

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ / CITY PLANNING OF RURAL SETTLEMENTS**

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2019.14.3>

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ИНСОЛЯЦИИ И ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ**

Научная статья

**Матус Е.П.\*<sup>1</sup>, Желободько М.И.<sup>2</sup>, Качанова Е.Д.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-0632-8280

<sup>1,2,3</sup>Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск, Россия

\* Корреспондирующий автор (matus\_evlg[at]mail.ru)

**Аннотация**

Обсуждается возможность расчета инсоляции и естественного освещения помещений в условиях плотной городской застройки без применения специализированного программного обеспечения в свете последних изменений законодательства. Показано, что для расчета продолжительности инсоляции в средней полосе России в нормативных документах отсутствуют необходимые инсоляционные графики. Выявлено, что результаты расчета отраженной составляющей естественного освещения зависят от способа интерполяции табличных данных нормативных документов. Анализ расчетов показал необходимость требования к обязательному определению коэффициента отражения фасадных материалов и конструкций при их сертификации, а утвержденные методы определения коэффициентов отражения и пропускания фасадных материалов нуждаются в доработке.

**Ключевые слова:** точечная застройка, инсоляция, естественное освещение.

**THE CALCULATION FEATURES OF INSOLATION AND DAYLIGHTING IN THE DENSE URBAN AREA**

Research article

**Matus E.P.\*<sup>1</sup>, Желободько М.И.<sup>2</sup>, Качанова Е.Д.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0002-0632-8280

<sup>1,2,3</sup>Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia

\* Corresponding author (matus\_evlg[at]mail.ru)

**Abstract**

The possibility of calculating the insolation and daylighting of the premises in a dense urban environment without the use of specialized software in the according to the latest law changes is discussed. It is shown that in order to calculate the duration of insolation in central Russia, the required graphs are missing in the normative documents. It is revealed that the results of the daylight reflected component calculation depend on the interpolation method of regulatory documents tabular data. Analysis of the calculations showed the need for the mandatory determination of the reflection coefficient of facade materials and structures for their certification, and the approved methods for determining the reflectance and light transmittance needs to be refined.

**Keywords:** dense urban area, insolation, daylighting.

Согласно постановлению главного санитарного врача РФ №47 от 10 апреля 2017г. изменены требования к нормам инсоляции помещений и территорий [1]. Теперь в средней полосе России (48°с.ш. – 58°с.ш.) расчетные даты инсоляции не 22 марта и 22 сентября, а 22 апреля и 22 августа. В силу этого изменения значительно усложняется расчет продолжительности времени инсоляции: конец солнечной тени от вертикального столба на горизонтальной поверхности уже проходит в течении дня не по прямой как в день равноденствия, а по сложной кривой. Поэтому расчет времени инсоляции нужно осуществлять по инсограммам, которые нарисовать архитектору самостоятельно уже затруднительно. Необходимо отметить, что в последних утвержденных методах расчета инсоляции [2] отсутствуют необходимые инсограммы для большинства городов страны.

Вследствие вышеизложенного архитектор вынужден пользоваться лицензионным сертифицированным программным обеспечением [3], что не всегда целесообразно с точки зрения временных и финансовых затрат. Кроме того, в случае судебных разбирательств, сторонам конфликта необходимо предоставлять порой несколько независимых экспертиз. Поэтому считаем, что действующий документ [2] необходимо в ближайшее время дополнить инсограммами для средней зоны (48°с.ш. – 58°с.ш.) на даты 22 апреля и 22 августа. Несмотря на описанные замечания, время инсоляции однозначно рассчитывается на стадии проектирования, и благодаря этому четко определяется возможное расположение строящихся зданий в условиях плотной городской среды. Однако точное определение другого важного фактора, влияющего на плотность застройки – коэффициента естественной освещенности (КЕО) – сопряжено с рядом трудностей [4], проанализировать которые удобнее на простом примере точечной застройки (рисунки 1, 2).



Рис. 1 – Спутниковый снимок строящегося дома (слева)



Рис. 2 – Фасад строящегося дома

Проведем расчет КЕО в затеняемом здании (справа на рисунке 1) в соответствии с действующими правилами [5, 6]. Затеняемое здание – панельный девятиэтажный дом в г. Новосибирске серии 1-90. Расчетные точки в торцевой двухкомнатной квартире на первом этаже полностью затеняются строящимся 14-ти этажным зданием. Обе комнаты в квартире имеют одинаковый размер (угловая комната с лоджией, а вторая – балкон). Норма КЕО – 0,5%. Для расчета выберем комнату с балконом и расчетной точкой на уровне пола в 1м от дальней стены от окна посередине комнаты в плане. Данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для расчета КЕО

Глубина и ширина помещения, $d_n$ и $b_n$ , м	4 и 3,5
Высота верха окна над полом, $h_{o1}$ , м	2,3
Толщина стены, $\Delta_{cm}$ , м	0,4
Высота и ширина окна, $h_o$ и $b_o$ , м	1,5 и 1,5
Общий коэффициент светопропускания оконного блока, $\tau_o$ (по проекту стекло оконное листовое двойное, деревянные двойные раздельные переплеты, балкон глубиной до 1,2 м)	0,47
Средневзвешенный коэффициент отражения в помещении, $\rho_{cp}$	0,55
Коэффициент эксплуатации, $MF$	0,83
Расстояние между зданиями, $l$ , м	40
Длина затеняющего здания в плане, $a$ , м	70
Расчетная высота затеняющего здания, $H_p$ , м	50
Коэффициент отражения остекления фасада, $\rho_{ок}$	0,2
Коэффициент отражения материала фасада, $\rho_m$	0,6
Средневзвешенный коэффициент отражения фасада, $\rho_{ф}$	0,36

Необходимо отметить, что общий коэффициент пропускания света оконным блоком должен определяться по ГОСТ 26602.4-99, но срок действия этого документа истек в 2014 году, а новый ГОСТ не вводился. Поэтому коэффициент пропускания света оконных блоков возможно определить расчетным путем, зная коэффициент пропускания остекления и геометрию рамы [7]. Кроме того, коэффициент отражения материала фасада должен определяться экспериментально [8], а для уточнения расчета коэффициента отражения оконных боков применяться методика ГОСТ EN 410.

Расчетное значение КЕО в нашем случае определяется по формуле:

$$e_p^o = \varepsilon_{30} b_{\phi} k_{300} r_0 \tau_o MF. \quad (1)$$

Геометрический КЕО (ГКЕО) найдем по методу Данилюка [9]:

$$\varepsilon_{30} = \frac{50}{\pi} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) (2\beta \cos \theta + \sin(2\beta \cos \theta)). \quad (2)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – углы между осью окна и направлением из расчетной точки на нижнюю и верхнюю стороны окна,  $\beta$  – угол между осью окна и направлением из расчетной точки на вертикальные стороны окна в радианах (окно посередине в плане),  $\theta$  – угол между осью окна и направлением на его центр.

Коэффициент  $b_{\phi}$  – средняя относительная яркость фасадов строящегося здания, которая зависит от  $l/a$ ,  $a/H_p$  и  $\rho_{ф}$ .

Коэффициент  $k_{300}$  зависит от  $\rho_{ф}$ ,  $\rho_{cp}$ ,  $l_T/d_n$  (в нашем случае  $l_T=d_n-1$ ) и индексов затеняющего здания в плане  $Z_1$  и разрезе  $Z_2$ :

$$Z_1 = \frac{a(l_T + \Delta_{cm})}{(l + l_T + \Delta_{cm})b_o}, \quad Z_2 = \frac{H_p(l_T + \Delta_{cm})}{(l + l_T + \Delta_{cm})h_{o1}} \quad (3)$$

Коэффициент  $r_0$  зависит от  $d_n/h_n$ ,  $l_T/d_n$ ,  $b_n/d_n$  и  $\rho_{cp}$ .

Данные коэффициенты необходимо определять с помощью специальных таблиц. В качестве примера рассмотрим фрагмент такой таблицы (таблица 2) для определения  $r_0$ . В нашем случае  $d_n/h_n=1,74$ ;  $l_T/d_n=0,75$ ;  $b_n/d_n=0,88$ ;  $\rho_{cp}=0,55$ . Эти значения не совпадают с табличными, поэтому, как предлагается в своде правил, необходима интерполяция. Возникает вопрос: какая интерполяция? В своде правил приведен пример линейной интерполяции по одной переменной, а здесь необходима интерполяция функции нескольких переменных, что является в общем случае весьма трудоемкой и не всегда однозначной задачей [10]. Каким образом этот процесс организован в программе Ситис.Солярис разработчики не уточняют. Поэтому у архитектора появляется некоторый произвол в нахождении не только  $r_0$ , но и других коэффициентов. Учитывая, что расчет должен вестись с точностью до сотых и допускается отклонение расчетного КЕО в меньшую сторону от нормативного на 10%, способ интерполяции при нахождении коэффициентов играет важную роль в случае плотной застройки, когда значения КЕО близки к минимально допустимым.

Таблица 2 – Данные для расчета  $r_0$ 

$d_n/h_n$	$l_T/d_n$	$\rho_{cp}=0,5$		$\rho_{cp}=0,6$	
		$b_n/d_n$			
		0,5	1	0,5	1
1	0,5	1,46	1,41	1,31	1,27
	0,9	2,32	2,17	1,89	1,79
3	0,7	3,9	3,6	3,04	2,83
	0,8	4,6	4,23	3,53	3,26

Если интерполировать только по  $d_n/h_n$  заменив остальные переменные (кроме коэффициента отражения) близкими табличными, получим  $r_0=2,63$ ; если провести последовательную построчную интерполяцию по всем переменным получим  $r_0=2,45$ ; если последовательно интерполировать по столбцам – 2,43.

Выбрав значение 2,45 и аналогично найдя коэффициенты  $b_{об}=0,15$  и  $k_{зод}=1,62$ ;  $\varepsilon_{зод}=2,11$ ; получим КЕО равное 0,49, что на пределе укладывается в норму. Небольшое изменение хотя бы одного из параметров может привести к отклонению от нормы. В условиях точечной застройки один из важных факторов – коэффициент отражения фасада. Увеличение этого коэффициента ведет фактически к пропорциональному росту расчетного КЕО. Поэтому при экспертизе проектов необходимо уделять повышенное внимание к определению коэффициентов отражения. По закону для всех материалов фасада, включая остекления, должны быть измерены значения этого коэффициента в соответствии с принятой методикой.

Таким образом, можно выделить основные задачи для дальнейшего совершенствования методики расчета КЕО: во-первых, необходимо расширить таблицы для нахождения коэффициентов, учитывающих отражения света от окружающих зданий и внутренней отделки, чтобы повысить точность расчета; во-вторых, методики определения коэффициентов отражения и пропускания света фасадными материалами и конструкциями (в том числе остеклением) нуждаются в уточнении (необходимо четко сформулировать какой коэффициент использовать – диффузный или направленный); в-третьих, результаты расчета средневзвешенного коэффициента отражения фасада должны всегда основываться на результатах сертификационных испытаний используемых материалов.

#### Список литературы / References

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076–01. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий.– Введ. 2002–02–01.–М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002.–15 с.
2. ГОСТ Р 57795-2017 Здания и сооружения. Методы расчета продолжительности инсоляции.– Введ. 2017–10–19.– М.: Стандартинформ, 2017.–58 с.
3. СИТИС: Солярис-Аналитик 7.00. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – URL:<http://sitis.ru/files/612fd3fd5c7bbc9943e56e399391b7e4> (дата обращения: 06.02.2019).
4. Слукин В.М., Смирнов Л.Н. Обеспечение нормированных условий естественного освещения жилых зданий в уплотненной городской застройке // Академический вестник УралНИИпроект РААСН – 2011.– № 4.– С. 75–77.
5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. – Введ. 2017–05–08.–М.: Минрегион России, 2017.–126 с.
6. СП 23–102–2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий. – Введ. 2003–06–18.–М.: ФГУП ЦПП, 2005.–88 с.
7. Глазкова Л.В., Матус Е.П. Метод расчета общего коэффициента пропускания света оконными блоками // Известия ВУЗов. Строительство – 2007.– № 11.– С. 91–93.
8. ГОСТ Р 56709-2015 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов. – Введ. –2016–05–01. – М.: Стандартинформ. – 2016.–6 с.
9. Соловьев А. К. Физика среды. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 344 с.
10. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1076–01. Gigienicheskie trebovaniya k insolyacii i solncezashhite pomeshhenij zhilyx i obshhestvennyx zdaniy i territorij [Hygienic requirements for insolation and sun protection of residential and public buildings and territories].– Vved. 2002–02–01.–М.: Federalnyj centr gossane`pidnadzora Minzdrava Rossii, 2002.–15 p.
2. GOST R 57795-2017 Zdaniya i sooruzheniya. Metody rascheta prodolzhitelnosti insolyacii [Buildings and structures. Calculation methods for duration of insolation].– Vved. 2017–10–19.–М.: Standartinform, 2017.–58 p.
3. SITIS: Solyaris-Analitik 7.00. Rukovodstvo polzovatelya [User's manual] [Elektronnyj resurs]. – URL:<http://sitis.ru/files/612fd3fd5c7bbc9943e56e399391b7e4> (accessed: 06.02.2019). [in Russian].
4. Slukin V.M., Smirnov L.N. Obespechenie normirovannyx uslovij estestvennogo osveshheniya zhilyx zdaniy v uplotnennoj gorodskoj zastrojke [Providing normalized conditions for the daylighting of residential buildings in a dense urban area] // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN – 2011.– № 4.– P. 75–77. [in Russian].

5. SP 52.13330.2016 Estestvennoe i iskusstvennoe osveshhenie [Daylighting and artificial lighting]. – Vved. 2017–05–08.–M.: Minregion Rossii, 2017.–126 p. [in Russian].
  6. SP 23–102–2003 Estestvennoe osveshhenie zhilyx i obshhestvennyx zdaniy [Natural lighting of residential and public buildings]. – Vved. 2003–06–18.–M.: FGUP CzPP, 2005.–88 p. [in Russian].
  7. Glazkova L.V., Matus E.P. Metod Rascheta Obshhego Koefficienta Propuskaniya Sveta Okonny`Mi Blokami [Method Of Calculating The Total Transmittance Of Light By Window Units] // Izvestiya Vuzov. Stroitelstvo [News Of Higher Educational Institutions. Construction] – 2007. – № 11.– P. 91–93. [In Russian].
  8. GOST R 56709-2015 Zdaniya i sooruzheniya. Metody izmereniya koefficientov otrazheniya sveta poverxnostyami pomeshhenij i fasadov [Buildings and structures. Methods for measuring reflectance of rooms and fronts surfaces]. – Vved. – 2016–05–01. – M.: Standartinform. – 2016.–6 p. [in Russian].
  9. Solovev A. K. Fizika sredy [Physics of the environment]. – M.: Izdatelstvo ASV, 2008. – 344 p. [in Russian].
  10. Kalitkin N.N. Chislennye metody [Numerical methods]. – M.: Nauka, 1978. – 512 p. [in Russian].
- 
-