

## Практичне заняття № 4

### Тема. Розрахунок виробничого освітлення

**Мета:** з'ясувати вплив освітленості на організм людини, ознайомитися з методикою його вимірювання і оволодіти навичками оцінки природньої освітленості.

**Матеріали та обладнання:** таблиці, підручники, електронні носії, люксметр Ю117, рулетка.

**Основні правила безпеки:** Знати правила і норми протипожежної безпеки та виробничої санітарії. Дотримуватись інструкції з охорони праці при роботі в кабінеті.

**Місце проведення:** кабінет охорони праці та безпеки життєдіяльності

**Зміст та послідовність виконання завдань**

Група ділиться на підгрупи.

Підгрупа 1.Завдання 1 . Розрахунок природного освітлення.

Підгрупа 2.Завдання 2. Розрахунок штучного освітлення.

#### Теоретичні відомості

#### Вплив освітленості на організм людини.

Дослідження впливу світла на життєдіяльність людини свідчать, що зміни інтенсивності оптичного випромінювання суттєво впливають на функції різних органів і систем організму. Зокрема, із збільшенням кількості світлової енергії посилюється обмін речовин в організмі людини, зростає поглинання кисню ним тощо. При недостатньому освітленні знижується зорове сприйняття, з'являються головні болі, розвивається короткозорість та інші хвороби очей. За таких умов людина вимушена низько схилитися над устаткуванням чи робочим столом, унаслідок чого збільшується рівень ризику травматизму. Постійне переведення погляду з достатньо освітленого предмета на погано освітлений і навпаки викликає захворювання органі зору - астигматизм. Тривала робота при надмірній освітленості може призвести до світлобоязні - підвищеної чутливості очей до світла.

Для характеристики процесів сприйняття зорової інформації про довкілля прийнято використовувати терміни «адаптація», «акомодація», «конвергенція».

*Адаптація* - пристосування ока до зміни умов освітлення (рівня освітленості).

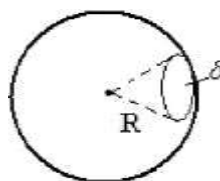
*Акомодація* - пристосування ока за рахунок зміни кривизни кришталика до необхідного рівня розпізнавання окремих предметів, що розміщені від нього на різній відстані.

*Конвергенція* - здатність ока при розгляданні окремих предметів, що розміщені на невеликій відстані, займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Класифікацією освітлення за джерелом походження світла передбачається його розподіл на природне, штучне та комбіноване.

Природне освітлення створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу, штучне - електричними джерелами світла, а при комбінованому - недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Організація правильного освітлення природним і штучним способами має велике санітарно- гігієнічне значення: сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню травматизму, поліпшенню якості продукції.



#### Основні світлотехнічні терміни і визначення

1. Повний світловий потік ( $\Phi$ ), це кількість енергії (Т), що випромінює будь-яке джерело світла за одиницю часу у всіх напрямках:  $\Phi = B/t$

Інше визначення світлового потоку таке - це потужність світлового видимого випромінювання, що оцінюється оком людини за світловим відчуттям.

Одиницею світлового потоку є люмен (лм). *Один люмен* - це світловий потік від еталонного точкового джерела в одну канделу (міжнародну свічку), розташованого у вершині

тілесного кута в 1 стерадіан.

Тілесний кут  $\Omega$  вимірюється відношенням площі поверхні  $S$  до квадрату радіуса кулі  $R^2$ . Тобто  $\Omega = S/R^2$

2. Сила світла ( $I$ ) - це величина, що визначається відношенням світлового потоку ( $\Phi$ ) до тілесного кута ( $\Omega$ ), в межах якого світловий потік рівномірно розподіляється  $I = \Phi/\Omega$

Одиницею сили світла є кандела (кд) - сила світла точкового джерела, що випромінює світловий потік в 1 лм, який рівномірно розподіляється всередині тілесного кута в 1 стерадіан.

3. Освітленість ( $E$ ) - відношення світлового потоку ( $\Phi$ ), що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента ( $S$ ). Одиницею освітленості є люкс (лк) - рівень освітленості поверхні площею 1 м<sup>2</sup>, на яку падає рівномірно розподіляючись, світловий потік в 1 люмен.  $E = \Phi/S$

4. Яскравість ( $B$ ) - відношення сили світла ( $I$ ), що випромінюється елементом поверхні в даному напрямку, до площі поверхні, яка світиться. Одиницею яскравості є нит (нт) - яскравість поверхні, що світиться і від якої в перпендикулярному напрямку випромінюється світло силою в 1 канделу з 1 м<sup>2</sup>.

5 Коефіцієнт відбиття поверхні ( $\rho$ ) - відношення світлового потоку, відбитого від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї.

*Види виробничого освітлення.* Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла; суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване - поєднання верхнього та бокового освітлення.

Природному освітленню властиві такі недоліки, як непостійність протягом доби та року, нерівномірність розподілу в приміщенні, можливість створення ефекту засліплення тощо. На рівень освітленості приміщення у разі його освітлення природними джерелами впливають такі чинники: світловий клімат; площа та орієнтація світлових отворів; ступінь чистоти скла у світлових отворах; колір стін і стелі приміщення; наявність предметів, що закривають вікно із середини та ззовні.

Спрямованість основного світлового потоку в навчальних приміщеннях повинна бути з лівого боку від учня, а на робочих місцях у навчально-виробничих приміщеннях - відповідно до технологічних вимог.

Складання поблизу вікон матеріалів, виробів та інших предметів не повинно погіршувати природну освітленість приміщення.

Шибки у вікнах треба очищати від пилу й бруду не менш як два рази на рік, а в приміщеннях із значним виділенням диму, пилу, кіптяви - у міру їх забруднення, але не менш як чотири рази на рік. До миття вікон будівель будь-якої поверховості забороняється залучати учнів, навіть старших класів. Шибки в рамках повинні бути надійно закріплені, щоб запобігти випаданню їх з рам.

Садити дерева треба на відстані потрібної висоти їх у дорослому стані від шкільної будівлі, але не менш як 10 м, щоб крони дерев, які розрослися, не затуляли вікон; гілки дерев, що ростуть біля вікон будівлі, необхідно підрізати щовесни.

**Для визначення освітленості використовують люксметр.**

**Люксметр Ю 117.** Прилад призначений для вимірювання освітленості виробничих і побутових приміщень від ламп розжарювання та природного світла. Його зовнішній вигляд подано на рис. 4.1. Принцип дії люксметра ґрунтується на явищі фотоефекта. При освітленні активної поверхні фотоелемента в замкненому колі «фотоелемент-електровимірювальний прилад» виникає електричний струм, пропорційний освітленості.

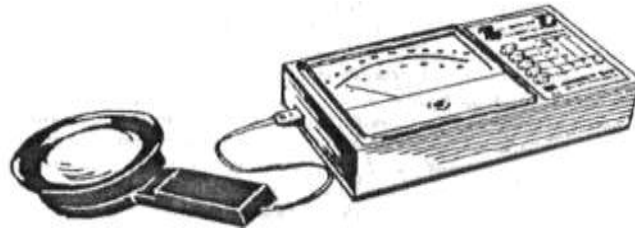


Рис. 4.1. Зовнішній вигляд люксметра

### Практичні завдання:

1. Вивчити матеріал поданий в теоретичних відомостях.
2. Виконати завдання 1, 2, 3, 4.
3. Результати проведених досліджень занести до карти-схеми обстеження природної освітленості.
4. Пройти тест для оцінки рівня знань.

#### Робота 1. Визначення світлового коефіцієнта.

Світловий коефіцієнт ( $S_k$ ) - відношення заскленої площі вікон (8вік) до площі підлоги приміщення (8 підл);

$$S_k = \frac{S_{\text{вік}}}{S_{\text{підл}}}$$

Чим більша величина світлового коефіцієнта, тим краще освітлення. Для різких приміщень встановлені мінімальні значення світлового коефіцієнта; житлові кімнати - 1:8, навчальні кабінети - 1:4-5, спортивні зали - 1:6, допоміжні приміщення - 1:10-12.

Слід мати на увазі, що світловий коефіцієнт дає орієнтовне уявлення про ступінь денного освітлення. Недоліком цього показника є те, що він не враховує кліматичного поясу, факторів затінення зовні і всередині приміщення, конфігурацію, розміщення і орієнтацію вікон по сторонам горизонту, глибини кімнати, забарвлення стін та підлоги.

#### Робота 2. Визначення коефіцієнту заглиблення.

Коефіцієнт заглиблення ( $K_z$ ) - відношення глибини приміщення (відстань від вікна до протилежної стіни) до відстані від верхнього краю вікна до підлоги.

Коефіцієнт заглиблення не повинен перевищувати 2,5. Для шкільних кабінетів, класів, лабораторій він рівний 2,0, для інших приміщень - не більше 3,0.

#### Робота 3. Визначання кута падіння.

Кут падіння  $X$  характеризує величину кута світлового потоку, який проникає в приміщення на робоче місце. Чим більший кут падіння, тим краща освітленість. Для спортивних залів і навчальних приміщень в найбільш віддаленому місці від вікна кут падіння не повинен бути меншим за  $27^\circ$ .

Величина кута падіння визначається за такою методикою:

5. Вимірюють відстань  $AC$  по вертикалі від рівня досліджуваної поверхні (в навчальних приміщеннях - від рівня столів або парт, в спортивних залах - від рівня підлоги) до верхнього краю вікна ( $a$ );
6. вимірюють відстань  $BC$  по горизонталі від робочого місця до вікна ( $b$ );
7. визначають тангенс кута  $ABC$  за формулою:  $\text{tg} X = \frac{a}{b}$
8. за таблицею натуральних значень тригонометричних функцій (табл.4.1.) знаходять значення кута падіння.

Натуральне значення тангенсів.

Таблиця 4.1.

$x^\circ$	$\text{tg}x$	$x^\circ$	$\text{tg}x$	$x^\circ$	$\text{tg}x$
1.	0,017	16	0,287	31	0,601
2.	0,035	17	0,306	32	0,625
3.	0,052	18	0,325	33	0,649
4.	0,070	19	0,344	34	0,675
5.	0,087	20	0,364	35	0,700
6.	0,105	21	0,374	36	0,727
7.	0,123	22	0,404	37	0,754
8.	0,141	23	0,424	38	0,781
9.	0,158	24	0,445	39	0,810
10.	0,176	25	0,446	40	0,839
11.	0,194	26	0,488	41	0,869
12.	0,213	27	0,510	42	0,900
13.	0,231	28	0,532	43	0,933
14.	0,249	29	0,554	44	0,966
15.	0,268	30	0,557	45	1,000

**Робота 4. Визначення коефіцієнта природнього освітлення (КПО).**

Оскільки природне освітлення непостійне впродовж дня, його кількісна характеристика проводиться за відносним показником - КПО.

КПО - процентне відношення освітленості в певній точці ( $E_{вн}$ ) до освітленості під відкритим небом ( $E_{зовн}$ ) в умовах розсіяного світла.

Він визначається за формулою:

$$\text{КПО} = (E_{вн}/E_{зовн})100\%$$

Освітленість розсіяним сонячним промінням в відкритій атмосфері ( $E_{зовн}$ ) в погожийлітній період досягає 25000-50000 лк. В хмарні зимові дні вона становить 700-1500 лк.

При односторонньому природньому освітленні КПО визначається на рівні робочого місця на відстані 1 м від стіни, яка найбільш віддалена від вікна.

Гігієнічні норми КПО:

- для житлових будинків - 0,5-1,0%;
- навчальних шкільних кабінетів, спортивних залів - 1,5%;
- допоміжних приміщень - 0,3-0,5%.

**Карта - схема  
санітарного обстеження природньої освітленості  
навчального приміщення.**

1. Дата, час обстеження \_\_\_\_\_
2. Назва приміщення, особливості його експлуатації \_\_\_\_\_
3. Система природнього освітлення (бокове, одно-, двостороннє, верхнє, комбіноване)
4. Вікна (кількість, розміри, орієнтацій, розміщення (ідстань від підлоги, ширина простінків), затінення деревами і сусідніми будинками, стан скла, періодичність очищення)
5. Колір стін, стелі, підлоги
6. Показники, які характеризують природню освітленість:
  - а) світловий коефіцієнт \_\_\_\_\_
  - б) кут падіння \_\_\_\_\_
  - в) коефіцієнт заглиблення \_\_\_\_\_
  - г) коефіцієнт природньої освітленості \_\_\_\_\_
7. Санітарно-гігієнічна оцінка освітленості приміщення \_\_\_\_\_
8. Пропозиції щодо покращання освітленості приміщення природнім світлом

## Підгрупа 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ У ВИРОБНИЧИХ І НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ ТА НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

**Мета:** вивчити основні світлотехнічні терміни та визначення, класифікацію видів виробничого освітлення та навчитись розраховувати штучне освітлення для приміщень.

**Матеріали та обладнання:** таблиці, підручники, електронні носії, люксметр, рулетка.

### Теоретичні відомості

**Штучне освітлення** може бути **загальним та комбінованим**. Загальним називаються освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5м. над підлогою рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення, та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Його необхідно влаштовувати в місцях, небезпечних для проходу людей; в приміщеннях допоміжних будівель, де можуть одночасно знаходитись 100 осіб; в проходах; на сходових клітках; у виробничих приміщеннях, в яких працює більше 50 працівників.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час, при цьому, як правило використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

Класифікація виробничого освітлення наведена на рис. 5.1.



*Рис.5.1. Класифікація видів виробничого освітлення*

Штучне освітлення допускається загальне або комбіноване (загальне плюс місцеве). Застосовувати тільки місцеве освітлення недопустимо.

Потрібну освітленість треба підтримувати систематичним очищенням арматури світильників і ламп від пилу й бруду не менш як два рази на місяць, а в майстернях, де є значні виділення пилу, диму й кіптяви, не менш як чотири рази на місяць.

Лампи, що застосовуються для загального і місцевого освітлення, повинні бути забезпечені електроосвітлювальною арматурою. Використовувати відкриті лампи забороняється. Висота установки світильників загального освітлення має бути не менше 3м від підлоги. Гарантійний термін служби для ламп розжарювання - 1000 год., люмінесцентних ламп - 2500...3000 годин горіння. Після його закінчення електролампи треба систематично замінювати.

При оцінці штучного освітлення в приміщеннях дається його якісна та кількісна характеристика. При якійсній характеристиці відмічають вид джерела світла, систему освітлення, тип освітлювальних приладів, висоту підвісу і розміщення світильників, потужність ламп, особливості захисної арматури.

В шкільних навчальних кабінетах найчастіше застосовують джерела розсіяного світла. Світловий потік спрямовується ними рівномірно у всі сторони. До світильників такого типу належать люмінесцентні лампи.

Допустимий гігієнічний мінімум освітленості для навчальних приміщень — 150 як при лампах розжарювання і 300 лк при люмінесцентних.

В спортивних спорудах освітленість визначають є горизонтальній і вертикальній площинах. Горизонтальна освітленість нормується на робочій поверхні (підлога, ринг, килим, льодове покриття, стіл, доріжки тощо), а вертикальна - в площині, яка проходить через поздовжню вісь площадки з обох сторін.

Визначення освітленості навчального приміщення розрахунковим методом.

При відсутності люксметра штучну освітленість приміщення можна орієнтовно обчислити розрахунковим методом за формулою:

$$E = \frac{B \cdot \sum P_{\text{л}}}{S}$$

де

E - освітленість джерелами штучного освітлення, лк;

^P - потужність однієї лампи, Вт; п - число ламп;

B - поправочний коефіцієнт, який показує освітленість джерелом світла питомою потужністю ГВт/м<sup>2</sup> (табл. 10).

Визначення рівномірності освітлення.

Відношення найменшої освітленості до найбільшої в одній площині характеризує коефіцієнт нерівномірності освітлення (C). Він визначається за формулою:

$$C = \frac{A_{\text{мін}}}{A_{\text{макс}}} \cdot 100\%$$

A - величина освітленості на робочому місці, яка створюється світильником загального користування, лк;

A - освітленість на робочому місці, яка створюється комбінованим освітленням, лк.

Коефіцієнт нерівномірності освітлення на відстані 5 м повинен складати відношення не менше 1:3, на відстані 0,75 м - не менше 1:2. При C >10 спостерігається різкий контраст між освітленістю робочої поверхні і оточуючого простору, що негативно впливає на функціонування зорового аналізатора.

*Таблиця 5.1.*

Значення коефіцієнту ^

Площа приміщення, м <sup>2</sup>	Лампи розжарювання	Люмінесцентні лампи
Менше 50	2,5	12,5
Більше 50	3,0	10,0

### Практичні завдання:

1. Вивчити матеріал поданий в теоретичних відомостях.
2. Провести обстеження приміщення за завданням викладача.
3. Результати проведених досліджень представити у вигляді протоколу.
4. Пройти тест для оцінки рівня знань.

### ПРОТОКОЛ

#### обстеження штучного освітлення навчального приміщення.

1. Дата, час обстеження \_\_\_\_\_
  2. Особливості експлуатації приміщення \_\_\_\_\_
  3. Система штучного освітлення (бокове, верхнє, комбіноване)
  4. Джерела світла (лампи розжарювання, люмінесцентні лампи)
  5. Освітлювальні прилади (тип, кількість, потужність ламп, їх розміщення, висота підвісу, стан арматури)
  6. Освітленість в різних місцях приміщення (горизонтальна, вертикальна; порівняти дані, отримані люксометричним вимірюванням і за допомогою розрахункового методу)
  7. Коефіцієнт нерівномірності освітлення приміщення (визначити на конкретному робочому місці)
- 
8. Додаткові дані
  9. Санітарно-гігієнічна оцінка штучного освітлення
  10. Пропозиції щодо покращання штучного освітлення  
ВИСНОВКИ:

#### Контрольні питання

1. Як освітлення виробничих приміщень впливає на працівника?
2. Наведіть основні вимоги до виробничого освітлення.
3. Що таке коефіцієнт природної освітленості (КПО)?
4. Наведіть формули розрахунку природного освітлення?
5. Як визначається середньозважений коефіцієнт відбиття?

#### *Після виконання роботи студент повинен знати:*

- Як освітлення виробничих приміщень впливає на працівника;
- Основні вимоги до виробничого освітлення;
- Що таке коефіцієнт природної освітленості (КПО);
- Основні формули розрахунку природного освітлення;
- Як визначається середньозважений коефіцієнт відбиття.

Значення виробничого освітлення, види виробничого освітлення, вимоги санітарних нормативів щодо їх застосування.

Основні поняття системи світлотехнічних величин: сила світла, світловий потік, освітленість, яскравість, контраст, видимість, фон.

Природне освітлення, його значення як виробничого і фізіолого-гігієнічного чинника для працюючих.

Види природного освітлення, вимоги санітарних нормативів щодо їх використання залежно від розмірів приміщень.

Нормування природного освітлення, коефіцієнт природного освітлення, розряди робіт

по зоровій напрузі, їх визначення для конкретних умов. Орієнтація робочих місць відносно світлових отворів. Експлуатація систем природного освітлення.

Штучне освітлення та його види.

Системи штучного освітлення та вимоги санітарних нормативів щодо їх використання.

**Після виконання роботи студент повинен вміти:**

- Розрахувати бокове освітлення виробничого приміщення заданих розмірів.
- Провести розрахунок верхнього освітлення, коли площа світлових ліхтарів становить 20% площі покрівлі.
- Вимоги будівельних норм проектування до природного освітлення виробничих приміщень.
- Проводити обстеження приміщення та розрахунки штучного освітлення.

**Домашнє завдання:** Повторити тему : *Вентиляція та освітлення виробничих приміщень.*  
Рекомендована література: Л.А. Катренко «Охорона праці», Навч. посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007, с. 388-418.

Щомісячний професійний журнал «ОХОРОНА ПРАЦІ І ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА»,  
<http://oppb.com.ua/>

Науково-виробничий журнал «Охорона праці», <http://ohoronapraci.kiev.ua/ua/>

Інструкційна картка складена викладачем \_\_\_\_\_ Савченко С.О.

*Інструкційна картка розглянута і затверджена на засіданні циклової комісії агротехнічних дисциплін*

*Протокол від 30.08.2019 року № 1*

*Голова циклової (предметної) комісії \_\_\_\_\_ Р. Р. Кондратюк*