

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет  
Аерокосмічний факультет  
Кафедра автоматизації та енергоменеджменту



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з навчальної роботи

*[Signature]*

УЗГОДЖЕНО  
Декан АКФ

*[Signature]*

Кулик

«13» 10 2022 р.

«25» 10 2022р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни  
«Теплотехнічні вимірювання»

Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"  
Спеціальність: 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"  
Освітньо-професійна програма: «Енергетичний менеджмент»

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів СПС)	Лекції	Практичні	Лабораторні	Самостійна робота	ДЗ / РГР / К	Форма сем. контролю Екзамен
Денна:	7	15/3,5	34	-	17	54	ДЗ-1	7
Заочна	-	-	-	-	-	-	-	-

Індекс РБ -1- 141-1/22 -2.1.22

СМЯ НАУ РП 07.01.05-01-2022



Система менеджменту якості.  
Робоча програма  
навчальної дисципліни  
"Теплотехнічні вимірювання"

Шифр  
документа

СМЯ НАУ  
РП 07.01.05 - 01-2022

Стор. 2 із 12

Робочу програму навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент», робочого навчального плану № РБ 1-141-1/22 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:

доцент кафедри автоматизації  
та енергоменеджменту

І. Прохоренко

Робочу навчальну програму обговорено та схвалено на засіданні випускової за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент» кафедри автоматизації та енергоменеджменту, протокол № 13 від «18» 08 2022 р.

Гарант освітньо-професійної програми

В. Тихонов

Завідувач кафедри

В. Захарченко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради Аерокосмічного факультету, протокол № 1 від "08" 09 2022 р.

Голова НМРР

К. Балаласва

Рівень документа - 3Б

Плановий термін між ревізіями - 1 рік

Врахований примірник №2

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля .....	5
2.3. Тематичний план .....	6
2.4. Домашнє завдання .....	8
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену.....	8
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	8
3.1. Методи навчання .....	8
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет .....	
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b> .....	8



## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

### 1. Пояснювальна записка

#### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

**Місце:** даної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця.

Дана навчальна дисципліна є однією з провідних в системі підготовки студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», яка є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що дозволять фахівцеві вирішувати комплексні спеціалізовані задачі пов'язані з проблемами метрології, теплотехнічних вимірювань, вимірювальних пристроїв, оцінювання похибок вимірів,

**Метою навчальної дисципліни є :** придбання знань, вмінь і навичок, що дає змогу вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, теплотехнічних вимірювань, вимірювальних пристроїв, оцінювання похибок вимірів, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. Завдання: в результаті вивчення дисципліни студент повинен

**Завданнями навчальної дисципліни є:**

- вивчення частин елементів, принципи роботи й основні умови застосування датчиків і приладів,
- ознайомлення з областю застосування різних типів датчиків і приладів;
- вивчення методики оцінки похибки вимірювань.

#### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні мати здатність здійснювати пошук, зберігання, обробку та аналіз інформації з різних джерел і баз даних, представляти її в необхідному форматі з використанням інформаційних, комп'ютерних та мережевих технологій.

*Програмні результати:*

ПР2. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

#### 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

*Загальні компетенції:*

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

*Фахові компетенції:*

ФК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики



#### 1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна «Теплотехнічні вимірювання» базується на знаннях таких дисциплін, як: «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки» та є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Електричні системи та мережі», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Метрологія, електричні вимірювання та прилади» та інших.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Вимір теплотехнічних параметрів»
- навчального модуля №2 «Методи визначення параметрів потоків та властивостей речовин»

### 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

#### Модуль №1 " Вимір теплотехнічних параметрів ".

##### Інтегровані вимоги модуля №1:

##### Знати:

- види, методи й засоби вимірювань;
- методи та засоби вимірювання температури;
- вимірювання тиску та розрідження;

##### Вміти:

- проводити вимірювання основних теплотехнічних параметрів, які використовуються в галузі теплоенергетики;
- аналізувати по результатах вимірювань хід теплотехнічних процесів, що проходять в енергетичних установках.

#### Тема 1.1. Вступ до навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання».

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теплотехнічні вимірювання», структура курсу. Література.

**Тема 1.2. Метрологічні характеристики засобів вимірів.** Види, методи й засоби вимірів. Погрішності вимірів, їхня класифікація. Метрологічні характеристики засобів вимірів.

**Тема 1.3. Електричні методи вимірів неелектричних величин.** Електричні методи вимірів неелектричних величин. Перетворювачі неелектричних величин в електричні - реостатні, тензо- і терморезисторні, індуктивні, ємнісні, фото-, п'єзоелектричні, термоелектричні. Оцінка точності вимірювальних приладів.

**Тема 1.4 Вимір тиску й вакууму.** Вимір тиску й вакууму. Основні способи й засоби. Рідинні й грузопоршневі прилади. Деформаційні прилади тиску. Електричні датчики. Прилади для виміру вакууму.

**Тема 1.5. Вимір температур.** Вимір температур. Фізичні основи температурних вимірів. Температурні шкали. Види термометрів - рідинно-скляні, манометричні, термоперетворювачі опору, термоелектричні перетворювачі, температурні індикатори, пірометри випромінювання. Динамічні характеристики термометрів.



**Тема 1.6. Вимір швидкості й витрати рідини й газу.** Вимір швидкості й витрати рідини й газів. Пневмометричні трубки. Термоанемометрія. Вимір витрат газу й рідини.

## Модуль №2 " Методи визначення параметрів потоків та властивостей речовин "

### Інтегровані вимоги модуля №2:

#### Знати:

- методи визначення термічних та калоричних властивостей речовин;
- методи виміру параметрів потоку.

#### Вміти:

- будувати моделі різних завдань теплотехнічних вимірювань та досліджувати їх за допомогою відомих пристроїв і приладів;
- визначати теплопровідність речовин;
- визначати калоричних властивостей рідин і газів/

**Тема 2.1. Оптичні методи виміру параметрів потоку.** Оптичні методи виміру параметрів потоку. Фізичні основи методів. Тіньовий метод. Шлирен-метод Теплера. Інтерферометричні методи. Лазерна анемометрія. Доплеровські методи. Використання голографічних методів у теплофізичному експерименті.

**Тема 2.2. Методи визначення термічних властивостей речовин.** Методи визначення щільності рідин і газів. Визначення поверхневого натягу й кутів змочування. Визначення тиску насичених пар. Визначення температури плавлення.

**Тема 2.3. Методи визначення калоричних властивостей речовин.** Методи визначення калоричних властивостей речовин. Визначення калоричних властивостей рідин і газів. Визначення теплоти плавлення й паротворення. Визначення теплопровідності речовин.

**Тема 2.4. Методи аналізу складу рідин.** Вимірювання складу та властивостей рідин. Методи аналізу складу рідин. Електродні солеміри.

**Тема 2.5. Безелектродні концентратоміри.** Вимірювання вмісту розчинених у воді газів.

### 2.3. Тематичний план.

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)								
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Лаб./прак. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб./прак. заняття	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Модуль №1 « Вимір теплотехнічних параметрів »</b>										
1.1	Вступ до навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання». Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теплотехнічні вимірювання», структура курсу. Література.	<b>7 семестр</b>				<b>семестр</b>				
		4	2		2					
1.2	Метрологічні характеристики засобів вимірів. Види, методи й засоби вимірів. Погрішності вимірів, їхня класифікація. Метрологічні характеристики засобів вимірів.	8	2	2	4					





1.3	Електричні методи вимірів неелектричних величин. Електричні методи вимірів неелектричних величин.	4	2		2				
1.4	Перетворювачі неелектричних величин в електричні - реостатні, тензо- і терморезисторні, індуктивні, ємнісні, фото-, п'єзоелектричні, термоелектричні. Оцінка точності вимірювальних приладів.	4	2		2				
1.5	Вимір тиску й вакууму. Вимір тиску й вакууму. Основні способи й засоби. Рідинні й грузопоршневі прилади. Деформаційні прилади тиску. Електричні датчики. Прилади для виміру вакууму.	6	2	2	2				
1.6	Вимір температур. Вимір температур. Фізичні основи температурних вимірів. Температурні шкали	6	2	2	2				
1.7	Види термометрів - рідинно-скляні, манометричні, термоперетворювачі опору, термоелектричні перетворювачі, температурні індикатори, пірометри випромінювання.	4	2		2				
1.8	Вимір швидкості й витрати рідини й газу. Вимір швидкості й витрати рідини й газів. Пневмометричні трубки. Термоанемометрія. Вимір витрат газу й рідини.	6	2	2	2				
1.9	Виконання та захист домашнього завдання	8			8				
1.10	Модульна контрольна робота №1	4	2		2				
1.11	Контрольна (домашня) робота (ЗФН)								
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>54</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>28</b>				
<b>Модуль №2 « Методи визначення параметрів потоків та властивостей речовин »</b>									
2.1	Оптичні методи виміру параметрів потоку. Оптичні методи виміру параметрів потоку. Фізичні основи методів. Тіньовий метод. Шлирен-метод Теплера.	<b>7 семестр</b>				<b>_____ семестр</b>			
		4	2		2				
2.2	Інтерферометричні методи. Лазерна анемометрія. Доплеровські методи. Використання голографічних методів у теплофізичному експерименті.	8	2	2	4				
2.3	Методи визначення термічних властивостей речовин. Методи визначення щільності рідин і газів.	4	2		2				
2.4	Визначення поверхневого натягу й кутів змочування. Визначення тиску насичених пар. Визначення температури плавлення.	8	2	2	4				
2.5	Методи визначення калоричних властивостей речовин. Методи визначення калоричних властивостей речовин.	4	2		2				
2.6	Визначення теплоти плавлення й паротворення. Визначення теплопровідності речовин.	8	2	2	4				
2.7	Вимірювання складу та властивостей рідин. Методи аналізу складу рідин. Електродні солеміри.	8	2	2	4				
2.8	Безелектродні концентратоміри. Вимірювання вмісту розчинених у воді газів.	4	2		2				
2.9	Модульна контрольна робота №2	3			1	2			
2.10	Підсумкова семестрова контрольна робота (ЗФН)	-							
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>51</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>26</b>				



**Усього за навчальною дисципліною**

**105 34 17 54**

#### 2.4. Домашнє завдання

Домашнє завдання з дисципліни виконується в 7 семестрі . Метою домашнього завдання є закріплення теоретичних знань та вмінь, щодо побудови моделей різних завдань теплотехнічних вимірювань та досліджувати їх за допомогою відомих пристроїв і приладів. Обсяг домашнього завдання – 8 годин.

#### 2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідними викладачами та затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома студентів.

### 3. НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1. Методи навчання

пояснювально-ілюстративний метод, метод проблемного викладання, репродуктивний метод, дослідницький метод.

#### 3.2. Рекомендована література

##### Базова

3.2.1. Денісов А.К. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / А.К. Денісов, С.А. Денісов. – Рівне : НУВГП, 2013. – 184 с.

3.2.2. Співак О.Ю. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / О.Ю. Співак – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 137 с.

##### Допоміжна

3.2.3. Курилов А.Ф. Теплотехнічні вимірювання і прилади: навч. посіб. / А.Ф. Курилов, В.М. Козін Суми: Сумський державний університет, 2015. – 189 с.

3.2.4. Мурин Г.А. «Теплотехнічні вимірювання». М., «Енергія»1968. – 584с.

3.2.5. Кованько В.В. Занальнотехнічні вимірювання і прилади: навч. посіб. / В.В. Кованько, В.В. Древецький, А.О. Христюк. – Рівне : НУВГП, 2013. – 189 с.

3.2.6. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; За ред. Проф. Є.С. Поліщука. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 544 с.

#### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1. <http://www.nbu.gov.ua>

### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ.

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи та набутих знань та умінь здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1(для дисциплін де передбачено екзамен)

Вид навчальної роботи	Мах кількість балів		Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навч-ня		Денна форма навч-ня	Заочна форма навч-ня
7 семестр					





Модуль № 1 «Вимір теплотехнічних параметрів»			Модуль № 2 «Методи визначення параметрів потоків та властивостей речовин»		
Вин навчальної роботи	бали	бали	Вин навчальної роботи	бали	бали
Виконання та захист лабораторних робіт (46× 3), (56 x1)	17	-	Виконання та захист лабораторних робіт (66 x3), (76 x1)	25	-
Виконання та захист домашнього завдання	8			-	-
Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше	10 балів	–	Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше	16 балів	–.
Виконання модульної контрольної роботи №1	15		Виконання модульної контрольної роботи №2	15	–
<b>Усього за модулем №1</b>	<b>40</b>	–	<b>Усього за модулем №2</b>	<b>40</b>	-
<b>Усього за модулями №1, №2</b>				<b>80</b>	-
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>20</b>	-
<b>Усього за дисципліною</b>				<b>100</b>	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 3).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

Таблиця 4.2

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах оцінкам за національною шкалою

Рейтингова оцінка в балах			Оцінка за національною шкалою
Виконання та захист лабораторних робіт		Виконання модульної контрольної роботи	
16-17	24-26	14-15	Відмінно
13-15	20-23	12-13	Добре
10-12	16-19	9-11	Задовільно
менше 10	менше 16	менше 9	Незадовільно

4.4. Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 4).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.



4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

**Таблиця 4.6**

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	<b>Відмінно</b> (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	<b>Дуже добре</b> (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	<b>Добре</b> (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	<b>Задовільно</b> (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	<b>Достатньо</b> (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	<b>Незадовільно</b> (з можливістю повторного складання)
1-34		F	<b>Незадовільно</b> (з обов'язковим повторним курсом)





(Ф 03.02 – 04)

**АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ**

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

**АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН**

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

**УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН**

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
+65Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				

