## «Основи технічної експлуатації електрообладнання

## та засобів керування»

## 

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

**Вимірювання природного освітлення робочих приміщень**

**Мета роботи:** Набуття практичних навичок щодо визначення природної освітленості робочих місць, вивчення приладів для вимірювання освітленості та вимірювання параметрів освітленості.

**Завдання:** Ознайомитися з кількісними та якісними показниками освітленості. Дослідити природну освітленість з використанням люксметра **Ю-116**. Визначити залежність освітленості від висоти розташування джерела світла, його типу і характеру колірного покриття стін.

**ВСТУП**

Освітлення робочого місця − важливий фактор створення нормальних умов праці. При правильно організованому освітленні робочого місця забезпечується збереження зору людини і нормальний стан його нервової системи, а також безпеку в процесі виробництва. Таким чином, виробниче освітлення - невід'ємний елемент умов трудової діяльності людини.

Світло − це вузька частина електромагнітного спектра з довжинами хвиль 10 ÷ 340000 нм. Цей діапазон ще називають оптичною областю спектра.

З фізіологічної точки зору світло є збудником органу зору людини (зорового аналізатора). Близько 90% інформації, яку людина отримує від зовнішнього світу, надходить через зоровий канал. Тому якість інформації, одержуваної за допомогою зору, багато в чому залежить від освітлення.

Освітлення, яке відповідає гігієнічним та економічним вимогам, називається раціональним. Раціональність виробничого освітлення визначається трьома складовими:

− видиме випромінювання (джерело випромінювання),

− зоровий аналізатор (око як оптичний прилад),

− зорова робота (об'єкт сприйняття).

Продуктивність праці знаходиться в прямій залежності від раціональності освітлення.

Щодня виникає необхідність освітлення робочого місця як природним, так і штучним світлом. У першому випадку використовується світло, що випромінюється сонцем, у другому випадку застосовуються відповідні освітлювальні установки штучного світла.

Природне освітлення за своїм спектральним складом є найбільш прийнятним. Штучне ж, навпаки, відрізняється відносною складністю сприйняття його зоровим органом людини. Це пов'язано з тим, що добові перехідні режими природної освітленості мають малу частоту при досить високій (вдень) або дуже низькою (вночі) інтенсивності потоку, а штучні - досить велику частоту при недостатній в цілому освітленості. Тому при штучному освітленні починають виникати нестійкі зорові процеси, які через великий змінюваності світлових умов накладаються один на одного, не даючи оці адаптуватися до нових умов. Від посиленої діяльності пристосувальних механізмів очі швидко втомлюються, що викликає фізичну втому організму.

Незважаючи на це штучне освітлення необхідно як найважливіший фактор для наближення нічних умов праці до денних. Основна відмінність нічних умов праці від денних полягає в тому, при нічних умовах праці відсутня достатня освітленість поля зору працюючих рівномірно розподіленим світловим потоком. Стимулююча дія світла на організм при недостатній освітленості знижується, тому нічні умови праці більш важкі з фізіологічної точки зору. Однак основа природного і штучного світла загальна - енергетична, тому їх поділ викликано різницею в спектрі інтенсивності. Так в спектрі природного (сонячного) світла на відміну від штучного набагато більше необхідних для людини ультрафіолетових променів.

 Крім природного та штучного освітлення застосовують поєднане освітлення, при якому в світлий час доби недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

**Загальні відомості про природне (сонячне) освітлення**

Джерело природного (сонячного) освітлення − сонячна радіація, тобто потік променевої енергії сонця, яка доходить до земної поверхні у вигляді прямого та розсіяного світла. Оптична область спектра, ділиться на інфрачервоне світло з довжинами хвиль 340000 ÷ 770 нм, видиме світло − 770 ÷ 380 нм, ультрафіолетове світло 380 ÷ 10 нм. Природне освітлення за своїм спектральним складом є найбільш прийнятним.

Внаслідок поглинання, відбиття і розсіювання електромагнітного випромінювання на поверхні землі сонячний спектр обмежений, особливо в його короткохвильової частини. Так, якщо на межі земної атмосфери ультрафіолетова частина сонячного спектра становить 5%, видима частина 52%, інфрачервона частина 43%, то у поверхні землі склад сонячного спектра інший: ультрафіолетова частина дорівнює 1%, видима 40%, а інфрачервона частина − 59%.

Крім того, що сонячне випромінювання є джерелом світла і тепла, сонячне випромінювання впливає на всі фізіологічні процеси в організмі, змінюючи обмін речовин, загальний тонус і працездатність.

**Ультрафіолетова частину спектру.**

Це найбільш активна в біологічному відношенні частина сонячного спектра, яка біля поверхні землі представлена потоком хвиль у діапазоні від 290 до 400 нм.

Найбільш частим ураженням очей при впливі ультрафіолетових променів є фотоофтальмія. У цих випадках виникають набряки і кон'юнктивіти, з'являються сльозотеча і світлобоязнь. Подібні хвороби найбільш часто виникають при відбитті променів сонця від поверхні снігу в арктичних і високогірних районах («снігова сліпота»). У літературі є також відомості про часте виникнення захворювань на рак шкіри у людей, які постійно піддаються інтенсивному сонячному опроміненню.

**Інфрачервона частина сонячного спектра.**

Інфрачервоне випромінювання має на організм тепловий вплив. За біологічної активності інфрачервоні промені діляться на короткохвильові з діапазоном хвиль від 760 до 1400 нм і довгохвильові з діапазоном хвиль 1500 до 25000 нм.

Вплив інфрачервоних променів на організм значною мірою визначається ступенем їх поглинання шкірою. Детально вивчено проникнення інфрачервоного випромінювання в середовищі ока. Промені з довжиною хвилі 1500÷1700 нм досягають рогівки і передньої камери, коротші промені з довжиною хвилі 1300 нм проникають до кришталика. Короткі інфрачервоні промені проходять через мозкову оболонку і впливають на рецептори мозку.

Найбільш виражений несприятливий вплив інфрачервоного випромінювання спостерігається у виробничих умовах, де потужність випромінювання може у багато разів перевищувати рівень інфрачервоного випромінювання в природних умовах. У людей, які мають контакт з потужними потоками інфрачервоного випромінювання, знижується електрична чутливість очей, збільшується прихований період зорової реакції, слабшає умовна рефлекторна реакція судин.

**Видима частина спектра.**

Видима частина сонячного спектра займає діапазон хвиль від 400 до 760 нм (нанометрів). Видиме світло здійснює значний загальний біологічний вплив. Це проявляється не тільки в специфічному впливі на функції зору, але і в певному впливі на функціональний стан центральної нервової системи і через неї на всі органи і системи організму. Організм реагує не тільки на ту чи іншу ступінь освітленості, але і на колірну гамму сонячного світла.

Особливе значення світла полягає у його впливі на функції зору. Основними функціями зору, що зумовлюють його продуктивну роботу, є: гострота зору, тобто здатність ока розрізняти дві точки як ізольовані при максимально малій відстані між ними; контрастна чутливість, тобто здатність розрізняти яскравості; швидкість розрізнення, обумовлена ​​мінімальним часом встановлення величини і форми предмета; стійкість ясного бачення, що залежить від часу ясного бачення предмета.

При низькій освітленості швидко настає зорове стомлення і знижується працездатність. Наприклад, при 3 - часовий зоровій роботі і освітленості 30 - 50 лк стійкість ясного бачення знижується на 37%, а при освітленості 100-200 лк тільки на 10-15%. Тому створення достатнього рівня природної освітленості на робочих місцях має велике значення.

**Показники освітлення**

Умови роботи зору можна охарактеризувати як кількісними, так і якісними показниками. До основних кількісних показників відносяться: сила світла, освітленість, яскравість і світловий потік. До основних якісних показників відносяться фон, контраст об'єкта з фоном, видимість, показник засліпленості та ін.

**Кількісні показники освітлення.**

Світловий потік (***F***) − потужність променевої енергії джерела, яка оцінюється по світловому відчуттю, яке відчувають очі. Одиниця світлового потоку − люмен (лм). Люмен − світловий потік, що випускається точковим джерелом світла силою в 1 міжнародну свічку всередині тілесного кута, який дорівнює одному стерадіану.

Тілесний (просторовий) кут (***ϖ***) − частина простору (конусоподібна частина сфери) з вершиною в центрі сфери, яка спирається на її поверхню. Одиниця тілесного кута − стерадіан − просторовий кут, вирізує на поверхні сфери радіусом в один метр поверхню сфери в один квадратний метр.

Сила світла (***I***) − просторова густина світлового потоку, тобто світловий потік, віднесений до тілесного кута, в якому він випромінюється:



де ***ω*** − тілесний кут (в стерадіанах) або частина простору, укладеного всередині конічної поверхні.

В системі СІ одиниця сили світла − кандела (кд) дорівнює силі світла, яка випромінюється з поверхні площею 1/600000 м2 повного випромінювача в перпендикулярному напрямку, при температурі випромінювача, яка дорівнює температурі затвердіння платини, при тиску 101325 Па.

Освітленість (***Е***) − відношення світлового потоку до площі освітлюваної ним поверхні (***S***):



Одиниця освітленості − люкс (лк). Люкс дорівнює освітленості, створюваної світловим потоком ***F*** в 1 люмен, рівномірно розподіленій по площі в один квадратний метр.

Яскравість (***В***) − відношення сили світла в даному напрямку до площі проекції випромінювальної поверхні на площину, перпендикулярну до даного напрямку випромінювання:

, кд/м2 .

**Показники якості світла**.

Фон − поверхня, прилегла безпосередньо до об'єкта розпізнавання, на якій він розпізнається. Фон вважається світлим, якщо коефіцієнт відбиття ***ρ*** > 0,4. Коефіцієнт відбиття є відношенням відбитого від поверхні світлового потоку (***Fвідб***) до падаючого на поверхню світлового потоку ***Fпад***, тобто

**

При *ρ* = 0,2 ÷ 0,4 фон вважається середнім, а при ρ <0,2 − темним.

Контраст ***К*** об'єкта розпізнавання з фоном визначається за виразом:

 ,

де ***Вф***, ***В0*** − яскравість фону та об'єкта відповідно. Контраст вважається великим при *К*> 0,5; середнім при *К* = 0,2 ÷ 0,5 і малим при *К* <0,2.

Видимість (***V***) − характеристика здатності ока сприймати об'єкт. Видимість визначається шляхом ділення значення контрасту об'єкта розпізнавання на значення найменшого помітного контрасту (***Кпор***):



Показник засліпленості ***р*** − критерій оцінки сліпучої дії, створюваного освітлювальної установкою. Визначається за формулою:

*р = (s − 1) ∙1000,*

где *s=v1/v2* – коефіцієнт засліпленості; *v1* – видимость объекту спостереження під час екранування блискучих джерел света, *v2* – видимість об'єкту спостереження за наявності блискучих джерел в полі зору.

**Побудова люксметра Ю116**

Розроблені в даний час методи та засоби дозволяють вимірювати горизо-

нтальну, вертикальну, похилу і об'ємну освітленість.

Застосовувані для цього прилади − люксметри різних модифікацій, фотометри і вимірювальні пристрої для вимірювання видимості.

У виробничих умовах для контролю за освітленістю поширені люксметри типів Ю16, Ю116, Ю117. Всі вони є поєднанням селенового фотоелемента і міліамперметра, градуйованого в люксах (лк). Розглянемо побудову і принцип дії люксметра Ю116.

Принцип дії люксметра Ю116 заснований на явищі фотоелектричного ефекту. Якщо світло потрапляє на поверхню фотоелемента в замкнутому колі приладу Ю116, яке складається з фотоелемента і магнітоелектричного вимірювального приладу (чутливого гальванометра) виникає струм, який відхиляє стрілку гальванометра.

Принцип дії приладу Ю116 полягає у взаємодії магнітного поля в повітряному зазорі, створюваного магнітом і фотострумом, що протікає в обмотці рамки. У результаті цієї взаємодії виникає обертовий момент, який відхиляє рухому частину приладу.

Величина струму прямо пропорційна інтенсивності світла, яке потрапляє на селеновий фотоелемент. Це дозволяє визначити її числове значення інтенсивності світла.

Люксметр Ю116 складається з електровимірювального приладу (гальванометра) − рис. 1, фотоелемента − 2, світло-поглинальної насадки − 3, що надівається на фотоелемент.

2

1

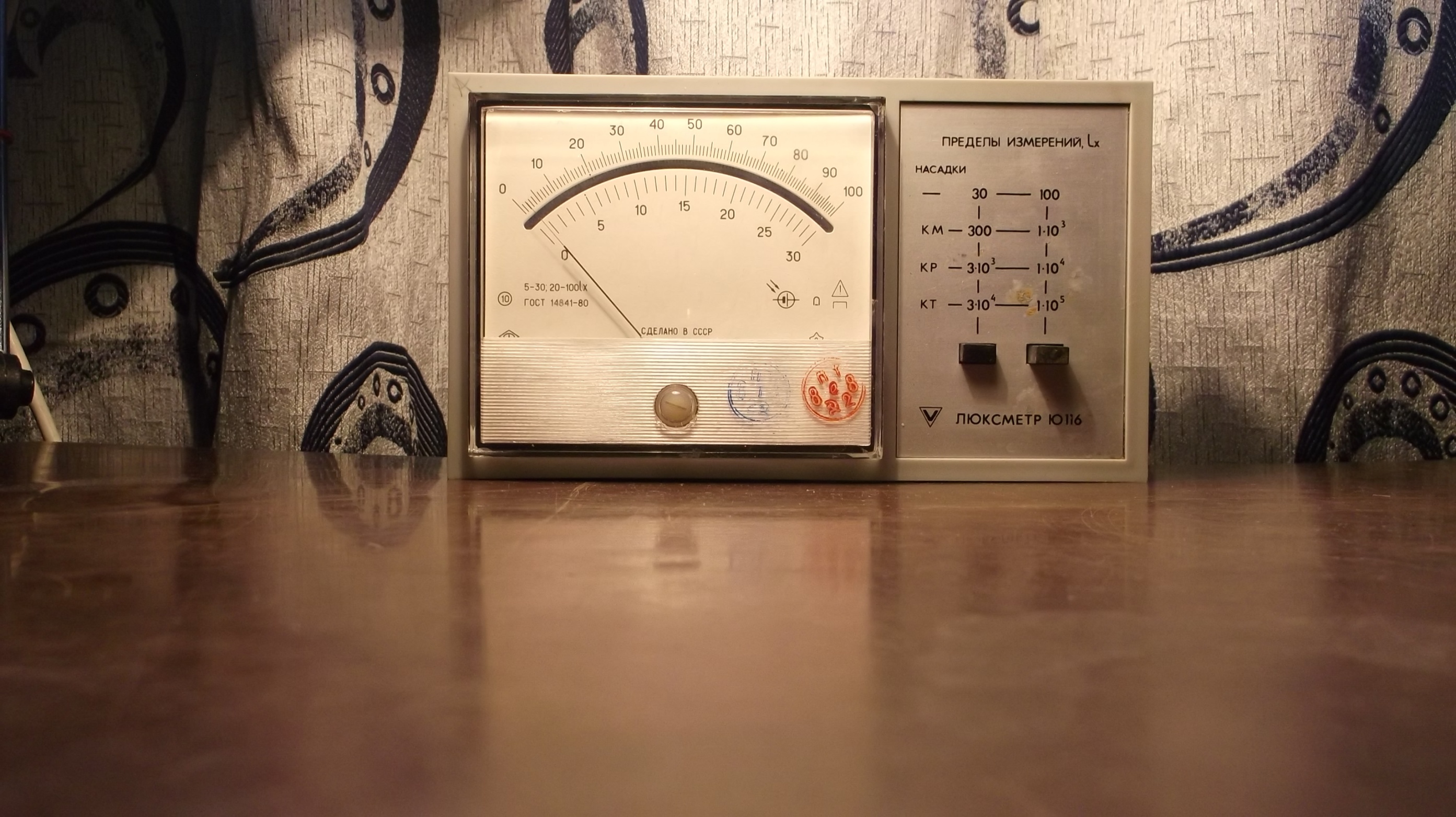


Рисунок 1 − Електровимірювальний прилад люксметра Ю116



Рисунок 2 − Фотоелемент люксметра Ю116 без насадок



Рисунок 3 − Світло-поглинальна насадка «К» люксметра Ю116



Рисунок 4 − Світло-поглинальна насадка «Т(1000)» люксметра Ю116



Рисунок 5 − Світло-поглинальна насадка «Р(100)» люксметра Ю116



Рисунок 6 − Світло-поглинальна насадка «М(10)» люксметра Ю116

На боковій стінці корпусу вимірювального приладу розташований роз’єм для приєднання селенового фотоелемента. На передній панелі вимірювального приладу є перемикач меж вимірювання і коректор для встановлення стрілки в нульове положення.

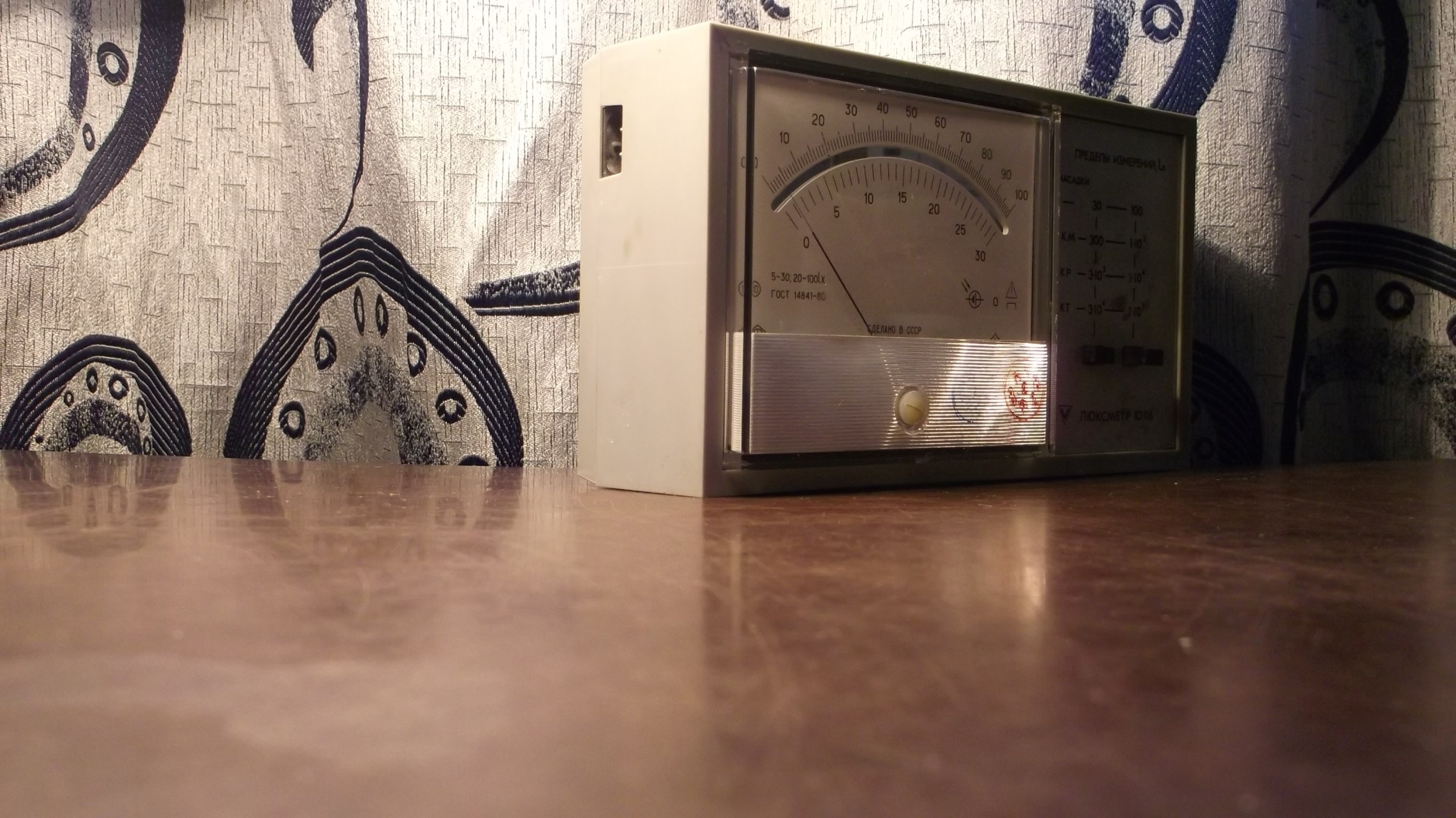


Рисунок 7 − Роз’єм для приєднання селенового фотоелемента

Шкала гальванометра проградуйована в люксах по еталонному джерелу світла. Вона має три основних діапазони: від 0 до 25 лк, від 0 до 100 лк і від 0 до 500 лк.

Гальванометр має дзеркальну шкалу, розділену на 50 поділок. Ручка перемикача повинна бути встановлена в одному з трьох положень: на цифрах 25, 100 і 500. Відповідно положенню перемикача ціна поділки шкали різна. У положенні перемикання на цифрі 25 ціна поділки шкали − 0,5 лк, на цифрі 100 − 2 лк, на цифрі 500 − 10 лк. Насадка − поглинач дає коефіцієнт поглинання, який дорівнює 100. Вона складається з двох стекол молочного кольору. В оправі поглинача розташовані пружні щічки, що фіксують його положення на фотоелементі.

Для зменшення косинусної похибки застосовується насадка на фотоелемент, вона позначена буквою К. Ця насадка застосовується не самостійно, а спільно з однією з трьох інших насадок, що мають позначення М, Р, Т. Кожна з цих трьох насадок спільно з насадкою К утворює три поглинача з коефіцієнтом ослаблення 10, 100, 1000 і застосовується для розширення діапазонів вимірювань.

Діапазон вимірюваних рівнів освітленості: без насадки 25 − 100 − 500 лк, з насадкою 2500 − 10000 − 50000 лк відповідно.

Принцип відліку значення вимірюваної освітленості полягає в наступному: при натиснутій правій кнопці слід користуватися для визначення показів приладу Ю116 шкалою 0 ÷ 100. При натиснутій правій кнопці слід користуватися шкалою 0 ÷ 30. Покази приладу в поділках за відповідною шкалою множать на коефіцієнт перерахунку шкали. Цей коефіцієнт зазначений на застосовуваній (під час вимірів) насадці.

Наприклад, на фотоелементі встановлені насадки К і Р, натиснута ліва кнопка, стрілка показує 10 поділок за шкалою 0 ÷ 30. Значить, вимірювана освітленість дорівнює 10 × 100 = 1000 лк.

Прилад проградуйований для вимірювання освітленості, створюваної лампами розжарювання. Тому при вимірюванні освітленості від люмінесцентних ламп необхідно вводити поправки. Для ламп денного світла (ДС) поправочний коефіцієнт дорівнює 0,9, а для ламп білого світла (БС) 1,1.

При вимірюванні природного освітлення поправочний коефіцієнт дорівнює приблизно 0,8 (він змінюється залежно від хмарності).

Схема люксметра показана на рис.

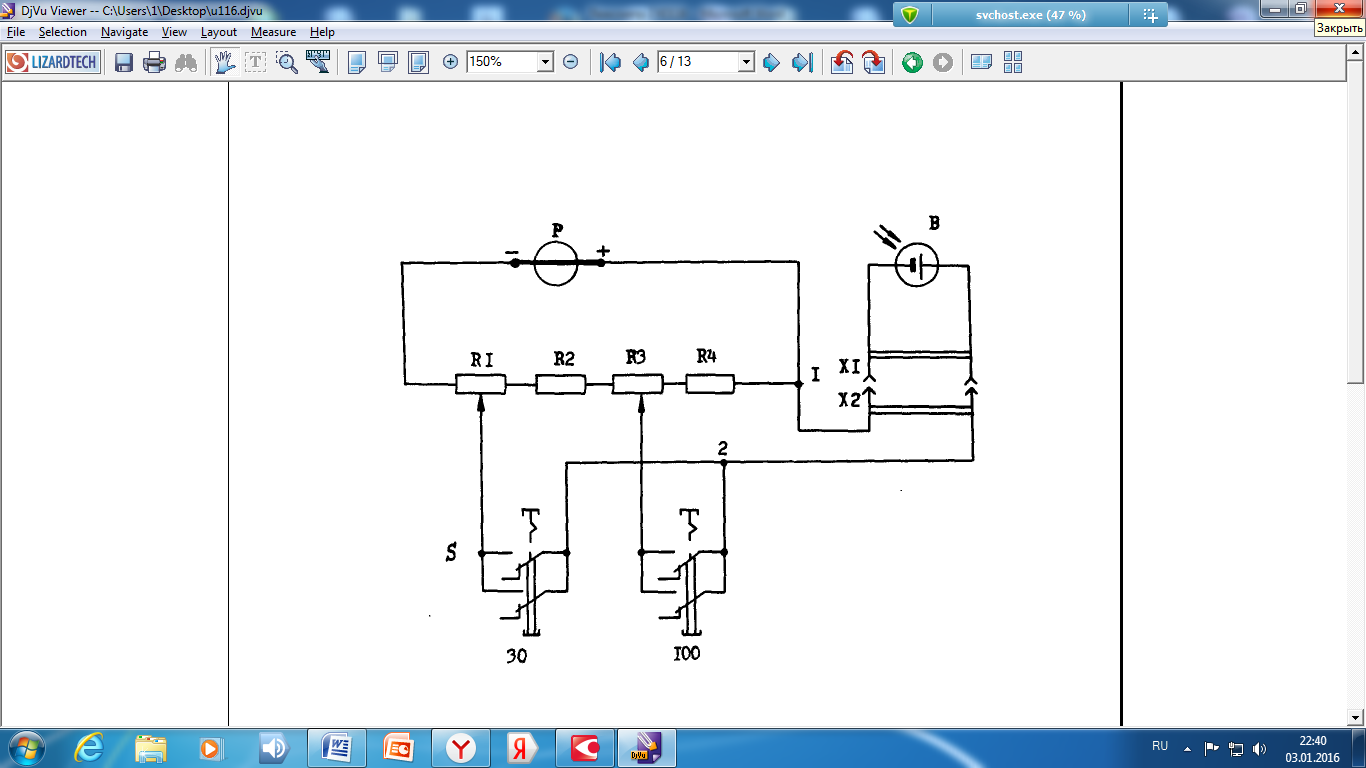


Рисунок 8 − Схема електрична принципова люксметра Ю116

На електричній принциповій схемі люксметра Ю116 (рис. 8) показані: R1, R4 − резистори 680 Ом, R2 − резистор 1 кОм, R3− резистор 470 Ом, Р −прилад М2027-5, X1 − розетка, X2 − вилка, Б − фотоелемент Ф55С, S − перемикач модульний типу П2К.

**Виконання лабораторної роботи**

Вимірювання світлових параметрів (освітленості та ін.) за допомогою люксметра Ю116

Люксметр Ю116 являє собою малогабаритний переносний прилад, що дозволяє проводити вимірювання освітленості безпосередньо за шкалою вимірювача.

При вимірюванні освітленості необхідно:

а) розташувати вимірювач горизонтально, далеко від струмопровідних провідників, які створюють сильні магнітні поля;

б) перевірити, чи знаходиться стрілка приладу на нульовій поділці шкали. Для цього фотоелемент слід від'єднати від вимірювача і в разі необхідності підправити положення стрілки за допомогою коректора;

в) підключити фотоелемент до приладу Ю116, дотримуючись полярності, яка зазначена на затискачах.

Вимірювання при штучному освітленні слід починати при положенні перемикача − 500.

При відхиленні стрілки менше 10 поділок шкали потрібно перевести перемикач у положення 100 і, якщо знову покази приладу будуть менше 10 поділок, то − у положення 25.

Вимірювання природної освітленості всередині приміщень поблизу світлових пройм приміщень і зовні необхідно здійснювати з поглиначем. Перемикач при цьому повинен бути встановлений в положення − 500.

При відхиленні приладу менш 10 поділок потрібно перевести перемикач в інше положення, яке відповідає меншим значенням освітленості.

При зменшенні освітленості до значення менше 500 лк, потрібно перемикач перевести в положення 500 і зняти поглинач. Слід пам'ятати, що похибка люксметра має максимальну величину на початку шкали.

**Вимірювання природного освітлення робочих місць в приміщенні**

Природне освітлення може бути боковим (через вікна у зовнішніх стінах), верхнім (через світлові ліхтарі і отвори в покритті), комбінованим (коли до верхнього освітлення додаються бокові).

Природне освітлення залежить від географічної широти місцевості, пори року і дня, внутрішньої побудови приміщення і вікон, відбивальних властивостей поверхонь, які знаходяться перед вікнами, ширини вулиці, стану неба та від інших причин.

Природне освітлення будь-якої точки в приміщенні характеризується коефіцієнтом природної освітленості ***е*** (КПО), який є записаним у відсотках значенням відношення освітленості в даній точці приміщення ***Евнут***до одночасної освітленості зовнішньої точки, що знаходиться в горизонтальній площині, освітленій розсіяним світлом всього небосхилу ***Езовн***:



Природна освітленість нормується згідно СНиП 23-05-95. Для встановлення необхідного нормативного значення КПО необхідно врахувати розмір об'єкта розпізнавання, тобто розряд зорової роботи, контраст об'єкта розпізнавання і фону, а також характеристику фону. Крім цього, враховується географічна широта місця розташування будівлі (коефіцієнтом світлового клімату) і орієнтування приміщення по сторонах горизонту.

У приміщеннях з боковим освітленням нормується мінімальне значення КПО (***емін***) в межах робочої зони.

У приміщеннях з верхнім або комбінованим освітленням нормується середнє значення КПО (***еср***).

Таблиця 1 − Нормовані значення коефіцієнтів природної освітленості

(КПО) у приміщеннях виробничих будівель, розташованих на північ від 45° і південніше 60° північної широти (за СНиП 23-05-95)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Розряди  зорової  роботи | Характер робіт,  виконуваних в приміщенні | | Норми КПО | |
| Вид робіт  за ступенем  точності | Розміри  об'єкта  розпізнавання, мм | При верхньому  і комбінованому освітленні | При  боковому освітленні (не менші) |
| I | Роботи найвищої  точності | Менше 0,15 | 10 | 2,8 |
| II | Роботи дуже  великої точності | Від 0,15 до 0,3 | 7 | 2,0 |
| III | Великої точності | Від 0,3 до 0,5 | 5 | 1,6 |
| IV | Середньої точності | Від 0,5 до 1,0 | 4 | 1,2 |
| V | Малої точності | Від 1,0 до 5 | 3 | 1,0 |
| VI | Грубі роботи | Від 5 і більше | 2 | 0,4 |
| VII | Робота з матеріалами, які світяться та з виробами у гарячих цехах | − | 1 | 0,2 |
| VIII | Роботи, які вимагають загального  спостереження за ходом виробничого процесу без  виділення окремих деталей | − | 0,7 | 0,2 |

Нормоване значення коефіцієнтів природної освітленості в приміщеннях виробничих будівель, розташованих на північ від 45° і південніше 60° північної широти наведено в таблиці 1.

Для визначення коефіцієнта природної освітленості потрібен люксметр. При виконанні лабораторної роботи необхідно провести ряд замірів:

− на відстані 0,5 м від вікна;

− в центрі приміщення;

− на відстані 1,5 м від стіни.

Всі виміри проводяться на рівні 0,8 ÷ 1 м від підлоги. За отриманими даними визначається фактичний коефіцієнт природної освітленості.

Під терміном «об'єкт розпізнавання» розуміємо окрему частину предмета (наприклад, нитку тканини, лінію, подряпину, пляму і т.п.), яку потрібно бачити під час виконання виробничих завдань; під розміром об'єкта відмінності розуміємо його мінімальний розмір (наприклад, товщину нитки, ширину подряпини і т. п.).

Всі дані заносяться в таблицю спостережень 2.

Таблиця 2 − Результати вимірювань природного освітлення робочих місць в приміщенні.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  виміру | Місце виміру | Освітленість  всередині  приміщення, лк | Освітленість зовні будинку, лк | Фактичний коефіцієнт природної освітленості, % |
| 1 і т.д. |  |  |  |  |

Далі, використовуючи нормативи (табл. 1), необхідно зробити висновок. Запишіть у висновок які розряди робіт по точності можна робити в тих місцях, де вами були проведені заміри.

**Література**

1.\_Люксметр Ю116. Техническое описание и инструкция по эксплуатации люксметра Ю116. − М.: В/О Машприборинторг, 1975. − 13 с.

2.\_Долин П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. − 6-е изд.. перераб. и доп. − М.: Энергоиздат, 1985. − 824 с.

3.\_Тиходеев П. М. Световые измерения в светотехнике (фотометрия). / П. М. Тиходеев − 2-е изд.. перераб. и доп. − М.: Госэнергоиздат, 1962. − 463 с.

4.\_Расчёт и проектирование искусственного освещения помещений общественных зданий. Пособие к МГСН 2.06-99 − М.: Энергоиздат, 1999. − 107 с.

5.\_Естественное и искусственное освещение. Государственные строительные нормы Украины. Инженерное оборудование зданий и сооружений. ДБН В.2.5-28-2006. / − К.: Минстрой Украины. ГП «Укрархбудінформ», 2006. − 76 с.

**Додаток А**

**Люксметр Ю117**

Люксметр Ю 117 призначений для вимірювання освітленості, створюваної лампами розжарювання і природним світлом, джерела якого розташовані довільно відносно світлоприймача люксметра. Переносний фотоелектричний люксметр Ю117 загальнопромислового призначення застосовується для контролю освітленості в промисловості, сільському господарстві, на транспорті та інших галузях народного господарства, а також для досліджень, що проводяться в наукових, конструкторських і проектних організаціях.

Ю117 призначений для експлуатації при температурі навколишнього повітря від мінус 10 до плюс 35°С і відносній вологості до 80% при 20± 5°С.

**Технічні характеристики**

Діапазон вимірювань люксметра від 0,1 до 100000 лк.

Межі допустимої відносної похибки люксметра в основному діапазоні вимірювань від 2 до 100 лк без насадок відповідають ± 10% від значення вимірюваної освітленості, а в діапазоні від 0,1 до 0,2 лк (без насадок) ± 30% від значення вимірюваної освітленості.

Збільшення допустимої похибки при переході з основного діапазону вимірювань на інші діапазони вимірювань, за допомогою встановлення або видалення відповідних насадок, не перевищує ± 5 від значення вимірюваної освітленості.

Габаритні розміри:

вимірювача люксметра − 210×125×85,

фотоелемента − 185×105×55,

футляра − 300×155×135.

**Побудова і робота люксметра Ю117.**

Принцип дії − магнітоелектричний.

Люксметр складається з вимірювача і окремого селенового фотоелемента з насадками. У пластмасовому корпусі вимірювача знаходиться прилад магнітоелектричної системи, підсилювач на мікросхемі, перемикач, резистори й інші елементи електричних ланцюгів, а також батареї живлення (дві батареї по 9 вольт кожна).

контроль напруги батарей живлення корегування «0»



Вимикач живлення, видів робіт та діапазонів

Рисунок А1 − Вигляд спереду приладу Ю117



відсік з гальванічними елементами (2 шт. по 9 вольт)

Рисунок А2 − Вигляд ззаду приладу Ю117