

Простой способ увеличения зрительного комфорта в установках внутреннего освещения посредством уменьшения показателя дискомфорта блёскости¹

А. КАМАЛЬ АД-ДИН¹, М. ФАРАМАРЦИ²

¹ Курдистанский медицинский университет, Сенендедж, Иран. Email: kamal.abedi@gmail.com

² Занянский медицинский университет, Занян, Иран. E-mail: fma6662000@yahoo.com

Аннотация

В настоящее время для оценки дискомфорта блёскости применяют, главным образом, показатель дискомфорта блёскости (*DGR*)² и обобщённый показатель блёскости (*UGR*), значения которых рассчитывают с использованием 4-х параметров: размера светящейся поверхности светильника, положения светильника относительно наблюдателя, яркости фона и количества и местоположения светильников. В статье предложено простое решение, позволяющее уменьшить *DGR* и, тем самым, увеличить вероятность зрительного комфорта (*VCP*) в установках внутреннего освещения. Предложенное решение основано исключительно на изменении площадей светящихся поверхностей светильников без изменения других параметров, таких как сила света и количество и местоположение светильников в осветительной установке. Для этого вначале формулы для расчёта *DGR* были преобразованы применительно к рассматриваемому светильнику, а затем при помощи преобразованных формул была рассчитана площадь светящейся поверхности нового светильника, обеспечивающая уменьшение *DGR* и увеличение *VCP*. И наконец, благодаря некоторому изменению местоположения светильников, вносящих основной вклад в *DGR*, было достигнуто значительное увеличение *VCP*.

Ключевые слова: *DGR*, *VCP*, внутреннее освещение, площадь светящейся поверхности светильника.

1. Введение

Блёскость – это всем известное явление, которое, однако, нелегко описать при помощи технических терминов [1–4]. Североамериканское светотехническое общество (*IESNA*) связывает блёскость с наличием одного из двух факторов [5, 6]:

1. Слишком большого количества света или

2. Чрезмерного контраста, то есть слишком сильного изменения яркости в поле зрения.

Хотя уже имеется целый ряд метрик, таких как показатель дискомфорта блёскости (*discomfort glare rating – DGR*), обобщённый показатель блёскости (*unified glare rating – UGR*), британский показатель блёскости (*British glare index – BGI*), Корнелльский показатель блёскости (*Cornell glare index – CGI*), прогнозируемое восприятие

блёскости (*predicted glare sensation vote – PGSV*) и вероятность зрительного комфорта (*visual comfort probability – VCP*), существующие модели всё ещё нуждаются в подтверждении, или следует разработать новую надёжную метрику [7–10].

Для оценки блёскости нельзя измерять свет в люксах. Вместо этого следует использовать яркость, которая сильнее влияет на блёскость и обычно измеряется в канделах на квадратный метр (кд/м^2) [6, 11, 12]. На практике в хорошем проекте освещения свет диффузно распределён в пространстве, а светильники не попадают в поле зрения или снабжены экранами для уменьшения яркости [6, 13]. Уменьшение яркости приводит к уменьшению *DGR* и, как следствие, к увеличению *VCP* [14]. Значение *VCP* прогнозирует количество людей, которые сочтут освещение приемлемым в части дискомфорта блёскости [13, 15]. Производители предоставляют таблицы *VCP* для большинства светильников, составленные применительно к находящемуся в определённом месте наблюдателя, линия зрения которого направлена горизонтально в заданном направлении. В случае внутреннего освещения значение *VCP* зависит от размеров помещения, коэффициента отражения, типа и расположения светильников и количества светильников в поле зрения [5, 7, 10, 15–17].

В 1949 г. Ликеш и Гут провели комплексное исследование, заложившее основу для разработки показателя *VCP*. Они назвали основанную на результатах этого исследования метрику «границей между комфортом и дискомфортом» [18]. В 1963 г. Гут предложил метод расчёта *DGR*, основанный на результатах его десятилетних исследований дискомфорта блёскости и работах других авторов [19]. Несмотря на многочисленные изменения и упрощения, внесённые в период с 1963 по 2000 г., *VCP* и *DGR* всё ещё нуждаются в улучшении [9, 20, 21]. В данной работе описан способ увеличения *VCP* посредством уменьшения *DGR* в установках внутреннего освещения только в результате изменения площадей светящихся поверхностей светильников без внесения изменений в расположение светильников и в создаваемое ими освещение. Для этого использовался предложенный *IESNA* метод расчёта внутреннего освещения [5], основы которого были заложены в [22]. Основной задачей данного исследования было установление прямой связи между индексом восприятия (*index sensation*) *M* и площадью светящейся поверхности светильника *A*, так чтобы изменяя *A* и *M* можно было изменять и *DGR* в конкретной установке внутреннего освещения. Площадь светящейся поверхности светильника была выбрана потому, что изменение любых других параметров приведёт к искажению осветительной установки.

¹ Перевод с англ. Е.И. Розовского

² Показатели *DGR* и *VCP*, не используемые в отечественной практике, описаны в: Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб. и доп. – М: Знак, 2006. – С. 350.

2. Математические расчёты

Предлагаемая методика уменьшения DGR в помещении основана на индексе восприятия M , который в случае одного светильника определяется по формуле [5]:

$$M = \frac{L_s Q}{P F^{0.44}}, \quad (1)$$

где L_s – средняя яркость источника блёскости (светильника), $\text{кд}/\text{м}^2$; Q – параметр, зависящий от наблюдаемого размера источника блёскости; P – индекс позиции источника блёскости по отношению к линии зрения, который рассчитывают применительно ко всем светильникам, попадающим в поле зрения; F – средняя яркость поля зрения [5, 15].

Среднюю яркость L_s рассчитывают по формуле [5]:

$$L_s = \frac{I}{A}, \quad (2)$$

где I – сила света, кд ; A – площадь светящейся поверхности светильника, которую видит наблюдатель.

Формула для расчёта P [5, 16] также была получена на основе экспериментальных данных Гута [22]:

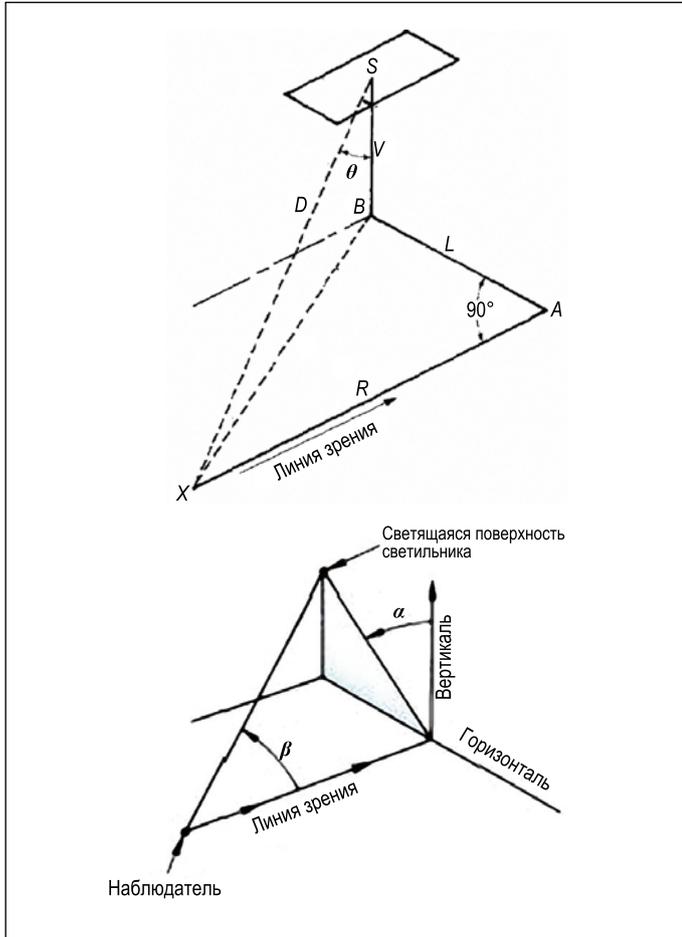


Рис. 1. Местоположения наблюдателя и светильника, использовавшиеся при расчётах VCP [5, 22]

$$P = \exp[(35.2 - 0.31889\alpha - 1.22e^{-2\alpha/9})10^{-3}\beta + (21 + 0.26667\alpha^2)10^{-5}\beta^2] \quad (3)$$

где α – угол между вертикалью и плоскостью, проходящей через светильник и линию зрения (см. рис. 1); β – угол между линией зрения и линией D , проходящей через точку наблюдения и светильник (см. рис. 1).

Входящие в уравнение (1) параметры Q и F зависят от стягиваемого светильником телесного угла ω_s с вершиной на глазу наблюдателя [5, 7, 21, 23]:

$$Q = 20.4\omega_s + 1.52\omega_s^{0.2} - 0.075, \quad (4)$$

$$F = \frac{1}{5} [L_w\omega_w + L_f\omega_f + L_c(\omega_c - \sum_{i=1}^N \omega_s) + \sum_{i=1}^N L_s\omega_s], \quad (5)$$

где L_w – яркость полости стен, L_f – яркость полости пола, L_c – яркость полости потолка, ω_c – стягиваемый потолком телесный угол.

Стягиваемый светильником телесный угол ω_s описывается выражением [5]:

$$A = \frac{\omega_s}{(V/D)^3}, \quad (6)$$

где D – расстояние между точкой наблюдения и центром светящейся поверхности (см. рис. 1); V – кратчайшее расстояние между центром светящейся поверхности и проходящей через точку наблюдения плоскостью, параллельной этой светящейся поверхности (см. рис. 1).

В результате показатель дискомфорта блёскости DGR можно выразить следующим образом [5, 7, 8]:

$$DGR = \left(\sum_{i=1}^N M_i \right)^{N^{-0.0914}}, \quad (7)$$

где M – индекс восприятия, N – количество светильников в поле зрения.

В первую очередь, следует определить, как M меняется при изменении ω_s (или A). Если считать, что установка внутреннего освещения содержит только один светильник, например, светильник № 1 в эксперименте Гута [22], и подставить в уравнение (1) значения $L_s = 138 \text{ кд}/\text{м}^2$ и $P = 1.62$, то индекс восприятия светильника № 1 можно рассчитать по формуле [5, 7, 24]:

$$M_1 = \frac{138(20.4\omega_s + 1.52\omega_s^{0.2} - 0.075)}{1.62 \times \frac{1}{5} [52.8 + 85.8 + 38.35(1.496 - \omega_s) + 138\omega_s]} \quad (8)$$

Соответствующая зависимость M_1 от ω_s приведена на рис. 2. Как видно на рис. 2, при $\omega_s > 0$ M_1 является возрастающей функцией³, а это означает, что увеличение площади светящейся поверхности светильника A , от

³ Уточнение $\omega_s > 0$ не имеет смысла, т.к. телесный угол в принципе не может быть отрицательным. – Прим. пер.

которой ω_s зависит прямо пропорционально, приводит и к увеличению M_I . Аналогичным образом, уменьшение A приводит к уменьшению M_I и, как следствие, к уменьшению DGR . С другой стороны, согласно (2), уменьшение A приводит к увеличению яркости источника блёскости, которое, в свою очередь, приводит к увеличению M . Для преодоления этого противоречия, все характеристики светильников, особенно их силы света, должны оставаться неизменными, за исключением A , влиянию которой посвящена эта работа. В результате применительно к двум условиям, обозначенным как *OLD* (старый) и *NEW* (новый) и соответствующим состоянию осветительной установки до и после модификации, уравнение (2) может быть переписано в предположении равенства сил света светильников:

$$L_{sOLD} A_{OLD} = L_{sNEW} A_{NEW} \quad (9)$$

Заменив в уравнении (9) A на ω_s , получаем:

$$L_{sNEW} = L_{sOLD} \frac{\omega_{sOLD}}{\omega_{sNEW}} \quad (10)$$

В предложенном нами методе для изменения старого индекса восприятия M_{iOLD} и получения нового, меньшего значения этого индекса M_{iNEW} , уравнение (8) было переписано в виде формулы 11, где i – порядковый номер светильника.

Подставив (10) в (11), получаем формулу 12.

Построив теперь для светильника № 1 из эксперимента Гута зависимость M_{iNEW} от ω_{siNEW} , получаем спадающую при $\omega_{siNEW} > 0^4$ кривую, которая приведена на рис. 3.

Благодаря большим по сравнению с прочими входящими в уравнение (1) параметрами значениям L_s , эта яркость оказывает сильное влияние на M . Применительно к обоим влияющим на M параметрам, то есть к L_s и ω_s , можно построить трёхмерную зависимость M от L_s и ω_s , пример которой приведён на рис. 4.

Как ясно видно на рис. 4, M увеличивается при возрастании L_s и уменьшении ω_s (или A).

Рис. 2. Рассчитанная по уравнению (8) зависимость индекса восприятия M_I от величины телесного угла, стягиваемого светильником № 1 в эксперименте Гута

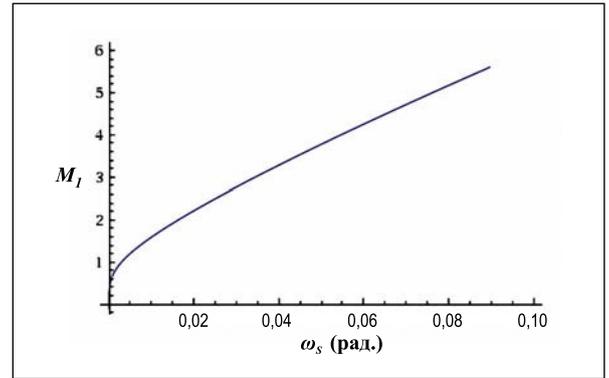
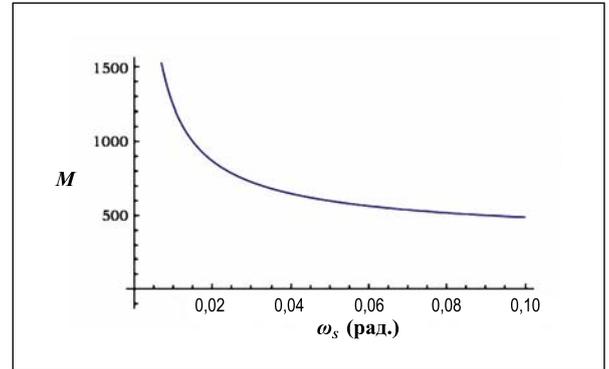


Рис. 3. Зависимость нового индекса восприятия M_{iNEW} от нового телесного угла, стягиваемого светильником после модификации



2.1. Формула для расчёта нового DGR

Если выражение (12) применить ко всем светильникам, то уравнение (7) можно записать, как:

$$DGR_{NEW} = (M_{totalOLD} - \sum_{i=1}^n M_{iOLD} + \sum_{i=1}^n M_{iNEW})^{N-0.0914}, \quad (13)$$

где $M_{totalOLD}$ – полный индекс восприятия светильников в поле зрения до модификации; N – количество светильников в поле зрения; n – количество светильников в поле зрения, площади светящихся поверхностей которых были модифицированы.

Рассчитав DGR_{NEW} , можно определить и VCP_{NEW} , воспользовавшись для этого либо переводным графиком, либо математической зависимостью. В данном исследовании были использованы результаты измерений, приведённые в [5], что стало возможным благодаря содержащемуся в [5] пошаговому описанию нескольких методов расчёта индекса восприятия.

⁴ См. примечание 3. – Прим. пер.

$$M_{iNEW} = \frac{L_{sNEW} (20.4 \omega_{siNEW} + 1.52 \omega_{siNEW}^{0.2} - 0.075)}{P \left\{ \frac{1}{5} \times [L_w \omega_w + L_f \omega_f + L_c (\omega_c - (\omega_{siNEW} + \sum_{i=1}^{N-1} \omega_{si})) + (L_s \omega_{siNEW} + \sum_{i=1}^{N-1} L_{si} \omega_{si})] \right\}^{0.44}}, \quad (11)$$

$$M_{iNEW} = \frac{L_{siOLD} \omega_{siOLD} (20.4 \omega_{siNEW} + 1.52 \omega_{siNEW}^{0.2} - 0.075)}{P \omega_{siNEW} \left\{ \frac{1}{5} \times [L_w \omega_w + L_f \omega_f + L_c (\omega_c - (\omega_{siNEW} + \sum_{i=1}^{N-1} \omega_{si})) + (L_s \omega_{siNEW} + \sum_{i=1}^{N-1} L_{si} \omega_{si})] \right\}^{0.44}}. \quad (12)$$

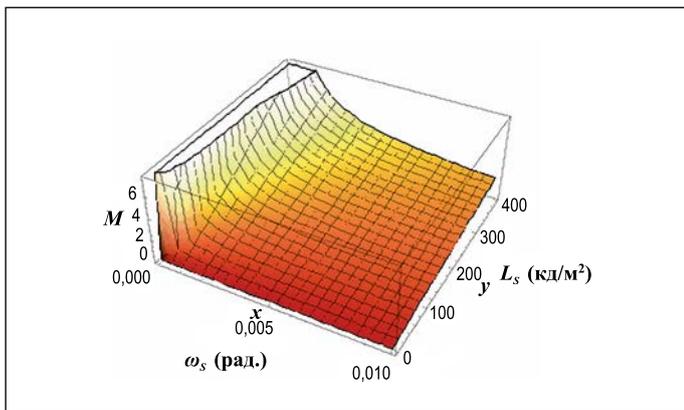


Рис. 4. Зависимость индекса восприятия (ось z) от яркости светильника (ось y) и стягиваемого им телесного угла (ось x)

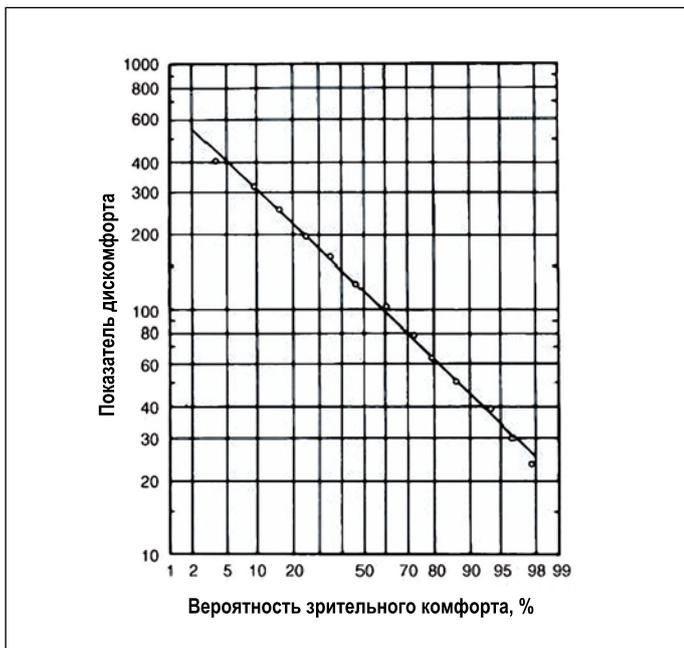


Рис. 5. Переводной график для преобразования DGR в VCP

3. Результаты и обсуждение

Гутом был предложен метод расчёта VCP [22], на который ссылались во всех изданиях справочника *IESNA* [5]. В этой работе модель Гута была использована для получения светотехнических данных. Осветительная установка, описанная Гутом, обладала симметрией относительно линии зрения и включала в себя 64 светильника, из которых 54 находились в поле зрения [22]. Наши модификации в целях изменения DGR начались с выбора светильников, у которых индексы восприятия M были выше среднего для 54 светильников значения этого параметра M , после чего значения индексов восприятия этих выбранных светильников были уменьшены на 20 % до $M_{NEW} = 0,8 \cdot M_{OLD}$. Выбранные светильники и их основные характеристики приведены в табл. 1. Как следует из табл. 1, индекс восприятия превышает M у семи светильников. Новые стягиваемые светильниками телесные углы ω_{siNEW} были рассчитаны для этих семи светильников посредством подстановки в уравнение (12) значений M_{NEW} . Параметры осветительных приборов были подставлены в приведённое в табл. 1

уравнение, после чего были определены значения ω_{siNEW} .

Следует отметить, что величины $\sum_{i=1}^{N-1} \omega_s$ и $\sum_{i=1}^{N-1} L_s \omega_s$, приведённые в табл. 1, представляют собой суммы ω_s и $L_s \omega_s$, соответствующие светильникам существующей установки внутреннего освещения, за исключением светильника с индексом i , который стягивает телесный угол ω_{siNEW} . Зная ω_{siNEW} , можно определить новую площадь светящейся поверхности светильника A_{iNEW} [5, 24]:

$$A_{iNEW} = \frac{\omega_{siNEW}}{(V/D^3)}, \quad (14)$$

Входящие в уравнение (14) параметры V и D показаны на рис. 1.

Полученные результаты приведены в табл. 2, из которой следует, что увеличение площади светящейся поверхности светильника не пропорционально расстоянию между светильником и наблюдателем D , что привело к уменьшению всех M до примерно 50 % от их первоначальных значений.

3.1 Расчёт нового значения DGR

Рассчитав значения $\sum_{j=1}^7 M_{OLD}$ и $\sum_{j=1}^7 M_{NEW}$ для семи светильников из табл. 2, мы получили равное 289,4 значение M_{NEW} , после чего при помощи уравнения (13) было рассчитано новое значение DGR для 54 светильников:

$$DGR_{NEW} = (382,8 - 186,8 + (186,8/2))^{54 \cdot 0,0914} = 49,18.$$

И наконец, при помощи приведённого на рис. 5 переводного графика было получено равное примерно 88 значение VCP_{NEW} .

Основные результаты расчётов значений M_{total} , DGR и VCP до и после модификации рассмотренной Гутом установки внутреннего освещения приведены в табл. 3, которая демонстрирует явное улучшение VCP .

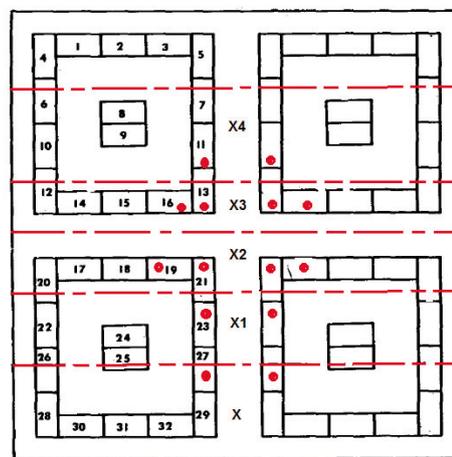


Рис. 6. Схема установки внутреннего освещения с 54 светильниками. 14 модифицированных светильников обозначены кружками, а X1, X2, X3 и X4 – это позиции 4-х наблюдателей [22]

Выбранные светильники и соответствующие им значения входящих в уравнение (12) параметров

№	$L_{si\ OLD}$	$M_{i\ OLD}$	$M_{i\ NEW}$	P	$\sum_{i=1}^{N-1} \omega_s$	$\sum_{i=1}^{N-1} L_s \omega_s$	Формула для расчёта $\omega_{si\ NEW}$: $L_{si\ OLD} \times \omega_{si\ OLD} (20,4 \times \omega_{s\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= M_{i\ NEW} \times \omega_{si\ NEW} \times P \times (A \times \omega_{s\ NEW} + B)^{0,44}$
1	158	7,3	3,65	1,95	0,378	130,71	$158 \times 0,0050 (20,4 \times \omega_{s1\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s1\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 7,11 \times \omega_{s1\ NEW} \times (23,93 \times \omega_{s1\ NEW} + 62,36)^{0,44}$
2	178	7,8	3,9	1,69	0,385	130,98	$178 \times 0,00292 (20,4 \times \omega_{s2\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s2\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 6,59 \times \omega_{s2\ NEW} \times (27,93 \times \omega_{s2\ NEW} + 62,41)^{0,44}$
3	168	8,0	4,0	2,72	0,376	129,47	$168 \times 0,0121 (20,4 \times \omega_{s3\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s3\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 10,88 \times \omega_{s3\ NEW} \times 23,93 \times \omega_{s3\ NEW} + 62,36)^{0,44}$
4	195	9,2	4,6	1,87	0,383	130,57	$195 \times 0,00479 (20,4 \times \omega_{s4\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s4\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 8,60 \times \omega_{s4\ NEW} \times (23,93 \times \omega_{s4\ NEW} + 62,36)^{0,44}$
5	673	15,7	7,85	8,50	0,360	112,99	$673 \times 0,0275 (20,4 \times \omega_{s5\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s5\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 66,72 \times \omega_{s5\ NEW} \times 23,93 \times \omega_{s5\ NEW} + 62,36)^{0,44}$
6	326	18,0	9,0	2,81	0,370	125,80	$326 \times 0,0175 (20,4 \times \omega_{s6\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s6\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 25,29 \times \omega_{s6\ NEW} \times 23,93 \times \omega_{s6\ NEW} + 62,36)^{0,44}$
7	500	27,4	13,7	4,55	0,348	111,50	$500 \times 0,0400 (20,4 \times \omega_{s7\ NEW} + 1,52 \times \omega_{s7\ NEW}^{0,2} - 0,075) =$ $= 62,33 \times \omega_{s7\ NEW} \times 23,93 \times \omega_{s7\ NEW} + 62,36)^{0,44}$

Таблица 2

Расчитанные значения площадей светящихся поверхностей выбранных светильников до и после модификации

i	$\omega_{i\ OLD}$	$\omega_{i\ NEW}$	V/D^3	$A_{i\ OLD}$	$A_{i\ NEW}$
1	0,000500	0,00710	0,000567	7,50	12,52
2	0,000222	0,00411	0,000387	7,50	10,62
3	0,012100	0,01880	0,001610	7,50	11,67
4	0,004790	0,00690	0,000639	7,50	10,80
5	0,027500	0,04760	0,009770	2,81	4,87
6	0,017500	0,02850	0,002380	7,50	11,97
7	0,040000	0,07560	0,005330	7,50	14,18

3.2 Новый DGR и различные точки наблюдения

Таблица 3

Сравнение значений M_{total} , DGR и VCP до и после модификации установки внутреннего освещения

	OLD (до модификации)	NEW (после модификации)
M_{total}	382,8	289,4
DGR	62	50
VCP	81	88

Основной задачей данной работы была разработка простого способа уменьшения DGR и, тем самым, увеличения VCP конкретной осветительной установки за счёт одного только увеличения площадей светящихся поверхностей нескольких светильников. В случаях, когда наблюдатели всегда видят потолок с одного направления, этот простой способ можно использовать для уменьшения DGR посредством увеличения светящихся поверхностей только тех светильников, которым соответствуют наибольшие значения M . На практике простейшим способом уменьшения M_{total} представляется увеличение площадей светящихся поверхностей потолочных светильников без изменения прочих характеристик осветительной установки, таких как сила света. В данной работе в результате упомянутой модификации 14-ти выбранных светильников общая площадь их светящихся поверхностей увеличилась на 5,35 м² (общая площадь всех светильников увеличилась при этом на 15 %), что привело уменьшению M_{total} на 24 %. В результате DGR уменьшился на 19,3 %, а VCP увеличилась на 8,6 %.

Эти результаты справедливы для точки наблюдения, которая охватывает 84 % светильников ((54/64) × 100 = 84 %). Однако для точек наблюдения, которые охватывают меньше чем 84 % светильников, такое уменьшение DGR может быть получено посредством изменения светящихся поверхностей меньшего количества светильников, и наоборот, для точек наблюдения, которые охватывают больше чем 84 % светильников, этот

Изменение значений M_{total} , DGR и VCP при изменении положения наблюдателя

	Точка наблюдения	Количество светильников в поле зрения (N)	M_{total}	DGR	VCP
<i>OLD</i> (до модификации)	X	54	382,8	62	81
	$X1$	42	266	52,68	87
	$X2$	32	185	44,72	91
	$X3$	22	120,2	36,82	94
	$X4$	10	50,4	23,93	100
<i>NEW</i> (после модификации)	X	54	289,4	50	88
	$X1$	42	234,8	48,21	88,5
	$X2$	32	175,28	43	92
	$X3$	22	117	36,10	94,5
	$X4$	10	50,4	23,93	100

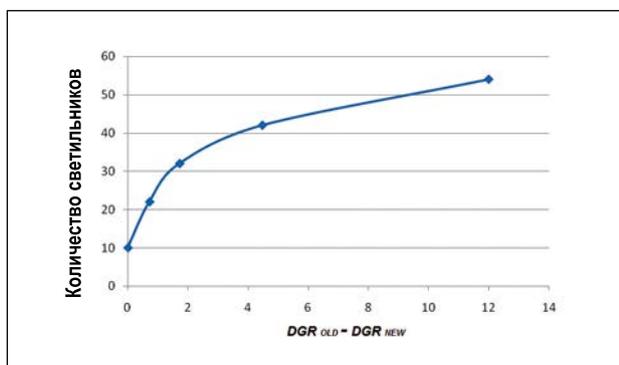


Рис. 7.
Соответствующая
рис. 6 связь между Δ
 $= DGR_{OLD} - DGR_{NEW}$
и количеством
светильников в поле
зрения наблюдателя

результат может быть достигнут только при модификации большего числа светильников.

Все основные параметры осветительной установки до и после изменения площадей светящихся поверхностей светильников, включая как M_{OLD} , DGR_{OLD} и VCP_{OLD} , так и M_{NEW} , DGR_{NEW} и VCP_{NEW} , были рассчитаны применительно различным точкам наблюдения X , $X1$, $X2$, $X3$ и $X4$, которые показаны на рис. 6. Полученные результаты приведены в табл. 4. Следует отметить, что в случае $X4$ модифицировать светильники не потребовалось, в результате чего для этой точки наблюдения значения параметров до и после модификации оказались одинаковыми.

Согласно табл. 4, значения DGR оказались меньшими для тех точек наблюдения, которые охватывают меньшее количество светильников. Этот результат говорит о том, что чем больше ярких светильников попадают в поле зрения, тем больше DGR . Расчёт разности Δ между старыми и новыми значениями DGR ($\Delta = DGR_{OLD} - DGR_{NEW}$) показал, что для точек наблюдения от X до $X4$ она оказалась пропорциональной количеству светильников в поле зрения (рис. 7).

Полученные результаты говорят о том, что если значение DGR приемлемо для наблюдателя, который видит все установленные светильники, то оно наверняка будет приемлемо и для других наблюдателей, в поле зрения которых попадает меньшее количество светильников. Следует отметить, что если светильники уже установлены, то уменьшение DGR трудно обеспечить посредством увеличения площадей светящихся поверхностей всех светильников, так как DGR зависит от M , который, в свою очередь, не только зависит от яркостей светильников, но и сложным образом связан с положением наблюдателя. Тем не менее,

уменьшение DGR , в общем-то, осуществимо и для смонтированных установок внутреннего освещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Veitch, J.A., Newsham, G.R. Determinants of lighting quality I: State of the science // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1998. – Vol. 27. – P. 92–106.
2. Osterhaus, W.K., Bailey, I.L. Large area glare sources and their effect on visual discomfort and visual performance at computer workstations // In: Industry Applications Society Annual Meeting, 1992. Conference Record of the 1992 IEEE, IEEE, 1992. – P. 1825–1829.
3. Van Den Wymelenberg, K., Inanici, M. Evaluating a New Suite of Luminance-Based Design Metrics for Predicting Human Visual Comfort in Offices with Daylight // Leukos. – 2015. – P. 1–26.
4. Wienold, J., Christoffersen, J. Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras // Energy and buildings. – 2006. – Vol. 38. – P. 743–757.
5. The IESNA lighting handbook: reference & application, 9th ed. IESNA, 2000.
6. Benya, J.K. Controlling Glare, Deciphering this technical condition to create responsive Lighting Solutions // In: Architectural Lighting Magazine, 2010.
7. Eble-Hankins, M.L., Waters, C.E. VCP and UGR glare evaluation systems: a look back and a way forward // Leukos. – 2005. – Vol. 1. – P. 7–38.
8. Carlucci, S., Causone, F., De Rosa, F., Pagliano L. A review of indices for assessing visual comfort with a view to their use in optimization processes to support building integrated design // Renewable and sustainable energy reviews. – 2015. – Vol. 47. – P. 1016–1033.
9. Mistrick, R.G., Choi, A. – S. A comparison of the visual comfort probability and unified glare rating systems // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1999. – Vol. 28. – P. 94–101.
10. Van Den Wymelenberg, K., Inanici, M. A critical investigation of common lighting design metrics for predicting human visual comfort in offices with daylight // Leukos. – 2014. – Vol. 10. – P. 145–164.
11. Osterhaus, W., Veitch, J. Workshop on discomfort glare: Final report // In: 27th Session of the International Commission on Illumination, 2011.

12. Osterhaus, W.K. Office lighting: a review of 80 years of standards and recommendations // In: CONFERENCE RECORD-IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING, IEEE INC, 1993. – P. 2365–2365.

13. Boyce, P.R., Hunter, C.M. Inclan, C. Overhead glare and visual discomfort // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 2003. – Vol. 32. – P. 73–88.

14. Marty, C., Fontoynt, M., Christoffersen, J., Dubois, M. – C., Wienold, J., Osterhaus, W., Carco, E., Carco, R.F. User assessment of visual comfort: review of existing methods // In: Technical report, Ingelux, Lyon, 2003.

15. Kim, W., Kim, J.T. A formula of the position index of a glare source in the visual field // In: 3rd International symposium on Sustainable Healthy Buildings, SHB2010, Seoul, Korea, 2010.

16. Levin, R.E. Position index in VCP calculations // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1975. – Vol. 4. – P. 99–105.

17. McGowan, T., Guth, S.K. Extending and applying the IES visual comfort rating procedure // Illuminating Engineering. – 1969. – Vol. 64. – P. 253.

18. Luckiesh, M., Guth, S.K. Brightness in visual field at borderline between comfort and discomfort (BCD) // Illuminating Engineering. – 1949 – Vol. 44. – P. 650–670.

19. Guth, S.K. A method for the evaluation of discomfort glare // Illuminating Engineering/ – 1963. – Vol. 58. – P. 351–364.

20. Levin, R.E. An evaluation of VCP calculations // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1973. – Vol. 2. – P. 355–361.

21. Fry, G.A. A simplified formula for discomfort glare // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1976. – Vol. 6. – P. 10–20.

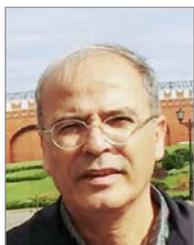
22. Guth, S.K. Computing visual comfort ratings for a specific interior lighting installation // Illuminating Engineering. – 1966. – Vol. 61. – P. 634.

23. Ford, L.B., Ranieri, D. Glare evaluation calculations applied to visual display terminals // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1990. – Vol. 19. – P. 3–20.

24. Lewin, I. The Determination of Luminaire Projected Area // Journal of the Illuminating Engineering Society. – 1973. – Vol. 2. – P. 418–421.



Абеди Камаль ад-Дин (Abedi Kamal ad-Din), Ph.D. (2014 г.). Доцент факультета здоровья Курдистанского медицинского университета, где читает лекции по защите от излучения и проектированию осветительных установок



Маджиди Фарамарз (Madjidi Faramarz), Ph.D. Читает лекции в школе здоровья Занянского медицинского университета. Область научных интересов: проектирование установок внутреннего освещения, математическое обеспечение измерений неионизирующего излучения и др.

Об использовании в школах освещения светодиодными лампами

В апреле 2017 г. Минэнерго РФ направило запрос в Роспотребнадзор о возможности использования освещения светодиодами в школах.

В своём официальном ответе от 22 мая 2017 г. Роспотребнадзор официально уведомил, что в школах использовать светодиодное освещение можно. Согласно протоколу № 21-ПРМ-АС от 19.01.2017 со-вещения по вопросу применения освещения светодиодами в жилых и общественных зданиях в Минстрое РФ, основным нормативным документом принят СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95*», введённый в действие 08.05.2017 и разрешающий применение светильников со светодиодами в жилых и общественных зданиях, в том числе в образовательных учреждениях.

ltcompany.com/ru/news/
10.07.2017

Освещение светодиодами в средней школе в Наро-Фоминске

Краткое описание объ-

екта: В Наро-Фоминске завершено строительство новой школы. С 1 сентября новая школа примет учеников. Школа рассчитана на 1050 учеников, в дальнейшем может быть увеличена – за счёт комплектования классов, использования всех имеющихся дополнительных пространств, оптимизации расписания и т.д. – до 1500 человек. Строительство школы реализовано в рамках региональной программы по ликвидации второй смены в школах и расширения числа учебных заведений в Московской области.

Стоящая светотехническая задача: Создание системы освещения в любом образовательном учреждении с чётким соблюдением определённых норм и требований для того, чтобы уровень освещения не оказывал на детей неблагоприятного эффекта, и они могли спокойно обучаться и получать новые знания. В рамках программы повышения энергоэффективности эта школа стала на сегодня одной из немногих, где установлено современное освещение светодиодами, отвечающее всем требованиям нормативной базы (СанПин и СНиП), во всех помещениях.

Применённое оборудование: светильники серий «PRR/R ECO LED», «OPTIMA.PRR ECO LED» и «OPTIMA.OPL ECO LED» (производитель: МГК «Световые Технологии»).

Результат: Изначально в проект были заложены светильники с люминесцентными лампами. В ходе работы Заказчику были представлены дополнительные расчёты, убедившие в преимуществах перехода на освещение светодиодами, в связи с чем отпала необходимость в обслуживании светильников, поддержании запаса ламп и их утилизации по окончании срока службы. В итоге все помещения школы – от учебных классов до вспомогательных площадей – освещаются светильниками со светодиодами.

ltcompany.com/ru/news
11.07.2017

