются средняя горизонтальная (E_h) и средняя цилиндрическая (E_c) освещенности, равномерность освещенности, объединенный показатель дискомфорта и общий индекс цветопередачи (см. табл. 1). В обоих документах нормируется средняя освещенность на рабочей поверхности. Отличие состоит в выборе этой расчетной поверхности.

Традиционно в СП52.13330.2016 указана норма для горизонтальной освещенности на уровне 0,8 м от пола, что применимо к офису, где рабочей поверхностью является поверхность стола. Однако товар в супермаркете

лежит на полках и следует учитывать, что покупатели смотрят на него с высоты своего роста, который превышает 0,8 м, если, конечно, речь идет не о двухлетнем ребенке.

В ГОСТ Р 55710–2013 освещенность нормируется на рабочей плоскости, которая выбирается, исходя из реальных условий зрительной работы, и может быть горизонтальной, вертикальной или наклонной, а также на любой высоте. Таким образом, норма по освещенности не менее 300 лк относится ко всем поверхностям, которые можно считать рабочими в торговом зале: это, например, горизонтальные и вертикальные поверхности, в т. ч. на высоте линии зрения взрослого человека на уровне 1,6–1,7 м от пола.

Таблица 1. Нормативные требования к освещению супермаркетов

	Норма	Плоскость (Г – горизонтальная, В – вертикальная, Н – наклонная) нормирования освещенности, высота над полом, м	E_h , лк	E_c , лк, не менее	$E_{мин}/E_{макс}$ в рабочей зоне, не менее	$E_{мин}/E_{ср}$ не менее	UGR, не более	R_a , не менее
Торговые залы	Табл. 8, ГОСТ Р 55710 – 2013	Г, В или Н – реальная высота	300	100	–	0,4	22	80
Торговые залы супермаркетов	СП52.13330.2016	Г-0,8	500	100	0,7	–	21	80
Торговые залы продовольственных магазинов с самообслуживанием	СП52.13330.2016	Г-0,8	400	100	0,7	–	21	80

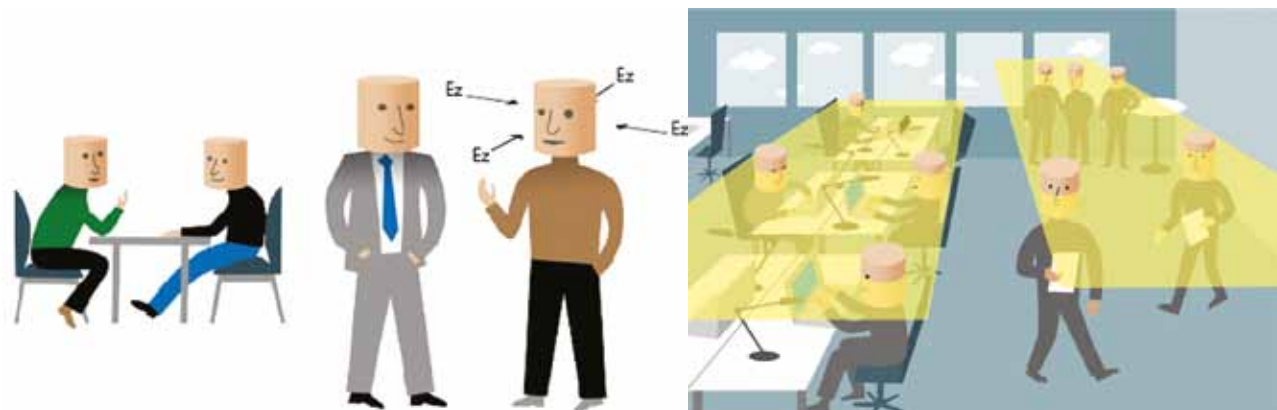


Рис. 2. К определению понятия E_c [3]

В рамках этой статьи мы подробно остановимся на цилиндрической освещенности. Все остальные параметры являются не менее важными, но о них, как правило, не забывают при проектировании освещения торговых залов. А вот о цилиндрической освещенности порой забывают, и зря.

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ

Согласно исследованиям, проведенным в 1960 г. М. М. Епанешниковым и Т. Н. Сидоровой [4], величины освещенности условной горизонтальной или вертикальной плоскости **не определяют ни качество освещения, ни распределения яркостей в поле зрения**. Эти исследователи предложили другую характеристику для оценки насыщенности объема интерьеров светом – **среднюю цилиндрическую освещенность (E_c)**. Экспериментальным путем была установлена определенная корреляция между изменением ощущения насыщенности помещения светом и величиной E_c . В стандарте EN12464-1:2011 этой характеристике тоже уделяется внимание.

Цилиндрическая освещенность – отношение светового потока, падающего на боковую поверхность бесконечно малого цилиндра с центром в заданной точке, к площади боковой поверхности этого цилиндра. Применительно к внутреннему освещению цилиндрическую освещенность используется в качестве критерия оценки насыщенности помещения светом. E_c (см. ГОСТ Р 54944–2012) в контрольной точке определяется как среднеарифметическое значение

освещенностей, измеренных в четырех взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях, по формуле:

$$E_{ц} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{i=4} E_{Вi},$$

где $E_{в}$ – измеренные значения освещенности во взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях.

Другими словами, E_c – среднее значение всех лучей, попадающих, например, на вертикальные поверхности головы человека (см. рис. 2) [3]. Рекомендуемые значения E_c и моделирования применяются только в отношении т. н. рабочих плоскостей помещения с учетом того, где находится человек или расположен объект наблюдения, например товар на полках.

На рисунке 2 показана компоновка двух основных рабочих плоскостей в офисе: на уровне глаз сидящего (1,2 м) или стоящего человека (1,6 м) от пола и на расстоянии не менее 1,0 м от стены.

Достаточная освещенность E_c выявляет больше деталей освещаемых объектов, увеличивает их видимость и форму и создает полезные тени. Высокая E_c создает у наблюдателя субъективное ощущение «светлого» интерьера, что важно при освещении магазинов. Однако E_c как отдельная характеристика не дает полного представления о моделирующем освещении, которое рекомендуется применять в ГОСТ Р 55710–2013.

Моделирующее освещение (МО) создает объемное восприятие объ-

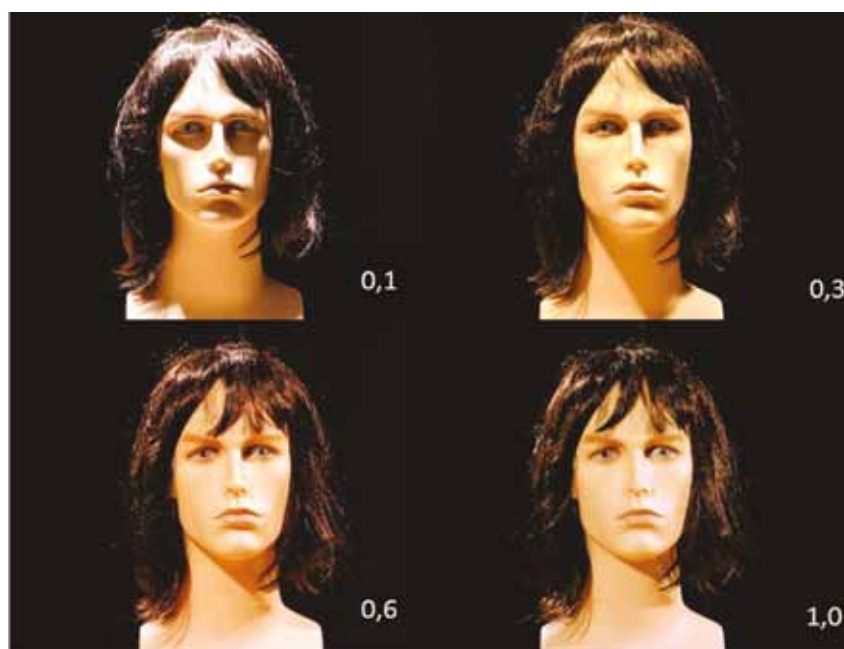


Рис. 3. Примеры моделирующего освещения для значений $E_c/E_z = 0,1; 0,3; 0,6$ и $1,0$ [2]

ектов, выявляет глубину, контуры и текстуру объекта различия или человека. МО оценивается по отношению рассеянного света к прямому свету в выбранной точке. По сути, это комплексная характеристика осветительной установки, которая зависит от взаимного расположения светильников, от коэффициентов отражения поверхностей в помещении и расположения объекта наблюдения. Индекс моделирования определяется соотношением горизонтальной освещенности к цилиндрической ($E_r/E_{ц}$). Чем больше значение $E_r/E_{ц}$, тем заметнее моделирующий эффект освещения.

В EN12464-1:2011 рекомендуется обеспечивать индекс моделирования в диапазоне 0,3–0,6. На рисунке 3 [2] приведены примеры моделирующего освещения в зависимости от $E_{ц}/E_r$. При $E_r/E_{ц} < 0,3$ освещение дает резкие тени; при значениях 0,3–0,6 в освещении имеются выразительные, но сглаженные тени; при значениях выше 0,6 объекты становятся плоскими, т.к. свет размывает детали.

В разделе 6.2 европейских норм EN 12464-1:2011 [1] даны следующие критерии хорошего моделирующего освещения: на уровне 1,2 м от пола $E_{ц}/E_r = 0,3-0,6$; на высоте 1,2 или 1,6 м от пола $E_r/E_{ц} \geq 0,33$ и $E_{ц\text{мин}}/E_{ц} \geq 0,1$, соответственно, где $E_{ц}$ – средняя цилиндрическая освещенность; E_v – средняя вертикальная освещенность; $E_{ц\text{мин}}/E_{ц}$ – равномерность цилиндрической освещенности.

Из практики известно, что если на уровне 1,2 м от пола (сидящий человек) выполняются требования к уровню $E_{ц}$, этого достаточно и на высоте 1,6 (лицо стоящего человека). Следовательно, можно считать, что критерии для высоты 1,2 м тоже применимы. Таким образом, например, для создания хорошего моделирующего освещения на полке магазина на уровне глаз стоящего человека при норме E_r в 1000 лк потребуются обеспечить $E_{ц}$ в диапазоне 300–600 лк и $E_v > 333$ лк.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЛИНЗАМ ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ ТОРГОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Одним из важных аспектов создания в магазине правильного освеще-

ния является обеспечение высокой освещенности торгового оборудования. До сих пор повсеместно используемые стандарты, которые требуют обеспечить освещенность 500 лк на полках, уходят в прошлое. Фактически, этого значения освещенности совсем недостаточно даже для магазинов недорогого ценового сегмента.

Рассмотрим одну из типовых задач в освещении стеллажей в продовольственном магазине массового рынка. Исходное задание: величина E_r должна составлять 800–1000 лк на уровне 1,6–1,7 м от пола. Высота монтажа светильника: 3,5 м. Высота стеллажа: 2 м.

Используя обычный торговый светильник с призматическим рассеивателем, мы в лучшем случае обеспечим на полке освещенность величиной 400–500 лк. Очень много света требуется для освещения верхних полок, а часть светового потока уходит на освещение прохода. Чтобы обеспечить 1000 лк, следует значительно повысить энергопотребление световой установки.

Вопрос решается путем использования современных асимметричных линз, которые направляют световой поток непосредственно на торговую поверхность, обеспечивая высокую освещенность на всех полках от самого пола до уровня 1,6–1,7 м. За счет отражения на полу тоже будет комфортный уровень освещенности величиной 250 лк (см. рис. 4).

Аналогичную задачу можно решить с помощью двух трековых поворотных светильников с углом излучения 60° и световым потоком 2900 лм, но, к сожалению, стоимость такого решения на 30% выше специализированных торговых светильников со специальными линзами (см. рис. 5).

Основные требования к специальным линзам для торгового освещения:

- геометрические размеры, позволяющие создавать светильники с типовыми размерами 1,2 и 1,5 м;
- коэффициент потерь светового потока не должен превышать 8%;
- КСС линз должна обеспечивать освещение разлого торгового оборудования, которое может отличаться и по габаритной высоте, и по расстоянию между соседними стеллажами;

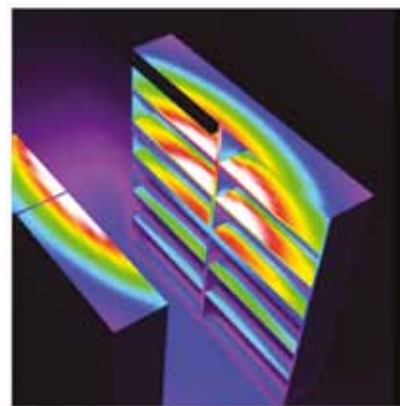


Рис. 4. Использование линейного светильника с асимметричной линзой мощностью 77,4 Вт

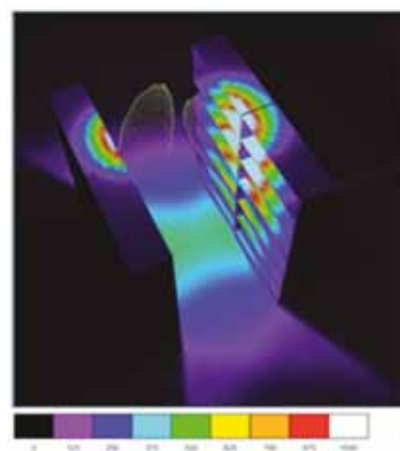


Рис. 5. Освещение стеллажей двумя трековыми светильниками с углом 60° и световым потоком 2900 лм

- линзы должны работать со светодиодами основных топологий SMD – 3030, 2835, 5630.

Для создания таких светильников с оптимизированными КСС финские оптики из компании LEDIL разработали семейства линз **Linnea** (см. рис. 6) и **Florence-1R-GC** (см. рис. 7).

Linnea, являющаяся гибридом линейной линзы и рифленого рассеивателя, имеет большую светоизлучающую поверхность величиной 285×40 мм, что позволяет существенно уменьшить габаритную яркость и приблизить ее к уровню яркости привычных люминесцентных светильников. Линзы Linnea с оригинальной оптической структурой формируют необходимый набор световых диаграмм. На рисунке 6 представлены диаграммы, доступные на текущий момент. Подробнее о линзах Linnea см. [5].

Florence-1R-GC – линейная мультилинза габаритами 19×282,6 мм



Рис. 6. Linnea-ZT25



Рис. 7. FLORENCE-1R-GC-ZT25

– Светодиоды – CREE JK3030. Световой поток светильника (с учетом потерь на линзах) – 5000 лм.

Чтобы оценить моделирующий эффект освещения, расчеты параметров E_r , E_b и E_c выполним в программе «Диалюкс» для точек на полке на высоте 1,6 м и в центре прохода. Для каждого варианта оценим отношение E_c/E_r и E_b/E_r на полке, где расположены товары, – основные объекты наблюдения в магазине (см. табл. 2).

ВЫВОДЫ

Для эффективного освещения стеллажей с товарами в магазинах следует уделять внимание не только UGR, равномерности освещенности, но и цилиндрической освещенности

на 24 светодиода. Она оптимизирована по слепящему действию в продольной плоскости и по равномерности цвета внутри светового пучка. Эта мультилинза предназначена для освещения объектов с жесткими требованиями по UGR, равномерности света и цвета (!). Заметим, что освещение торговых залов предъявляет строгие требования не только к цветопередаче, но и к цветовой равномерности. Поскольку оттенки фиолетового и желтого цвета в единой структуре света могут заметно ухудшить качество освещения товара, этому вопросу уделяется особое внимание при разработке линз.

КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ДОСТАТОЧНЫЙ МОДЕЛИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ В ТОРГОВОМ ЗАЛЕ СУПЕРМАРКЕТА?

Рассмотрим примеры освещения одного и того же пространства торгового зала линией светильников с оптикой Linnea и Florence-1R-GC с разными диаграммами в сравнении с обычным светильником с КСС типа Д.

Параметры осветительной установки торгового зала:

- Стеллажи высотой 2,2 м установлены с двух сторон, расстояние между ними – 1,6 м.
- Светильники установлены по оси прохода между стеллажами на высоте 3,0 м.
- Количество светильников – 4 шт. Длина каждого светильника – 1,5 м.

Таблица 2. Результаты расчета освещенности для симметричной оптики LINNEA/Florence-1R-GC

Визуализация	Линза	E_c/E_r	E_b/E_r	E_r	E_b	E_c
	КСС, тип Д	0,38	0,62	–	–	–
	Florence-1R-GC-Z90	0,33	0,62	+ 38%	+ 39%	+ 18%
	Florence-1R-GC-ZT25	0,35	0,62	+ 35%	+ 36%	+ 23%
	Linnea-ZT25 (две линзы развернуты друг относительно друга)	0,34	0,62	+ 37%	+ 37%	+ 24%
	Linnea-ZT25	0,35	0,62	+ 17%	+ 18%	+ 24%

E_c , а также созданию достаточного моделирующего эффекта освещения. Возможно, в нормы по освещению торговых залов правильно было бы добавить критерии хорошего моделирования светом трехмерных объектов, как в разделе 6.2 европейских норм EN 12464-1:2011.

При освещении светильниками с КСС типа Д обеспечивается достаточный уровень E_r только для верхних полок, а при использовании линз со специальными диаграммами на всех полках – даже на самой нижней.

Линзы Linnea-Z2T25, Linnea-ZT25 / Florence-1R-CG-ZT25 со специальной КСС распределяют свет на полках более эффективно по сравнению с традиционными светильниками с КСС типа Д (см. рис. 8–9), т.к. обеспечива-

ют более высокие уровни вертикальной, горизонтальной и цилиндрической освещенностей.

Семейства линз Linnea и Florence-1R-CG позволяют создавать светильники с разными распределениями света на базе одного корпуса с типовыми размерами 1,2 и 1,5 м. Широкий выбор световых диаграмм позволяет красиво и эффективно осветить интерьеры самых разных помещений. Однако светотехнические расчеты требуют опыта и специалистов, которые имеются не у всех производителей светильников.

Компания LEDIL помогает бесплатно рассчитать точные параметры освещения и подобрать оптимальную оптику. Для этого заказчику необходимо связаться с нами и прислать

детали будущего проекта, пожелания по уровням общей освещенности и освещенности акцентных зон, геометрию помещения и данные о световом потоке светильника.

ЛИТЕРАТУРА

1. EN12464-1:2011. Light and lighting – Lighting of workplaces. Part 1: Indoor workplaces//www.cibse.org.
2. <https://cibse.org/getmedia/3b3c8a92-f3cc-4477-bc63-8c02fc31472c/EN12464-1>.
3. <http://glamox.com/nl/en-12464>.
4. Епанешников М. М., Сидорова Т. Н. Оценка насыщенности светом помещений общественных зданий. Светотехника. 1965. Я1 I.
5. С. Юсупов, Е. Ильина. Новое семейство оптики LINNEA – линза и рассеиватель в одном флаконе. Полупроводниковая светотехника. 2017. № 4.