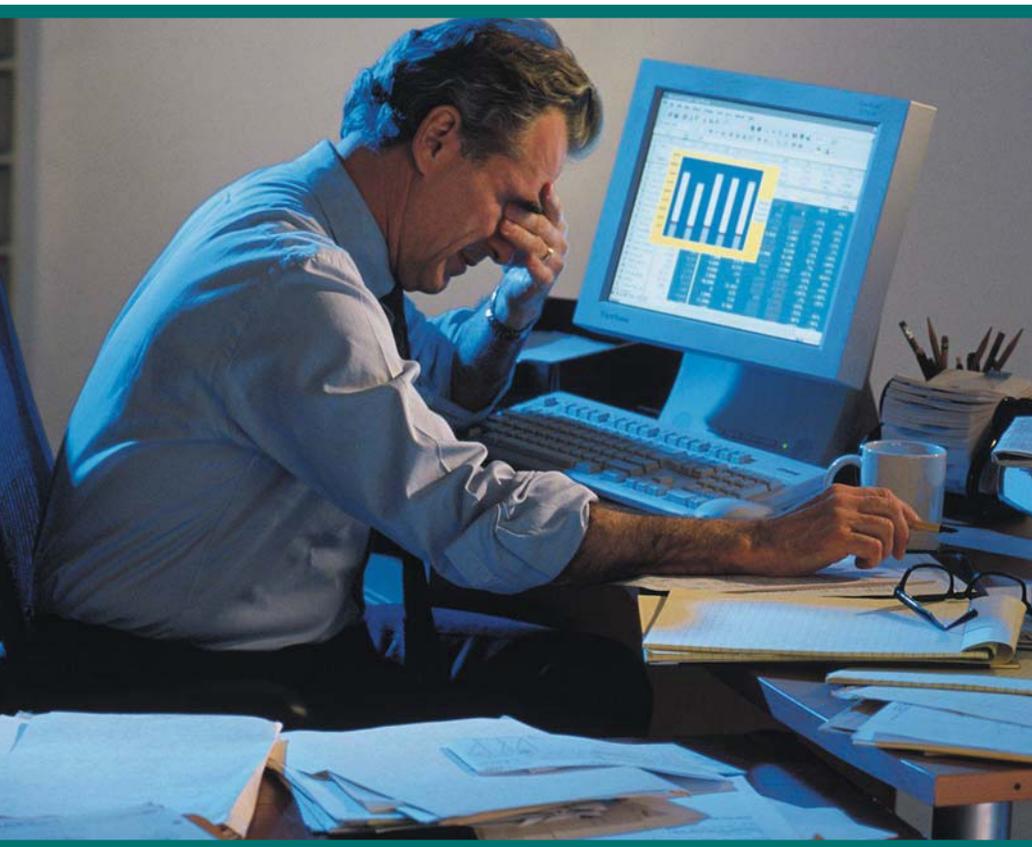


Линзы LINNEA-GC: зрительный комфорт в офисном свете

➔ Статья о том, что такое зрительный комфорт, в чем его измеряют и как его улучшают.



Комфорт (англ. comfort) — уют, удобства (совокупность бытовых удобств). Комфорт — то, к чему сейчас стремятся люди, всем социумом вместе и каждый по одиночке. К примеру, чиновники стремятся повысить комфорт среды обитания и выделяют на это бюджетное финансирование, а маркетологи используют образ «новой степени комфорта» для продаж электрочайника с управлением через Интернет. К комфорту стремится офисный клерк, мечтающий купить новое авто с Wi-Fi-управлением подогрева сиденья. И старушка, идущая домой под холодным осенним дождем, тоже мечтает о теплой и комфортной кухне и чашке горячего чая. Ну конечно же, есть экстремалы, которые готовы вылезти из кожи вон, только бы уйти подальше из «зоны комфорта». Возможно, им намного приятнее общаться с пингвинами в Антарктике, чем с вредной тещей дома, а может быть, им, для полноты ощущений в жизни, не хватает адреналина... Но экстремалов мало, и их количество не портит общей статистики. Сравнительно недавно, лет 80 назад (по историческим меркам буквально вчера), вся наша страна с энтузиазмом строила светлое индустриальное будущее и клеймила позором мещанское стремление к комфортному быту. Потом была война — годы, когда все люди внезапно были выброшены из привычной жизни и хлебнули лиха выше крыши.

Сейчас у нас мир, и мы все дружно хотим комфорта. Уютной жизни без потрясений и с постоянным ростом всеобщего ВВП и личного благосостояния. В современном рейтинге приоритетов комфорт даже стал важнее детей. Люди среднего класса, получившие доступ к комфорту, заводят детей после 30 и в очень небольшом количестве. Злые языки говорят, что рост благосостояния и стремление к комфорту и есть главная причина демографического спада, который случился во всех развитых странах.

Но что же такое комфорт, который так мешает размножению благополучной части человечества? Комфорт во многом субъективное понятие, индивидуальное для каждого. Зачастую это рекламные образы и клише, навязанные людям ушлыми маркетологами. Но есть в нашей жизни области, где комфортность — это технический параметр с числовой шкалой оценки. Мы говорим о зрительном комфорте в системах искусственного освещения. Эволюция человечества

проходила под светом звезды по имени Солнце многие тысячи лет. За это время люди привыкли считать естественное освещение эталоном.

В последние сто лет бурное развитие технологий сформировало вокруг людей искусственную среду обитания — с отоплением, вентиляцией, кондиционированием, подачей холодной и горячей воды, отведением сточных вод и непрерывной трансляцией виртуальной реальности из многочисленных видеоэкранов. Важный компонент искусственной среды обитания — это искусственное освещение.

Искусственное освещение можно включать в любое удобное время и направлять свет от светильников как угодно, но для наших глаз удобен свет, подобный солнечному. Днем на улице, под солнцем, мы можем видеть жесткий ниспадающий свет сверху и рассеянный свет от синего неба, а когда облака скрывают солнце, то все небо светится как большой матовый экран. Горизонтально падающий рассеянный свет от неба или из окна — это тоже привычный нашим глазам световой сценарий. Освещая дома и рабочие места искусственным светом, люди стремятся повторить привычные принципы распределения света в пространстве. Как правило, самые мощные светильники вешают под потолком, имитируя ниспадающий солнечный свет, а меньшую часть света направляют на потолок и стены, имитируя рассеянный свет от небосвода. Солнце на улице и светильники в помещении могут слепить глаза и вызывать дискомфорт. На улице люди защищают глаза от избытка света темными очками, а в помещении есть возможность создать освещение, комфортное для зрения. Зрительный комфорт или дискомфорт освещения определяется не только количеством света, но и его цветовой температурой и степенью пульсаций. Не менее важно и то, куда направлен свет и как он распределен в помещении. Для того чтобы разобраться в этих вопросах, посмотрим на рис. 1, который иллюстрирует, как устроено поле зрения человека.

Из этого рисунка видно, что среднестатистический человек, ближняя периферийная зона поля зрения которого условно с запасом принята как 53°, будет испытывать дискомфорт от лучей света, направленных под углом более 60° от вертикали (рис. 2).

Помимо прямого слепящего света светильников, в глаза попадают блики, отраженные

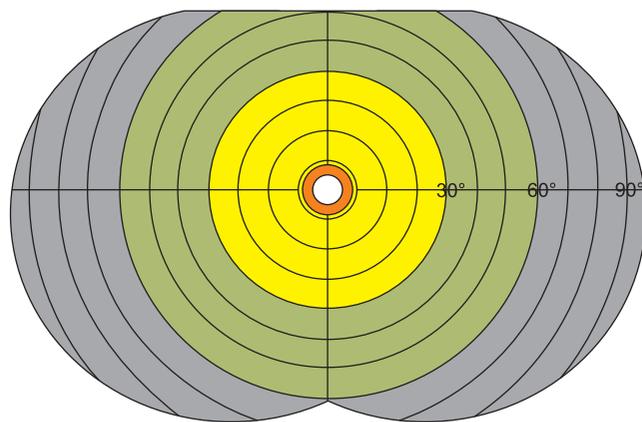


Рис. 1. Области зрения

от экранов мониторов и от полированных деталей мебели. Дискомфортный слепящий эффект зачастую трудно оценить или даже заметить, поскольку он может воздействовать краткосрочно, на уровне подсознания. Тем не менее его следует избегать. Для количественной оценки прямого слепящего воздействия используют объединенный показатель дискомфорта — UGR (Unified Glare Rating), который основан на эмпирических исследованиях. Этот показатель определяет вероятность, с которой светильники в помещении будут ослеплять наблюдателя. Согласно ГОСТ 33392-2015, значение UGR определяется в горизонтальной плоскости на высоте 1,2 м от пола, то есть с точки зрения сидящего в офисе человека. Рейтинг UGR помогает определить, будет система освещения в помещении дискомфортна или нет. Высокий обобщенный показатель дискомфорта означает, что большинство наблюдателей в одном и том же месте с высокой вероят-

ностью ощутят дискомфорт от попадания светильников их поле зрения.

В офисе нормативные требования к значениям UGR подробно описаны в нескольких документах СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4.3359-16, ГОСТ Р 55710-2013, СП52.13330.2016.

Согласно [3], если на рабочем месте за компьютером выполняется простая зрительная работа длительностью не более 50% рабочего времени, то требования по UGR выбирают из СанПиН 2.2.4.3359-16 для позиции «кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства», при этом само значение должно быть не более 21. Если за компьютером выполняется сложная работа более 50% рабочего времени, то норма UGR берется из СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и ее значение должно быть не более 14.

А в СП52.13330.2016 требования к освещению компьютерных залов (так называемых open space) UGR должен быть не более 14, а в кабинетах допускается не выше 21.

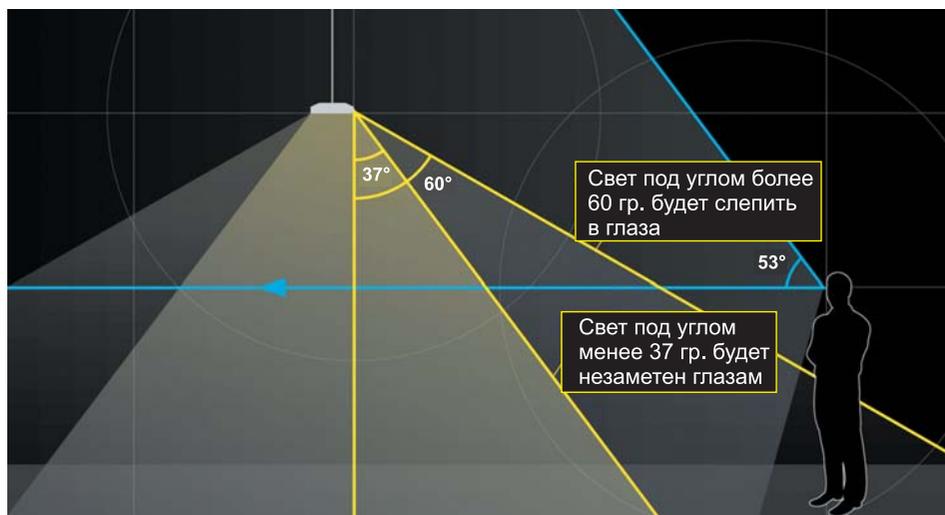


Рис. 2. Защитные углы в осветительных приборах

В ГОСТ Р 55710-2013 рабочие места с видеотерминалами допускают UGR не более 19.

Как видно из вышеперечисленных значений UGR, требования в нормативных документах разнятся. Но прослеживается некоторая логика:

- UGR = 14, самые жесткие требования используются при длительной работе за компьютерами или в open офисах;
- UGR = 19, требования выше средних, при смешанной работе или в относительно небольших кабинетах;
- UGR = 21, средние требования, допускается в помещениях со смешанной работой;
- UGR > 21, требования ниже среднего, для помещений без компьютеров.

Для уменьшения значений UGR применяют разные методы и технические приемы:

1. Ограничивают угол излучения светильника, чтобы исключить попадание прямого света в глаза (обеспечить нужный защитный угол).
2. Увеличивают площадь светоизлучающей поверхности светильника и делают ее яркость равномерной (снижать габаритную яркость).
3. Уменьшают световой поток отдельно взятого светильника, но при этом увеличивают их количество в помещении.
4. Подбирают оптимальное расположение светильников для минимизации бликов и отражений.

5. Добавляют больше рассеянного света в помещении, что уменьшит контраст восприятия глазом ярких бликов.

В наше время, при освещении офисов, для минимизации UGR чаще всего применяют второй метод из приведенного списка. Это всем известный светильник «Армстронг», в котором несколько десятков светодиодов рассеивает свет через матовый пластик квадратной формы. Такие светильники дают равномерно рассеянный свет, имитирующий пасмурный день на улице. Это освещение формально соответствует нормативным требованиям, но размывает тени и снижает контраст изображения. Серое и унылое освещение рабочих мест негативно влияет на людей и снижает производительность труда. А ведь это важный показатель эффективности работы, поскольку работодатели очень заинтересованы в увеличении отдачи от своих сотрудников. Однако в последнее время приходит понимание, что грамотно организованное освещение может не только увеличить продуктивность кур-несушек на птицефабриках или же урожай огурцов в теплицах, но и повысить работоспособность офисных клерков. А как правильно осветить офис, чтобы люди в нем лучше работали? Какой свет им нужен?

Исследование компании Zumtobel Research [1] показало, что 82% людей предпочитают:

- световые решения с комбинированным прямым и рассеянным светом;

- возможность контролировать и регулировать освещение на своем рабочем месте;
- уровень освещенности рабочего места 800 лк или выше;
- в небольших офисах люди предпочитают освещение с более теплыми тонами (4000 К), а в больших открытых — более холодные тона белого света (5000 К).

Стандартные офисные светильники «Армстронг» дают только рассеянный свет, как в серый пасмурный день на улице, поэтому, чтобы «улучшить погоду» и «дать больше солнца», нужно добавить ниспадающий прямой свет. И здесь понадобятся светильники с оптикой, способной собирать и направлять свет в нужную сторону.

Интересное решение этой задачи предложили инженеры финской компании LEDiL. Они создали гибридный матовый рассеиватель и линзы и назвали его LINNEA [2]. Эта линза шириной 40 мм достаточно хорошо распределяет свет от ярких точек светодиодов по поверхности и направляет его куда нужно. В проектировании оптики, для увеличения зрительного комфорта, использован принцип снижения габаритной яркости. Визуальная яркость светильника с линзами LINNEA сравнима с яркостью люминесцентной трубки Т8. При этом есть разные линзы LINNEA с широким ассортиментом световых диаграмм (рис. 3).

Для того чтобы сделать свет от линзы еще комфортнее, финские инженеры

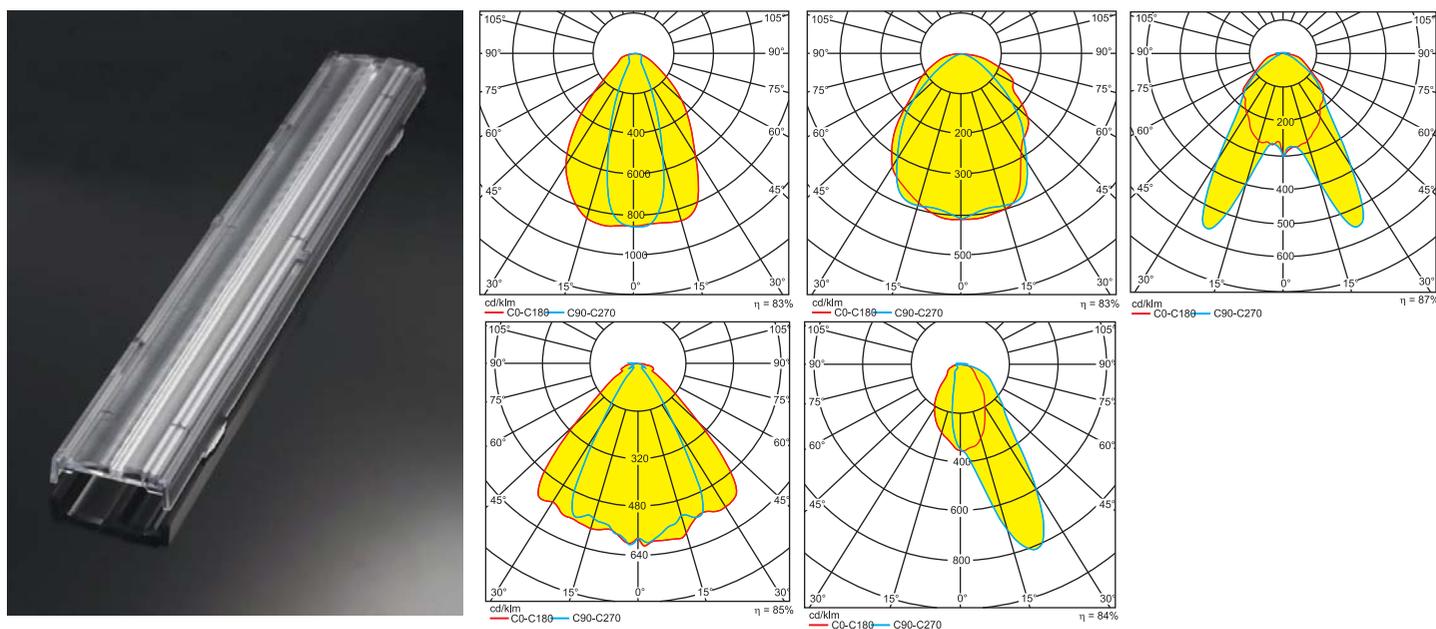


Рис 3. Линзы LINNEA

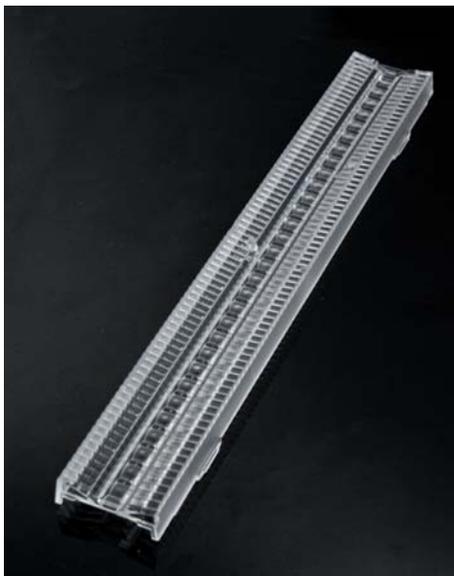


Рис. 4. Внешний вид линзы F16455_LINNEA-GC-90

усовершенствовали конструкцию линз LINNEA и добавили в эту оптику еще один механизм защиты зрения — защитный угол. Так появилось новое семейство линз LINNEA-GC. Первая линза нового семейства F16455_LINNEA-GC-90 показана на рис. 4.

Размеры этой линейной линзы 285×40×13,6 мм, она работает со светодиодной платой, в которой 30 светодиодов распаяны в ряд по центру. При этом каждый светодиод располагается точно напротив линзы в модуле, что позволяет лучше контролировать распределение света в продольной плоскости оптического модуля. Линзы слегка утоплены в центре линейного модуля, что позволяет сформировать защитный угол. Оптическая поверхность линзы имеет глубокое рифление, на которой яркий свет светодиодных точек распределяется по большой площади. В результате оптика F16455_LINNEA-GC-90 формирует световую диаграмму, очень комфортную для зрения (рис. 5).

Посмотрим, как работают линзы F16455_LINNEA-GC-90, на примере светотех-

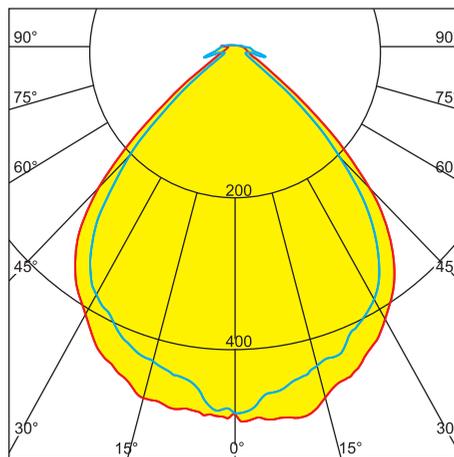


Рис. 5. Диаграмма линзы F16455_LINNEA-GC-90

нического расчета освещения офисного помещения размером 20 м в длину 10 м в ширину и высотой 3,5 м. Для этого смоделируем два случая (рис. 6):

- освещение комнаты накладными/подвесными светильниками, которые светят только вниз (downlight);
- освещение комнаты подвесными светильниками, которые светят вниз и вверх (downlight + uplight).

Результаты расчета освещения офиса линзами LINNEA-GC-90 представлены в таблице 1 и на рис. 7.

Поперечная схема расположения светильников 5 линий × 8 шт

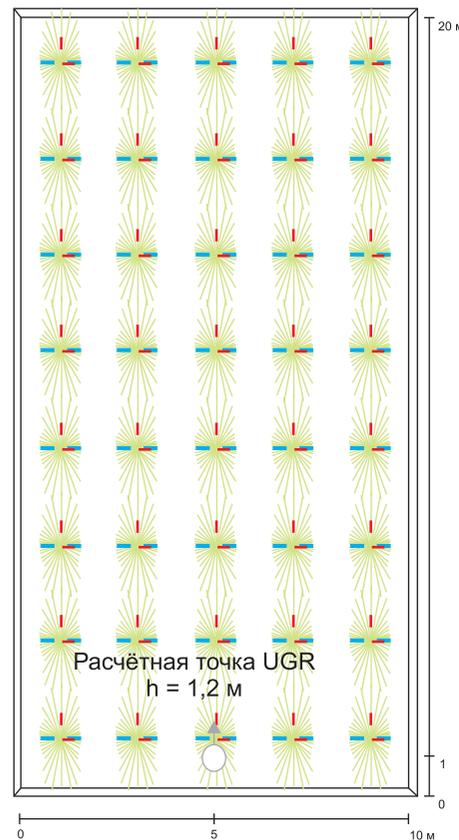


Рис. 6. Модель освещения офиса с расстановкой светильников

Только прямой свет

Прямой свет и отраженный

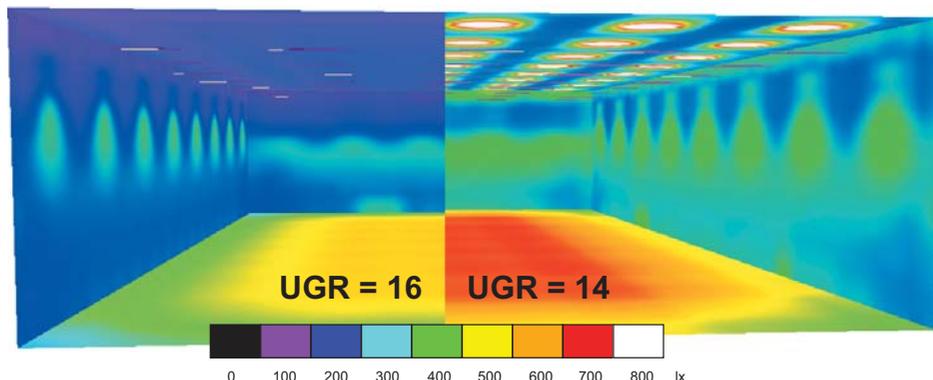


Рис. 7. Результаты расчета освещения в офисе 20×10×3,5 м

Таблица 1. Результаты расчета освещения офиса линзами LINNEA-GC-90

Прямой свет											
Линза F16455_LINNEA-GC-90	Длина светильника	Φ ₁ , лм		Светильников × линий	Сетка	Е _{ср} , лк	Е _{мин} , лк	Е _{макс} , лк	Е _{мин} /Е _{макс}	UGR	
	1 м	2900		8×5	2×2,5	502	288	560	0,574	16	
Прямой + отраженный свет											
Линза F16455_LINNEA-GC-90	Длина светильника	Φ ₁ , лм	Линза F16408_LINNEA-UP	Φ ₂ , лм	Светильников × линий	Сетка	Е _{ср} , лк	Е _{мин} , лк	Е _{макс} , лк	Е _{мин} /Е _{макс}	UGR
	1 м	2900		1144	8×5	2×2,5	617	374	692	0,607	14

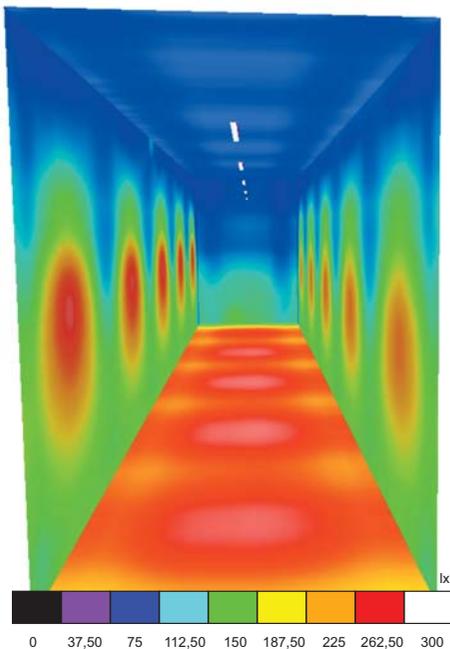


Рис. 8. Модель освещения коридора

И рассмотрим модель освещения коридора шириной 2,4 и высотой 3,5 м светильниками

Таблица 2. Результаты расчета освещения коридора линзами LINNEA-GC-90

Линза	Светильников × линий	Длина светильника, м	Световой поток светильника, лм	UGR	Освещенность, лк
F16455_LINNEA-GC-90	5×1	1,5	4044	20	300

с линзами LINNEA-GC-90 (рис. 8).

Результаты расчета освещения коридора линзами LINNEA-GC-90 представлены в таблице 2.

Глядя на эти данные, можно сделать такие выводы:

Светотехника — это удивительная область технического знания, где даже уровень комфорта измеряется числовым параметром. Для того чтобы добиться максимального зрительного комфорта в офисном освещении, оптики компании LEDiL разработали специальную линейную линзу F16455_LINNEA-GC-90. Светильники с этими линзами создают яркий световой сценарий, близкий к тому, что мы видим на улице в летний солнечный день. Если использовать линзы F16455_LINNEA-GC-90 с теплохолодны-

ми светодиодами и интеллектуальным управлением, которое изменяет цветовые оттенки белого света в соответствии с циркадными ритмами, то можно разработать инновационные светильники с фантастическими параметрами. Яркое и комфортное освещение рабочих мест создает позитивное рабочее настроение и увеличивает производительность труда людей. ●

Литература

1. Source: Lighting quality perceived in office by Zumtobel Research, March 2014.
2. www.ledil.com/search/?q=linnea&q=linnea
3. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю. Б. Айзенберга, Изд. 4-е. М.: Знак, 2017.