

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 2 / 2023, Vol. 15, Iss. 2 <https://esj.today/issue-2-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/24SAVN223.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Кузнецова, Ю. И. Особенности определения показателей светотехники при обследовании зданий / Ю. И. Кузнецова, А. А. Юдин, С. М. Сергеев, Е. В. Гилева, А. А. Дулясова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/24SAVN223.pdf>

**For citation:**

Kuznetsova Yu.I., Yudin A.A., Sergeyev S.M., Gileva E.V., Dulyasova A.A. The peculiarity of determination the lightning engineering indicators in buildings inspection. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(2): 24SAVN223. Available at: <https://esj.today/PDF/24SAVN223.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

**Кузнецова Юлия Ивановна**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия  
Архитектурно-строительный институт  
Ассистент  
E-mail: [julik\\_eyes@mail.ru](mailto:julik_eyes@mail.ru)

**Юдин Александр Александрович**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия  
Архитектурно-строительный институт  
Ассистент  
E-mail: [erector1991@yandex.ru](mailto:erector1991@yandex.ru)

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1106862](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1106862)

**Сергеев Сергей Михайлович**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия  
E-mail: [Ccnd@yandex.ru](mailto:Ccnd@yandex.ru)

**Гилева Екатерина Владимировна**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия  
E-mail: [gilevaev@peton.ru](mailto:gilevaev@peton.ru)

**Дулясова Арина Андреевна**

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия  
Архитектурно-строительный институт  
E-mail: [shvartsarina@mail.ru](mailto:shvartsarina@mail.ru)

## Особенности определения показателей светотехники при обследовании зданий

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные аспекты определения уровня естественной освещенности зданий. До двадцатого века уровень естественной освещенности не имел нормируемого значения, требования к проектированию зданий были минимальными, а окна несли функцию вентиляции и декоративного элемента. Авторами отмечено, что с развитием светотехнической науки, нормирование уровня естественной освещенности стало одним из необходимых требований к проектированию зданий. Определение уровня естественной освещенности для зданий с верхними окнами проводят экспериментально, поскольку в нормативной документации учет окружающей застройки учтен только при боковом освещении. В качестве объекта исследования авторами выбрано здание лаборатории научно-образовательного центра инновационных технологий при Уфимском Государственном Нефтяном Техническом Университете. Исходя из проведенных расчетов и экспериментальных

данных выявлено, что в конструктивную схему покрытия лаборатории необходимо внести изменения, так как территория не соответствует светотехническим требованиям. Выявлено, что в зимний период параметр работоспособности равен 0,71–0,67. Необходимо регулярно очищать световые проемы от налипшего на них снега, так как снег на зенитном фонаре сокращает поступление естественного света. Снизить коэффициент эксплуатации до показателя 0,6–0,65 позволит очищение фонарей дважды с середины весны по середину осени и дважды в оставшееся время года согласно календарю очищения фонарей. Исходя из проведенных обследований по параметрам светотехники, выявлен низкий уровень освещенности лаборатории. Разработаны рекомендации по эксплуатации помещения, которые могут быть использованы для аналогичных общественных зданий с верхним естественным освещением.

**Ключевые слова:** естественное освещение; нормирование; архитектурное решение; проектирование; нормативная документация; световая среда; здание; конструктивная схема

Свет естественного происхождения (солнечные прямые лучи и рассеянный) попадает в помещения через световые проемы, которые предусматриваются в стенах здания. До двадцатого века уровень естественной освещенности не имел нормируемого значения, требования к проектированию зданий были минимальными, а окна несли функцию вентиляции и декоративного элемента.

Традиционно, в наших широтах большие окна не закладывались, так как через них зимой уходило много тепла [1]. Старинные каменные строения, датируемые до 19 века, по которым мы можем судить об архитектуре окон того времени, сохранились в центральной части России и представляют собой, в большей части, монастырские постройки, которые служили не только как места культа, но и как защитные сооружения от врагов. Поэтому большие окна в таких зданиях не могли быть, ведь через них могла быть спровоцирована атака нападающих. Окна похожи на узкие бойницы, через которые мог вестись обстрел [2].

Интересное архитектурное решение выполнено для маленьких окон в монастырях. При большой толщине стен в небольшое окно проникало мало света, поэтому стена вокруг окна выполнена трапецевидно. Выкрашенный потолок и стены вокруг такого небольшого окна отражали попадающие лучи и освещения в комнате становилось намного больше. Со временем строительные правила перестали основываться на функции здания как оборонительного и в современном строительстве мы можем себе позволить пропускать столько солнечного света, сколько нам необходимо.

Естественную освещенность измеряют коэффициентом, который равен разности освещение внутри комнаты ( $\epsilon_{в}$ ) на освещение снаружи ( $\epsilon_{н}$ ). Расчетом данной величины занимались такие ученые, как А.М. Данилюк, Н.М. Гусев, Н.Н. Киреев, В.А. Земцов и другие [1–4]. Составленные графические зависимости для расчета геометрического коэффициента естественной освещенности А.М. Данилюком в 1940 году, легли в методические указания для светотехнического расчета, которые используются по сей день.

Работы Н.М. Гусева собирают разрозненную информацию в данной области от других специалистов, а также предлагают расчет оконных проемов, в зависимости от величины помещения. В следствии данную тему продолжили В.А. Земцов и Н.Н. Киреев. Иностранные специалисты Moon P. и Spencer D.E. изучали вопрос яркости неба, его изменениями во времени дня, местоположения исследуемого объекта (помещения). Р. Киттлер сложил полученные данные в таблицы, которое теперь является стандартом при изучении. Большой вклад в изучение влияния конструкций окон, планировки помещений и светопропускание материала на освещенность здания в последствии внесли А.К. Соловьев, А.Т. Дворецкий, В.Н. Куприянов,

С.В. Стецкий, А.В. Спиридонов, В.Т. Иванченко и др. авторы [5]. Определение уровня естественной освещенности стало одним из требований к проектированию зданий.

Если торговые залы могут обходиться с минимальными требованиями, то жилые комнаты, учебные заведения и лаборатории подвергаются жесточайшему контролю [6].

За последние два столетия выросла доля городского населения, сами города стали больше, они занимают большие площади и неизменно возникают трудности с новыми площадками для строительства. Эта статистика характерна как для Башкирского региона, так для страны и мира, в целом. Последняя перепись населения России в 2021 году показала, что примерно три четверти населения городские жители (74,8 процент, или 109,3 млн человек). Для Башкирии показатель ниже, но тоже большой: примерно 61 процент горожан. В странах Европы статистика такова, что около 70 процентов проживает в городах (в Польше 51 процент, в Финляндии 90 процентов).

Человечество придумало заменители света, искусственное освещение, — огонь, лампочки накаливания, лампы дневного света. Однако исследования не раз показали, что именно естественное освещение повышает комфорт для человека, несет положительное моральное воздействие. Обеспечение солнечным светом помещения, в котором находится человек, повышает удовлетворение на психологическом и физическом уровне.

В плотной городской застройке все чаще архитекторы используют способы сократить площадь застекления фасадов, используя верхнее пространство — кровлю в качестве элемента верхнего естественного света. Так же активно строятся подземные сооружения, создавая открытые пространства на поверхности, но соблюдая доступ к естественному свету через застекленные зенитные фонари. Все это создает новые формы, комфортное использование площади и экологии. Однако создаются условия для нового — а именно для новой методики расчета, по которой будет разрабатываться правило освещенности в стеснённой городской среде [7].

В современных городах мы все чаще можем видеть, как рядом с высотными зданиями строится небольшое строение, иногда имеющее подземную функциональную часть. Происходит это ради экономии пространства, из-за высокой стоимости земельных участков. У таких строений возникает проблема с естественной освещенностью, так как рядом находятся строения высокой этажности, поэтому архитекторы используют зенитные фонари, устанавливаемые на кровле и дающее возможность проникать свету в помещение.

Приемы естественного освещения сведены на рисунке 1 в одну систему.



*Рисунок 1. Приемы естественного освещения (составлено авторами)*

Доступ света в комнаты различного назначения регулируется нормативной документацией и зависит от того к какому виду работы будет направлена деятельность в данном помещении, какое назначение имеет здание:

- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;
- СП 419.1325800.2018 Здания производственные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения;
- СП 367.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения;
- ГОСТ Р 56709-2015 Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов.

Создана классификация естественного освещения: боковое, верхнее, верхнебоковое, комбинированное [7].

Необходимо формировать световую среду не только в зависимости от минимального значения, но и соблюдать баланс, не допускать перенасыщения светом. Если естественного освещения в комнате недостаточно, это пагубно скажется на работоспособности человека, снизятся активные функции организма, будет дан толчок развитию заболеваний.

Естественное освещение понимается как параметр, при котором количество падающего света делится на ту площадь, по которой должен распределиться свет и выражается по формуле:

$$E = F/S, \quad (1)$$

где  $E$  — освещенность, лк;  $F$  — количество света, люмен (лм);  $S$  — площади поверхности,  $m^2$ .

Однако все не так просто, ведь в естественном освещении играет роль и отраженный свет, т. е. уровень отражения поверхностей стен в помещении, размер оконного проема, климатический район. Формула, по которой рассчитывают коэффициент естественной освещенности (КЕО) представлена ниже:

$$КЕО = \frac{\varepsilon_{в}}{\varepsilon_{н}} * 100 \% \quad (2)$$

где  $\varepsilon_{в}$  — освещение внутри комнаты;  $\varepsilon_{н}$  — освещение снаружи комнаты.

Нормативная документация ссылается на расчет естественного освещения бокового или верхнего типа, однако учет окружающей застройки учтен только при боковом. Таким образом, для расчета естественной освещенности с верхними окнами можно использовать формулы для бокового освещения, либо применять эксперименты [8–9].



Рисунок 2. Лаборатория (фото авторов)

В качестве объекта для светотехнического воздействия противоположащего здания на естественную освещенность было выбрано здание лаборатории научно-образовательного центра инновационных технологий при Уфимском Государственном Нефтяном Техническом Университете (рис. 2).

Определены значения КЕО на основе натурного этапа эксперимента.

На момент проведения испытаний небосвод соответствовал условиям стандартного с облачностью в 8–10 баллов. Для проведения экспериментов был выбран люксметр-яркометр «Елайт 02» (рис. 3). Основные характеристики объекта и его расчетные параметры приведены в таблице 1.



Рисунок 3. Люксметр-яркометр «Елайт 02» (фото авторов)

Таблица 1

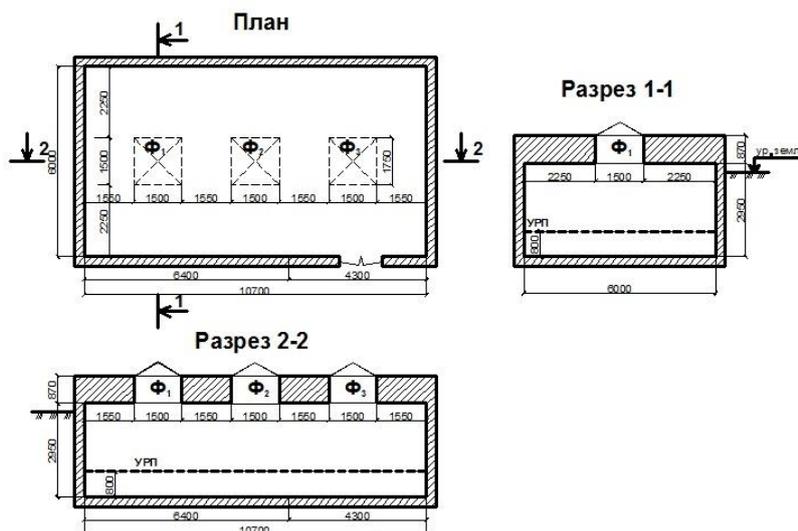
**Основные параметры рассматриваемого помещения и элементов верхнего естественного освещения**

Основные характеристики	Расчетные значения параметров
Длина, ширина и высота лаборатории	$L = 37$ м $B = 28$ м $H = 8$ м
Длина, ширина и высота исследуемой зоны	$L_1 = 6,00$ м $B_1 = 6,0$ м $H_1 = H = 8,0$ м
Фонарь зенитный, точечный, пирамидальный с металлическими переплетами и двойным остеклением	Размеры фонаря в плане $l_{\phi} \times b_{\phi} = 1,5 \times 1,5$
Потолок — белый, пол — бежевый, стены — светлые	$\rho_{пл} = 0,7$ ; $\rho_{ст} = 0,5$ ; $\rho_{ст} = 0,6$

Сравнивая расчетные вычисления и экспериментально-полученные данные, получаем данные, разночтения в которых не превышают два процента.

В связи с высокой точностью выполняемых в лаборатории работ, данная территория не соответствует светотехническим требованиям, что подтверждено как расчетами, так и натурными испытаниями [10; 11]. В связи с чем, предлагается внести изменения в конструктивную схему покрытия лаборатории, установив три зенитных фонаря, как представлено на рисунке 4.

Кроме того, были выполнены замеры показателя КЕО в зимний период, когда на зенитный фонарь лег снег. Зенитные фонари, угол которых достигает сорока шести градусов, параметр работоспособности равен 0,71–0,67, при условии, что будет производиться очищение стекла не меньше, чем раз в год.



**Рисунок 4.** Рекомендуемое устройство системы верхнего естественного освещения

В зимнее время необходимо регулярно очищать световые проемы от налипшего на них снега (рис. 5).



**Рисунок 5.** Купол лаборатории в зимний период

Снег на зенитном фонаре сокращает поступление естественного света в помещение, поэтому в рамках рекомендаций по эксплуатации верхнего естественного освещения разработан график очистки конструкций [12].

Для эксплуатирующей организации представлен календарь очищения фонарей: дважды с середины весны по середину осени и дважды в оставшееся время года. Предпринятые материалы, предположительно, могут позволить снизить коэффициент эксплуатации до показателя 0,6–0,65.

Разработанные мероприятия повысят эффективность проникновения естественного освещения в лабораторию и снизят затраты на искусственное освещение.

Площадь остекления обратно пропорциональна расстоянию до соседнего здания. При этом увеличение площади остекления может быть достигнуто как установкой дополнительных фонарей, так и увеличением существующих. Так же стоит учесть, что большую роль в качественном освещении помещений играет функциональное зонирование и логистика

помещений, так помещения с малым уровнем естественного освещения следует использовать для второстепенных работ, не требующих высокой точности [13–14].

В связи с высокой эффективностью обеспечения светотехнических показателей, соседняя застройка может, как обеспечивать необходимый уровень естественного освещения, так и обеспечивать защиту от прямых солнечных лучей в южных регионах.

Проведенное обследование по параметрам светотехники показало низкий уровень освещенности лаборатории. Разработаны рекомендации по эксплуатации помещения, которые включают в себя:

- график очистки куполов дважды в год: весной и осенью, а также по мере заноса снегом в зимний период;
- перенос высокоточных работ в зону с высоким процентом КЭО (самое удаленное место от противоположавшей застройки);
- при следующем ремонте кровли установить третий зенитный фонарь.

Представленный подход к определению показателей светотехники может быть использован для аналогичных общественных зданий с верхним естественным освещением, а разработанные рекомендации повысят эффективность проникновения естественного освещения и, как следствие, работоспособность персонала и студентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Moon P. Illumination from non-uniform sky / P. Moon, D.E. Spencer // *Illuminating Engineering*. — 1942. — № 37. — P. 707–726.
2. Spenser D.E. The integral — equation solution of the daylighting problem / D.E. Spenser, J. Stakutis // *Jour. Franklin Inst.* — 1951. — v. 252. — № 3. — P. 225–237.
3. Данилюк, А.М. Расчёт естественного освещения помещений / А.М. Данилюк. — М.: ГИСтройЛит, 1941. — 140 с.
4. Киттлер, Р. Развитие методов расчёта естественного освещения помещений с учётом отражённого света / Р. Киттлер // *Светотехника*. — 1956. — № 2. — С. 18–21.
5. Слукин, В.М. Обеспечение нормированных условий естественного освещения жилых зданий в уплотнённой городской застройке / В.М. Слукин, Л.Н. Смирнов // *Академический вестник УралНИИ ЕКТ РААСН*. — 2011. — № 4. — С. 75.
6. Фрюлинг, Г. Освещение помещений естественным светом. Его измерение и расчет по методу коэффициента использования / Г. Фрюлинг. — М.-Л.: Госстройиздат, 1933. — 86 с.
7. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Часть 1. Обследование и оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. М: Изд-во АСВ, 2021 (2014, 2016) 704 с.

8. Ларионова, К.О. Унификация расчетных схем для определения значений коэффициента естественной освещенности при боковом и верхнем естественном освещении зданий / К.О. Ларионова // Научное обозрение. — 2016. — № 21. — С. 70–74.
9. Мухаметзянов, З.Р. Современный подход к моделированию технологии строительства промышленных объектов / З.Р. Мухаметзянов, Е.В. Гусев // Промышленное и гражданское строительство. — 2012. — № 10. — С. 68–69.
10. Земцов, В.А. Расчёт естественного освещения помещений при плотной городской застройке / Земцов В.А., Киреев Н.Н. // Светотехника. — 1993. — № 5-6. — С. 48–49.
11. Дворецкий, А.Т. Формообразование стационарных солнцезащитных устройств с использованием суточного конуса солнечных лучей / А.Т. Дворецкий, Е.Я. Авдоньев, М.А. Моргунова // Строительство и реконструкция — 2015. — № 5(61). — С. 71–77.
12. Бедов А.И., Габитов А.И., Знаменский В.В. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. В 2-х частях. Ч. II. Восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Под ред. А.И. Бедова: Учеб. пос. М: АСВ, 2021 (2017) 924 с.
13. Каранаева Р.З., Бабков В.В., Синицин Д.А., Колесник Г.С. Пенополистирол как утеплитель в составе наружных стен зданий. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2011. № 1. С. 21–27.
14. Бедов А.И., Гайсин А.М., Габитов А.И., Салов А.С., Самоходова С.Ю. Определение теплотерь наружных ограждений в местах примыкания оконных блоков к кирпичным стенам при реконструкции // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 12. С. 28–32.

**Kuznetsova Yulia Ivanovna**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia  
E-mail: julik\_eyes@mail.ru

**Yudin Aleksandr Aleksandrovich**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia  
E-mail: erector1991@yandex.ru  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1106862](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1106862)

**Sergeyev Sergey Mikhailovich**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia  
E-mail: Ccnd@yandex.ru

**Gileva Ekaterina Vladimirovna**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia  
E-mail: gilevaev@peton.ru

**Dulyasova Arina Andreevna**

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia  
E-mail: shvartsarina@mail.ru

## The peculiarity of determination the lightning engineering indicators in buildings inspection

**Abstract.** The main aspects of determining the level of natural buildings illumination were considered in the article. Until the twentieth century, the level of natural light did not have a standard value, the requirements for the design of buildings were minimal, and the windows carried the function of ventilation and a decorative element. The authors noted, when the lightning science developed, the level of natural light regulation has become one of the necessary requirements for the buildings design. Determining the level of natural illumination for buildings with upper windows is carried out experimentally, since in the regulatory documentation the consideration of the surrounding buildings is taken into account only with side lighting. The laboratory building of the innovative technologies the scientific and educational center at the Ufa State Petroleum Technological University was chosen as a study object. Based on the calculations and experimental data, it was revealed that it is necessary to make changes to the design scheme of the laboratory coverage, since the territory does not meet the lighting requirements. It was found that in winter the performance parameter is 0.71–0.67. It is necessary to clean the skylights from snow adhering to them regularly, as snow on the skylight reduces the flow of natural light. The operation factor can be reduced to 0.6–0.65 by cleaning the lanterns twice from mid-spring to mid-autumn and twice during the rest of the year according to the lantern cleaning calendar. Based on conducted research of the lighting equipment parameters, a low level of the laboratory illumination was revealed. Recommendations for the operation of the premises have been developed, which can be used for similar public buildings with overhead natural lighting.

**Keywords:** natural light; rationing; architectural solution; design; regulatory documentation; lighting environment; building; structural diagram