

**Міністерство освіти і науки України  
Київський національний університет будівництва і архітектури**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

**Проректор з навчальної роботи та  
навчально-методичної роботи  
Г. М. Тонкачєєв**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**"Основи метрології"**

**Галузь знань - 19 "Архітектура та будівництво";**  
**Спеціальність - 192 "Будівництво та цивільна інженерія";**  
**Спеціалізація - Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання;**  
**Факультет - інженерних систем і екології (ФІСЕ)**

Київ - 2021

Робоча програма з дисципліни «Основи метрології»

Галузь знань 19 "Архітектура та будівництво",  
спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
спеціалізація "Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання".  
„\_\_\_” \_\_\_\_\_, 2021 року - 10 с.

Розробник: О.В.Задоянний, к.т.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання і  
вентиляції

Протокол від. “28” серпня 2021 року № 1

Завідувач кафедри

К.М.Предун

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021 року

Схвалено методичною комісією спеціальності "Теплогазопостачання і  
вентиляція"

Протокол від. “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_

Голова

О.В.Дупляк

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021 року

© КНУБА, 2021 рік

© \_\_\_\_\_, 2021 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0 (денна та заочн.);	Галузь знань <b>19 «Архітектура та будівництво»</b>	Нормативна	
	Спеціальність: <b>192 "Будівництво та цивільна інженерія"</b>		
Модулів – 2	Спеціалізація: <b>Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання"</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 4		2-й	2-й
ІЗ -контрольна		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 90 (денна та заочн.);		3-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>2,3</b> самостійної роботи студента – <b>2,2</b>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>бакалавр</b>	<b>Лекції</b>	
		20 год.	2
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		20 год.	8 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		10 год.	8 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		40 год.	72 год.
		<b>Індивідуальні завдання контрольна</b>	
		денна форма	заочна форма
		<b>1</b>	<b>1</b>
		Вид контролю: залік	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –  $50/40=1,25$

для заочної форми навчання –  $18/72=0,25$

## **1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета:** надати студентам ґрунтовних комплексних знань з методів вимірювання, вимірювальних засобів та місця метрології в будівельній галузі взагалі та в системах ТГПів зокрема, а також практичних навичок з техніки вимірювання та обробки отриманих результатів, визначення похибок та точності вимірювання тощо.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:** законодавчу базу про метрологічну діяльність, одиниці вимірювання, їх відтворення та зберігання, метрологічну службу України, державний метрологічний контроль, статистичний аналіз і оцінку похибок вимірювання;

**вміти:** вибирати раціональні способи і засоби вимірів, розраховувати необхідну точність і похибку вимірів, розробляти необхідне метрологічне забезпечення, аналізувати та обраховувати результати вимірів, робити оцінку сумарної похибки результатів вимірів.

## **Модуль 1. Базові поняття з метрології**

### **Змістовний модуль 1. Прикладна метрологія**

**Тема 1.** Метрологічна система. Терміни та визначення, структура метрології, метрологічні методи, державна система забезпечення єдиних умов вимірювань (ДСВ) та її основні принципи;

**Тема 2.** Вимірювання. Одиниці вимірювання, фізична величина та її розмір, значення та рід, системи фізичних величин, система SI, основна та похідна одиниці фізичної величини, розмірність одиниць, когерентна система фізичних одиниць, кратні та часткові одиниці, позасистемні одиниці фізичних величин;

**Тема 3.** Статистичні методи, що використовуються при вимірюваннях. Випадкові величини. Характеристики випадкових величин. Гістограма. Нормальне розподілення та розподілення Сьюдента. Вибірка випадкової величини. Довірчі інтервали. Критерії грубих помилок.

### **Змістовний модуль 2. Похибки та нормування вимірювань**

**Тема 1.** Нормування вимірювань. Метрологічні характеристики засобів вимірювань, характеристики показників якості, чутливості, неінформативності, взаємодії та динамічні характеристики, принципи нормування, групи засобів вимірювань, клас точності засобу виміру, інтенсивність відмови, метрологічна надійність;

**Тема 2.** Похибки вимірювань. Види похибок, точність вимірювання, визначення похибок, статистичний аналіз для оцінки випадкових похибок, нормальний закон розподілу випадкових величин (похибок) та його характеристики, правило трьох сигм, довірчий інтервал;

## **Модуль 2. Техніка вимірювань**

### **Змістовний модуль 1. Похибки при вимірюванні**

**Тема 1.** Похибки при вимірюванні температури та їх оцінка. Вимірювання скляними термометрами, термопарами, термометрами опору, манометричними термометрами, пірометрами;

**Тема 2.** Похибки при вимірюванні тиску та різниці тисків та їх оцінка. Вимірювання

рідинними манометрами, двотрубними та однотрубними, мікроманометром, розрахунки похибок;

**Тема 3.** Похибки при вимірюванні витрат рідини, газу та повітря. Звужуючі пристрої – основи теорії, ротаметри, камерні, електромагнітні та ультразвукові витратоміри;

**Тема 4.** Вимірювання рівня рідини. Тепломіри та теплотічильники.

### **Змістовний модуль 2.Лабораторні вимірювання**

**Тема 1.** Лабораторні аеродинамічні дослідження елементів вентиляційних систем. Дослідження втрати тиску в елементах вентиляційних систем. Дослідження втрат тиску за довжиною. Вимірювання швидкості та витрати повітря. Вимірювання відносної вологості повітря

**Тема 2.** Оброблення результатів прямих вимірювань. Послідовність оброблення результатів повторних прямих вимірювань. Правила оброблення результатів непрямих вимірювань. Поняття про невизначеність вимірювань. Невизначеності типів А та В. Експериментальні залежності за результатами спільних вимірювань. Поняття про метод найменших квадратів. Нелінійна регресія результатів однофакторного експерименту.

## **4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1. Базові поняття з метрології</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Прикладна метрологія</b>												
<b>Тема 1.</b> Метрологічна система. Терміни та визначення, структура метрології, метрологічні методи, державна система забезпечення єдиних умов вимірювань (ДСВ) та її основні принципи	4	1	1	0	1	1	2	0	0	0	0	2

<b>Тема 2.</b> Вимірювання. Одиниці вимірювання, фізична величина та її розмір, значення та рід, системи фізичних величин, система SI, основна та похідна одиниці фізичної величини, розмірність одиниць, когерентна система фізичних одиниць, кратні та часткові одиниці, позасистемні одиниці фізичних величин;	4	1	1	0	1	1	3,5	0,5	0	0	1	2
<b>Тема 3.</b> Статистичні методи, що використовуються при вимірюваннях. Випадкові величини. Характеристики випадкових величин. Гістограма. Нормальне розподілення та розподілення Сьюдента. Вибірка випадкової величини. Довірчі інтервали. Критерії грубих помилко	6	2	2	0	1	1	6,5	0,5	1	0	1	4
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
<b>Змістовний модуль 2. Похибки та нормування вимірювань</b>												
<b>Тема 1.</b> Нормування вимірювань. Метрологічні характеристики засобів вимірювань, характеристики показників якості, чутливості, неінформативності, взаємодії та динамічні характеристики,	4	2	0	0	1	1	10	0	1	0	1	8

принципи нормування, групи засобів вимірювань, клас точності засобу виміру, інтенсивність відмови, метрологічна надійність;												
<b>Тема 2.</b> Похибки вимірювань. Види похибок, точність вимірювання, визначення похибок, статистичний аналіз для оцінки випадкових похибок, нормальний закон розподілу випадкових величин ( похибок ) та його характеристики, правило трьох сигм, довірчий інтервал;	8	2	2	0	2	2	6	0	1	0	1	4
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	12	4	2	0	3	3	16	0	2	0	2	12
<b>Разом за модулем 1</b>	26	8	6	0	6	6	28	1	3	0	4	20
<b>Модуль 2. Техніка вимірювань</b>												
<b>Змістовний модуль 1. Похибки при вимірюванні</b>												
<b>Тема 1.</b> Похибки при вимірюванні температури та їх оцінка. Вимірювання скляними термометрами, термопарами, термометрами опору, манометричними термометрами, пірометрами	8	2	2	0	2	2	0	0,25	1	0	1	7

<b>Тема 2.</b> Похибки при вимірюванні тиску та різниці тисків та їх оцінка. Вимірювання рідинними манометрами, двотрубними та однострубними, мікроманометром, розрахунки похибок	8	2	2	0	2	2	0	0,5	1	0	1	7
<b>Тема 3.</b> Похибки при вимірюванні витрат рідини, газу та повітря. Звужуючі пристрої – основи теорії, ротаметри, камерні, електромагнітні та ультразвукові витратоміри	8	2	2	0	2	2	0	0,25	0	0	1	7
<b>Тема 4.</b> Вимірювання рівня рідини. Тепломіри та теплолічильники.	8	2	2	0	2	2	3	1	1	2	1	3
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>24</b>

### Змістовний модуль 2. Лабораторні вимірювання

<b>Тема 1.</b> Лабораторні аеродинамічні дослідження елементів вентиляційних систем. Дослідження втрати тиску в елементах вентиляційних систем. Дослідження втрат тиску за довжиною. Вимірювання швидкості та витрати повітря. Вимірювання відносної вологості повітря	14	2	2	4	3	3	14	0	1	4	1	8
<b>Тема 2.</b> Оброблення результатів прямих вимірювань. Послідовність оброблення результатів	10	2	2	2	2	2	14	0	1	2	1	10

повторних прямих вимірювань. Правила оброблення результатів непрямих вимірювань. Поняття про невизначеність вимірювань. Невизначеності типів А та В. Експериментальні залежності за результатами спільних вимірювань. Поняття про метод найменших квадратів. Нелінійна регресія результатів однофакторного експерименту												
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>18</b>
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>62</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>62</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>42</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>90</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>62</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Визначення характеристик функції розподілу випадкових величин	2	2
2	Точкові оцінки числових характеристик	2	2
3	Визначення параметрів емпіричного розподілу (з побудовою гістограми) випадкових величин	2	-
3	Розрахунок похибки вимірювання коефіцієнта конвективної тепловіддачі від нагрітої поверхні	4	2
4	Розрахунки робочого діапазону виміру тиску, перепаду тисків та визначення ціни поділу шкали лабораторного мікроманометра	2	2
5	Нормальні, стандартні та робочі параметри вентиляційного повітря та газів. Перерахунок параметрів вентиляційного та аспіраційного повітря	2	-

	та природного газу з робочих до стандартних.		
6	Розрахунок похибки вимірювання рівня рідини в барабані котла	2	-
7	Розрахунок похибки вимірювання витрати на звужуючому пристрої	4	-
	<b>Разом</b>	<b>20</b>	<b>8</b>

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Експериментальне визначення радіаційної температури поверхонь приміщення	2	2
2	Повірка чашкового анемометра по робочому еталону	2	2
3	Повірка пневмометричної трубки по взірцевому колектору	2	2
4	Визначення інтегральної похибки виміру коефіцієнта конвективної тепловіддачі від нагрітої поверхні трубки	4	2
	<b>Разом</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

#### 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	8	30
2	Обробка даних лабораторних робіт	4	6
3	Підготовка до контрольної роботи	8	26
	<b>Разом</b>	<b>20</b>	<b>62</b>