

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра основ архітектурного проектування,
конструювання та графіки

03-07-68

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
«БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА»

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА СВІЛОТЕХНІКА

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Архітектура та містобудування»
спеціальності 191 «Архітектура та містобудування»
денної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 6 від «23» червня 2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Будівельна фізика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Архітектура та містобудування» спеціальності 191 «Архітектура та містобудування» денної форми навчання. Архітектурно-будівельна світлотехніка [Електронне видання] / Пугачов Є. В., Зданевич В. А., Літницький С. І., Кундрат Т. М., Мельник С. В. – Рівне : НУВГП, 2020. – 30 с.

Укладачі: Пугачов Є. В., д.т.н., професор, професор кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;

Зданевич В. А., старший викладач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;

Літницький С. І., к.т.н., доцент кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;

Кундрат Т. М., к.т.н., доцент кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;

Мельник С. В., завідувач навчальної лабораторії кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки.

Відповідальний за випуск: Ромашко В. М., д.т.н., професор, завідувач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки.

Керівник групи забезпечення спеціальності 191 «Архітектура та містобудування»

д. арх., проф. Михайлишин О. Л.

© Пугачов Є. В., Зданевич В. А.,
Літницький С. І., Кундрат Т. М.,
Мельник С. В., 2020
© НУВГП, 2020

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Основні теоретичні положення.....	5
2. Будова та принцип дії люксметрів Ю-116, Ю-117.....	9
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 Визначення коефіцієнтів світловідбиття поверхонь в натурних умовах	11
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 Визначення коефіцієнтів світловідбиття матеріалів на установці.....	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 Визначення коефіцієнтів світлопропускання світлопрозорих матеріалів.....	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 Аналіз світлового мікроклімату приміщення в натурних умовах	21
Список рекомендованої літератури	25
ДОДАТОК А Коефіцієнти світловідбиття, світлопропускання та світлопоглинання матеріалів і поверхонь	26

Вступ

Архітектурно-будівельна світлотехніка – це розділ будівельної фізики, в якому розглядаються процеси розповсюдження природного і штучного світла та сонячної енергії на території населених міст, в будівлях і спорудах та розроблюються методи моделювання цих процесів. Одними із головних завдань будівельної світлотехніки є розроблення містобудівних, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, які забезпечують нормативний світловий режим в приміщеннях, та створення оптимальних умов їх інсоляції (опромінення прямим сонячним світлом), а також захист приміщень від перегріву сонячною радіацією в літній період.

При вирішенні цих завдань поряд із моделюванням широко використовуються експериментальні методи, котрі дозволяють визначати окремі характеристики світлового режиму приміщень, досліджувати їх залежність від планувальних і конструктивних рішень, визначати ефективність заходів його покращення та забезпечення нормативних умов інсоляції.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт розроблено згідно робочої програми курсу «Будівельна фізика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування» денної форми навчання.

Метою лабораторних робіт даного розділу є ознайомлення студентів з практичними прийомами проектування природного освітлення, способами вимірювання та оцінки оптичних якостей прозорих і непрозорих будівельних матеріалів, методами дослідження природної освітленості.

1. Основні теоретичні положення

Перед тим як розпочати виконання лабораторних робіт, необхідно ознайомитись з основними поняттями, величинами будівельної світлотехніки.

Згідно з [1] освітлення поділяється на *природне, штучне і суміщене*. Природне освітлення приміщень забезпечується світлом неба (пряним та відбитим), яке проходить крізь світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях. Це освітлення за способом формування світлового потоку поділяється на: *бокове* – якщо воно здійснюється через світлові прорізи в зовнішніх стінах; *верхнє* – при освітленні через світлові прорізи в покриттях приміщень; *комбіноване* – якщо освітлення забезпечується поєднанням верхнього і бічного природного освітлення.

Освітлення характеризується якісними і кількісними параметрами. До основних якісних показників освітлення, що визначає умови зорової роботи (зорового сприйняття), відносяться: рівномірність розподілу світлового потоку, контраст об'єкта розрізнення з фоном, видимість, показник засліпленості, коефіцієнт пульсації освітленості.

Кількісними характеристиками світла є світловий потік, сила світла, освітленість тощо.

Світловий потік (Φ) – потужність променистої енергії, яка оцінюється за світловим відчуттям, що сприймається оком людини, вимірюється в люменах (*лм*).

Точковим джерелом світла називають джерело, розмірами якого можна знехтувати порівняно з відстанню від нього до приймача енергії.

Для характеристики точкового джерела вводять поняття сила світла. **Сила світла (I)** – просторова густина світлового потоку в даному напрямі, вимірюється в канделах (*кд*).

Наприклад, сила світла деяких джерел:

а) Сонце – $3 \cdot 10^{27}$ кд; б) ліхтарик – 60 кд; в) свілячок – 0,01 кд.

Силою світла називають фізичну величину, яка чисельно дорівнює світловому потоку, що випромінюється точковим джерелом світла через одиничний тілесний кут.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega},$$

де Ω – тілесний кут, вимірюється в стерadianах (*ср*).

Тілесний кут – це частина простору, обмежена конічною поверхнею. Тілесний кут визначають відношенням площі S поверхні сегмента сфери, що обмежена конічною поверхнею, до квадрата радіусу r сфери:

$$\Omega = \frac{S}{r^2}.$$

Повний тілесний кут, що охоплює весь простір навколо точкового джерела дорівнює 4π стерadian.

1 стерadian – це такий тілесний кут, який вирізає на поверхні сфери радіуса r фігуру, площа якої дорівнює r^2 .

Джерела, сила світла яких не залежить від напрямку, називають **ізотропними**.

Тоді, **1 люмен** – це фізична величина, яка чисельно дорівнює світловому потоку, який випромінюється ізотропним точковим джерелом із силою світла в одну канделу всередині тілесного кута в один стерadian.

Для неточкових (протяжних) джерел знати силу світла недостатньо. Дійсно, з двох джерел, що випромінюють світло однакової сили I , яскравішим здається те, що має меншу площу випромінювання.

Яскравість (L) характеризує поверхневу густину сили світла у заданому напрямку, вимірюється у канделах на метр квадратний ($\text{кд}/\text{м}^2$).

Яскравість – це фізична величина, яка чисельно дорівнює світловому потоку, що випромінюється одиницею площі видимої поверхні джерела в одиничному тілесному куті.

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \varphi},$$

де I – сила світла джерела в певному напрямку; S – площа видимої поверхні; φ – кут між напрямом поширення світла і нормаллю, проведеної до поверхні S .

1 кд/м^2 – це яскравість плоскої поверхні, сила світла якої в напрямі нормалі до поверхні дорівнює одній канделі з квадратного метра.

Наприклад, яскравість деяких джерел світла: а) Сонце – $1\,500\,000\,000 \text{ кд/м}^2$; б) хмарне небо – $10\,000 \text{ кд/м}^2$; в) люмінесцентні лампи – $5\,000 \text{ кд/м}^2$; г) поверхня Місяця – $2\,500 \text{ кд/м}^2$; д) нічне безмісячне небо – $0,0001 \text{ кд/м}^2$.

Світність (R) – це фізична величина, яка чисельно дорівнює повному світловому потоку, що випромінюється одиницею площі поверхні джерела в один бік, тобто у середину тілесного кута 2π . Одиницею вимірювання світності в системі СІ є люмен на квадратний метр (лм/м^2)

Сила світла, світність і яскравість характеризують джерело світла.

Освітленість (E) – густина розподілу світлового потоку по освітлюваній поверхні, вимірюється в люксах (лк).

Освітленість – це фізична величина, яка чисельно дорівнює світловому потоку, що потрапляє на одиницю площі поверхні.

$$E = \frac{\Phi}{S},$$

де S – площа поверхні, що освітлюється, м^2 .

1 люкс – це освітленість поверхні площею 1 м^2 , створена світловим потоком в 1 лм .

Наприклад, освітленість поверхні: а) прямими сонячними променями опівдні – $100\,000 \text{ лк}$; б) вдень від хмарного неба – $10\,000 \text{ лк}$; в) в кімнаті поблизу вікна – 200 лк ; г) вночі від Місяця – $0,25 \text{ лк}$; д) від нічного неба безмісячної ночі – $0,0003 \text{ лк}$.

Освітленість поверхні E , розміщеної під кутом до світлових променів, розраховують за формулою:

$$E = E_0 \cdot \cos \alpha,$$

де α – кут падіння променів (кут між падаючим променем та перпендикуляром проведеним до площини в точці падіння); E_0 – освітленість поверхні, перпендикулярної до променів.

При падінні світлового потоку Φ на деяку поверхню, частина цього потоку відбивається (Φ_ρ), ще частина проходить крізь перешкоду (Φ_τ), а решта світлового потоку (Φ_α) – поглинається поверхнею. Тобто отримаємо рівняння

$$\Phi = \Phi_\rho + \Phi_\tau + \Phi_\alpha.$$

Поділивши обидві частини останнього рівняння на Φ , отримаємо

$$I = \rho + \tau + \alpha,$$

де ρ – коефіцієнт світловідбиття; τ – коефіцієнт світлопропускання; α – коефіцієнт поглинання світлової енергії.

Освітленість у точках приміщення залежить від різних факторів, зокрема, від значення яскравості небосхилу в зеніті. Щоб знехтувати яскравістю небосхилу, освітленість оцінюють за відносним значенням, вираженим у відсотках (%), а саме *коефіцієнтом природного освітлення* (к.п.о), який визначають за формулою:

$$e_m = \frac{E_m}{E_0} \cdot 100\%,$$

де E_m – освітленість, яка створюється в деякій точці M всередині приміщення світловим потоком від небозводу; E_0 – освітленість горизонтальної поверхні світловим потоком від повністю відкритого небозводу.

В поєднанні з насадкою K насадки M , P та T зменшують світловий потік, що потрапляє на фотоелемент, відповідно у 10, 100 або 1000 разів. Таким чином, насадки застосовуються для розширення діапазону вимірювання освітленості, максимально збільшуючи його до 100 000 лк (при використанні насадки T).

Відлік вимірюваних значень освітленості виконують по горизонтально встановленому вимірнику за умови відсутності затінення фотоелемента. Фотоелемент розміщують на поверхні в тому місці, де потрібно виміряти освітленість.

При натиснутій правій кнопці перемикача діапазонів вимірювання, покази освітленості будуть зніматися з верхньої шкали люксметра. При цьому значення необхідно помножити на відповідний коефіцієнт поглинання світлофільтра.

При відхиленні стрілки менш, ніж на 10 поділок, треба натиснути ліву кнопку перемикача діапазонів вимірювання. При цьому покази освітленості необхідно знімати з нижньої шкали люксметра, а їх значення – множити на відповідний коефіцієнт поглинання світлофільтра.

Необхідно пам'ятати, що похибка люксметра має максимальну величину на початку шкали.

Після закінчення вимірювань фотоелемент від'єднують від вимірювального приладу. На фотоелемент установлюють насадку T , фотоелементи укладають в кришку футляру.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Визначення коефіцієнтів світловідбиття поверхонь в натурних умовах

Мета роботи: дослідити вплив відбиваючих властивостей поверхонь на освітленість приміщення.

Завдання:

1. Ознайомитись з методикою визначення коефіцієнтів світловідбиття поверхонь в приміщенні.
2. Вивчити будову, принцип дії люксметра і правила вимірювання ним падаючого та відбитого світлового потоку.
3. Оцінити вплив окремих чинників (колір, фактура тощо) на світловідбиваючі властивості поверхонь.
4. Визначити середньозважений коефіцієнт світловідбиття в приміщенні.

Обладнання та матеріали: люксметр – 1 шт., мірна стрічка (рулетка) – 1 шт.

Порядок виконання роботи

1. Провести заміри мірною стрічкою і підрахувати площі підлоги, стін, стелів, дверей, столів (за їх наявності) у приміщенні. Результати занести в таблицю.
2. За допомогою люксметра виміряти освітленість поверхні, що досліджується, падаючим потоком світла $E_{над}$ (рис. 2, а).
3. Виміряти освітленість $E_{відб.}$, створену відбитим світловим потоком, тримаючи фотоелемент паралельно досліджуваній поверхні на відстані 25-30 см (рис. 2, б).
4. Повторити заміри ще двічі для різних ділянок поверхні, задля уникнення випадкових похибок.
5. Обчислити коефіцієнт світловідбиття i -ї поверхні для кожного заміру за формулою

$$\rho = \frac{E_{відб.}}{E_{над}} \quad (1)$$

та підрахувати середнє значення коефіцієнту світловідбиття для кожної поверхні за формулою:

$$\rho_{i_{\text{сеп}}} = \frac{\rho_{i_1} + \rho_{i_2} + \rho_{i_3}}{3}, \quad (2)$$

де $\rho_{i_{\text{сеп}}}$ – середнє (за результатами трьох замірів) значення коефіцієнту світловідбиття i -ї поверхні в приміщенні; $\rho_{i_1}, \rho_{i_2}, \rho_{i_3}$ – коефіцієнти світловідбиття i -ї поверхні для 1-го, 2-го та 3-го замірів відповідно.

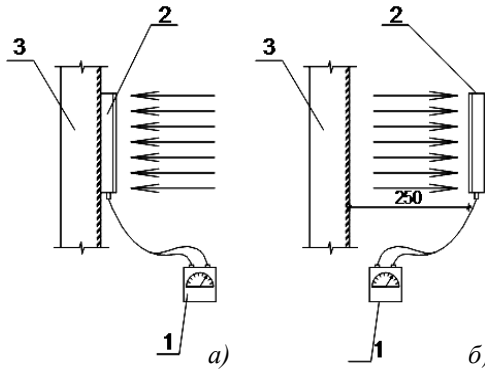


Рис.2. Вимірювання освітленості, створеної:

*а) падаючим потоком світла, б) відбитим світловим потоком:
1 – люксометр, 2 – фотоелемент, 3 – поверхня стіни (вигляд з боку)*

6. Визначити середньозважений коефіцієнт світловідбиття за формулою (3):

$$\rho_c = \frac{\rho_1 S_1 + \rho_2 S_2 + \dots + \rho_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}, \quad (3)$$

де $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ – середнє значення коефіцієнту світловідбиття для кожної поверхні, площі яких S_1, S_2, \dots, S_n відповідно.

7. Порівняти отримані значення коефіцієнтів світловідбиття з відповідними довідниковими значеннями і зробити письмові висновки.

Звіт повинен містити: назву, мету, завдання та стислий виклад загальних положень; схеми та малюнки, розгортку стін; таблиці результатів вимірів, розрахунків та висновки і узагальнення отриманих даних.

Таблиця 1

Результати вимірів та розрахунків

Назва <i>i</i> -ї поверхні	Площа поверхні $S, \text{ м}^2$	№ заміру	Освітленість при розміщенні фотоелементу, лк		Коефіцієнт світловідбиття		Характеристика поверхні (колір, фактура)
			на поверхні $E_{над}$	проти поверхні $E_{відб}$	за заміром ρ_i	середнє $\rho_{ісер}$	
		1.					
		2.					
		3.					
		1.					
		2.					
		3.					

Контрольні запитання

1. Назвіть основні функції природного світла?
2. Які вимоги висувають до світлового середовища приміщень?
3. Які фактори впливають на освітленість приміщень природним світлом?
4. Які є види природного освітлення у приміщенні?
5. Назвіть основні види світловідбиття залежно від характеру розподілу відбитих поверхнею світлових потоків?
6. Як визначається коефіцієнт світловідбиття ρ оздоблювальних матеріалів?
7. Поясніть фізичний зміст запису: $\rho = 0,75$?
8. За допомогою якого приладу визначалася освітленість поверхонь падаючим і відбитим світловим потоком?
9. Як розраховують середньозважений коефіцієнт світловідбиття внутрішніх поверхонь приміщення?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Визначення коефіцієнтів світловідбиття матеріалів на установці

Мета роботи: визначити порівняльним методом коефіцієнти світловідбиття опоряджувальних матеріалів і поверхонь.

Завдання:

1. Ознайомитись з методикою визначення коефіцієнтів світловідбиття вказаних поверхонь та матеріалів.

2. Порівняти отримані значення із табличними, довідниковими значеннями.

3. Оцінити вплив окремих чинників (колір, фактура тощо) на світловідбиваючі властивості поверхонь та матеріалів.

Обладнання та матеріали: установка для визначення коефіцієнтів світловідбиття, люксметр, набір зразків опоряджувальних матеріалів – 5-7 шт.

Опис лабораторної установки

Установка складається з джерела світла (рис. 3), камери для зразків, в якій є отвір для фотоелементу люксметра. Камера і джерело світла монтуються на оптичній лаві.

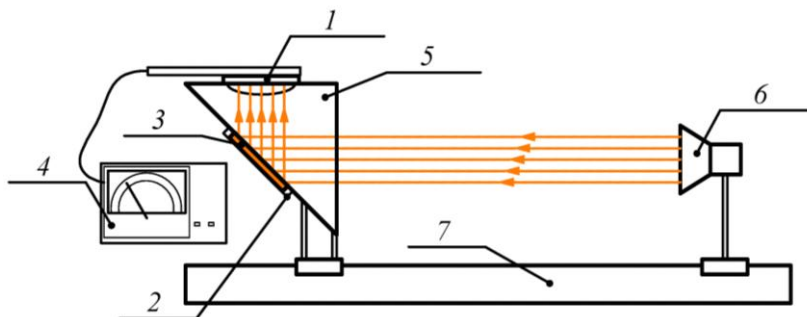


Рис. 3. Схема установки
для визначення коефіцієнта світловідбиття матеріалів:
1 – фотоелемент; 2 – рамка для зразків; 3 – досліджуваний зразок;
4 – люксметр; 5 – камера; 6 – джерело світла; 7 – оптична лавка

В даній роботі застосовується порівняльний метод, що передбачає визначення коефіцієнту світловідбиття зразка у порівнянні з зразком-еталоном, коефіцієнт відбиття якого відомий. Еталоном слугує біла пластинка, покрита сіркокислим барієм, коефіцієнт світловідбиття якого відомий і становить $\rho_{em} = 0,8$.

Значення коефіцієнта світловідбиття зразка визначають за формулою:

$$\rho = \frac{E_{відб.ср.}}{E_{відб.ср.}^{em}} \cdot \rho_{em} \quad (4)$$

Примітка. Джерело світла повинно мати спектральні характеристики, близькі до природного світла, а камера зсередини – чорну матову поверхню.

Порядок виконання роботи

1. Вставити в камеру зразок еталонної пластинки і виміряти люкстром величину освітленості $E_{відб.}^{em}$, створеної відбитим від еталонної пластинки світлом.

2. Вимірювання освітленості здійснити тричі та визначити середнє значення освітленості $E_{відб.ср.}^{em}$, яку створюють світлові потоки, відбиті від еталонної пластинки.

3. Вставити в камеру по черзі зразки, що досліджуються, і зафіксувати величини освітленості $E_{відб.}$, створені світловими потоками, відбитими від зразків.

4. Вимірювання для кожного досліджуваного зразка виконати тричі і підрахувати середнє значення освітленості $E_{відб.ср.}$.

5. Обчислити за формулою (4) значення коефіцієнту світловідбиття кожного зразка ρ , підставляючи в неї середні значення освітленості.

6. Отримані результати занести в таблицю 2.

7. Порівняти отримані результати з довідниковими значеннями відповідних коефіцієнтів і зробити висновки.

Таблиця 2

Результати вимірів та розрахунків

Назва зразка	№ заміру	Покази люксметра, лк		Значення коефіцієнтів ρ
		$E_{відб}$	$E_{відбср.}$	
	1.			
	2.			
	3.			
	1.			
	2.			
	3.			

Зміст звіту

1. Назва, мета роботи та стислий виклад загальних положень.
2. Схема установки з поясненнями.
3. Таблиця результатів вимірів та розрахунків.
4. Висновки та узагальнення.

Контрольні запитання

1. Який метод дослідження був застосований для визначення коефіцієнта світловідбиття зразків?
2. Яким матеріалом покрита еталонна пластина? Чому?
3. Запишіть формулу, за якою знаходять значення коефіцієнта світловідбиття досліджуваних зразків.
4. Поясніть фізичну суть коефіцієнта світловідбиття.
5. Які фактори впливають на світловідбиваючі властивості оздоблювальних матеріалів?
6. З якою метою визначають значення коефіцієнта світловідбиття поверхонь в приміщенні?
7. Чому внутрішня поверхня камери в установці для визначення коефіцієнта світловідбиття ρ має бути чорною та матовою?
8. З якою метою використовують світлофільтри, які входять у комплект люксметра?
9. Назвіть оздоблювальні матеріали, для яких необхідно було визначити коефіцієнт світловідбиття.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Визначення коефіцієнтів світлопропускання світлопрозорих матеріалів

Мета роботи: навчитись визначати коефіцієнти світлопропускання матеріалів та порівнювати їх з табличними значеннями.

Завдання:

1. Ознайомитись з методикою визначення коефіцієнтів світлопропускання вказаних матеріалів.
2. Порівняти отримані значення із табличними, довідниковими значеннями.
3. Оцінити вплив окремих чинників (колір, фактура, стан поверхні) на світлопропускаючі властивості матеріалів.

Обладнання та матеріали: установка для визначення коефіцієнтів світлопропускання, фотоелемент, мультиметр або люксметр, набір зразків світлопропускаючих матеріалів (5-7 шт).

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рис. 4) являє собою камеру, в якій розміщене джерело світла, фотоелемент, з'єднаний з потенціометром (мультиметром) і підставка-фіксатор для одного чи двох зразків.

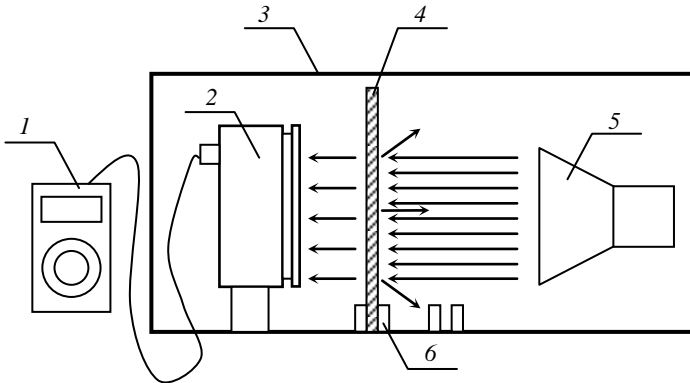


Рис.4. Схема установки
для визначення коефіцієнта світловідбиття:
1 – мультиметр, 2 – фотоелемент, 3 – камера, 4 – досліджуваний
зразок, 5 – джерело світла, 6 – підставка-фіксатор для зразків

Порядок виконання роботи

I. Визначення коефіцієнтів світлопропускання світлопрозорих матеріалів на установці

1. Виміряти тричі без зразку при закритих дверцятах камери освітленість E_0 , створену падаючим світловим потоком і підрахувати її середнє значення.

2. О зразок, що досліджується, на підставку-фіксатор так, щоб він з двох можливих положень знаходився ближче до фотоелементу (див. рис. 4).

3. Тричі при закритих дверцятах камери провести заміри освітленості поверхні фотоелемента світловим потоком, що пройшов через зразок E_{np} .

4. Визначити значення коефіцієнта світлопропускання зразка за формулою для кожного заміру:

$$\tau = \frac{E_{np.}}{E_0} \quad (5)$$

5. Повторити, починаючи з другого пункту, послідовність дій для інших зразків. Підрахувати середнє значення коефіцієнта світло-пропускання.

$$\tau_{сер} = \frac{\tau_{i_1} + \tau_{i_2} + \tau_{i_3}}{3}, \quad (6)$$

де $\tau_{i_1}, \tau_{i_2}, \tau_{i_3}$ – коефіцієнти світлопропускання i -го матеріалу для трьох замірів.

6. Отримані значення занести до таблиці 3.

7. Порівняти отримані результати з довідниковими (табличними) значеннями відповідних коефіцієнтів і зробити висновки.

Результати вимірів та розрахунків

Назва матеріалу	№ заміру	Покази мультиметра, ум. одиниць		Значення коефіцієнта світлопропускання	
		без зразка E_0	зі зразком $E_{np.}$	за заміром τ_i	середнє $\tau_{сер}$
	1.				
	2.				
	3.				
	1.				
	2.				
	3.				

Примітка: внутрішня поверхня камери повинна бути чорною і матовою.

II. Визначення коефіцієнта світлопропускання віконного світло прорізу

1. За допомогою люкметра тричі виміряти на зовнішній поверхні зовнішнього шару застклення освітленість E_0 (рис. 5, положення фотоелемента – 1) та визначити середнє значення освітленості $E_{0сер}$.

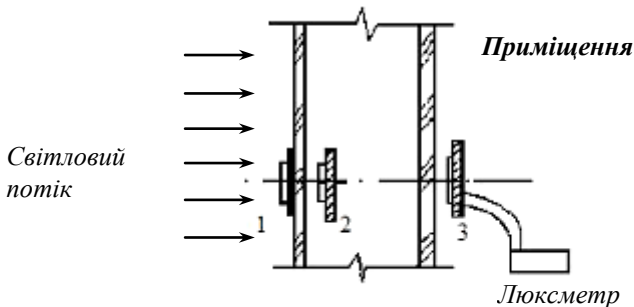


Рис.5. Схема вимірювання освітленості заповненого віконного прорізу:
1, 2, 3 – положення фотоелемента відповідно назовні, всередині віконної рами та в приміщенні

2. Виміряти освітленість $E_{np.1}$, створену світловим потоком, що пройшов через світлопроріз з одинарним заскленням (рис. 5, положення фотоелемента – 2). Повторити тричі вимірювання та визначити середнє значення освітленості $E_{np.1_{сер}}$.

3. Виміряти освітленість $E_{np.2}$, створену світловим потоком, що пройшов через світлопроріз з подвійним заскленням (рис. 5, положення фотоелемента – 3). Повторити тричі вимірювання та визначити середнє значення освітленості $E_{np.2_{сер}}$.

4. Визначити коефіцієнт світлопропускання заповнення віконного прорізу при розміщенні фотоелемента в положенні 2 та 3 за формулою:

$$\tau = \frac{E_{np.сер}}{E_{0_{сер}}}. \quad (7)$$

5. Порівняти отримані значення коефіцієнтів світлопропускання з довідниковими і зробити письмові висновки та узагальнення.

Зміст звіту

1. Назва, мета, задачі роботи і короткий виклад загальних положень.
2. Пояснювальні схеми та малюнки.
3. Таблиця результатів вимірів і розрахунків.
4. Висновки та узагальнення.

Контрольні запитання

1. Від чого залежить світлопропускання матеріалів?
2. За якою формулою обчислюють значення коефіцієнта світлопропускання світлопрозорих матеріалів?
3. Чому внутрішня поверхня камери для визначення коефіцієнта світлопропускання має бути чорною і матовою, а дверцята – закритими?

4. Назвіть найпоширеніші в будівництві світлопрозорі матеріали?
5. Що відбувається із світловим потоком при попаданні його на світлопропускаючий матеріал (зразок)?
6. Які існують види пропускання світла через світлопрозорі матеріали?
7. Що означає запис: $\tau = 0,8$; поясніть його фізичний зміст?
8. Чи справджується закон збереження енергії при падінні світлового потоку на поверхню матеріалів?
9. Чи існує зв'язок між яскравістю поверхні та коефіцієнтом пропускання τ ?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 **Аналіз світлового мікроклімату приміщення** **в натурних умовах**

Мета роботи: визначити експериментально коефіцієнти природної освітленості в характерному розрізі приміщення.

Завдання:

1. Ознайомитись з методикою експериментального визначення коефіцієнта природної освітленості в приміщенні лабораторії.
2. Вивчити будову, принцип дії люксметра і правила вимірювання ним освітленості.
3. Визначити коефіцієнти природної освітленості в розрахункових точках приміщення.
4. Побудувати криві КПО в аксонометричній проекції приміщення в обраному масштабі.
5. Оцінити відповідність отриманих експериментальних значень КПО нормативним вимогам.

Обладнання та матеріали: люксметр – 1 шт, відсікаючий екран для замірів зовнішньої освітленості, мірна стрічка (рулетка) – 1 шт.

де E_0 – освітленість горизонтальної площини повністю відкритим небозводом; $E_{i\text{сер.}}$ – середня освітленість в i -тій розрахунковій точці приміщення.

Таблиця 4

Результати вимірів та розрахунків

Номер i -ї РТ точки	Відстань до РТ, м	№ заміру	Покази люксметра, лк		E_0 , лк	КПО e , %
			E_i , лк	середнє значення $E_{np.}$, лк		
Розріз 1-1						
1.		1.				
		2.				
		3.				
2.		1.				
		2.				
		3.				
3.		1.				
		2.				
		3.				
...						
Розріз 2-2						
1.		1.				
		2.				
		3.				
...						

7. Нанести на аксонометричну схему приміщення в обраному масштабі середні значення КПО. Побудувати криві КПО приміщення в кожному розрізі.

8. Порівняти фактичну освітленість з нормативною і дати оцінку отриманим результатам.

9. За результатами виконаних досліджень проаналізувати розподіл світлової енергії в приміщенні та залежності умов освітлення приміщень від місця розташування і площі світлових прорізів.

10. Надати рекомендації та пропозиції щодо покращення світлового режиму приміщення.

Зміст звіту

1. Назва, мета, задачі роботи і короткий виклад загальних положень.

2. Пояснювальні схеми та рисунки, розгортка стін.

3. Таблиця результатів вимірів і розрахунків.

4. Висновки та узагальнення.

Контрольні запитання

1. Назвіть системи (типи) природного освітлення приміщень?

2. Що характеризує КПО? Як його визначити експериментально в певній точці приміщення?

3. Як нормується КПО?

4. Які фактори впливають на значення КПО в приміщенні.

5. За якої моделі небовзду необхідно проводити розрахунок КПО?

6. Назвіть конструктивні заходи для збільшення КПО в приміщеннях?

7. Назвіть причини світловтрат природного світла при надходженні його до приміщення.

8. Охарактеризуйте техніко-економічне і санітарно-гігієнічне значення природного освітлення приміщень.

9. На які групи поділяються приміщення за видами зорової роботи?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінбуд України, 2006. 76 с.
2. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Зміна №1. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 12 с.
3. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Зміна №2. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 32 с.
4. ДСТУ ISO 15469-2008. Розподіл яскравості денного світла просторовий. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 6 с.
5. Лицкевич В. К., Макриненко Л. И., Мигалина И. В. Архитектурная физика. Москва : Стройиздат, 1977. 488 с.
6. Гусев Н. М. Основы строительной физики. Москва : Стройиздат, 1975. 440 с.
7. Скриль І. Н., Скриль С. І. Основи архітектурної світлології (розрахунків і проектування природного, штучного й суміщеного освітлення та інсоляції) : навч. посібник. Київ : Вища школа, 2006. 214 с.

Допоміжна

1. Єгорченков В. О., Яців М. Б., Югов А. М., Кінаш Р. І. Розрахункові й інструментальні методи оцінювання природного світлового середовища приміщень. Макіївка-Львів : ДонНАБА, 2008. 111 с.
2. Иванченко В. Г. Определение освещенности помещений естественным светом. Москва : Изд-во АСВ, 2002. 80 с.
3. Оболенский Н. В. Архитектура и Солнце. Москва : Стройиздат, 1988. 207 с.

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.libg.rv.ua/>
3. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. О. Новака, 75). URL: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
4. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/types/methods/>

ДОДАТОК А
КОЕФІЦІЄНТИ СВІТЛОВІДБИТТЯ, СВІТЛОПРОПУСКАННЯ
ТА СВІТЛОПОГЛИНАННЯ МАТЕРІАЛІВ І ПОВЕРХОНЬ

Таблиця А.1

Усереднені коефіцієнти світловідбиття, світлопропускання та світлопоглинання матеріалів і поверхонь

№ з/п	Матеріал	Коефіцієнти		
		світло-відбиття,	світло-пропускання,	світло-поглинання,
		ρ	τ	α
1	2	3	4	5
1.	Скло:			
	листова віконне (2-3 мм)	0,08	0,90	0,02
	візерункове прокатне (3-6,5 мм)	0,20	0,70	0,10
	матове (2-3 мм)	0,10	0,85	0,05
	молочне (2-3 мм)	0,45	0,15	0,40
	звичайне подвійне	0,10	0,68-0,72	0,13-0,22
	звичайне запилене	0,10	0,40-0,60	0,30-0,50
	кришталь (6-8 мм)	0,08	0,88	0,04
армоване (6-8 мм)		0,09-0,10	0,55-0,74	0,17-0,35
	побілене зовні вапном	0,65	0,10	0,25
2.	Мармурові плити білі тонкі поліровані з одної сторони (8-10 мм)	0,55	0,05	0,40
3.	Дзеркало посріблене	0,85	0,00	0,15
4.	Біле фарбування	0,80	0,00	0,20
5.	Алебастр полірований (11-14 мм)	0,49-0,67	0,17-0,30	0,14-0,21
6.	Картон промаслений	0,69	0,08	0,23
7.	Пергамент:			
	безколірний	0,48	0,42	0,10
	світло-жовтий	0,31	0,41	0,22
	темно-жовтий	0,36	0,14	0,50

продовження табл. А.1

1	2	3	4	5
8.	Шовк:			
	білий	0,28-0,38	0,61-0,71	0,01
	кольоровий	0,05-0,24	0,13-0,54	0,27-0,80
	кольоровий з підкладкою	0,33-0,43	0,07-0,31	0,27-0,57
9.	Тюль	0,20	0,60	0,20
10.	Папір білий	0,85-0,86	0,05-0,10	0,05-0,10
11.	Стінка побілена	0,40	–	0,60
12.	Вапняно-піщана штукатурка	0,60	–	0,40
13.	Залізо:			
	оцинковане	0,80	–	0,20
	пофарбоване суриком	0,10	–	0,90
14.	Руберойд	0,10	–	0,90
15.	Пісок і щебінь	0,70	–	0,30
16.	Асфальт	0,15	–	0,85
17.	Срібло поліроване	0,90-0,92	–	0,08-0,10
18.	Дзеркало	0,70-0,85	–	0,15-0,30
19.	Нікель полірований	0,53-0,55	–	0,45-0,47
20.	Нікель матовий	0,48-0,52	–	0,48-0,52
21.	Алюміній полірований	0,67-0,70	–	0,30-0,33
22.	Алюміній матовий	0,55-0,60	–	0,40-0,45
23.	Латунь полірована хромована	0,61-0,62	–	0,38-0,39
24.	Латунь матова	0,52-0,55	–	0,45-0,48
25.	Лист оцинкований білий	0,69	–	0,31
26.	Сніг свіжий	0,80-0,85	–	0,15-0,20
27.	Сніг старий	0,42-0,70	–	0,30-0,58
28.	Земля покрита рослинністю	0,15-0,30	–	0,70-0,85
29.	Пляжі і дюни	0,10-0,25	–	0,75-0,90
30.	Ліс	0,05-0,18	–	0,82-0,95
31.	Поверхня моря	0,08-0,10	не визначено	

Таблиця А.2

Коефіцієнти світловідбиття внутрішніх поверхонь інтер'єру

№ з/п	Поверхня	Коефіцієнт світловідбиття, ρ
1.	Світла побілка, білий мармур	0,75...0,60
2.	Жовте, голубе пофарбування, світле дерево	0,45...0,40
3.	Світле клейове пофарбування (лимонного, світло-сірого, світло-зеленого кольору)	0,55...0,50
4.	Світло-коричневе, темно-голубе, темно-коричневе пофарбування, потемніле дерево	0,35
5.	Натуральний дуб або бук	0,25...0,30
6.	Паркет світлий	0,25...0,30
7.	Лінолеум світлий	0,30...0,40
8.	Лінолеум темний	0,20...0,15
9.	Темно-сірий мармур, синя, темно-зелена, червона фарба	0,20...0,10

Таблиця А.3

Коефіцієнти відбиття світла від кольорових поверхонь

№ з/п	Колір поверхні	Коефіцієнт світловідбиття, ρ
1.	Білий	0,85
2.	Жовтий світлий	0,50...0,75
3.	Зелений світлий	0,50...0,75
4.	Окиси хрому	0,55
5.	Зелений	0,30
6.	Сірий	0,30
7.	Охра	0,25
8.	Червоний темний	0,15...0,30
9.	Синій світлий	0,45
10.	Темно-жовтий	0,45
11.	Темно-коричневий	0,30...0,45
12.	Зелений темний	0,15
13.	Синій темний	0,10
14.	Чорний	0,04

Таблиця А.4

**Величини коефіцієнтів світловідбиття для різних матеріалів
(поверхонь)**

№ з/п	Матеріал	Коефіцієнт світловідбиття, ρ
1	2	3
1.	Клеєві фарбування:	
	біле нове	0,80
	зістарене	0,75
	попільного кольору	0,25
	кремове	0,70
	зелена світла	0,57
	зелена темна	0,20
	синя світла	0,45
	рожеве	0,42
	червоне	0,16
	коричневе	0,16
2.	Фарбування лакове біле глянцеве	0,72...0,80
3.	Плити мармурові:	
	білі поліровані	0,30...0,80
	матові	0,50...0,70
4.	Скло:	
	віконне прозоре	0,10
	матове	0,10...0,18
	помутнівшє	0,15...0,28
	багат шарове розсіююче	0,30...0,60
5.	Металеві пластини	0,28
6.	Папір:	
	білий	0,80...0,85
	жовтий, зелений, синій світлий	0,60...0,70
	синій середній	0,35...0,45
	синій темний	0,05...0,10
	попільний темний	0,03...0,04
	чорний	0,03

продовження табл. А.4

1	2	3
7.	Екран із білого полотна	0,70...0,80
8.	Штукатурка:	
	гіпсова	0,40...0,75
	звичайна	0,25
9.	Черепиця:	
	нова	0,25...0,35
	стара	0,05...0,10
10.	Дерево:	
	кленове	0,40...0,50
	дубове	0,30...0,50
	горіхове	0,10...0,20
	програвлене	0,10...0,30
11.	Граніт	0,44
12.	Пісок звичайний	0,24
13.	Земля	0,08...0,20
14.	Дерева влітку	0,03...0,05
15.	Трава	0,05...0,10
16.	Шар хмар	0,80
17.	Сніг чистий	0,80
18.	Тканина чорна	0,001...0,002
19.	Бархат чорний	0,002...0,008
20.	Одяг світлого кольору	0,17