

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський національний технологічний університет

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Лабораторний практикум для студентів спеціальності
181 – Харчові технології

Затверджено на засіданні
кафедри харчових технологій
протокол № 3 від 5.10.2016 р.

Чернігів ЧНТУ 2016

Основи охорони праці. Лабораторний практикум для студентів спеціальності 181 – Харчові технології /Укл.: Челябієва В.М. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 40с.

Укладачі: ЧЕЛЯБІЄВА ВІКТОРІЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук,
доцент

Відповідальний за випуск: СИЗА ОЛЬГА ІЛЛІВНА,
завідувач кафедри харчових технологій
доктор технічних наук, професор

Рецензент: КОСТЕНКО ІГОР АНДРІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент
кафедри харчових технологій Чернігівського національного
технологічного університету

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У ВИРБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЗВУКОВОГО ТИСКУ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ОСВІТЛЕНOSTІ ТА ЗАГАЛЬНОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУГИ ДОТИКУ ТА КРОКУ. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ.....	32
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	40

Вступ

Основи охорони праці – нормативна дисципліна, яка вивчається з метою формування у майбутніх фахівців з вищою освітою необхідного в їхній подальшій професійній діяльності рівня знань та умінь з правових і організаційних питань охорони праці, з питань гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки та пожежної безпеки, визначеного відповідними державними стандартами освіти.

Запропонований лабораторний практикум включає лабораторні роботи з основних розділів дисципліни: промислової санітарії та техніки безпеки.. Мета виконання лабораторного практикуму – оволодіння навичками необхідними при визначенні параметрів шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища з метою прийняття вірних рішень при організації безпечної праці.

Задачі проведення лабораторних занять – придбати навички роботи з вимірювальними приладами (психрометр, анемометр, люксметр, шумомір тощо), вміти здійснювати самостійно дослідження умов праці та електробезпеки на робочих місцях, вміти на основі отриманих теоретичних знань робити відповідні висновки з експериментальних даних, застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань, користуватися довідковою літературою, стандартами, нормами тощо.

Лабораторна робота №1

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ У

ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

1.1 Мета: визначити основні параметри мікроклімату на робочому місці, оцінити їх відповідність санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень.

1.2 Короткі теоретичні відомості

Мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Оптимальні мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності. Але не завжди у виробничому приміщенні можна досягти оптимальних параметрів мікроклімату. На харчових і переробних підприємствах водяна пара надходить в повітря при проведенні вологих технологічних процесів, під час миття обладнання і сировини, через нещільності в трубопроводах і обладнанні, під час миття тари, підлоги, інструментів, тощо. Тому в таких випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обгрунтованою недоцільністю, для виробничих приміщень встановлюються допустимі параметри мікроклімату.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні теплові відчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Нормування параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях відбувається у відповідності до санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042–99) залежно від періоду року та категорії робіт за енерговитратами (табл. 1.1, 1.2).

Календарний рік поділяють на два періоди:

теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10 °С;

холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює +10 °С.

Категорія робіт – розмежування робіт за важкістю на основі загальних енерговитрат організму:

Легкі фізичні роботи (категорія І) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.) – категорія Іа та 141-175 Вт (121-150 ккал/год.) – категорія Іб. До категорії Іа належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Іб належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Фізичні роботи середньої важкості (категорія ІІ) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176-232 Вт (151-200 ккал/год.) – категорія ІІа та 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) – категорія ІІб. До категорії ІІа належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До категорії ІІб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Важкі фізичні роботи (категорія ІІІ) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291-349 Вт (251-300 ккал/год.). До категорії ІІІ належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Таблиця 1.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період	Легка Іа	22-24	40-60	0,1
	Легка Іб	21-23	40-60	0,1
	Середньої важкості ІІа	19-21	40-60	0,2
	Середньої важкості ІІб	17-19	40-60	0,2
	Важка ІІІ	16-28	40-60	0,3
Теплий період	Легка Іа	23-25	40-60	0,1
	Легка Іб	22-24	40-60	0,2
	Середньої важкості ІІа	21-23	40-60	0,3
	Середньої важкості ІІб	20-22	40-60	0,3
	Важка ІІІ	18-20	40-60	0,4

Таблиця 1.2 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на постійних і непостійних робочих місцях	Швидкість руху повітря (м/с) на постійних і непостійних робочих місцях
		Верхня межа		Нижня межа			
		на постійних робочих місцях*	на непостійних робочих місцях*	на постійних робочих місцях*	на непостійних робочих місцях*		
Холодний період	Легка Іа	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Іб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка ІІІ	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий період	Легка Іа	28	30	22	20	55 при 28 °С	0,1-0,2
	Легка Іб	28	30	21	19	60 при 27 °С	0,1-0,3
	Середньої важкості Іа	27	29	18	17	65 при 26 °С	0,2-0,4
	Середньої важкості Іб	27	29	15	15	70 при 25 °С	0,2-0,5
	Важка ІІІ	26	28	15	13	75 при 24 °С	0,5-0,6

*/ Постійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем.

Непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. При коливаннях мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при прийманні до експлуатації нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо

При проведенні вимірювання в холодний період року температура зовнішнього повітря не повинна бути вищою за середню розрахункову температуру, в теплий період – не нижчою за середню розрахункову температуру, що приймається для опалення та кондиціонування за оптимальними та допустимими параметрами. Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи та 1,5 м від підлоги при роботі стоячи.

Параметри оцінюються:

- як оптимальні, якщо середнє значення та результати не менше 2/3 вимірювань знаходяться в межах оптимальних величин (табл. 1.1);
- як допустимі, якщо середнє значення та результати не менше 2/3 вимірювань знаходяться в межах допустимих величин (табл. 1.2);
- як такі, що не відповідають Санітарним нормам, якщо середнє значення та результати більше 2/3 вимірювань не відповідають значенням таблиць 1.1, 1.2.

Вимірювання температури повітря у виробничому приміщенні здійснюється звичайними ртутними термометрами. При наявності джерела теплового випромінювання застосовують парний термометр – два термометри, у яких резервуар одного зачорнений, а другого – посріблений. Дійсну температуру повітря в цьому випадку визначають за формулою:

$$T = T_C - K(T_C - T_3) \quad (1.1)$$

де T_C – показник посрібленого термометра, °С;

T_3 – показник зачорненого термометра, °С;

K – константа приладу (наводиться у паспорті або інструкції до приладу).

Повітря у виробничому приміщенні може мати різний вміст водяної пари. Вологість повітря має такі визначення: абсолютна вологість – маса водяної пари в кг, яка міститься в 1 м³ вологого повітря; вологомісткість – маса водяної пари в кг, що міститься в 1 кг повітря; відносна вологість – відношення водяної пари, яка міститься в повітря, до її масової кількості потрібної для повного насичення вологою повітря при даній температурі. Відносна вологість виражається у відсотках.

Вимірювання відносної вологості повітря здійснюється психрометрами. Існують психрометри без вентилятора (психрометр Августа) і з вентилятором (аспіраційний психрометр). Психрометр Августа складається з двох звичайних ртутних термометрів. Ртутна кулька одного з них обгорнута марлею, кінець якої у вигляді нещільного джгуту занурюють у резервуар з чистою водою. Цей

термометр називається вологим, інший сухим. При випаровуванні води з поверхні марлі ртуть вологого термометру охолоджується, тому вологий термометр завжди показує більш низьку температуру, чим сухий. Випаровування відбувається тим інтенсивніше, чим більш сухе повітря і більше швидкість його руху. За показаннями термометрів і таблиці, яка додається до психрометра Августа, визначають відносну вологість повітря.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів омиваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю, як у аспіраційному психрометрі (рис. 1.1), де два ртутних термометри (1), закріплені в металічній оправі і вміщені в захисні металічні труби (2), які сполучені загальним повітропроводом з вентилятором (3), що знаходиться в головці приладу.

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється анемометрами. У виробничій практиці застосовують два типи анемометрів – чашковий (рис. 1.2) та крильчастий.

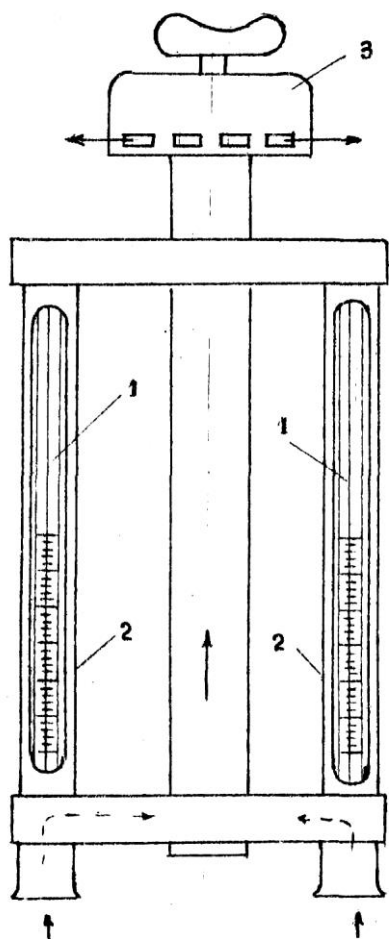


Рисунок 1.1 – Аспіраційний психрометр Ассмана

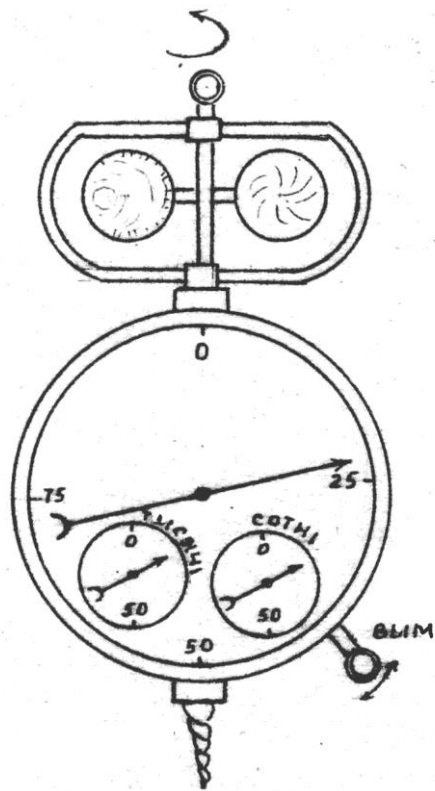


Рисунок 1.2 – Чашковий анемометр

Чашковий анемометр дозволяє робити заміри швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с, крильчастий застосовується при замірах швидкості від 0,5 до 5 м/с.

Вимірювання атмосферного тиску здійснюють барометром-анероїдом. Дія його заснована на здатності мембранної анероїдної коробки деформуватися при зміні атмосферного тиску. Лінійні переміщення мембрани перетворюються передаючим важільним механізмом у кутові переміщення стрілки приладу. Шкала градуйована у міліметрах ртутного стовпчика або у Па.

1.3 Експериментальна частина

1.3.1 Виміряйте температуру повітря в приміщенні. Результати вимірів занесіть до таблиці 1.3.

1.3.2 Визначте відносну вологість повітря за допомогою психрометрів Августа та Ассмана.

Для визначення вологості повітря за допомогою психрометра Августа необхідно зволожити марлю, якою обмотана ртутна кулька вологого термометру, і зачекати поки значення температури стануть постійними. Зафіксуйте показники температури t_b вологого та t_c сухого термометрів психрометра. Визначте різницю в показниках $\Delta t = t_c - t_b$, °С. Користуючись психрометричною таблицею, що знаходиться на панелі психрометра Августа, за значенням t_b (температура вологого термометра) і Δt знайдіть відносну вологість повітря.

Для визначення вологості повітря (R) за аспіраційним психрометром (рис. 1.1) необхідно підвісити його на кронштейн, піпеткою змочити водою марлю вологого (лівого) термометру і завести пружину вентилятора до упору. Коли вентилятор зупинить свій рух (7-8 хв.), зняти показники з обох термометрів і визначити відносну вологість за психрометричним графіком (рис. 1.3). Вентилятор аспіраційного психрометра може приводитись до руху не за допомогою механічної пружини, а від електричної мережі. В цьому випадку психрометр після зволоження марлі вмикають в розетку на 7-8 хв., потім вимикають і роблять виміри.

Всі виміри занесіть до таблиці 1.3.

1.3.3 Виміряйте швидкість руху повітря (рух повітря створюється настільним вентилятором) за допомогою чашкового анемометру. Для цього спочатку запишіть початкові показники за шкалою “тисячі”, “сотні” та “одиниці” анемометру (рис. 1.2). Встановіть анемометр на відстані 30-40 см від вентилятора і увімкніть вентилятор. Через 10-15 с, коли чашки анемометру почнуть обертатися з постійною швидкістю, увімкніть одночасно анемометр і секундомір. Вимір здійснюють протягом 100 с, потім анемометр вимикають і записують кінцеві показники за всіма шкалами анемометру. Розрахуйте різницю Δn між кінцевим і початковим показником. Заміри виконують тричі. Отримані значення Δn трьох замірів сумують і ділять на сумарний час вимірів (300 с). За отриманим значенням, користуючись графіком (рис. 1.4), визначають швидкість руху повітря у приміщенні.

Всі отримані результати заносять до таблиці 1.3.

1.3.4 Визначте атмосферний тиск у приміщенні у кПа та мм рт. ст., користуючись барометрами-анероїдами. Результати занесіть до таблиці 1.3.

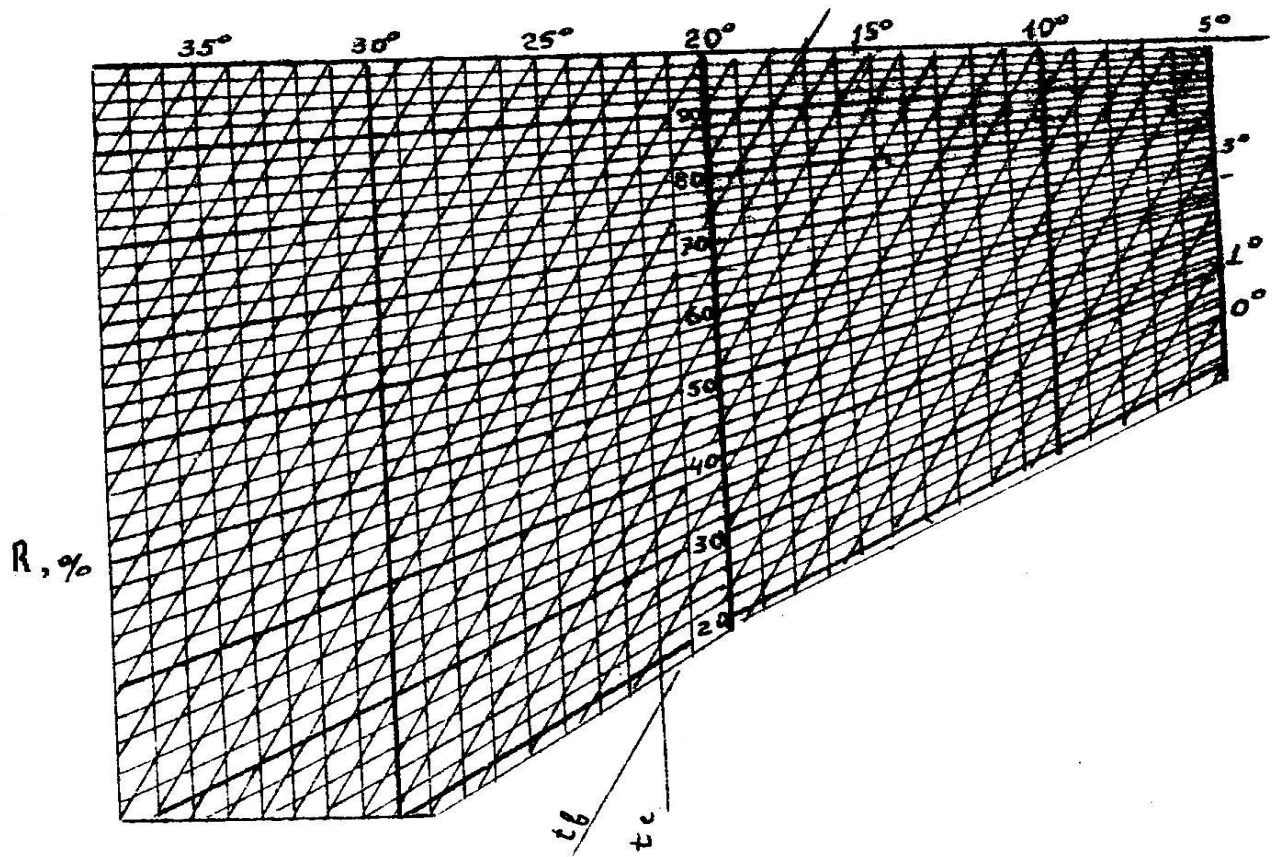


Рисунок 1.3 – Психрометричний графік для визначення відносної вологості

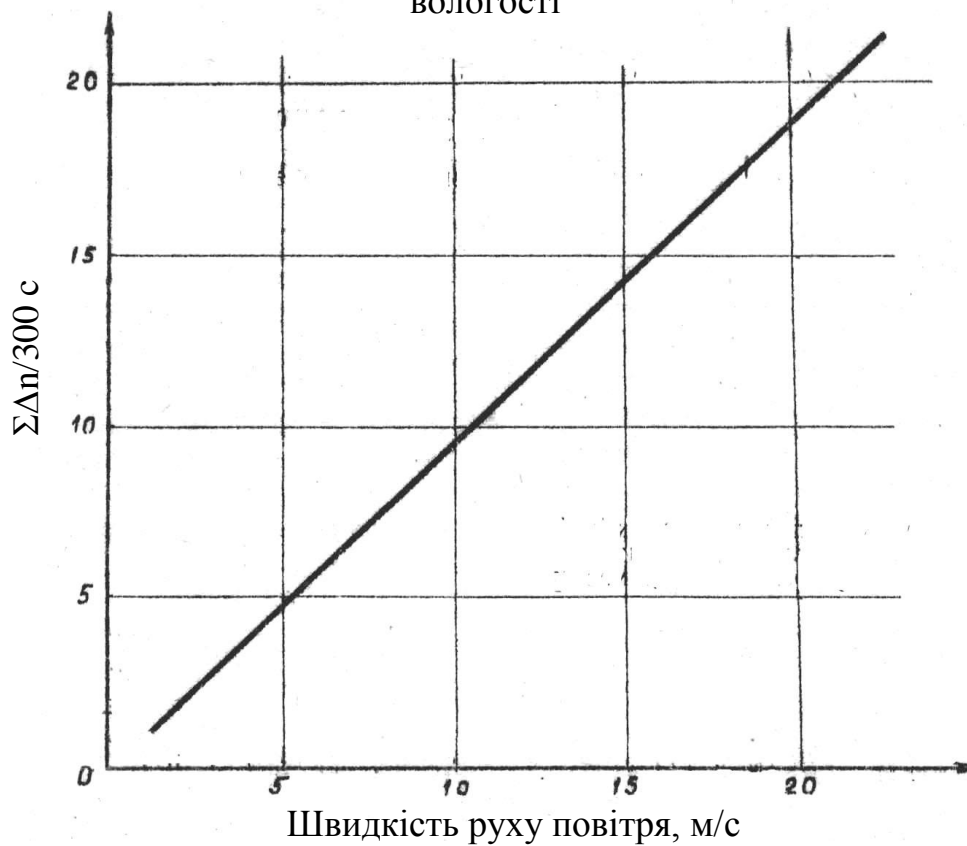


Рисунок 1.4 – Графік для визначення швидкості руху повітря в залежності від показників анемометра

Таблиця 1.3 – Протокол експерименту

№ п/п	Найменування параметрів	Згідно з нормами	Результат
1	Характер приміщення, де виконується робота –		
2	Період року –		
3	Категорія робіт, що виконуються –		
4	Температура повітря, °С		
5	Відносна вологість повітря, % за: психрометром Августа: показники вологого термометру, °С – показники сухого термометру, °С – аспіраційним психрометром Ассмана: показники вологого термометру, °С – показники сухого термометру, °С –		
6	Швидкість руху повітря (час заміру 100 с), м/с		
	номер заміру	початкові показники	кінцеві показники
			різниця, Δn
			$\frac{\Sigma \Delta n}{300 \text{ с}}$
	замір 1		
	замір 2		
	замір 3		
7	Барометричний тиск, мм рт. ст. – Барометричний тиск, кПа –		

1.4 Висновки

Студент, порівнюючи результати замірів з нормами метеорологічних умов, робить висновок, чи відповідають параметри мікроклімату категорії робіт, що виконуються у приміщенні.

1.5 Контрольні питання

- 1) Які параметри повітря визначають метеорологічні умови?
- 2) З якою метою нормуються метеорологічні умови?
- 3) В залежності від яких факторів нормуються метеорологічні умови?
- 4) Яким документом нормуються параметри мікроклімату у виробничому приміщенні?
- 5) Що називають оптимальними, допустимими параметрами мікроклімату? Коли в приміщенні можна встановлювати допустимі параметри?
- 6) Що називають відносною вологістю повітря?
- 7) Якими приладами визначають параметри мікроклімату у приміщенні?

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЗВУКОВОГО ТИСКУ У

ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

2.1 Мета: визначити рівень звукового тиску на робочому місці, оцінити його відповідність санітарним нормам виробничого шуму. Визначити необхідне зниження шуму на робочому місці, запропонувати засоби захисту, за допомогою яких можна досягти потрібного зниження шуму.

2.2 Короткі теоретичні відомості

Експлуатація переважної більшості технологічного обладнання, енергетичних установок, машин та механізмів пов'язана з виникненням шумів та вібрації різної частоти та інтенсивності, котрі справляють несприятливий вплив на організм людини.

Шум може тимчасово активізувати або постійно пригнічувати психічні процеси організму людини. Фізіологічні та біологічні наслідки можуть проявлятися у формі порушення функцій слуху та інших аналізаторів, зокрема вестибулярного апарату, координуючої функції кори головного мозку, нервової системи, систем травлення і кровообігу.

Індивідуальні особливості людини, пов'язані з різними психологічними реакціями на вплив шуму, суттєво впливають на його сприйняття.

Шум не лише погіршує самопочуття людини і знижує продуктивність праці на 10—15%, але нерідко призводить до професійних захворювань.

Матеріальні збитки від цих захворювань значно більші, ніж від інших професійних захворювань. У зв'язку з цим боротьба з шумом має не лише санітарно-гігієнічне, але й техніко-економічне значення, вказує на необхідність розробки комплексу інженерно-технічних та організаційних заходів щодо зниження шуму до нормативних значень.

Шум – хаотичне сполучення звуків, різної частоти та інтенсивності (сили). Він характеризується суцільним спектром (енергія загасаючих коливань безперервно розподілена в деякій області частот).

Звук – коливання частинок повітря або іншого пружного середовища, які розповсюджуються у вигляді хвиль. Звук характеризується лінійчатим спектром (виділяються окремі частотні групи), такий спектр мають музичні звуки.

Людина сприймає звук у діапазоні частот від 16 до 20000 Гц. Звук з частотою менше 16 Гц називається інфразвуком, більше 20000 Гц – ультразвуком.

За характером спектра шуми слід поділяти на:

- широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;
- вузькосмугові або тональні, в спектрі яких є виражені дискретні тони.

За часовими характеристиками шуми слід поділяти на:

- постійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра за шкалою "А";

- непостійні, рівень шуму яких за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою "повільно" шумоміра за шкалою "А". Непостійні шуми поділяються на:
 - мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;
 - переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра за шкалою "А", при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;
 - імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБА, виміряні на часових характеристиках "імпульс" та "повільно" шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

Параметри шуму, що нормуються.

Параметри постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукових тисків у октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах, які визначаються за формулою:

$$L = 20 \lg P/P_0 \quad (2.1)$$

де P – середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па; P_0 – вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює $2 \cdot 10^5$ Па.

Для орієнтовної гігієнічної оцінки параметрів постійного ширококутового шуму на робочих місцях (табл. 2.1), що нормуються, дозволяється застосовувати рівень шуму в дБА, виміряний за шкалою "А" часової характеристики "повільно" шумоміру та визначений за формулою:

$$L_A = 20 \lg P_A / P_0 \quad (2.2)$$

де P_A – ефективне значення звукового тиску з урахуванням корекції "А" шумоміра, Па.

Корекція необхідна, щоб наблизити результат об'єктивних вимірювань до суб'єктивного сприйняття шуму людиною. Стандартні значення корекції такі:

Частота, Гц	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL , дБ	80	42	26,3	16,1	8,6	3,2	0	-1,2	-1,0	1,1

Параметрами непостійного шуму (що коливається в часі та переривається) на робочих місцях, які нормуються, є інтегральний рівень – еквівалентний (за енергією) та максимальний рівень шуму у дБА.

Еквівалентний рівень – це рівень постійного шуму, дія якого відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, виміряного за шкалою "А" шумоміра.

Нормування шуму за рівнем звуку в дБА засновано на вимірювання за шкалою А шумоміра, який імітує чутливість органу слуху до шуму різної гучності. Рівень звуку в дБА використовується для орієнтовної оцінки постійного і непостійного шуму, бо при цьому не враховується його спектр.

Таблиця 2.1 – Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								Рівень звуку й еквівалентний рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність; робочі місця у приміщеннях - дирекції, проектно-конструкторських бюро, розрахувачів, програмістів обчислювальних машин у лабораторіях для теоретичних робіт та обробки даних, прийому хворих у медпунктах	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії: робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3.Робота, що виконується за вказівками та акустичними сигналами, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами: робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону; у приміщеннях лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп. 1 - 4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (табл. 2.1).

Зони з рівнем звуку вище 85 дБА повинні бути позначені знаками небезпеки. Працюючих в цих зонах адміністрація зобов'язана забезпечити засобами індивідуального захисту.

Необхідне зниження шуму на робочому місці в приміщенні, де знаходиться одно із джерел шуму, визначається за формулою:

$$\Delta L_{\text{необ.}} = L - L_{\text{доп.}}, \text{ дБ} \quad (2.3)$$

де L – октавний рівень звукового тиску, дБ або рівень звуку, дБА, створений джерелом на робочому місці (вимірюється шумоміром); $L_{\text{доп.}}$ – допустимий октавний рівень звукового тиску, дБ або допустимий рівень звуку, дБА (визначається за таблицею 2.1).

Згідно із ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ – “Шум. Общие требования безопасности” – зниження шуму можливо досягти розробкою шумонебезпечної техніки, застосуванням засобів та методів захисту від шуму.

Зниження шуму на робочому місці можна досягти, наприклад, звукоізолюючим кожухом. Під звукоізоляцією кожуха розуміється зниження звукової потужності шуму, випроміненого джерелом в оточуючий простір, в результаті установки на джерело звукоізолюючого кожуха. Кожух дозволяє суттєво знизити шум безпосередньо близько від працюючого обладнання на найближчих до джерела робочих місцях, що неможливо зробити іншими акустичними засобами.

Кожух може закривати повністю джерело шуму і встановлюватися на підлогу приміщення, а може закривати лише найбільш шумну частину машини, через особливість експлуатації і обслуговування джерела шуму, і кріпитися до стінки через віброізолювальні прокладки.

2.3 Експериментальна частина

2.3.1 За допомогою приладу ШУМ-1М30 (рис. 2.1) виміряти рівень звуку на робочому місці від вказаного викладачем джерела шуму при відсутності засобів захисту від шуму і при наявності звукоізолюючого кожуха.

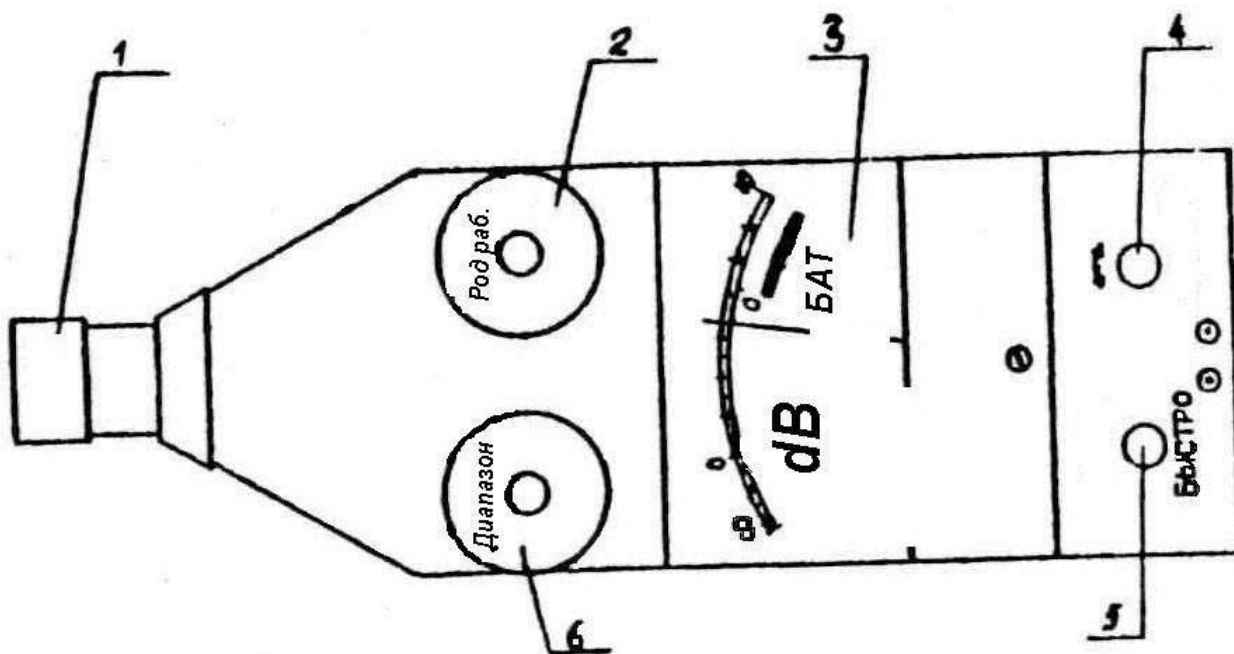
При роботі з шумоміром необхідно кнопку 5 “Быстро” – натиснути, а перемикач 2 перевести в положення “Батарей”, якщо стрілка вимірювача 3 встановилась в секторі з написом БАТ, то батарея придатна до роботи і можна проводити підготовку приладу, для чого перемикач 2 перевести в положення “КАЛІБР” і поворотом ручки 4 стрілку встановити на нуль нижньої шкали.

Для вимірювання рівня звуку прилад розташовують на відстані 1 м від джерела шуму.

При вимірюванні рівня звуку в дБА перемикач 2 встановлюють в положення А. Якщо вимірюється постійний шум, то перемикач 5 необхідно натиснути в положення “повільно” (кнопка відтиснута). Перемикач діапазону вимірювань 6 треба поставити в положення 100 дБА та при вимірюванні перемикати на менші рівні до тих пір, поки стрілка приладу не буде знаходитись між значеннями 0 та 10 верхньої шкали. Рівень шуму визначають

як суму значення діапазону вимірювання, на якому встановлено перемикач 6 та значення, що показує вимірювальний прилад. Наприклад, перемикач 6 стоїть на діапазоні 60 дБ, а стрілка показує на ділення 4, тоді рівень шуму складає 64 дБ.

Результати вимірювань занесіть до таблиці 2.2.



- 1 – мікрофон; 2 – перемикач “РОД РАБОТЫ”; 3 – табло приладу;
 4 – установка нуля; 5 – перемикач часової характеристики;
 6 – перемикач діапазону вимірювання

Рисунок 2.1 – Шумомір-1М30

2.3.2 За допомогою приладу ВШВ-003-М2 виміряти октавні рівні звукового тиску на робочому місці при ввімкненому джерелі шуму за відсутності засобів захисту від шуму і за наявності звукоізолюючого кожуха.

Порядок роботи з приладом ВШВ-003-М2:

- встановити перемикач приладу “РОД РАБОТЫ” в положення S;
- встановити перемикач приладу “ДЛТ 1, дБ” в положення 80;
- встановити перемикач приладу “ДЛТ 2, дБ” в положення 50, при цьому світиться індикатор 130 дБ;
- встановити перемикач приладу “ФЛТ, Hz” в положення ОКТ;
- за допомогою перемикача “ФЛТ ОКТ” вибрати необхідний октавний фільтр, при цьому для шкали в Гц (36,5 Гц, 63 Гц) кнопка kHz/Hz повинна бути натиснута, а для шкали в кГц (0,125 кГц, 0,25 кГц, 0,5 кГц, 1 кГц і т.д.) – відтиснута;
- провести вимірювання октавних рівнів звукового тиску, при цьому капсуль ВПМ-101, за допомогою якого вимірюють шум, необхідно тримати на витягнутій руці в напрямку джерела шуму;
- якщо при вимірювання стрілка приладу знаходиться на початку шкали, її слід ввести в сектор 6-10 дБ спочатку перемикачем ДЛТ 1, а потім перемикачем ДЛТ 2, якщо при роботі з перемикачем ДЛТ 1 загорається і не згасає індикатор ПРГ, то необхідно перевести перемикач ДЛТ 1 на

більш високий рівень (вправо) поки не згасне індикатор ПРГ, і потім працювати з перемикачем ДЛТ 2;

- для визначення результату вимірювань необхідно додати показник за верхньою шкалою приладу, дВ, що відповідає індикатору, який світиться, і показання стрілки приладу;
 - після закінчення вимірювань, необхідно всі перемикачі виставити у вихідний стан, а перемикач “РОД РАБОТЫ” в положення О.
- Всі отримані результати занесіть до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати вимірювань

Найменування показника, який визначається	Рівень звуку, дБА (за ШУМ-1М30)	Октавні рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц (за ВШВ-003-М2)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без засобів захисту від шуму, L									
Допустимий, L _{доп.} (табл. 2.1)									
Необхідне зниження шуму, L _{необ.}									
Із засобами захисту від шуму, L _{кож.}									
Фактичне зниження шуму, L – L _{кож.}									
Потрібна звукоізоляція засобу захисту від шуму, L – L _{доп.} +5									

2.4 Висновки

Студент робить висновок про відповідність виміряних октавних рівнів звукового тиску і рівня звуку, дБА, санітарним нормам виробничого шуму на робочих місцях ДСН 3.3.6.037-99. Чи досягається необхідне зниження шуму при використанні звукоізолюючого кожуха? Запропонуйте при необхідності додаткові засоби захисту від шуму на робочому місці.

2.5 Контрольні питання

- 1) Шум, фізіологічні характеристики шуму.
- 2) Класифікації шуму.
- 3) Нормування виробничого шуму: параметри, які нормуються, основні нормативні документи.
- 4) Засоби захисту від шуму.
- 5) Призначення звукоізолюючого кожуха.
- 6) Прилад та методика вимірювання рівня звуку, дБА.
- 7) Прилад та методика вимірювання октавних рівнів звукового тиску, дБ.

Лабораторна робота № 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ОСВІТЛЕНОСТІ ТА ЗАГАЛЬНОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ

3.1 Мета: навчитися вимірювати природну освітленість, потрібну для виконання різних видів зорової роботи, розраховувати необхідну площу світлових прорізів для забезпечення нормованої освітленості. Ознайомитися з принципами нормування штучного освітлення виробничих приміщень, методом коефіцієнта використання світлового потоку розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості – потрібну кількість світильників.

3.2 Короткі теоретичні відомості

Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях – одна з умов забезпечення нормальної виробничої діяльності людини. Недостатня освітленість робочого місця може спричинити професійне захворювання або виробничий травматизм. Нормативний документ ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

Приміщення з постійним перебуванням людей (торгівельні зали, виробничі приміщення тощо) повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим світлом.

Природне освітлення – освітлення приміщень прямим або відбитим денним світлом (видима частина променевої енергії сонця).

Бічне природне освітлення – освітлення приміщення через світлові прорізи у зовнішніх стінах.

Верхнє природне освітлення – освітлення приміщення через світлові ліхтарі, прорізи у покритті або у стінах місць перепаду висот будівлі.

Комбіноване освітлення – поєднання верхнього та бічного природного освітлення. Через постійну зміну зовнішнього світла природна освітленість на робочих місцях характеризується коефіцієнтом природної освітленості.

Коефіцієнт природної освітленості (КПО або e) – відсоткове відношення природної освітленості у будь-якій точці всередині приміщення ($E_{\text{вн}}$) до одночасно вимірної на тому ж рівні освітленості зовнішньої горизонтальної площини рівномірно розсіяним (дифузійним) світлом усього небосхилу ($E_{\text{зов}}$).

$$\text{КПО} = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{зов}}} \cdot 100\% , \quad (3.1)$$

Для приміщень з одностороннім бічним освітленням нормується мінімальне значення КПО у точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, найбільш віддаленій від світлових прорізів, на перетині вертикальної площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні.

Робоча поверхня – поверхня, на якій проводиться робота та нормується або вимірюється освітленість.

Умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від рівня підлоги.

Характерний розріз приміщення – поперечний розріз, площина якого перпендикулярна до площини світлових прорізів або до поздовжньої осі приміщення.

Для приміщень із двостороннім бічним освітленням нормується мінімальне значення КПО у точці посередині приміщення на перерізі вертикальної площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні.

У разі комбінованого освітлення допускається розподіл приміщення на зони з бічним (прилеглі до зовнішніх стін з вікнами) та верхнім освітленням. Нормування та розрахунок природного освітлення у кожній зоні проводиться окремо.

Під час нормування природної освітленості визначається найменший розмір об'єкта розрізнення, відповідний йому розряд зорової роботи та нормований коефіцієнт природної освітленості.

Об'єкт розрізнення – предмет або його частина, які потрібно розрізнити в процесі роботи.

Розмір об'єкта розрізнення – найменший розмір, який має чітко розрізнити око під час виконання конкретної роботи (наприклад, товщина ліній шрифту під час читання тексту чи товщина ліній креслення під час його виконання, тощо).

Нормовані значення КПО залежать від поясу світлового клімату. Уся територія СНД поділена на п'ять поясів світлового клімату. Світловий клімат – сукупність умов природного освітлення в тій чи іншій місцевості за період понад 10 років.

Нормовані значення КПО для приміщень, розташованих в різних районах, визначаються за формулою:

(3.2)

$$e_H = e \cdot m,$$

де e – значення КПО за табл. 3.1;

m – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 3.2;

Таблиця 3.1 – Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень (витяг з ДБН В. 2.5–28–2006)

Характеристика зорових робіт	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення	Природне освітлення
				Освітленість, лк	КПО, %
				при загальному освітленні	при боковому освітленні
Середньої точності	0,5-1	IV	а	300	1,5
			б	200	
			в	200	
			г	200	
Малої точності	1-5	V	а	300	1,0
			б	200	
			в	200	
			г	200	
Груба	Більше 5	VI	–	200	1,0

Таблиця 3.2 – Значення коефіцієнта світлового клімату

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, m	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл.	Решта території України
В зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,90
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,90
	З, С	0,80	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,80	0,85
	ПД	0,75	0,85
Примітка. ПН - північ; ПНС - північ-схід; ПНЗ - північ-захід; С - схід; З - захід; ПД - південь; ПДС - південь-схід; ПДЗ - південь-захід			

Нерівномірність природного освітлення – відношення середнього значення КПО до його найменшого значення у межах даного приміщення.

Нерівномірність природного освітлення виробничих приміщень не повинна перевищувати 3:1. Нерівномірність природного освітлення не нормується для приміщень з бічним освітленням, у разі виконання робіт VII і VIII розрядів при верхньому або комбінованому освітленні та для допоміжних приміщень.

За призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне. Всі ці види освітлення призначені для забезпечення необхідної виробничої діяльності людини у вечірні та нічні години доби.

За виконанням (розміщенням джерел світла) штучне освітлення поділяється на загальне – призначене для рівномірного освітлення приміщення або його частини; місцеве (стаціонарне або переносне) – для освітлення тільки робочих поверхонь; комбіноване – поєднання загального та місцевого освітлення.

Джерелами штучного світла є лампи розжарювання, газорозрядні, або світлодіодні лампи.

Робоча поверхня освітлюється не тільки світловими потоками, які падають безпосередньо на неї від світильників, а також потоками, відбитими від стін, стелі та підлоги приміщення. За темних стін та стелі відбиті потоки малі і освітленість практично створюється променями, які падають на поверхню від світильників. За рахунок фарбування приміщень у світлі тони можна істотно збільшити освітленість без збільшення потужності світильних установок.

Нормами штучного освітлення встановлюються мінімально допустимі величини освітленості виробничих та допоміжних приміщень, житлових та громадських будівель, території виробничих підприємств, залізничних шляхів, відкритих просторів.

В основу нормування освітленості на робочих місцях покладені характеристики, від яких залежить ступінь напруження зорових органів людини, до них належать: фон, контраст, видимість об'єкта тощо.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку дозволяє визначити світловий потік, створений лампами, і розрахувати освітленість в робочому приміщенні або за заданим рівнем освітленості – потрібну кількість світильників.

3.3 Експериментальна частина

Для вимірювання освітленості використовуються переносні фотоелектричні люксметри. Принцип їх дії заснований на явищі фотоелектричного ефекту. У даній лабораторній роботі використовується люксметр Ю116.

Люксметр Ю116 складається з вимірника та селенового фотоелемента з насадками, який за допомогою шнура приєднується до корпусу вимірника.

Вимірник має дві шкали: 0...100 і 0...30, кнопки для перемикання шкал, над якими зазначені діапазони шкали. Слід користуватися такими діапазонами шкал:

“–“ 0...30 0...100 – при використанні фотоелементу без конусної насадки і світлофільтру;

К,М 0...300 0...1000 – при використанні конусної насадки і світлофільтру М;

К,Р 0...3·10³ 0...1·10⁴ – при використанні конусної насадки і світлофільтру Р;

К,Т 0...3·10⁴ 0...1·10⁵ – при використанні конусної насадки і світлофільтру Т.

Селеновий фотоелемент міститься в пластмасовому корпусі і має світлочутливу поверхню 30см². Для зменшення косинусної похибки використовується напівсферична насадка К разом з однією із трьох інших насадок (світлофільтрів) М, Р або Т (мітка М, Р або Т зазначена на світлофільтрі).

Порядок проведення вимірювань:

– покласти фотоелемент з потрібною комбінацією насадок на робочу поверхню;

– коректором відрегулювати положення стрілки приладу на нульовій поділці шкали;

– за невідомого рівня вимірюваної освітленості, пошуки чутливості приладу починають з установа на фотоелемент насадок у послідовності КТ→КР→КМ та перемикання по черзі двох шкал 0...100 і 0...30 на кожній комбінації насадок;

– приєднати фотоелемент до вимірника і розпочати вимірювання. Показання приладу фіксують, враховуючи діапазон, або показання приладу в поділках шкали за діапазоном 0...30, 0...100 помножують на коефіцієнт поглинання світлофільтра. Цей коефіцієнт зазначений на світлофільтрі: для насадки М коефіцієнт дорівнює 10, для Р – 100, для Т – 1000. Наприклад, якщо стрілка вимірника показує 5 і використовується світлофільтр М, остаточне значення вимірника $5 \cdot 10 = 50$ лк;

– після закінчення вимірювань від'єднати фотоелемент від вимірника, надіти на нього насадку Т, покласти в футляр.

3.3.1 Дослідження умов зорової роботи при бічному природному освітлені

– виділити 5...6 умовних робочих місць у площині характерного розрізу приміщення лабораторії на рівні умовної робочої поверхні, наприклад, на поверхні парт на відстані 1, 2, 3, 4 і т.д. метрів від віконного прорізу;

– люксометром Ю116 виміряти освітленість виділених робочих місць;

– розрахувати коефіцієнт природної освітленості на робочих місцях за формулою (3.1) (значення $E_{30\text{В}}$ вимірюється на вулиці);

- за формулою 3.2 визначити нормовану природну освітленість на робочих місцях;
- результати вимірювань та розрахунків занести в таблицю 3.3;
- побудувати графік залежності КПО від розташування робочого місця відносно віконного прорізу, відмітити на графіку на яких умовних робочих місцях можна виконувати навчальну роботу (вивчення методичних вказівок, складання звіту про виконання лабораторних робіт, проведення розрахунків з використанням мікрокалькуляторів та ін.)

Таблиця 3.3 – Результати вимірювання природної освітленості в лабораторії

Номер умовного робочого місця	Освітленість всередині приміщення E , лк	Зовнішня освітленість E , лк	Коефіцієнт природної освітленості e , %	Нормоване значення e_n^{IV} , %
1				
2				
3				
4				
5				

3.3.2 Перевірочний розрахунок площі світлових прорізів в лабораторії при бічному природному освітленні через вікна

- виміряти довжину L ширину D та висоту H приміщення лабораторії;
- виміряти висоту h від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна та визначити глибину B приміщення (відстань від стіни з світловими прорізами до стіни навпроти). За даними табл. 3.4 визначити світлову характеристику вікна η_B .

Таблиця 3.4 – Значення світлової характеристики вікон (η_B при боковому освітленні)

Відношення довжини приміщення до його глибини	Відношення глибини приміщення (B) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

- виміряти площу вікон в приміщенні лабораторії та розрахувати сумарну площу світлових прорізів ΣS_B (вікон);

– обчислити загальний коефіцієнт світлопропускання τ за формулою (3.3);

$$\tau = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5 \quad (3.3)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за табл. 3.5);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за табл. 3.5);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3=1$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за табл. 3.5);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 1 при боковому освітленні).

Таблиця 3.5 – Значення коефіцієнтів $\tau_1 \tau_2 \tau_4$

Вид світло-пропускаючого матеріалу	Значення τ_1	Вид віконної рами	Значення τ_2	Сонцезахисні пристрої	Значення τ_4	
Скло віконне листове:	0,9 0,8 0,75	Віконні рами для промислових будівель: а) дерев'яні: одинарні спарені подвійні окремі б) металеві: одинарні (відкриваються) одинарні (глухі) подвійні (відкриваються) подвійні (глухі)	0,75 0,7 0,6	Регульовані жалюзі та штори (внутрішні, зовнішні)	1	
одинарне						
подвійне						
потрійне						
Скло листове:	0,6 0,65 0,65 0,75		Віконні рами для промислових будівель: а) дерев'яні: одинарні спарені подвійні окремі б) металеві: одинарні (відкриваються) одинарні (глухі) подвійні (відкриваються) подвійні (глухі)	0,75 0,9 0,6	Стаціонарні жалюзі та екрани з захисним кутом не більше 45°: -горизонтальні - вертикальні	0,65 0,75
армоване						
з візерунком						
сонцезахисне контрастне						
Органічне скло:	0,9 0,6	Віконні рами для промислових будівель: а) дерев'яні: одинарні спарені подвійні окремі б) металеві: одинарні (відкриваються) одинарні (глухі) подвійні (відкриваються) подвійні (глухі)		0,6 0,8	Горизонтальні козирки: - з захисним кутом не більше 30° - з захисним кутом від 15 до 45° (багато-ступеневі)	0,8
прозоре						
молочне						
Пустотілі скляні блоки:	0,5 0,55		Віконні рами для промислових будівель: а) дерев'яні: одинарні спарені подвійні окремі б) металеві: одинарні (відкриваються) одинарні (глухі) подвійні (відкриваються) подвійні (глухі)	0,6 0,8	Горизонтальні козирки: - з захисним кутом не більше 30° - з захисним кутом від 15 до 45° (багато-ступеневі)	0,8
світлорозсіюючі						
прозорі						
Скло пакети	0,8			Віконні рами для промислових будівель: а) дерев'яні: одинарні спарені подвійні окремі б) металеві: одинарні (відкриваються) одинарні (глухі) подвійні (відкриваються) подвійні (глухі)	0,6 0,8	Горизонтальні козирки: - з захисним кутом не більше 30° - з захисним кутом від 15 до 45° (багато-ступеневі)

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{стелі}} S_{\text{стелі}} + \rho_{\text{стін}} S_{\text{стін}} + \rho_{\text{підлоги}} S_{\text{підлоги}}}{S_{\text{стелі}} + S_{\text{стін}} + S_{\text{підлоги}}}, \quad (3.4)$$

$\rho_{\text{стелі}}$, $\rho_{\text{стін}}$, $\rho_{\text{підлоги}}$ – відповідні коефіцієнти відбиття (табл. 3.7, $\rho_{\text{підлоги}}$ – 0,1-0,4);
 $S_{\text{стелі}}$, $S_{\text{стін}}$, $S_{\text{підлоги}}$ – відповідні площі поверхонь.

Таблиця 3.6 – Значення коефіцієнта τ

В/h	l/B	Значення τ при боковому освітленні								
		Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{ср}}$ стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини B								
		0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
> 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
> 2,5 до 3,5	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
> 3,5	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	
1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	

Примітка: В – глибина приміщення; h – висота від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна; l – відстань розрахункової точки (точка, яка знаходиться на відстані 1м від стіни, що розташована навпроти стіни з вікнами) до зовнішньої стіни.

Таблиця 3.7 – Орієнтовні значення коефіцієнтів відбиття стелі ($\rho_{\text{стелі}}$) та стін ($\rho_{\text{стін}}$)

Стан стелі	$\rho_{\text{стелі}}, \%$	Стан стін	$\rho_{\text{стін}}, \%$
Свіжовибілена	80–65	Свіжовибілені з вікнами, закритими білими шторами	75–65
Побілена в сирих приміщеннях	65–40		
Бетонна чиста	55–45	Свіжовибілені з вікнами без штор	55–45
Бетонна брудна	35–25		
Світла дерев'яна (полакована)	60–45	Бетонні з вікнами	35–25
		Обклеєні світлими шпалерами	40–25
Темна дерев'яна (нефарбована)	30–25	Обклеєні темними шпалерами	15–5
Брудна (кузні, склади вугілля)	20–10		
		Цегляні не штукатурені	15–10

– розрахувати площу світлових прорізів S_V за формулою (3.5);

$$100 \frac{S_V}{S_{\Pi}} = \frac{e_n K_z \eta_V K_{\text{буд}}}{\tau \cdot r}; \quad (3.5)$$

де

S_V – площа вікон;

S_{Π} – площа підлоги;

e_n – нормоване значення КПО, формула 3.2;

K_z – коефіцієнт запасу (прийняти $K_z = 1,3-1,5$);

η_V – світлова характеристика вікон (визначається за табл. 3.4);

$K_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані навпроти, визначається за довідником (для розрахунку $K_{\text{буд}}$ прийняти 1);

τ – загальний коефіцієнт світлопропускання;

r – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення (табл. 3.6);

– результати вимірювань та розрахунків занести в таблицю 3.8.

Визначені за допомогою розрахунку розміри світлових прорізів допускається змінювати на (+5), (-10)%.

Таблиця 3.8 – Результати розрахунку бічного природного освітлення в лабораторії

Площа підлоги, $S_{пл}, м^2$	$\epsilon_{н}, \%$	$\eta_{в}$	K_3	$K_{буд}$	Коефіцієнт світлопропускання						τ	Розрахована площа світлових прорізів, $S_{в}, м^2$	Виміряна площа світлових прорізів у приміщенні, $\Sigma S_{в}, м^2$
					τ_1	τ_2	τ_3	τ_4	τ_5	τ			

3.3.3. Розрахувати загальне штучне освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку

Порядок виконання роботи:

- виміряти довжину L , ширину D приміщення, висоту підвішування світильників над рівнем робочої поверхні H_p порахувати кількість світильників загального освітлення у приміщенні N :

$$N = (L \cdot D) / h^2 \quad (3.6)$$

де h – відстань між рядами світильників:

$$h = 1,5 \cdot H_p, м \quad (3.7)$$

- Для світильників з газорозрядними лампами, прийняти тип світильника ЛПО-01 (кількість ламп у світильнику $n = 2$);
- за табл. 3.1 визначити норму штучного освітлення E_n для розряду зорових робіт, які Ви виконуєте в лабораторії;
- визначити світловий потік Φ однієї лампи світильника за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta), \quad (3.8)$$

де E_n – нормована освітленість, лк;

S – площа приміщення, що освітлюється, $м^2$;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (для кабінетів, робочих приміщень громадських будівель, торговельних залів тощо $K_3 = 1,5$ при освітленні газорозрядними лампами);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп);

n – кількість ламп у світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Коефіцієнт η визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення i , коефіцієнтів відбиття стін та стелі. Показник приміщення (i) вираховується за формулою:

$$i = \frac{L \cdot D}{H_p (L + D)}, \quad (3.9)$$

При величині показника приміщення $i > 5$ коефіцієнт використання приймається як при $i = 5$.

Значення коефіцієнтів використання для найбільш розповсюджених типів світильників наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Коефіцієнти використання світлового потоку (η) світильників з газорозрядними лампами

Коефіцієнт відбиття стін та стелі			
ρ стелі, %	70	50	50
ρ стін, %	50	50	30
Показник приміщення, i	Коефіцієнти використання світлового потоку η , %		
0,5	25	23	20
0,6	31	29	24
0,7	36	34	28
0,8	39	37	32
0,9	42	41	35
1,0	46	44	38
1,1	48	46	41
1,25	51	49	44
1,5	55	53	49
1,75	58	57	52
2,0	61	59	55
2,25	63	62	57
2,5	65	64	59
3,0	68	66	62
3,5	70	68	64
4,0	71	69	66
5,0	75	72	70

- визначивши світловий потік лампи Φ , за таблицею 3.10 вибирають найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на (-10) – (+20) %.
- за формулою 3.10 розрахувати необхідну кількість світильників у приміщенні N_n ;

Таблиця 3.10 – Технічні дані деяких люмінесцентних ламп

Люмінесцентні лампи загального призначення			
Потужність, Вт	Тип лампи	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
20	ЛДЦ	850	0,6
20	ЛД	1000	0,6
20	ЛБ	1200	0,6
30	ЛДЦ	1500	0,9
30	ЛД	1800	0,9
30	ЛБ	2180	0,9
40	ЛДЦ	2200	1,2
40	ЛД	2500	1,2
40	ЛБ	3200	1,2
80	ЛДЦ	3800	1,5
80	ЛД	4300	1,5
80	ЛБ	5400	1,5

Примітка: ЛДЦ – денного світла з покращеним відтворенням кольору, ЛД – денного світла, ЛБ – білого світла.

$$N_H = \frac{E_H S K_3 Z}{\Phi n \eta}, \quad (3.10)$$

- за формулою 3.11 розрахувати очікувану освітленість у приміщенні E_P при необхідній кількості світильників у приміщенні N_H ;
- виміряти люксометром фактичну освітленість у приміщенні E_Φ ;
- за отриманими результатами заповнити таблицю 3.11

$$E_P = \frac{\Phi N_H n \eta}{S K_3 Z}, \quad (3.11)$$

Таблиця 3.11 – Результати виконання роботи

№	Основні вихідні дані	Результати вибору, розрахунку або вимірювання
1	Висота підвісу світильників H_p , м	
2	Довжина приміщення, L , м	
3	Ширина приміщення D , м	
4	Вибраний для освітлення тип ламп (табл. 3.10),	
5	Світловий потік однієї лампи Φ , лм	
6	Вибраний тип світильників	
7	Кількість ламп у одному світильнику, n	
8	Розряд зорових робіт, які виконуються у приміщенні,	
9	Нормована освітленість E_n , лк	
10	Індекс приміщення i	
11	Коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}}$ та $\rho_{\text{стін}}$ (табл. 3.9),	
12	Коефіцієнт використання світлового потоку η ,	
13	Коефіцієнт запасу K_z ,	
14	Коефіцієнт нерівномірності освітлення Z ,	
15	Фактична кількість світильників у приміщенні N_Φ .	
16	Необхідна кількість світильників у приміщенні N_n ,	
17	Очікувана освітленість у приміщенні, E_p , лк	
18	Фактична освітленість у приміщенні E_Φ , лк	

3.4 Висновки

Студент робить висновок про відповідність природного освітлення на робочих місцях встановленим нормам, про відповідність площі світлових прорізів в лабораторії розрахованим значенням. У разі невідповідності вимірних значень нормам та розрахункам, вносить пропозиції щодо поліпшення освітленості робочих місць.

Студент повинен оцінити відповідність фактичного штучного освітлення нормам, зіставити фактичну та необхідну кількість світильників у приміщенні, зробити висновок про потребу внесення змін в існуючу систему загального освітлення в приміщенні

3.5 Контрольні питання

- 1) Що називається природним освітленням?
- 2) Що таке освітленість? У яких одиницях вона вимірюється?
- 3) Як визначити нормоване значення КПО для різних поясів світлового клімату?
- 4) Які види природного освітлення вам відомі?
- 5) Що називається нерівномірністю природного освітлення?
- 6) Що таке розряд зорової роботи?
- 7) Як обчислити коефіцієнт природної освітленості?

- 8) Як нормується КПО при бічному природному освітлені?
- 9) Як нормується КПО при верхньому природному освітлені?
- 10) Як нормується КПО при комбінованому природному освітлені?
- 11) Як влаштований люксометр. Принцип його роботи?
- 12) Як розрахувати природне бічне освітлення?
- 13) Як класифікується штучне освітлення за призначенням?
- 14) Від яких факторів залежить освітленість робочої поверхні або об'єкта, що розглядається?
- 15) Що означає поняття "розмір об'єкта розрізнення"?
- 16) Основне рівняння методу розрахунку за коефіцієнтом використання світлового потоку?
- 17) Для чого вводяться коефіцієнти запасу та нерівномірності для джерел штучного освітлення?
- 18) Як нормується штучне освітлення?
- 19) Якими приладами вимірюється освітленість?
- 20) Які Ви знаєте типи ламп, що використовуються як джерела штучного освітлення?

Лабораторна робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУГИ ДОТИКУ ТА КРОКУ. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ

4.1 Мета: визначити величини напруги кроку в зоні розтікання струму та напруги дотику до заземлених неструмоведучих частин обладнання, які опинилися під напругою. Розрахувати систему штучного заземлення.

4.2 Короткі теоретичні відомості

Стікання струму в землю відбувається при замиканні струмоведучих частин на заземлений корпус, падінні проводу на землю та ін. При цьому виникають потенціали на корпусі обладнання, на заземлювачі і поверхні землі навколо нього.

Під напругу дотику людина потрапляє, коли стоїть на ґрунті і торкається заземленого корпусу обладнання, який опинився під напругою. При цьому напруга дотику дорівнює різниці між потенціалом корпусу, якого торкається людина, і потенціалом ґрунту в точці, де стоїть людина. По мірі віддалення від заземлювача напруга дотику збільшується і на відстані більше 20 м вона дорівнює напрузі відносно землі, тому що людина стоїть в точці, потенціал якої дорівнює нулю.

Між двома точками землі, які знаходяться на ділянці розтікання струму замикання, існує деяка різниця потенціалів, яка називається напругою кроку.

Напруга кроку дорівнює нулю, якщо обидві ноги людини знаходяться на так званій еквіпотенціальній лінії (лінія з однаковими значеннями потенціалу).

Напруга кроку значно зменшиться і зведеться до безпечної величини, якщо виконано вирівнювання потенціалів поблизу електрообладнання. Якщо не прийняти заходів по вирівнюванню потенціалів, може виникнути круте спадання потенціальної кривої і небезпечні крокові напруги. Для зниження небезпечних крокових напруг за межами країв контуру заземлення, в першу

чергу в місцях проходів і проїздів в цехах, вкладаються в землю на різній глибині додаткові сталеві смуги.

Для створення безпечних умов при роботі з електроустановками повинні бути збудовані пристрої для заземлення та заземлені металеві частини електрообладнання і електропристроїв, які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції. Можливий струм замикання на землю і, відповідно, небезпечність ураження, залежить від напруги джерела струму і його потужності. Найбільш допустимі опори заземлювального пристрою наведені в таблиці 6.1.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмовідних (в нормальному режимі роботи) частин, котрі можуть опинитись під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки.

Конструктивно заземлення виконується у вигляді декількох вертикальних стержневих заземлювачів, які занурені в землю на певну глибину і з'єднані горизонтальною з'єднувальною смугою. Заземлювальні провідники з'єднують частини електричної установки, які можуть опинитися під напругою при аварійному стані, із з'єднувальною смугою.

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Питомий опір ґрунту залежить від характеру ґрунту, а також від пори року. Найбільшу величину він має в холодний період у північних районах при промерзанні ґрунту або в теплий період в південних районах, коли ґрунт найбільш сухий.

Опір заземлення необхідно періодично контролювати, тому що із-за корозії заземлювачів або їх механічного пошкодження він може перевищити допустиму величину. Контроль заземлювальних пристроїв проводять перед введенням в експлуатацію і періодично кожного року (при найбільшому підсиханні і найбільшому промерзанні ґрунту).

4.3 Експериментальна частина

Опис лабораторної установки: Стенд дозволяє моделювати замикання на землю при контакті між струмоведучими частинами і заземленими корпусами 1-3. Струм стікає в землю через одиночний заземлювач R_3 . Максимальне віддалення від заземлювача точки ґрунту, потенціал якої можна виміряти на стенді, складає 42 см, що відповідає 20 м в реальних умовах.

Вид ґрунту і значення його питомого опору встановлюється шляхом утримування в натиснутому стані відповідної кнопки (таблиця 4.1).

Порядок виконання роботи:

- отримати у викладача варіант завдання (табл. 4.2);
- встановити перемикач “U сети” в положення, яке відповідає варіанту завдання;
- увімкнути на стенді тумблер “Сеть”, а на вертикальній панелі натиснути кнопку “Сеть”. Про готовність стенда до роботи сигналізує зелений світлодіод;

- увімкнути на вертикальній панелі тумблер “Замыкание”. Про появу напруги на корпусі електродвигуна свідчить загорання червоного світлодіоду;
- натиснути і утримувати кнопку “ ρ ґрунту” відповідно до варіанту завдання (таблиця 4.2);
- за міліамперметром визначити стікаючий через заземлювач в землю струм;
- значення напруги мережі U і струму замикання I_3 , занести до таблиці 4.3.
- розрахувати загальний опір заземлювального пристрою за формулою:

$$R_3 = U_{\text{мережі}}/I_3, \quad (4.1)$$
 дані занести до таблиці 4.3;

Таблиця 4.1 Значення питомих опорів ґрунтів

Номер кнопки	Ґрунт	Питомий опір, Ом · м
1	Пісок	700
2	Суглинок	100
3	Ґлина	40
4	Чорнозем	20

Таблиця 4.2 – Варіанти завдання

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U мережі, В	20	18	14	10	6	20	18	14	10	20	18	14
Номер кнопки ρ ґрунту	1	2	3	4	4	2	3	4	3	3	4	2
U_p , В	380	440	520	660	820	480	540	380	720	220	380	440

Таблиця 4.3 – Результати вимірювання

U мережі, В	I_3 , А	R_3 , Ом

Визначення напруги кроку:

- натиснути і утримувати кнопку “ ρ ґрунту”;
- зняти залежність величини дослідного потенціалу точки ґрунту ϕ_d від відстані цієї точки до заземлювача “ R_3 ”, для чого за допомогою вольтметра виміряти потенціал точок 0, 3, 6, ... 42 відносно точки землі з нульовим потенціалом „ \perp ”, а результати вимірювання занести до таблиці 4.4;
- провести перерахунок потенціалів, отриманих на стенді, на значення в реальних умовах:

$$\phi_p = (U_p/U_{\text{мережі}}) \cdot \phi_d; \quad (4.2)$$

- де φ_p – потенціал i -ої точки в реальних умовах, В;
 φ_d – потенціал i -ої точки в досліді, В;
 U_p – напруга заземлювача в реальних умовах (відповідно до варіанту завдання, таблиця 4.2), В;
 $U_{\text{мережі}}$ – дослідна напруга заземлювача згідно варіанту, В;
– розрахункові дані занести до таблиці 4.4;
– за даними таблиці 4.4 побудувати графіки: $\varphi_p = f(L_p)$;
– за графіком $\varphi_p = f(L_p)$, визначити потенціали ніг людини (φ_{H1} і φ_{H2}), якщо ширина кроку 0,8 м, отримані дані занести в таблицю 4.6;

Таблиця 4.4 – Залежність величини потенціалу ґрунту від відстані до заземлювача

Відстань L_d , см	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
φ_d , В															
L_p , м	0	1,4	2,8	4,3	5,7	7,1	8,6	10	11,4	12,8	14,3	15,7	17,1	18,6	20
φ_p , В															

Таблиця 4.6 – Значення напруги кроку

Номер шага	1	2	3	4	5
Відстань ніг від заземлення, м	ближня нога 0; дальня нога 0,8	б. н. 0,8; д. н. 1,6	б. н. 1,6; д. н. 2,4	б. н. 2,4; д. н. 3,2	б. н. 3,2; д. н. 4,0
Потенціал ближньої ноги φ_{H1} , В					
Потенціал дальньої ноги φ_{H2} , В					
Напруга кроку, В $U = \varphi_{H1} - \varphi_{H2}$					

Визначення напруги дотику:

- натиснути і утримувати кнопку “ ρ ґрунту”;
– за допомогою вольтметра виміряти напругу дотику, приєднуючи вольтметр до гнізда одного з корпусів 1-3 та по чергово до гнізд точок 0, 3, 6, ... 42. Результати вимірювання занести до таблиці 4.5;
– провести перерахунок виміряної дослідної напруги дотику $U_{д.д.}$, на значення в реальних умовах $U_{д.р.}$:

$$U_{д.р.} = (U_p / U_{\text{мережі}}) \cdot U_{д.д.} \quad (4.3)$$

де $U_{д.р.}$ – реальна напруга дотику при знаходженні людини в i -ій точці, В;

U_p – напруга заземлювача в реальних умовах (відповідно до варіанту завдання, таблиця 4.2), В;

$U_{\text{мережі}}$ – дослідна напруга заземлювача згідно варіанту, В;

- $U_{д.д.}$ – напруга дотику в досліді при знаходженні людини в i -ій точці, В;
 – розрахункові дані занести до таблиці 4.5;
 – за даними таблиці 4.5 побудувати залежність $U_{д.р.} = f(L_p)$.

Таблиця 4.5 – Залежність напруги дотику від відстані до заземлювача

Відстань $L_{д.}$, см	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
$U_{д.д.}$, В															
L_p , м	0	1,4	2,8	4,3	5,7	7,1	8,6	10	11,4	12,8	14,3	15,7	17,1	18,6	20
$U_{д.р.}$, В															

Розрахувати систему захисного заземлення

Мета розрахунку системи захисного заземлення – визначення кількості і розмірів заземлювачів і складання плану їхнього розміщення. Вихідними даними для розрахунку системи захисного заземлення є: напруга установки, що заземлюється; режим нейтралі мережі; питомий опір ґрунту; план розміщення обладнання, що заземлюється (згідно варіанту, таблиця 4.6).

Таблиця 4.6 – Варіанти розрахункового завдання

Варіант завдання	Найменування ґрунту	Кліматична зона	Потужність трансформатора
1	Чорнозем	I	Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності трансформатора менше 100 кВт
2	Глина	II	
3	Суглинок	III	
4	Глина	IV	Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності генератора більше 100 кВт
5	Суглинок	I	
6	Чорнозем	III	
7	Суглинок	II	Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності генератора менше 100 кВт
8	Глина	I	
9	Чорнозем	II	
10	Глина	III	Установка з ізолюваною нейтраллю, потужності генератора більше 100 кВт
11	Суглинок	IV	
12	Чорнозем	I	

Порядок розрахунку:

– Визначається розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м, у відповідності із заданим варіантом завдання

$$\rho_{розр} = \psi \rho \quad (4.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності (таблиця 4.7);

ρ – табличне значення питомого опору ґрунту, Ом·м (таблиця 4.8).

Таблиця 4.7 – Ознаки кліматичних зон і коефіцієнти сезонності

Характеристика кліматичної зони	Кліматична зона			
	I	II	III	IV
Середня багаторічна низька температура, °С	від -20 до -15	від -14 до -10	від -10 до 0	від 0 до +5
Тривалість замерзання вод, днів	190-170	150	100	0
Коефіцієнт сезонності для вертикального електроду довжиною 3 м	1,7	1,5	1,3	1,1

Таблиця 4.8 – Значення питомого електричного опору різних ґрунтів

Ґрунт	Значення ρ , Ом · м
Ґлина	40
Суглинок	100
Чорнозем	20

– Розраховується опір розтікання одиночного трубчатого заземлювача за формулою

$$R_o = \frac{\rho_{розр}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (4.5)$$

де l – довжина заземлювача, $l = 3$ м;

d – діаметр труби або стержня, $d = 0,05$ м;

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача

(глибину закладання заземлювачів h_B прийняти рівній 0,8 м);

$$t = h_B + \frac{1}{2} \quad (4.6)$$

– Визначається $n_{м.в.}$ – теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання η_B , шт.

$$n_{м.в.} = \frac{R_o}{R_d}, \quad (4.8)$$

R_d – найбільший допустимий опір заземлювального пристрою, Ом, (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 – Допустимі опори заземлювального пристрою

Характеристика установок	Потужність трансформатора	Допустимий опір заземлювального пристрою, Ом
Електроустановки напругою до 1000 В	Установки з ізольованою нейтраллю: – потужності генераторів та трансформаторів 100 кВт і менше;	10 Ом
	– потужності генераторів та трансформаторів більше 100 кВт	4 Ом

– Визначається η_B – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх в ряд (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_B при розташуванні їх в ряд

Кількість заземлювачів, $n_{m.B}$				
2	3	4	10	20
Коефіцієнт використання, η_B				
0,85	0,73	0,65	0,59	0,48

– Розраховується необхідна кількість паралельно з'єднаних одиночних заземлювачів, яка необхідна для отримання допустимих значень опору заземлення за наближеною формулою без врахування опору з'єднуючої смуги

$$n = \frac{R_0}{R_d \cdot \eta_B}; \quad (4.9)$$

– Розраховується довжину горизонтальної з'єднуючої смуги,

$$l_n = a \cdot (n - 1) \quad (4.10)$$

де n – необхідна кількість вертикальних заземлювачів;

a – відстань між вертикальними заземлювачами, $a = 3$ м.

– Розраховується опір з'єднуючої смуги за формулою

$$R_n = \frac{\rho_{розр}}{2\pi l_n} \ln \frac{l_n}{d \cdot h_B} \quad (4.11)$$

де d – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d = 0,95b$, $b = 15$ см;

– Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднуючої смуги

$$R_3 = \frac{R_o \cdot R_n}{R_o \eta_n + R_n \eta_B} \leq R_D, \quad (4.12)$$

де η_n - коефіцієнт використання (таблиця 4.11) з'єднуючої смуги.

Таблиця 4.11 - Коефіцієнт використання з'єднуючої смуги η_n .

Кількість заземлювачів				
2	3	4	10	20
Заземлювачі розташовані в ряд				
0,85	0,77	0,72	0,62	0,42

4.4 Висновок

Студент робить висновок:

- як змінюється напруга кроку в зоні розтікання струму при віддаленні від заземлювача;
- як змінюється напруга дотику до корпусу обладнання, яке опинилося під напругою, при збільшенні відстані від заземлювального пристрою.
- про відповідність нормам розрахованого результуючого опору заземлювального електроду та експериментальних даних вимірювання опору заземлювального пристрою методом амперметра-вольтметра.

4.5 Контрольні питання

- 1) Дайте визначення напрузі дотику?
- 2) Що називають напругою кроку? Як вона виникає?
- 3) Як змінюється напруга кроку при віддаленні від заземлювача?
- 4) Як змінюється напруга дотику при віддаленні від заземлювача?
- 5) Як треба виходити із зони розтікання струму, щоб не потрапити під крокову напругу?
- 6) На яку відстань можна наближуватись на відкритих місцевостях і в приміщеннях до місця обриву проводу?
- 7) Призначення захисного заземлення.
- 8) Конструктивне виконання захисного заземлення.
- 9) Які матеріали використовують для заземлювачів?
- 10) Яким методом можна здійснити контроль заземлення? Сутність методу.
- 11) Коли проводиться перевірка опору заземлювального пристрою, і з якою періодичністю?

Рекомендована література

1. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці.– Львів: Афіша, 2000. – 348 с.
2. Иоффе М.Я., Фатыхоф Д.Ю. Охрана труда в торговле и общественном питании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1990. – 191 с.
3. Косухіна Л.Д. Охорони праці. Частина перша. Основи виробничої санітарії: Тексти лекцій для студентів всіх спеціальностей. – Чернігів: ЧДТУ, 2000. – 82 с.
4. Косухіна Л.Д. Охорони праці. Частина доуга. Основи техніки безпеки: Тексти лекцій для студентів всіх спеціальностей.– Чернігів: ЧДТУ, 2000. – 56 с.
5. Ткачук К.Н. Охорона праці./ К.Н. Ткачук, О.Л. Гуменюк, В.М. Челябієва, Н.М. Денисова, Т.П. Бивойно, Л.О. Мітюк // Навчальний посі-бник для студентів напряду підготовки «Комп'ютерна інженерія». – Чернігів: ЧДТУ. 2009. – 264 с.
6. Охорона праці. Лабораторний практикум для студентів вищих закладів освіти України /М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець та ін. – К.: Основа, 1998. – 224 с.
7. Практикум із охорони праці /В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук та ін. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
8. Сорокин Г.Ф. Охрана труда в торговле: Учебное пособие. – К.: Вища школа, 1997. – 172 с.