



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра основ архітектурного проектування,
конструювання та графіки

03-06-11

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Будівельна фізика»
(розділ «Архітектурно-будівельна світлотехніка») для студентів
напряму підготовки 6.060102 «Архітектура»
денної форми навчання



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовано до друку на засіданні
методичної комісії за напрямком
підготовки 6.060102 «Архітектура»
Протокол № 3 від «13» грудня 2013 р.

Рівне 2014



Методичні вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Будівельна фізика» (розділ «Архітектурно-будівельна світлотехніка») для студентів напряму підготовки 6.060102 "Архітектура" денної форми навчання / Є. В. Пугачов, С. В. Мельник, В. А. Зданевич. – Рівне: НУВГП, 2014. – 27 с.

Упорядники: Є. В. Пугачов, д. т. н., професор кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;
С. В. Мельник, завідувач навчальної лабораторії кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки;
В. А. Зданевич, старший викладач кафедри основ архітектурного проектування, конструювання та графіки.

Відповідальний за випуск: В. М. Ромашко, к.т.н., доцент,
в.о. завідувача кафедри основ архітектурного проектування,
конструювання та графіки



ЗМІСТ

Передмова	4
Короткі теоретичні положення.....	5
Будова та принцип дії люксметрів Ю-116, Ю-117	8
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1.	
Визначення коефіцієнтів світловідбиття поверхонь в натурних умовах	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2.	
Визначення коефіцієнтів світловідбиття матеріалів на установці... 13	
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3.	
Визначення коефіцієнтів світлопропускання світлопрозорих матеріалів	16
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4.	
Аналіз світлового мікроклімату приміщення в натурних умовах ...	20
ДОДАТОК А. Усереднені коефіцієнти світловідбиття, світлопропускання та світлопоглинання матеріалів і поверхонь	23
ДОДАТОК Б. Коефіцієнти світловідбиття внутрішніх поверхонь інтер'єру	24
ДОДАТОК В. Коефіцієнти відбиття світла від кольорових поверхонь.....	25
ДОДАТОК Г. Величини коефіцієнтів світловідбиття для різних матеріалів (поверхонь)	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	27



Передмова

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 моделювання 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.

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.

Методичні вказівки складені на основі ОКХ архітектора відповідно до якої студент має знати:

- способи використання та значення природного освітлення в архітектурі;
- світлотехнічні характеристики матеріалів і поверхонь;
- принципи нормування КПО для приміщень, залежно від їх призначення та положення робочої площини;
- основи моделювання природного освітлення;
- прийоми визначення тривалості інсоляції приміщень і територій;
- методи поєднання засобів освітлення, інсоляції з колористикою інтер'єрів.



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 (прямим 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; і комбіноване – якщо освітлення забезпечується сполученням 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; світлячок $\approx 0,01$ 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 радіуса 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 .

$I \text{ кд}/\text{м}^2$ – 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 – $\approx 1\,500\,000\,000\text{ кд/м}^2$; б) хмарне небо $\approx 10\,000\text{ кд/м}^2$; в) люмінесцентні лампи $\approx 5\,000\text{ кд/м}^2$; г) поверхня Місяця $\approx 2\,500\text{ кд/м}^2$; д) нічне безмісячне небо $\approx 0,0001\text{ кд/м}^2$.

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 $\approx 100\,000\text{ лк}$; б) вдень від хмарного неба – $\approx 10\,000\text{ лк}$; в) в кімнаті поблизу вікна $\approx 200\text{ лк}$; г) вночі від Місяця $\approx 0,25\text{ лк}$; д) від нічного неба безмісячної ночі $\approx 0,0003\text{ лк}$.

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 поверхню, частина цього потоку відбивається (Φ_ρ), частина проходить крізь нього (Φ_τ), а частина (Φ_α) поглинається, тобто $\Phi = \Phi_\rho + \Phi_\tau + \Phi_\alpha$.



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 zenіті. 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.

Будова та принципи дії люксметрів Ю-116, Ю-117

Для вимірювання освітленості застосовують люксметри (Ю-116, Ю-117). Принцип дії люксметра заснований на явищі фотоелектричного ефекту. Основними частинами приладу є селеновий фотоелемент типу Ф55С і вимірювальний прилад (рис. 1).

Перед початком вимірювань необхідно підготувати люксметр до роботи:

– підключити фотоелемент до вимірювального приладу, забезпечивши правильну полярність з'єднання;

– на фотоелемент встановити відповідні світлофільтри, що позначаються буквами K, M, P, T . Насадки M, P, T встановлюються у фотоелемент обов'язково з насадкою K , що має форму півсфери. Разом з насадкою K , залежно від їхнього сполучення, утворюються три поглиначі з коефіцієнтами ослаблення 10, 100, 1000. Таким чином, насадки застосовуються для розширення діапазону виміру освітленості.

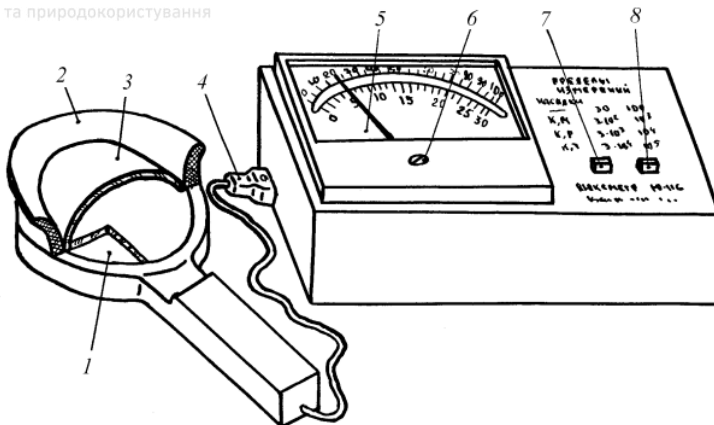


Рис. 1. Люксметр Ю-116:

- 1 – фотоелемент; 2 – насадка К світлопоглинаюча коригуюча;
3 – насадка (М, Р або Т) коригуюча; 4 – штекер (шнур) з'єднувальний;
5 – прилад вимірювальний М 2027-5; 6 – гвинт коригування положення стрілки; 7 – перемикач діапазонів нижньої шкали;
8 – перемикач діапазонів верхньої шкали

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 вимірника. На фотоелемент установлюють насадку Т, 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, стендів, дошки, 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

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



де $\rho_{i_{сер}}$ – 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 заміру відповідно.

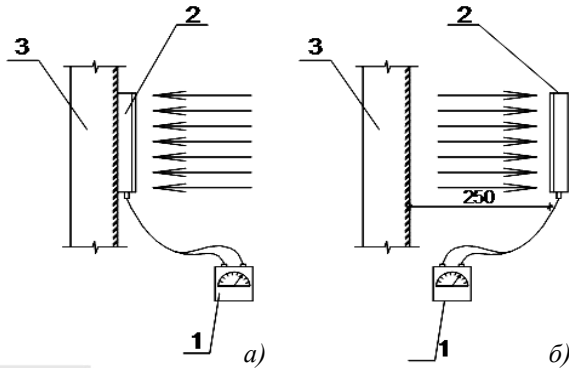


Рис.2. Вимірювання освітленості, створеної:
а) падаючим потоком світла, б) відбитим світловим потоком:
1 – люксометр, 2 – фотоелемент, 3 – поверхня стіни (вигляд з боку)

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.

Зміст звіту

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



Результати вимірів та розрахунків

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

Контрольні запитання

1. Назвіть основні функції природного світла?
2. Які вимоги пред'являють 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.

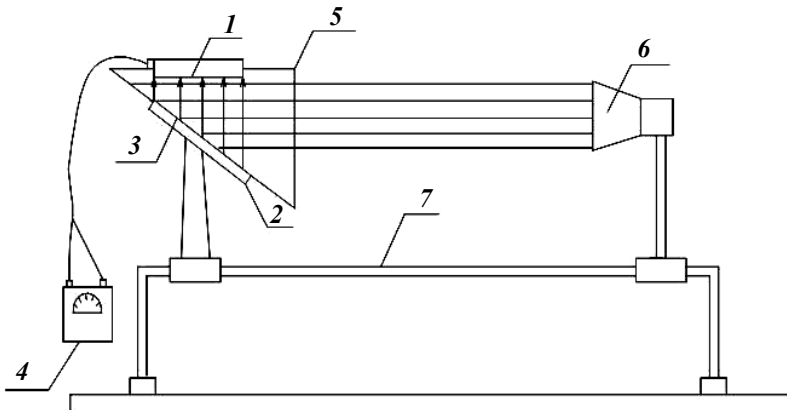


Рис. 3. Схема установки

для визначення коефіцієнта світловідбиття матеріалів:

- 1 – фотоелемент; 2 – рамка для зразків; 3 – досліджуваний зразок; 4 – гальванометр; 5 – камера; 6 – джерело світла; 7 – оптична лава



В даній роботі застосовується порівняльний метод, що передбачає визначення коефіцієнту світловідбиття зразка з використанням зразка-еталону, 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 люксометром 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.



Результати вимірів та розрахунків

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

Зміст звіту

1. Назва, мета, задачі роботи і короткий 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.

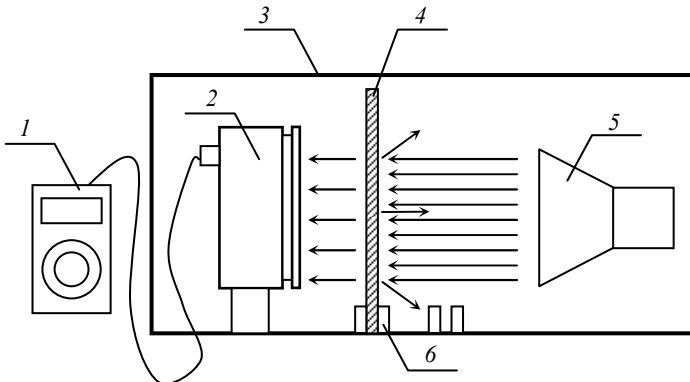


Рис.4. Схема установки
для визначення коефіцієнта світловідбиття:

- 1 – мультиметр, 2 – фотоелемент, 3 – камера, 4 – досліджуваний зрізек,
5 – джерело світла, 6 – підставка-фіксатор для досліджуваних зразків



В роботі використаний метод розрахунку, що ґрунтується на наближеній заміні відношення світлових потоків (падаючого і того, що пройшов через зразок), відношенням відповідних освітленостей, або інших умовних величин.

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. Поставити 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 світлопропускання.

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

де τ_{i_1} , τ_{i_2} , τ_{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 світлопрорізу

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

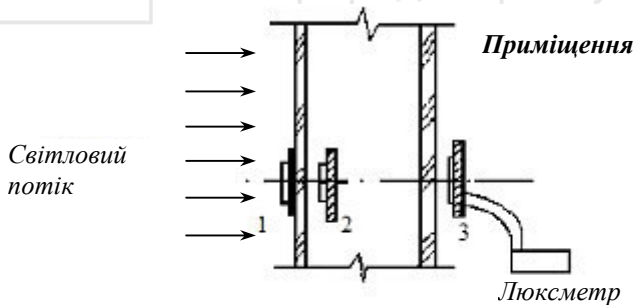


Рис.5. Схема вимірювання освітленості заповненого віконного прорізу:

1, 2, 3 – положення фотоелемента назовні, всередині віконної рами, в приміщенні відповідно

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



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 $E_{np.2_{сep}}$.

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

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

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.

Порядок виконання роботи і обробка результатів вимірів

1. В однаковому масштабі викреслити план і два розрізи приміщення. На плані і розрізах нанести точки, в яких необхідно робити заміри (рис. 6). Крайні точки слід приймати на відстані 1 м від поверхонь стін на рівні умовної робочої поверхні.

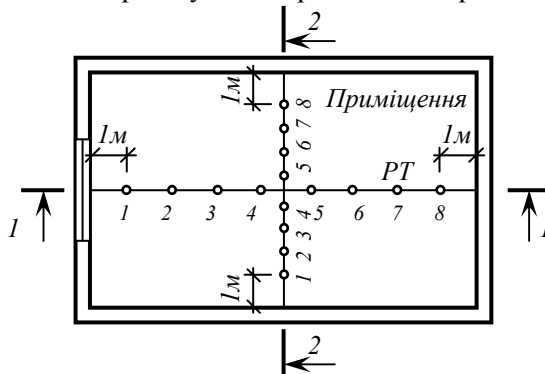


Рис. 6. Схема розміщення точок вимірювання освітленості на плані приміщення



2. За допомогою люксметра виміряти освітленість E_0 горизонтальної площини назовні (за межами приміщення) від половини небозводу, використовуючи відскакуючий екран. Отримане значення помножити на 2, оскільки екран закриває половину небозводу.

3. Виміряти освітленість E_i у намічених розрахункових точках (РТ) приміщення. Заміри здійснити тричі: спочатку виміряти освітленість у всіх по черзі точках приміщення, а потім (починаючи вимірювання з першої РТ) повторити вимірювання ще двічі. Результати замірів занести в табл. 4.

4. Розрахувати середню освітленість

5. Обчислити значення КПО в розрахункових точках за формулою:

$$e_i = \frac{E_{i\text{сеп.}}}{E_0}, \quad (8)$$

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

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.



Результати вимірів та розрахунків

№ <i>i</i> -ї РТ точки	Відстань до РТ, м	№ зміру	Покази люксметра, лк		E_0 , лк	КПО e , %
			E_i , лк	середнє значення $E_{пр.}$, лк		
Розріз 1-1						
1.		1.				
		2.				
		3.				
2.		1.				
		2.				
		3.				
...						
Розріз 2-2						
1.		1.				
		2.				
		3.				
...						

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 небозводу 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?



У середнені коефіцієнти світловідбиття, світлопропускання та світлопоглинання матеріалів і поверхонь

№ з/п	Матеріал	Коефіцієнти		
		світло-відбиття, ρ	світло-пропускання, τ	світло-поглинання, α
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
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	не визначено

ДОДАТОК Б

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



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

Величини коефіцієнтів світловідбиття для різних матеріалів (поверхонь)

№ з/п	Матеріал	Коефіцієнт світловідбиття, ρ
1.	Клесві 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 глянцево	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
	багатошарове 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
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
	протравлене	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



СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-28 – 2006. Природне і штучне освітлення. – К.: Мінбуд України, 2006. – 76 с.
2. Архитектурная физика / В. К. Лицкевич, Л. И. Макриненко, И. В. Мигалина и др. – М.: Стройиздат, 1977. – 488 с.
3. Вернеску Д., Эне А. Инсоляция и естественное освещение в архитектуре и градостроительстве. К.: Будівельник, 1983. – 86 с.
4. Гусев Н. М. Естественное освещение зданий. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. – 172 с.
5. Гусев Н. М. Основы строительной физики. – М.: Стройиздат, 1975. – 440 с.
6. Егорченков В. А., Югов А. М. Расчет и проектирование естественного освещения зданий. – Макеевка: ДонГАСА, 2002. – 104 с.
7. Егорченков 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.
8. Иванченко В. Г. Определение освещенности помещений естественным светом. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 80 с.
9. Оболенский Н. В. Архитектура и Солнце. – М.: Стройиздат, 1988. – 207 с.
10. Пособие по расчету и проектированию естественного, искусственного и совмещенного освещения. – М.: Стройиздат, 1985. – 384 с.
11. Скриль І. Н. Інсоляція житла. – К.: Будівельник, 1981. – 76 с.
12. Скриль І. Н., Скриль С. І. Основи архітектурної світлології (розрахунок і проектування природного, штучного й суміщеного освітлення та інсоляції): Навч. посібник. – К.: Вища школа, 2006. – 214 с.
13. Штейнберг А. Я. Солнцезащита зданий. – К.: Будівельник, 1986. – 104 с.
14. Энергоактивные здания / Н. П. Селиванов, А. И. Мелуа, С. В. Зоколей и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 376 с.