



УДК 628.921

ШМАРОВ И. А., канд. техн. наук, рук. лаборатории «Строительная светотехника»; В. В. ЗЕМЦОВ, вед. инженер лаборатории «Строительная светотехника»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ С УЧЕТОМ ОТРАЖЕНИЯ ОТ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ФАСАДОВ СВЕТА НЕБА И ПРОТИВОСТОЯЩИХ ЗДАНИЙ

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук»

Россия, 127238, г. Москва, Локомотивный пр., д. 21. Тел.: (916) 604-60-55; эл. почта: shmarovigor@yandex.ru

Ключевые слова: естественное освещение, светопрозрачные фасады, зеркальное отражение, разновысотная застройка, энергоэффективность.

Разработана методика, учитывающая как прямое, так и отраженное освещение от светопрозрачных фасадов в условиях разновысотной застройки. В методике учитывается как диффузное, так и зеркальное отражение, чтобы получить точные значения коэффициента естественной освещенности (КЕО). Применение данной методики при проектировании зданий позволит более точно учесть отраженную составляющую естественного света от светопрозрачного фасада и создаст возможность повышения этажности при выполнении норм естественной освещенности.

Светопрозрачные фасады играют важную роль в современной архитектуре, создавая эффектный визуальный облик зданий. Особенностью светопрозрачных фасадов является наличие не только диффузного отражения, при котором свет отражается от поверхности во всех направлениях, но и зеркального отражения, при котором свет отражается от поверхности под таким же углом, под которым он на нее падает, а также пропускания света в здание. В статье рассматривается методика расчета естественного освещения с учетом зеркального отражения от светопрозрачных фасадов противостоящих зданий.

В настоящее время официальная методика расчета естественного освещения учитывает только диффузное отражение от фасадов противостоящих зданий [1–4]. Площадь светопрозрачных материалов на фасадах ряда современных зданий достигает 90 %, что должно учитываться в методике расчета естественного освещения.

Результаты экспериментальных исследований [5] показывают, что коэффициент зеркального отражения некоторых образцов строительных стекол может достигать 46 %. В коэффициент естественной освещенности (КЕО) дополнительный вклад дает зеркально отраженный свет неба и зеркально отраженный свет от светопрозрачных фасадов противостоящих зданий.

В данных целях осуществляется учет прямого света неба, отраженного от светопрозрачной конструкции и достигающего расчетной точки в помещении. В отличие от диффузного отражения от параллельно расположенного здания со светопрозрачным фасадом, добавляются дополнительные параметры, связанные со свойствами зеркального отражения строительных стекол [6, 7]. Использование



расчетных методик, учитывающих как диффузное, так и зеркальное отражение светопрозрачных конструкций, позволяет более точно определить параметры естественного освещения в помещениях противостоящих зданий.

Рассмотрим определение КЕО при диффузном отражении и зеркальном отражении фасада здания, показанного на рис. 1.

Рассмотрим ситуацию, когда $H_1 = 51$ м, $H_2 = 51$ м, $l = 70$ м, $h = 3$ м, $d_{\text{п}} = 5,7$ м, $h_0 = 2,00$ м, $\Delta_{\text{СТ}} = 0,3$ м, $l_{\text{T}} = 4,70$ м, $\rho_3 = 0,43$ и $\rho_{\text{д}} = 0,16$.

Коэффициент отражения фасада существующего здания $\rho_{\text{ф}} = 0,48$.

Если через оконный проем из расчетной точки C видно только противостоящее здание (рис. 1), то геометрическое КЕО будет равно:

$$\varepsilon = \frac{\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2}{2} 100 \%, \quad (1)$$

где
$$\alpha_1 = \arctg \frac{h_{\text{ПД}}}{l_{\text{T}}}, \quad \alpha_2 = \arctg \frac{h_{\text{ПД}} + h_0}{l_{\text{T}} + \Delta_{\text{СТ}}}, \quad (2)$$

тогда расчет бокового КЕО при диффузном отражении светопрозрачного фасада по известным формулам СП 367.1325800.2017 [2]:

$$e_{\text{р}}^{\text{б}} = C_{\text{N}} \left(\sum_{i=1}^L \varepsilon_{6i} q(\gamma)_i + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{3дj} b_{\text{фj}} k_{3дj} \right) r_0 \tau_0 KMF, \quad (3)$$

$$e_{\text{р}}^{\text{б}} = 1 \times (5,7 \times 26,8 \times 0,01 \times 0,076 \times 1,875) \times 3,912 \times 0,4 \times 1 \times 0,83 = 0,28 \ %.$$

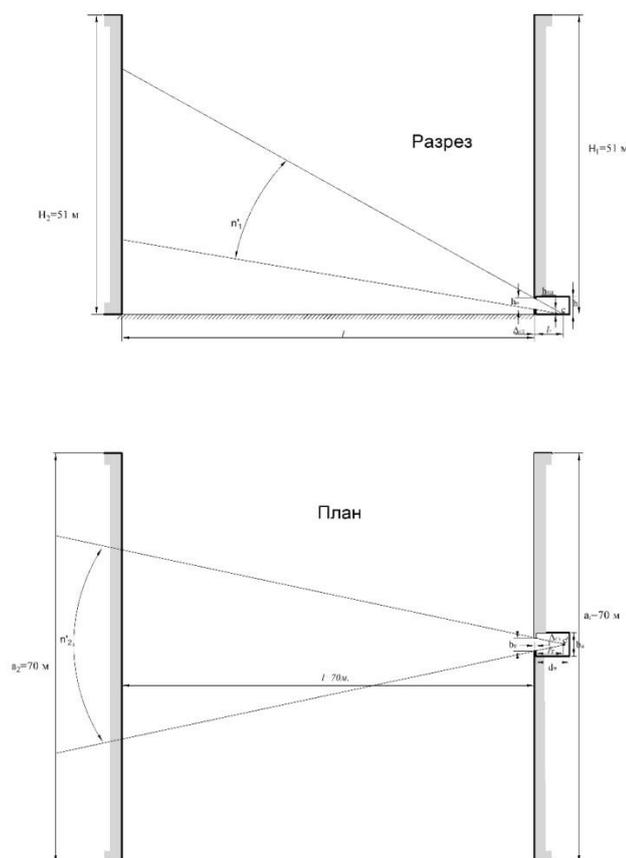


Рис. 1. Разрез и план с видимыми из расчетной точки помещения участков фасада противостоящего здания

Следовательно, чтобы сохранить нормируемое значение КЕО в жилом помещении существующего здания, нужно уменьшать этажность проектируемого здания: $H_2 = 35$ м (рис. 2).

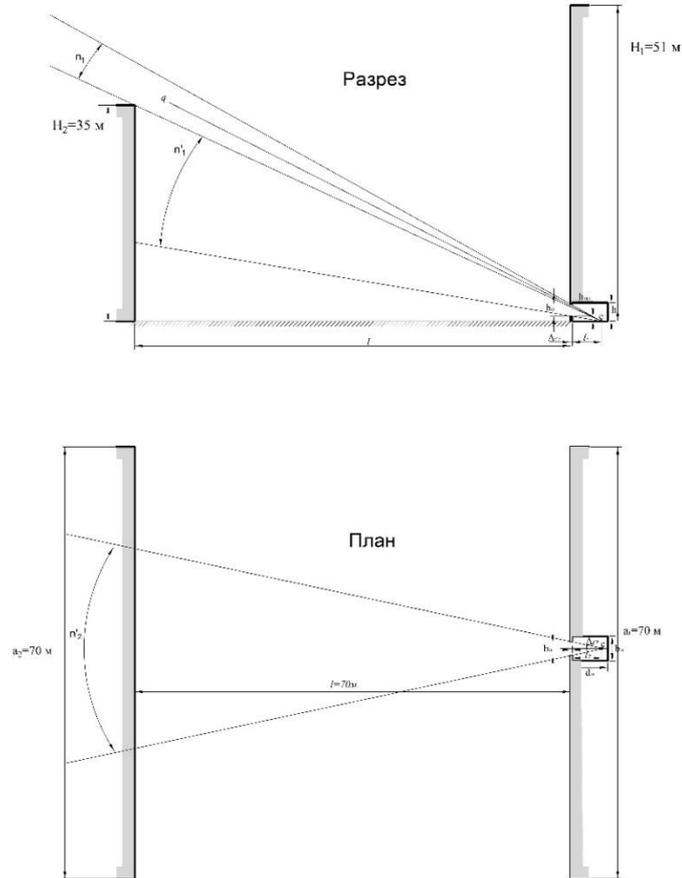


Рис. 2. Разрез и план с видимыми из расчетной точки помещения участков фасада противостоящего здания и открытого небосвода

$$e_p^b = 1 \times (1 \times 26,8 \times 0,01 \times 0,816 + 4,7 \times 26,8 \times 0,01 \times 0,086 \times 1,842) \times 3,912 \times 0,4 \times 1 \times 0,83 = 0,54 \%$$

Пример расчета бокового КЕО при зеркальном отражении светопрозрачного фасада приведен на рис. 3.

Если через окно из расчетной точки C видно отражение небосвода и противостоящего здания, то геометрический КЕО ϵ_n , учитывающий прямой свет от неба, и методика расчета для зеркального отражения светопрозрачного фасада должна отличаться от изложенной в СП 367.1325800.2017 [2].

$$\epsilon_n = \frac{\cos \alpha_3 - \cos \alpha_2}{2} 100 \%, \quad (4)$$

где, как видно из рис. 3:



$$\alpha_3 = \arctg \frac{H_1}{l_T + \Delta_{СТ} + 2l} \quad (5)$$

Формула для расчета КЕО при зеркальном отражении светопрозрачного фасада:

$$e_p^{\delta} = C_N \left(\frac{\sum_{i=1}^L \varepsilon_i q_i + \sum_{j=1}^M \varepsilon_{jз} b_{jд} K_{jздз} +}{\sum_{i=1}^{L_0} \varepsilon_{iз} q_{iз} + \sum_{j=1}^{M_0} \varepsilon_{jд} b_{jдо} K_{jздд}} \right) r_0 \tau_0 KMF, \quad (6)$$

где $q_{iз}$ – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость i -го участка облачного неба МКО, отраженного в зеркальном фасаде противостоящего здания, определяемый по формуле:

$$q_{iз} = q_i \rho_3. \quad (7)$$

$$e_p^{\delta} = 1 \times (3,5 \times 26,8 \times 0,01 \times 0,745 \times 0,43 + 2,2 \times 26,8 \times 0,01 \times 0,185 \times 1,875) \times \\ \times 3,912 \times 0,4 \times 1 \times 0,83 = 0,65 \text{ \%}.$$

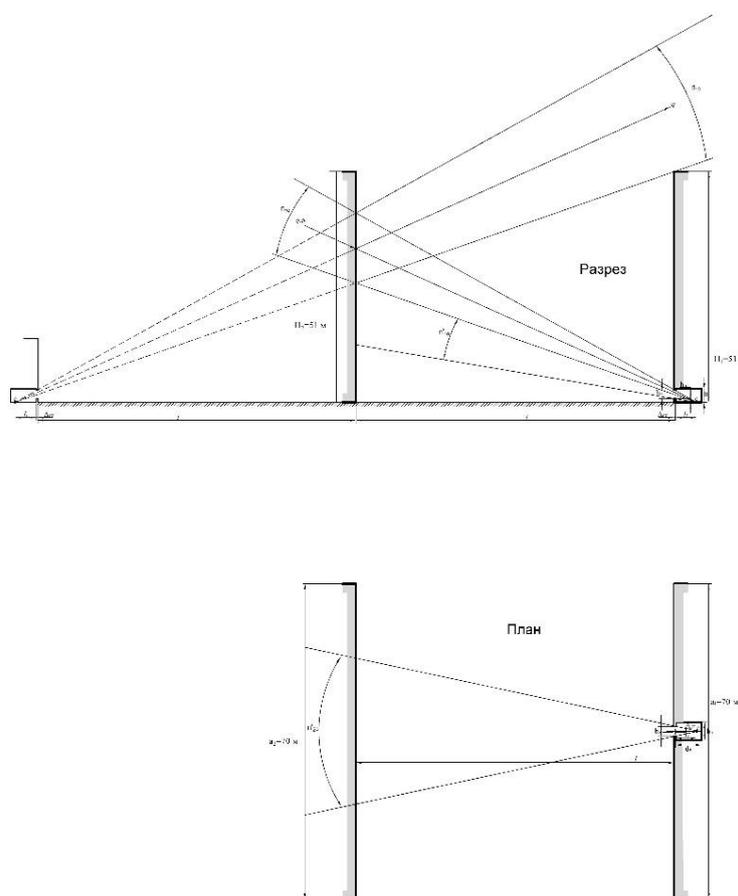


Рис. 3. Разрез и план с видимыми из расчетной точки помещения зеркально отраженными участками небосвода и участков фасада проектируемого здания в фасаде противостоящего здания

Сравнения результатов расчета естественного освещения с учетом диффузного и зеркального отражения фасадом проектируемого здания приведены в таблице.

**Сравнения результатов расчета естественного освещения**

Коэффициент диффузного отражения, ρ_d , отн. ед	Коэффициент зеркального отражения, ρ_z , отн. ед	Коэффициент диффузного отражения, ρ_f , отн. ед	Высота проектируемого/существ. здания, h_{zd} , м	Длина проект/существ. здания, a_2/a_1 , м	Расстояние между зданиями, l , м	КЕО, %
Проектируемое здание		Существующее здание				
0,16	-	-	51,0/51,0	70,0/70,0	70,0	0,28
0,16	-	-	35,0/51,0	70,0/70,0	70,0	0,54
-	0,43	0,48	51,0/60,0	70,0/70,0	70,0	0,65

Эффект от учета всего отраженного светового потока позволит обеспечить рациональное использование городской территории при выполнении санитарно-эпидемиологических норм по естественному освещению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 07 ноября 2016 г. № 777/пр : актуализированная редакция СНиП 23-05-95* : дата введения 08 мая 2018 г. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

2. СП 367.1325800.2017. Здания жилые и общественные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения : свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от от 5 декабря 2017 г. N 1618/пр. : дата введения 06 июня 2018 г. – URL: <http://www.consultantplus>. – Текст : электронный.

3. Гуревич, М. М. Фотометрия : теория, методы и приборы / М. М. Гуревич. – Изд. 2, перераб. и доп. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1983. – 272 с. – Текст : непосредственный.

4. СП 23-102-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Естественное освещение жилых и общественных зданий : свод правил : издание официальное : одобрен Постановлением Госстроя Российской Федерации от 18 июня 2003 г. № 63. – Москва : ФГУП ЦПП, 2005. – 83 с. – Текст : непосредственный.

5. Коркина, Е. В. Влияние современных фасадных покрытий на величину средневзвешенного альbedo фасада здания / Е. В. Коркина, И. А. Шмаров, М. Д. Тюленев. – Текст : непосредственный // Строительные материалы. – 2021. – № 6. – С. 33–40.

6. Соловьев, А. К. Зеркальные фасады : их влияние на освещение противостоящих зданий. – Текст : непосредственный // Светотехника. – 2017. – № 2. – С. 28–31.

7. Тихенко, Е. В. Влияние зеркальных фасадов на окружающую застройку. Том 2 / Е. В. Тихенко. – Текст : непосредственный // Достижения науки и образования. – 2018. – № 7 (29). – С. 30–31.

SHMAROV Igor Aleksandrovich, candidate of technical sciences, head of the laboratory "Construction Lighting Engineering"; ZEMTSOV Vladimir Viktorovich, leading engineer of the laboratory "Construction Lighting Engineering"

THE METHOD OF CALCULATING DAYLIGHTING, TAKING INTO ACCOUNT THE REFLECTION FROM TRANSLUCENT FACADES, LIGHT FROM THE SKY AND OPPOSED BUILDINGS



Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences

21, Lokomotivny Proezd, Moscow, 127238, Russia. Tel.: +7 (916) 604-60-55;

e-mail: shmarovigor@yandex.ru

Key words: daylighting, translucent facades, mirror reflection, multi-height buildings, energy efficiency.

The developed technique makes it possible to take into account both direct and reflected lighting in conditions of different heights of buildings, which contributes to more accurate modeling and optimization of translucent facades. Both diffuse and specular reflection must be taken into account in the calculations in order to obtain an accurate estimate of illumination. The use of this technique in building design will help to improve energy efficiency and comfort of premises, providing an optimal level of natural lighting.

REFERENCES

1. SP 52.13330.2016. Estestvennoe i iskusstvennoe osveshchenie [Natural and artificial lighting]. Svod pravil: utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilischno-kommun. khozyaystva RF ot 07.11.2016 № 777/pr : aktualizirovannaya redaktsiya SNIIP 23-05-95: data vved. : 2018-05-08. – URL: <http://www.consultantplus>.

2. SP 367.1325800.2017. Zdaniya zhilye i obshchestvennyye. Pravila proektirovaniya estestvennogo i sovmeshchennogo osveshcheniya [Residential and public buildings. Rules for the design of natural and combined lighting]. Svod pravil: utverzhdyon prikazom Min-va stroit. i zhilischno-kommun. khozyaystva RF ot 05.12.2017 № 1618/pr: data vved. : 2018-06-086. – URL: <http://www.consultantplus>.

3. Gurevich M. M. Fotometriya: teoriya, metody i pribory [Photometry: theory, methods and devices]. – Izd. 2-e per. i dop. Leningrad: Energoatomizdat, 1983. – 272 p.

4. SP 23-102-2003. Svod pravil po proektirovaniyu i stroitelstvu. Estestvennoe osveshchenie zhilykh i obshchestvennykh zdaniy [Code of Rules for design and construction. "Natural lighting of residential and public buildings"] : Svod pravil : odobren Postanovleniem Gosstroya RF ot 18.06.2003 № 63. – Moscow : FGUP CPP, 2005 – 83 p.

5. Korkina E. V., Shmarov I. A., Tyulenev M. D. Vliyanie sovremennykh fasadnykh pokrytiy na velichinu srednevzveshennogo albedo fasada zdaniya [The influence of modern facade coatings on the value of the weighted average albedo of the facade of a building]. Stroitelnye materialy, 2021, № 6. P. 33–40.

6. Soloviev A. K. Zerkalnye fasady: ikh vliyanie na osveshchenie protivostoyashchikh zdaniy [Mirrored facades: their influence on the lighting of opposing buildings]. Svetotekhnika, 2017, № 2. P. 28–31.

7. Tikhenko E. V. Vliyanie zerkalnykh fasadov na okruzhayushchuyu zastroynku [The influence of mirrored facades on the surrounding buildings]. Dostizheniya nauki i obrazovaniya, 2018. Vol. 2, № 7 (29). P. 30–31.

© И. А. Шмаров, В. В. Земцов, 2024

Получено: 26.07.2024 г.