



---

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

---

**СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ  
ПІДПРИЄМСТВ:**

методичні рекомендації  
до виконання індивідуальних завдань

Запоріжжя 2025

---



УДК 697.9(072)  
С34

Рекомендовано Науково-методичною радою  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
(протокол №3 від 26.12.2025 р.)

**Укладач**

ТАВРЕЛЬ М.І., старший викладач кафедри безпеки праці та охорони  
довкілля

**С34 Системи вентиляції та кондиціонування підприємств :**  
методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань /  
уклад. М. І. Таврель. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 28 с.

Методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань з  
дисципліни «Екологічний інжиніринг у гірництві» включають інформацію  
щодо видів завдань, змісту та вихідних даних за варіантами; містить  
перелік основної та додаткової літератури, критерії оцінювання  
індивідуальних завдань, вимоги до його оформлення, зразки титульної  
сторінки протоколу звіту та презентації захисту.

**УДК 697.9(072)**



## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	6
1.1 Індивідуальне завдання №1. Розрахунки вентиляції виробничих приміщень	6
1.2 Індивідуальне завдання №2. Провітрювання кар'єрів	17
2 ВИМОГИ ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	20
3 ПОДАННЯ НА ПЕРЕВІРКУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	22
4 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	24
Додаток А - ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА	25
Додаток Б - ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСКУ	26

## ВСТУП

Метою навчальної дисципліни «Системи вентиляції та кондиціонування підприємств» є формування у майбутніх фахівців знань і практичних навичок у сфері проєктування, розрахунку та експлуатації систем вентиляції і кондиціонування повітря на підприємствах. Основна увага приділяється забезпеченню нормативних параметрів мікроклімату, санітарно-гігієнічних умов праці та енергоефективності виробничих об'єктів.

Дисципліна передбачає вивчення принципів організації повітрообміну, методів розрахунку загальнообмінної та місцевої вентиляції, систем кондиціонування повітря, підбору вентиляційного обладнання та оцінки впливу шкідливих виробничих факторів на повітряне середовище.

Освітній компонент «Системи вентиляції та кондиціонування підприємств» є важливим для забезпечення безпечних і комфортних умов праці, збереження здоров'я працівників та зниження негативного впливу виробництва на довкілля. Дисципліна є вибіркоvim освітнім компонентом підготовки здобувачів освіти рівня «Бакалавр».

У межах дисципліни студенти виконують індивідуальні завдання, що передбачають розрахунок повітрообміну виробничих приміщень, підбір вентиляційного обладнання та оцінку ефективності систем вентиляції і кондиціонування в реальних умовах.

### **Застереження щодо рівня попередніх знань.**

Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з курсів фізики, хімії, безпеки життєдіяльності та природознавства, достатніх для розуміння принципів формування мікроклімату та роботи вентиляційних і кондиціонуючих систем. Опанування цих знань сприяє кращому засвоєнню методів розрахунку повітрообміну, оцінки впливу виробничих факторів на повітряне середовище та вибору технічних рішень. Додатково рекомендується ознайомлення з основами екології для глибшого розуміння впливу інженерних систем на довкілля.

### **Результати навчання та їхня відповідність ОПП.**

- Розробляти та використовувати технічну документацію, зокрема з використанням сучасних інформаційних технологій.
- Передбачати безпечну роботу газодимозахисної служби, експлуатацію вентиляційних систем.
- Здійснювати системний аналіз гірничих систем і технологій.
- Знати та застосовувати правила і норми технічної експлуатації систем і технологій гірництва.



- Здійснювати технічні й організаційні заходи щодо запобігання аваріям та забезпечення безпеки проведення гірничих та інших робіт.
- Розраховувати та корегувати оптимальні параметри вентиляційних та кондиціонуючих систем при видобутку корисних копалин відкритими способом в конкретних гірничотехнічних та гірничо-геологічних умовах.



# 1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Робочою програмою дисципліни додатково передбачено виконання наступних індивідуальних завдань №1 «Розрахунки вентиляції виробничих приміщень» та №2 «Провітрювання кар'єрів» завдання та алгоритм виконання яких наведено нижче:

## 1.1 Індивідуальне завдання №1. Розрахунки вентиляції виробничих приміщень

**МЕТА ЗАВДАННЯ:** Ознайомлення з загальними відомостями про теорію повітрообміну у виробничих приміщеннях, методиками розрахунку повітрообміну за різними критеріями. Набуття практичних навичок розрахунку параметрів повітрообміну приміщень відповідно до санітарних норм.

### Розрахунок повітрообміну за шкідливими речовинами

Необхідний об'єм повітря для розбавлення шкідливих речовин до допустимих концентрацій розраховують за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$L_m = \frac{kG}{q - q_0} \quad (1)$$

де  $k$  — коефіцієнт нерівномірності розподілу шкідливої речовини у приміщенні (приймають 1,2 ... 2,0 залежно від висоти приміщення та особливостей технологічних процесів);  $G$  — кількість шкідливої речовини, що виділяється у приміщенні за годину, мг/год;  $q$  - концентрація шкідливої речовини у повітрі, яке видаляється (< ГДК), мг/м<sup>3</sup>;  $q_0$  — концентрація шкідливої речовини у повітрі, яке подається в приміщення (< 0,3 ГДК), мг/м<sup>3</sup>.

За наявності місцевої вентиляції необхідну кількість повітря визначають за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$L_m = L_M + \frac{kG - L_M(q_M - q_0)}{q_M - q_0} \quad (2)$$

де  $L_M$  - кількість повітря, що видаляється з приміщення місцевою вентиляцією, м<sup>3</sup>/год;  $q_M$  - вміст шкідливих речовин у повітрі, яке видаляється з робочої зони або зони, що обслуговується, мг / м<sup>3</sup>;  $q_0$  - вміст шкідливих речовин у повітрі, яке видаляється з приміщення за межами робочої зони або зони, що обслуговується, мг / м<sup>3</sup>.

За одночасного надходження у повітря приміщення кількох шкідливих речовин односпрямованої дії об'єми повітря, необхідні для розбавлення кожної речовини окремо, підсумовують, а для речовин



різноспрямованої дії допускається приймати найбільший з розрахованих об'ємів.

Наприклад, у разі одночасного випаровування кількох розчинників (ацетону, спиртів, оцтової кислоти) чи подразнювальних газів (сірчаного чи сірчистого ангідриду, хлористого та фтористого водню та ін.) кількість повітря для загально-обмінної вентиляції треба розраховувати, підсумовуючи його обсяги, потрібні для розбавлення до норми окремо кожного з розчинників чи подразнювальних газів.

За одночасного виділення кількох газів і парів, окрім розчинників і подразнювальних газів, кількість повітря для розрахунку вентиляції приймають за тією шкідливістю, яка потребує найбільшого розбавлення.

### **Розрахунок повітрообміну за надлишками тепла**

Робота технологічного устаткування та виробничі процеси зазвичай супроводжуються виділенням тепла. Це може призвести до перевищення допустимої температури повітря у приміщенні, особливо у теплий період року.

Необхідну кількість повітря, м<sup>3</sup>/год для відведення надлишків тепла розраховують за формулою:

$$L_Q = \frac{kQ_{над}}{c(t_g - t_n)\gamma} \quad (3)$$

а за наявності місцевої вентиляції - за формулою:

$$L_Q = \frac{kQ_{над} - L_M(t_M - t_n)}{c(t_g - t_n)\gamma} \quad (4)$$

де  $k$  - коефіцієнт нерівномірності розподілу надлишків тепла (1,1...1,5);

$Q_{над}$  - надлишки кількості тепла, кДж/год (різниця між кількістю теплоти, що надходить у приміщення, і витратами тепла через його зовнішні огороження);

$c$  - масова питома теплоємність повітря, яка дорівнює 1,0 кДж/(кг° С);

$t_v$  - температура повітря, що видаляється, °С;

$t_n$  - температура повітря, що подається в приміщення, °С;

$\gamma$  - густина повітря, кг/м<sup>3</sup> (при температурі повітря 20 °С = 1,2);

$L_M$  - кількість повітря, що видаляється з приміщення місцевою вентиляцією, м<sup>3</sup>/год;

$t_M$  - температура повітря, яке видаляється з робочої зони місцевою вентиляцією, °С.

Температуру повітря, яке видаляється, визначають за формулою:

$$t_g = t_{pз} + \Delta t(h - h_{pз}), \quad (5)$$

Де  $t_{pз}$  - температура повітря в робочій зоні, яка не повинна перевищувати допустиму за нормами (табл. 1), тобто  $t_{pз} < t_{дон}$ ;



$\Delta t$  - температурний градієнт у приміщенні по вертикалі;  
 $\Delta t = 0,5-1,5$  °С/м;  $h$  - відстань від підлоги до центру витяжних отворів, м;  
 $h_{pz}$  - висота робочої зони, м, за Держстандартом  $h_{pz} = 2$  м.

Допускається перевищення температури в робочій зоні відносно температури зовнішнього повітря не більше як на 5-8 °С.

За величиною енергозатрат роботи поділяються на такі категорії:

**легка категорія робіт:**

1а - роботи, які виконуються в положенні "сидячи" і супроводжуються незначними фізичними навантаженнями (наприклад, професії сфери управління, складання та монтаж радіоелектронних вузлів та приладів); втрати енергії можуть становити 139 Вт або 120 ккал/год;

1б - роботи, які виконуються в положенні "сидячи" або пов'язані з ходінням і не супроводжуються значними фізичними навантаженнями; втрати енергії становлять 140-174 Вт, або 121-150 ккал/год (наприклад, оператори і обслуговуючий персонал, контролери, майстри);


Таблиця 1.1 - Нормативні значення температури і вологості повітря робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Ia	22-24	40-60	0,1
Середньодобова температура нижча за +10°С	1б	21-23	40-60	0,1
	IIa	18-20	40-60	0,2
	IIб	17-19	40-60	0,2
	III	16-18	40-60	0,3
Теплий	Ia	23-25	40-60	0,1
Середньодобова температура +10°С і вище	1б	22-24	40-60	0,2
	IIa	21-23	40-60	0,3
	IIб	20-22	40-60	0,3
	III	18-20	40-60	0,4

**середня категорія робіт:**

IIa - роботи, пов'язані з постійним ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) вантажів або виробів у положенні "стоячи" або "сидячи" і які потребують незначного фізичного напруження; затрати енергії становлять 175-232 Вт, або 151-200 ккал/год (наприклад, механоскладальні цехи та роботи);

IIб - роботи, пов'язані з ходінням та переміщенням вантажів масою до 10 кг та які супроводжуються помірним фізичним навантаженням, а



втрати енергії становлять 232-290 Вт, або 201 -250 ккал/год (наприклад, металургійна промисловість, зварювальне виробництво);

**важка категорія робіт:**

III — роботи, які пов'язані з постійним ходінням та перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів та предметів та потребують значних фізичних напружень і втрат енергії понад 291-349 Вт, або 251-300 ккал/год.

**Розрахунок повітрообміну за вологовиділеннями**

У повітря виробничих приміщень може надходити волога внаслідок виробничих процесів від технологічного обладнання, та від працюючих людей (випаровування поту та видихання повітря). За гігієнічними нормами вологість повітря не повинна перевищувати 75% в холодний період року, а в теплий період - залежно від температури повітря (див. табл. 2.1).

Обмін повітря, м<sup>3</sup>/год, виходячи з допустимого вмісту в повітрі приміщення парів води, визначають за формулою:

$$L_w = \frac{Wm}{(d_e - d_z)\gamma} \quad (6)$$

де  $W$  - надлишки вологи у приміщенні, що утворюються протягом години, г/год;  $d_e, d_z$ , - вологовміст відповідно внутрішнього і зовнішнього припливного повітря, у грамах на 1кг сухого повітря;  $\gamma$  - густина повітря, кг/м<sup>3</sup>, при температурі приміщення;  $m$  - коефіцієнт, що залежить від висоти приміщення  $H$ : при  $H > 5$  м  $m = 0,6 - 0,8$ ; при  $H = 5 - 3,5$  м  $m = 0,8 - 0,9$ , при  $H < 3,5$  м  $m = 1$ .

Виділення вологи від людей приймається залежно від температури повітря і важкості роботи, що виконується.

Для випадку, коли з приміщення необхідно одночасно відводити надлишки тепла і вологи, обмін повітря розраховують графоаналітичним способом за допомогою  $l - d$  діаграми для вологого повітря.

**Розрахунок повітрообміну залежно від кількості працюючих**

Для виробничих приміщень, у яких внаслідок технологічних процесів не виділяються шкідливості, необхідну кількість повітря для вентиляції, м<sup>3</sup>/год, визначають з урахуванням кількості працюючих за формулою:

$$L_N = NL_1 \quad (7)$$

де  $N$  - чисельність працюючих;  $L_1$  - нормативна кількість повітря на одного працюючого, м<sup>3</sup>/(год.люд.), яка залежить від питомого об'єму приміщення  $Vn$  м<sup>3</sup>/люд. ( $Vn = V/N$ , де  $V$  - вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>).

Якщо  $Vn < 20$  м<sup>3</sup>/люд., то  $L_1 > 30$  м<sup>3</sup>/(год. люд.), а якщо  $Vn > 20$  м<sup>3</sup>/люд., то  $L_1 > 20$  м<sup>3</sup>/(год. люд.).

## Розрахунок повітрообміну за його кратністю

Іноді якість вентиляції оцінюють за показником кратності повітрообміну, 1/год:

$$K = L / V \quad (8)$$

де  $V$  - вільний об'єм приміщення.

Показник кратності повітрообміну показує, скільки разів за годину повітря у приміщенні повністю замінюється свіжим.

Обмін повітря за значенням показника розраховують так. Спочатку визначають, скільки шкідливої речовини надходить у повітря приміщення та фактичну її концентрацію, що утворюється у приміщенні протягом однієї години  $q_{\phi}$ , мг/(м<sup>3</sup>год):

$$q_{\phi} = G / V \quad (9)$$

де  $G$  - фактичне надходження шкідливої речовини у повітря приміщення за годину, мг/год;  $V$ - вільний об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Потім визначають значення  $K$ , 1/год, за яким шкідлива речовина буде розбавлена до допустимої концентрації:

$$K = q_{\phi} / q_{гдк} \quad (10)$$

де  $q_{гдк}$  - ГДК шкідливої речовини у повітрі робочої зони, мг/м<sup>3</sup>

Необхідну кількість повітря, м<sup>3</sup>/год, для видалення надлишків шкідливої речовини визначають за формулою:

$$L_k = K \cdot V \quad (11)$$

### ЗАВДАННЯ:

**Завдання 1:** Оберіть одну тему на вибір та розкрийте її.

1. Типи вентиляційних систем у промислових підприємствах: переваги та недоліки.
2. Автоматизація систем вентиляції та кондиціонування на виробництві.
3. Методи очищення повітря у промислових вентиляційних системах.
4. Розрахунок ефективності вентиляції у виробничих приміщеннях.
5. Кондиціонування повітря у гірничій промисловості: особливості та вимоги.
6. Вентиляційні системи у хімічній промисловості: виклики та рішення.
7. Енергозбереження у системах вентиляції та кондиціонування промислових підприємств.
8. Значення локальної вентиляції для видалення небезпечних речовин у виробничих приміщеннях.
9. Вплив вентиляції та кондиціонування на комфорт і безпеку працівників.

10. Екологічні аспекти промислової вентиляції та кондиціонування повітря.

**Завдання 2:** Розрахуйте задачі за варіантом табл.1.2.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунків

Непарні варіанти	Парні варіанти
<p><b>Задача 1.</b> Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для приміщення майстерень, яке має довжину 78 м, ширину 15 м, висоту 7 м. Вільний об'єм приміщення становить 81%. У повітря майстерень виділяється пил у кількості <math>G = 150</math> г/год., ГДК якого <math>6</math> мг/м<sup>3</sup>. Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні <math>q_{pz} = 4,7</math> мг/м<sup>3</sup>, концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, <math>q_0 = 0,4</math> мг/м<sup>3</sup>. Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.</p>	<p><b>Задача 1.</b> Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для приміщення майстерень, яке має довжину 55 м, ширину 11 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 77%. У повітря майстерень виділяється пил у кількості <math>G = 122</math> г/год., ГДК якого <math>6</math> мг/м<sup>3</sup>. Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні <math>q_{pz} = 4</math> мг/м<sup>3</sup>, концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення, <math>q_0 = 0,2</math> мг/м<sup>3</sup>. Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.</p>
<p><b>Задача 2.</b> За даними завдання 1 визначити необхідний повітрообмін у цеху та кратність повітрообміну, якщо місцевими відсмоктувачами відбирається з робочої зони <math>L_m = 1750</math> м<sup>3</sup>/год повітря, яке містить <math>q_m = 24</math> мг/м<sup>3</sup> пилу.</p>	<p><b>Задача 2.</b> За даними завдання 1 визначити необхідний повітрообмін у цеху та кратність повітрообміну, якщо місцевими відсмоктувачами відбирається з робочої зони <math>L_m = 1900</math> м<sup>3</sup>/год повітря, яке містить <math>q_m = 22</math> мг/м<sup>3</sup> пилу.</p>
<p><b>Задача 3.</b> На термічній дільниці цеху, вільний об'єм якої <math>V = 640</math> м<sup>3</sup>, працюють <math>n = 3</math> електропечі, кожна потужністю <math>N = 5</math> кВт. Вентиляційні отвори витяжної вентиляції розташовані на висоті <math>h = 4,4</math> м, температура зовнішнього повітря <math>t_{п,} = +23^\circ\text{C}</math>, температура у робочій зоні <math>t_{pz}</math> повинна бути не вищою <math>25^\circ\text{C}</math>. Температурний градієнт <math>\Delta t = 1,2^\circ\text{C/м}</math>. Масова ізобарна теплоємність повітря <math>c = 1</math> кДж/(кг-град.), його густина <math>\gamma = 1,2</math> кг/м<sup>3</sup>.</p>	<p><b>Задача 3.</b> На термічній дільниці цеху, вільний об'єм якої <math>V = 550</math> м<sup>3</sup>, працюють <math>n = 4</math> електропечі, кожна потужністю <math>N = 6</math> кВт. Вентиляційні отвори витяжної вентиляції розташовані на висоті <math>h = 5</math> м, температура зовнішнього повітря <math>t_{п,} = +24^\circ\text{C}</math>, температура у робочій зоні <math>t_{pz}</math> повинна бути не вищою <math>26^\circ\text{C}</math>. Температурний градієнт <math>\Delta t = 1,2^\circ\text{C/м}</math>. Масова ізобарна теплоємність повітря <math>c = 1</math> кДж/(кг-град.), його густина <math>\gamma = 1,2</math> кг/м<sup>3</sup>.</p>



<p>Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні <math>k = 1,2</math>. На нагрівання повітря йде 72% потужності електропечі. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 4%. Визначити необхідний повітрообмін та його кратність в приміщенні, якщо місцева вентиляція відсутня.</p>	<p>Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні <math>k = 1,2</math>. На нагрівання повітря йде 70% потужності електропечі. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 7%. Визначити необхідний повітрообмін та його кратність в приміщенні, якщо місцева вентиляція відсутня.</p>
<p><b>Задача 4.</b> Визначити необхідний обмін повітря та кратність його обміну для випадку, вказаного у прикладі 3, за умови, що від кожної печі надходить <math>G_1 = 28</math> г чадного газу за годину. Граничнодопустима концентрація чадного газу у робочій зоні <math>q_{гдк} = 18</math> мг/м<sup>3</sup>. Прийняти концентрацію газу у повітрі, що видаляється з приміщення, 20 мг/м<sup>3</sup> (0,02 г/м<sup>3</sup>), у припливному повітрі <math>q_0 = 0,004</math> г/м<sup>3</sup>, коефіцієнт нерівномірності <math>k = 1,2</math></p>	<p><b>Задача 4.</b> Визначити необхідний обмін повітря та кратність його обміну для випадку, вказаного у прикладі 3, за умови, що від кожної печі надходить <math>G_1 = 27</math> г чадного газу за годину. Граничнодопустима концентрація чадного газу у робочій зоні <math>q_{гдк} = 18</math> мг/м<sup>3</sup>. Прийняти концентрацію газу у повітрі, що видаляється з приміщення, 25 мг/м<sup>3</sup> (0,025 г/м<sup>3</sup>), у припливному повітрі <math>q_0 = 0,009</math> г/м<sup>3</sup>, коефіцієнт нерівномірності <math>k = 1,2</math></p>
<p><b>Задача 5.</b> У малярному цеху, вільний об'єм якого (<math>V</math>) 1650 м<sup>3</sup>, виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є бензол. При висиханні фарби за годину випаровується 160 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності <math>k = 1</math>. Концентрація бензолу у зовнішньому повітрі <math>q_0 = 0,08</math> мг/м<sup>3</sup>. Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів бензолу <math>q</math> не перевищувала граничнодопустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками.</p>	<p><b>Задача 5.</b> У малярному цеху, вільний об'єм якого (<math>V</math>) 1700 м<sup>3</sup>, виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є бензол. При висиханні фарби за годину випаровується 145 г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності <math>k = 1</math>. Концентрація бензолу у зовнішньому повітрі <math>q_0 = 0,03</math> мг/м<sup>3</sup>. Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів бензолу <math>q</math> не перевищувала граничнодопустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). Порівняти кратність обміну за цими розрахунками.</p>

Приклади виконання завдання 2 наведено нижче.

### Задача 1.

Визначити потрібний повітрообмін та його кратність для приміщення майстерень, яке має довжину 60 м, ширину 12 м, висоту 6 м. Вільний об'єм приміщення становить 85%. У повітря майстерень виділяється пил у кількості  $G = 100$  г/год., ГДК якого  $4$  мг/м<sup>3</sup>. Прийнято, що концентрація пилу у робочій зоні  $q_{pz} = 3,5$  мг/м<sup>3</sup>, концентрація пилу у повітрі, яке подається у приміщення,  $q_0 = 0,2$  мг/м<sup>3</sup>. Пил рівномірно розподілений у повітрі приміщення.

#### Алгоритм:

1. Необхідний повітрообмін визначити за формулою 1.
2. Кратність повітрообміну у приміщенні майстерень визначити за формулою 8

Визначимо необхідний повітрообмін за формулою 1:

$$L_m = \frac{kG}{q - q_0} = \frac{2 \cdot 100000}{3,5 - 0,2} = 60606 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Визначимо кратність повітрообміну у приміщенні майстерень за формулою 8:

$$\begin{aligned} K &= L / V \\ V_{\text{заг}} &= 60 \cdot 12 \cdot 6 = 4320 \text{ м}^3 \\ V &= V_{\text{заг}} \cdot G = 4320 \cdot 0,85 = 3672 \\ K &= 60606 / 3672 = 16,5 \text{ 1/год} \end{aligned}$$

### Задача 2.

За даними завдання 1 визначити необхідний повітрообмін у цеху та кратність повітрообміну, якщо місцевими відсмоктувачами відбирається з робочої зони  $L_m = 2000$  м<sup>3</sup>/год повітря, яке містить  $q_m = 20$  мг/м<sup>3</sup> пилу.

#### Алгоритм:

1. Визначається потрібний повітрообмін за формулою 2, м<sup>3</sup>/год.
2. Визначається кратність повітрообміну за формулою 8

Визначаємо потрібний повітрообмін за формулою 2:

$$L_m = L_M + \frac{kG - L_M(q_M - q_0)}{q_M - q_0} = 2000 + \frac{2 \cdot 100000 - 2000(20 - 0,2)}{20 - 0,2} = 10101 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Визначимо кратність повітрообміну у цеху за формулою 8:

$$\begin{aligned} K &= L / V \\ V_{\text{заг}} &= 60 \cdot 12 \cdot 6 = 4320 \text{ м}^3 \\ V &= V_{\text{заг}} \cdot G = 4320 \cdot 0,85 = 3672 \\ K &= 10101 / 3672 = 2,75 \text{ 1/год} \end{aligned}$$

### Задача 3.

На термічній дільниці цеху, вільний об'єм якої  $V = 500$  м<sup>3</sup>, працюють  $n = 4$  електропечі, кожна потужністю  $N = 5$  кВт. Вентиляційні отвори



втяжної вентиляції розташовані на висоті  $h = 5$  м, температура зовнішнього повітря  $t_{п,} = +22^{\circ}\text{C}$ , температура у робочій зоні  $t_{рз}$  повинна бути не вищою  $26^{\circ}\text{C}$ . Температурний градієнт  $\Delta t = 1,2^{\circ}\text{C/м}$ .

Масова ізобарна теплоємність повітря  $c = 1\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{град.})$ , його густина  $\gamma = 1,2\text{ кг/м}^3$ .

Коефіцієнт нерівномірності розподілу тепла у приміщенні  $k = 1,2$ . На нагрівання повітря йде 70% потужності електропечі. Втрати тепла через зовнішні огороження становлять 5%. Визначити необхідний повітрообмін та його кратність в приміщенні, якщо місцева вентиляція відсутня.

**Алгоритм:**

1. Визначити загальну кількість виділеного тепла електропечами за 1 год. (1 год. = 3600 сек.), враховуючи, що 70 % потужності печей йде саме на його нагрівання.

2. Визначити кількість тепла (надлишки), що виділяється у повітря з урахуванням 5 % його втрати через зовнішні огороження.

3. Визначити температуру повітря, що видаляється вентиляцією за формулою

$$t_{в} = t_{рз} + \Delta t (h - h_{рз}).$$

4. Визначити необхідну кількість повітря, необхідного для зменшення температури за формулою 3.

5. Визначити кратність повітрообміну за формулою 8

1. Електропечі мають загальну потужність:

$$Q_{заг} = n \cdot N = 4 \times 5 = 20 \text{ кВт}$$

$$20 \times 1000 = 20000 \text{ Вт}$$

За 1 годину (3600 секунд):

$$Q_{год} = 20000 \times 3600 = 72 \times 10^6 \text{ Дж}$$

Оскільки 70% йде на нагрівання повітря:

$$Q_{наг} = 0,7 \times 72 \times 10^6 = 50,4 \times 10^6 \text{ Дж}$$

2. Втрати складають 5%, отже, надлишкове тепло:

$$Q_{надл} = 0,95 \times 50,4 \times 10^6 = 47,88 \times 10^6 \text{ Дж}$$

3. Температура повітря, що видаляється:

$$t_{в} = t_{рз} + \Delta t \cdot (h - h_{рз}) = 26 + 1,2 \times (5 - 2) = 29,6^{\circ}\text{C}$$

$h_{рз}$  - висота робочої зони, м, за Держстандартом  $h_{рз} = 2$  м.

4. Визначаємо необхідну кількість повітря, необхідного для зменшення температури за формулою 3 (1кДж=1000 Дж)

$$L_Q = \frac{k Q_{над}}{c (t_{в} - t_{п}) \gamma} = \frac{1,2 \cdot 47,88 \cdot 10^6}{1000(29,6 - 22)1,2} = 6300$$

5. Визначаємо кратність повітрообміну за формулою 8

$$K = L / V = 6300 / 500 = 12,6 \text{ 1/год}$$

#### Задача 4.

Визначити необхідний обмін повітря та кратність його обміну для випадку, вказаного у прикладі 3, за умови, що від кожної печі надходить  $G_1 = 25$  г чадного газу за годину. Граничнодопустима концентрація чадного газу у робочій зоні  $q_{гдк} = 20$  мг/м<sup>3</sup>. Прийняти концентрацію газу у повітрі, що видаляється з приміщення,  $20$  мг/м<sup>3</sup> ( $0,02$  г/м<sup>3</sup>), у припливному повітрі  $q_0 = 0,005$  г/м<sup>3</sup>, коефіцієнт нерівномірності  $k = 1,2$

#### Алгоритм:

1. Визначається загальна кількість чадного газу, що надходить у повітря від усіх електропечей, г/год.
  2. Визначається необхідна кількість повітря для розбавлення чадного газу у робочій зоні до рівня ГДК за формулою 1 (прийняти  $q = q_{гдк}$ ).
  3. Порівняти кількість повітрообміну, необхідного для зменшення температури повітря в цеху з кількістю його, необхідного для розбавлення чадного газу до рівня ГДК і вибрати більше з двох значень.
  4. Визначити кратність повітрообміну за формулою 8
1. Загальна кількість чадного газу, що надходить у повітря від усіх печей

$$G = n \cdot G_1 = 4 \times 25 = 100 \text{ г/год}$$

2. Визначаємо необхідну кількість повітря для розбавлення чадного газу у робочій зоні до рівня ГДК за формулою 1 ( $q_{гдк} = 20$  мг/м<sup>3</sup> =  $0,02$  г/м<sup>3</sup>)

$$L_m = \frac{kG}{q - q_0} = \frac{1,2 \cdot 100}{0,02 - 0,005} = 8000 \text{ м}^3 / \text{год}$$

3. Порівнюємо:

Для тепловиділень:  $L_{тепло} = 6300$  м<sup>3</sup>/год

Для розбавлення чадного газу:  $L_{газ} = 8000$  м<sup>3</sup>/год

Оскільки  $8000$  м<sup>3</sup>/год більше, приймаємо саме це значення.

4. Визначаємо кратність повітрообміну за формулою 8

$$K = L / V = 8000 / 500 = 16 \text{ 1/год}$$

#### Задача 5.

У малярному цеху, вільний об'єм якого ( $V$ )  $1800$  м<sup>3</sup>, виконується покриття деталей фарбою, основним розчинником якої є бензол. При висиханні фарби за годину випаровується  $120$  г розчинника. Коефіцієнт нерівномірності  $k = 1$ . Концентрація бензолу у зовнішньому повітрі  $q_0 = 0,05$  мг/м<sup>3</sup>. Визначити кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, щоб концентрація парів бензолу  $q$  не перевищувала граничнодопустимої, двома методами: точним і спрощеним (за кратністю обміну повітря). **Порівняти** кратність обміну за цими розрахунками.

### **Алгоритм:**

#### **Розв'язання 1**

1. Прийняти гранично допустиму концентрацію бензолу  $q_{ГДК} = 5$  мг/м<sup>3</sup>
2. Визначається необхідна кількість повітря за формулою 1, м<sup>3</sup>/год.
3. Визначається кратність обміну повітря

#### **Розв'язання 2**

1. Визначається фактична концентрація бензолу, яка утворюється у приміщенні протягом години за формулою 9, г/м<sup>3</sup>.
2. Визначається необхідна кратність обміну повітря за формулою 10, 1/год.
3. Визначається кількість повітря, необхідного для видалення залишків бензолу за формулою 11, м<sup>3</sup>/год.
4. Остаточо приймається кількість повітря для обміну як більше значення з двох розрахованих

Дано:

Об'єм приміщення  $V=1800$  м<sup>3</sup>

Випаровування бензолу  $G=120$  г/год

Коефіцієнт нерівномірності  $k=1$

ГДК бензолу  $q_{ГДК} = 5$  мг/м<sup>3</sup> = 0,005 г/м<sup>3</sup>

Концентрація бензолу у припливному повітрі  $q_0 = 0,05$  мг/м<sup>3</sup> = 0,00005 г/м<sup>3</sup>

#### **Розв'язання 1**

1. Визначаємо необхідну кількість повітря за формулою 1

$$L_m = \frac{kG}{q - q_0} = \frac{1 \cdot 120}{0,005 - 0,00005} = 24242 \text{ м}^3 / \text{год}$$

2. Визначаємо кратність повітрообміну за формулою 8

$$K = L / V = 24242 / 1800 = 13,47 \text{ 1/год}$$

#### **Розв'язання 2**

1. Визначаємо фактичну концентрацію бензолу, яка утворюється у приміщенні протягом години за формулою 9

$$q_{\text{ф}} = G / V = 120 / 1800 = 0,067$$

2. Визначаємо необхідну кратність обміну повітря за формулою 10

$$K = q_{\text{ф}} / q_{\text{ГДК}} = 0,067 / 0,005 = 13,4$$

3. Визначаємо кількість повітря, необхідного для видалення залишків бензолу за формулою 11

$$L_k = K \cdot V = 13,4 \cdot 1800 = 24120 \text{ м}^3 / \text{год}$$

4. Оскільки необхідний повітрообмін для першого розрахунку більший, то приймаємо його за відповідь 24 242 м<sup>3</sup>/год і кратність 13,46 разів на годину.

## 1.2 Індивідуальне завдання №2. Провітрювання кар'єрів

**Мета завдання:** сформувати у студентів практичні навички розрахунку та оцінювання ефективності систем провітрювання кар'єрів шляхом визначення обсягів поданого повітря, швидкості повітряних потоків і ступеня виведення шкідливих газів та пилу, а також розвинути вміння аналізувати отримані результати.

### Розрахунок ефективності провітрювання кар'єрів

1. Визначення обсягів повітря, що подається в кар'єр

Визначаємо за допомогою рівнянь, що залежать від розміру кар'єру та його вентиляційної системи.

$$Q = \frac{V \cdot \Delta P}{R}$$

де Q - обсяг поданого повітря (м<sup>3</sup>/год),

V - об'єм кар'єру або обсяг робочих зон (м<sup>3</sup>),

$\Delta P$  - різниця тиску між зовнішнім і внутрішнім середовищем кар'єру (Па),

R - опір повітряному потоку (м<sup>3</sup>/с·Па).

2. Розрахунок швидкості повітряного потоку

Для визначення ефективності вентиляції важливо знати швидкість повітряного потоку на різних рівнях кар'єру. Швидкість потоку можна розрахувати за формулою:

$$v = Q/S$$

де v - швидкість потоку (м/с),

S - площа поперечного перерізу вентиляційного каналу (м<sup>2</sup>).

3. Розрахунок ефективності виведення шкідливих газів і пилу

Ефективність системи вентиляції можна оцінити за допомогою коефіцієнта очищення, що визначається як:

$$\eta = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \cdot 100\%$$

де C<sub>0</sub> - початкова концентрація пилу/газів,

C<sub>1</sub> - кінцева концентрація пилу/газів після очищення.

4. Оцінка результатів

Після виконання розрахунків можна оцінити, наскільки ефективно працює система провітрювання, наскільки швидко видаляються забруднення з робочих зон та чи відповідають ці показники вимогам безпеки.

### ЗАВДАННЯ:

**Завдання 1:** Оберіть одну тему на вибір та розкрийте її.



1. Роль природного провітрювання в кар'єрах: можливості та обмеження. Як природні фактори, такі як вітер і температура, можуть впливати на ефективність вентиляції в кар'єрі?
2. Інноваційні технології штучного провітрювання кар'єрів: перспективи та виклики. Огляд сучасних технологій штучного провітрювання та їх вплив на безпеку гірничих робіт.
3. Штучне та природне провітрювання в контексті безпеки праці в кар'єрах. Як забезпечення належного рівня вентиляції може знижувати ризики для працівників, що працюють в умовах пилу та газів?
4. Порівняння ефективності природного та штучного провітрювання у великих кар'єрах. У яких випадках природне провітрювання є достатнім, а коли необхідне впровадження штучних систем?
5. Використання природних умов для покращення вентиляції в кар'єрах. Як можна ефективно використовувати природні фактори для зменшення витрат на вентиляцію в кар'єрі?
6. Інтеграція систем штучного провітрювання з іншими інженерними системами кар'єру. Як поєднання вентиляційних систем з іншими технологічними процесами може підвищити ефективність видобутку?
7. Інтелектуальні системи управління вентиляцією в кар'єрах. Огляд технологій автоматизації та дистанційного моніторингу, які допомагають оптимізувати процес провітрювання.
8. Природне провітрювання кар'єрів в умовах змін клімату. Як зміни в кліматі (збільшення температури, зміни вітрових умов) можуть вплинути на ефективність природного провітрювання кар'єрів?
9. Економічні аспекти штучного та природного провітрювання в кар'єрах. Які витрати та вигоди супроводжують впровадження різних систем провітрювання на кар'єрах і як це відображається на економічній ефективності видобутку?

**Завдання 2:** Розрахувати задачу за варіантом табл. 1.3.

Розрахуйте обсяги повітря, що подається в кар'єр, швидкість повітряного потоку, ефективності виведення шкідливих газів і пилу та зробіть висновки згідно отриманих результатів.

Таблиця 1.3 – Вихідні дані індивідуального завдання №2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V, м <sup>3</sup>	6000	6000	5100	5000	4800	6400	6000	5900	5600
ΔP, Па	5	3	4	5	5	4	4	3	5
R, м <sup>3</sup> /с·Па	2,2	2,5	2,6	2,6	2,6	2,2	2,5	2,5	2,5
S, м <sup>2</sup>	12	14	13	21	13	20	14	13	18
C <sub>0</sub> , мг/м <sup>3</sup>	250	340	288	310	279	255	247	311	265
C <sub>1</sub> , мг/м <sup>3</sup>	70	84	68	72	88	90	61	75	80

### Приклад розрахунку

Розрахуємо обсяг повітря:

$$Q = \frac{V \cdot \Delta P}{R} = \frac{5600 \cdot 5}{2,5} = 28000 \text{ м}^3$$

На годину обсяг повітря буде становити:

$$Q = \frac{28000}{24} = 1166 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахуємо швидкість потоку:

$$v = Q/S = 1166/18 = 64,8 \text{ м/с}$$

Ефективність системи вентиляції:

$$\eta = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \cdot 100\% = \frac{265 - 80}{265} = 70\%$$

Висновок: отже, обсяги повітря, що подаються в кар'єр становлять 1166 м<sup>3</sup>/год при швидкості повітряного потоку 64,8 м/с, при цьому ефективність виведення шкідливих газів складає 70%



## 2 ВИМОГИ ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Індивідуальне завдання виконується здобувачами вищої освіти державною мовою. Структурно кожна робота складається з двох частин аналітичної та розрахункової, та оцінюється у 20 балів.

Текст індивідуальної роботи оформлюється на аркушах книжкової орієнтації з такими параметрами полів: ліве - 20 мм, праве - 20 мм, верхнє - 20 мм, нижнє - 20 мм. Для розміщення великих таблиць або рисунків дозволяється використання альбомної орієнтації. Основний текст друкується шрифтом Arial або Times New Roman, розміром 14 pt, з полуторним міжрядковим інтервалом. Використання підкреслення в тексті не допускається.

Робота розпочинається з титульного аркуша (додаток А). Здобувачам надається шаблон звіту та шаблон презентації для захисту роботи. Після титульного аркуша послідовно розміщують: зміст, основні розділи роботи, висновки, список використаних джерел та додатки.

Нумерація сторінок здійснюється арабськими цифрами наскрізно, починаючи з титульного аркуша і до останньої сторінки роботи. Номер сторінки проставляється у нижньому правому куті без крапки. Титульний аркуш вважається першою сторінкою, але номер на ньому не зазначається. Додатки також підлягають загальній нумерації.

Зміст повинен містити назви всіх розділів і підрозділів із зазначенням номерів початкових сторінок. Формулювання назв у змісті та в тексті роботи мають повністю збігатися. Вступ, кожний розділ і висновки починаються з нової сторінки. Заголовки структурних елементів («ЗМІСТ», «ВСТУП», «РОЗДІЛ», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ», «ДОДАТКИ») друкуються великими літерами та вирівнюються по центру. Назви підрозділів подаються з абзацу малими літерами (перша - велика), без крапки в кінці. Перенесення слів у заголовках не допускається.

Абзацний відступ по всьому тексту має становити 1,25 см і бути однаковим. Відстань між заголовком і текстом до або після нього - не менше одного рядка. У межах одного розділу підрозділи розміщуються без перенесення на нову сторінку, за винятком випадків, коли назва підрозділу опиняється наприкінці сторінки - у такій ситуації текст підрозділу переноситься на наступну сторінку.

Сторінки роботи, як правило, повинні бути заповнені текстом повністю. Допускається неповне заповнення лише на завершальних сторінках вступу, розділів, висновків і списку джерел, але не менше ніж на одну третину сторінки. Розділ або підрозділ не може завершуватися лише таблицею, рисунком чи формулою - після них обов'язково наводиться пояснювальний текст або узагальнюючий висновок.



Основна частина індивідуального завдання може бути структурована на розділи, підрозділи, пункти та підпункти відповідно до затвердженого плану. Заголовки розділів друкуються великими літерами, номер розділу зазначається без крапки.

Розрахункова частина роботи повинна містити як основні формули, так і послідовний алгоритм виконання розрахунків. Після завершення розрахунків обов'язково формулюється підсумковий висновок, який відображає досягнення поставленої мети завдання.

Числові дані в роботі зазвичай подаються у вигляді таблиць, оформлених шрифтом 12 pt Arial або Times New Roman з одинарним міжрядковим інтервалом. Таблиці поділяються на аналітичні та інформаційні. Після аналітичних таблиць необхідно робити узагальнення результатів, наприклад: «дані таблиці 2.1 свідчать про...». Кожна таблиця повинна мати назву та порядковий номер. Слово «Таблиця», її номер і назву подають з абзацу з великої літери без використання знака «№».

У таблицях не застосовується графа «№ з/п». Одиниці виміру зазначаються відповідно до чинних стандартів. Усі числові значення в межах однієї колонки повинні мати однакову кількість десяткових знаків. За відсутності даних у клітинці ставиться прочерк. Таблиці, розміщені в додатках, нумеруються окремо в межах кожного додатка.

Рисунки (схеми, графіки, діаграми, фотографії) обов'язково супроводжуються поясненнями та посиланнями у тексті. Розміщують їх одразу після першого згадування або на наступній сторінці. Нумерація рисунків здійснюється в межах розділу. Назва рисунка подається після нього з абзацу. Для діаграм обов'язково зазначаються назви або розмірності осей.

Формули розташовуються по центру сторінки після тексту, в якому вони згадані вперше, з обов'язковими відступами зверху і знизу. Формули нумеруються в межах розділу. Після формули подається пояснення всіх символів зі слова «де», без двокрапки.

Посилання на джерела в тексті оформлюються у квадратних дужках із зазначенням номера джерела та сторінки. Список використаних джерел оформлюється відповідно до ДСТУ 8302:2015.

Додатки подаються у порядку їх згадування в тексті, кожен — з нової сторінки. Вони позначаються великими літерами української абетки та мають власні заголовки. Рисунки, таблиці й формули в додатках нумеруються окремо.

### 3 ПОДАННЯ НА ПЕРЕВІРКУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Контроль за виконанням, поданням на перевірку та представленням завершених індивідуальних робіт здійснюється із використанням освітньої платформи Moodle. Для цього створюється відповідна поточна активність, у межах якої здобувачі освіти завантажують виконані роботи згідно з установленим графіком подання матеріалів.

Після подання індивідуальної роботи викладач у строки, визначені семестровим розкладом, здійснює її перевірку, формулює зауваження та надає рекомендації. На їх основі студент має можливість внести необхідні виправлення та доопрацювати роботу з метою підвищення якості результатів.

Остаточне оцінювання індивідуальної роботи проводиться викладачем після її повного завершення з подальшим виставленням балів у системі Moodle. За потреби здобувач освіти може повторно подати доопрацьований варіант роботи з урахуванням отриманих зауважень, що сприяє розвитку навичок самоконтролю, коригування помилок і поглибленого засвоєння матеріалу дисципліни «Системи вентиляції та кондиціонування підприємств».

Підсумкова оцінка за виконання індивідуального завдання визначається як сума балів за першу та другу індивідуальні роботи відповідно до робочої програми дисципліни (максимум 20 балів за кожну роботу).

Загальна оцінка за виконані індивідуальні роботи враховується в поточній успішності здобувачів освіти та виставляється на підставі встановлених критеріїв оцінювання, наведених у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Критерії оцінювання змісту та оформлення індивідуальної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
1-5 балів (Суттєві помилки в роботі)	<ul style="list-style-type: none"><li>Робота представлена поверхнево, без розгорнутих пояснень та аналізу.</li><li>Оцінка рівня виконання роботи викликає сумніви через неухвалене ставлення до наукових методів та матеріалу.</li><li>Висновки мають суттєві помилки або не відповідають поставленій меті дослідження.</li><li>Захист роботи слабкий, студент не може аргументовано пояснити виконання завдання або наявні у роботі недоліки.</li></ul>
6-10 балів (Теоретичне осмислення та аналіз)	<ul style="list-style-type: none"><li>Робота має певні елементи узагальнення, однак є поверхневою у теоретичному осмисленні.</li><li>Формулювання висновків потребує додаткових уточнень.</li></ul>



Кількість балів	Критерії оцінювання
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Пропозиції в роботі неповні або недостатньо обґрунтовані, деякі аспекти дослідження не повністю виконані.</li><li>• Захист роботи здійснюється частково, студент демонструє деяке розуміння матеріалу, але має труднощі у відповідях на питання.</li></ul>
11-15 балів (Розкриття проблеми та якість роботи)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Текст роботи свідчить про узагальнення теоретичних основ та практичного вирішення проблеми.</li><li>• Методи дослідження відібрані коректно, застосовані науково обґрунтовано.</li><li>• Формулювання висновків частково творче, з можливими незначними помилками, що не впливають на загальне розуміння проблеми.</li><li>• Пропозиції в роботі обґрунтовані, але деякі з них могли б бути більш деталізованими або обґрунтованими.</li><li>• Завдання виконано, мета дослідження досягнута, однак можуть бути незначні упущення.</li><li>• Оформлення роботи відповідає вимогам, але є незначні порушення в структурі або стилі написання.</li><li>• Захист роботи чіткий, студент може обґрунтовано пояснити виконане завдання, хоча є деякі труднощі в детальному поясненні.</li></ul>
16-20 балів (Високий рівень виконання роботи)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Текст роботи демонструє узагальнення і глибоке творче осмислення теоретичних основ та практичного вирішення проблеми.</li><li>• Методи дослідження підібрані і застосовані коректно та науково обґрунтовано.</li><li>• Формулювання висновків чіткі, логічні, відповідно до поставлених завдань. Пропозиції в роботі добре обґрунтовані, висвітлено всі важливі аспекти дослідження.</li><li>• Завдання повністю виконано, мета дослідження досягнута без жодних упущень.</li><li>• Оформлення роботи відповідає всім вимогам, структура і стиль написання належні.</li><li>• Захист роботи відмінний, студент чітко, аргументовано і глибоко пояснює всі аспекти виконаної роботи, демонструючи високий рівень володіння матеріалом.</li></ul>

## 4 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### *Базові*

- 1 Sierra C. Mine Ventilation. Cham : Springer International Publishing, 2020. URL: <https://read.kortext.com/library/books/1488334>
- 2 ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. На заміну СНиП 2.04.05-91 ; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=50154](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154)
- 3 ДСТУ 4461:2005. Вентилятори шахтні місцевого провітрювання. Загальні технічні вимоги і вимоги безпеки. Методи випробування. На заміну ГОСТ 6625-85 ; чинний від 2006-10-01. Вид. офіц. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=55073](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55073)
- 4 Правила безпеки у вугільних шахтах : затв. наказом Держ. комітету України з пром. безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 р. № 62. Дата оновлення: 31.10.2014. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10>
- 5 Вентиляція гірничих підприємств : навчальний посібник / В. І. Голінько, Я. Я. Лебедєв, О. А. Муха, О. В. Столбченко; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2022. 261 с.

### *Додаткові*

- 6 Трофимов В. О., Булгаков Ю. Ф., Кавера О. Л., Харьковский М. В. Аерология шахтних вентиляційних мереж : монографія. Донецьк : Норд-Прес, 2009. 88 с.
- 7 Комп'ютерне моделювання аварійних вентиляційних режимів : навч. посіб. / Ю.Ф. Булгаков та ін. Донецьк : Донбас, 2014. 68 с
- 8 Мартинов В. К., Федько М. Б. Розрахунки основних виробничих операцій, процесів та систем розробки рудних родовищ : навч. посіб. Кривий Ріг : Видавн.центр КТУ, 2010. 274 с.
- 9 Система вентиляції підземного укриття: пат. 154890 Україна: МПК F24F 7/06 (2006.01) № u202303478; заявл. 17.07.2023; опубл. 27.12.2023, бюл. № 52.
- 10 Система кондиціонування повітря для глибинних вибоїв шахт : пат. 157523 Україна: МПК (2024.01) МПК (2024.01) F41H 3/00. № u 2023 05959 ; заявл. 08.12.2023 ; опубл. 30.10.2024, Бюл. № 44.

### *Web-ресурси*

- 11 Design of ventilation& air conditioning system for buildings : Coursera\_ веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/specializations/design-of-ventilation-and-air-conditioning-system-for-buildings#about> (дата звернення: 10.10.2025).



12 Cutting-edge technology in air conditioning system : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/cutting-edge-technology-in-air-conditioning-system> (дата звернення: 10.10.2025).

13 Ventilation, life safety, and smoke extraction in building : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/ventilation-life-safety-and-smoke-extraction-in-building> (дата звернення: 10.10.2025).



Додаток А

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА**

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»**

**«СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ»**

**Індивідуальна робота 1 (або 2)**

**Тема: «.....»**

Група \_\_\_\_\_

ПІБ \_\_\_\_\_

Перевірив(ла): \_\_\_\_\_

(ПІБ викладача)

2025

**ПРИКЛАДИ  
ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСКУ  
відповідно до Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015**

**Книги**

1. **Одного автора:** Сидоренко О. П. Основи екології : навчальний посібник. Київ : Либідь, 2017. 256 с.
2. **Два або більше авторів:** Іваненко Т. М., Петров О. В. Економіка природокористування : підручник. Харків : Основа, 2015. 320 с.
3. **Редакція або упорядкування:** Екологічне право України : підручник / за ред. О. В. Краснова. Київ : Юрінком Інтер, 2019. 448 с.
4. **Іноземна книга:** Smith J. M. Environmental Science. 2nd ed. New York : Springer, 2018. 432 p.

**Журнальні статті**

1. **Українська стаття:** Іванов П. В. Вплив техногенного забруднення на атмосферу. *Науковий вісник*. 2020. № 3. С. 25–30.
2. **Іноземна стаття:** Johnson L. Climate change impacts on agriculture. *Journal of Environmental Studies*. 2019. Vol. 45. No. 2. P. 123–135.

**Електронні ресурси**

1. **Веб-сайт:** Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського : веб-сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25.11.2024).
2. **Електронна книга:** Петренко О. Ю. Захист довкілля : навчальний посібник. Київ : Видавництво КНУ, 2021. URL: <http://lib.knu.ua> (дата звернення: 20.11.2024).

**Нормативні документи**

1. **Національний стандарт:** ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с. (Інформація та документація).

**Дисертації та автореферати**

1. **Дисертація:** Левченко І. М. Стратегія сталого розвитку регіонів України : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.00. Київ, 2018. 215 с.
2. **Автореферат дисертації:** Ткаченко Л. О. Управління природними ресурсами регіонів : автореф. дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.00. Київ, 2019. 32 с.

**Корисний ресурс для оформлення**

Для швидкого і правильного створення бібліографічних описів відповідно до ДСТУ 8302:2015, рекомендується скористатися сайтом [Grafati](http://Grafati.com).



*Навчально-методичне видання*

Марина Ігорівна Таврель

**СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІЮВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ:**

методичні рекомендації  
до виконання індивідуальних завдань

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції