

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи

Богдан КОРОБКО

2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ»

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки	<u>Бакалавр</u> (назва ступеня вищої освіти)
Освітньої програми	<u>Теплоенергетика</u> (назва освітньої програми)
Спеціальності	<u>144 Теплоенергетика</u> (код і назва спеціальності)

Полтава  
2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» для студентів спеціальності 144 Теплоенергетика першого (бакалаврського) рівня вищої освіти Складена відповідно до освітньої програми бакалавра «Теплоенергетика» 2023 р.

**Розробник:** Чернецька І.В., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук

**Погоджено**

Гарант освітньої програми  (Кутний Б.А.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

**Протокол від « 28 » серпня 2025 року № 1**

Завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики  (Голік Ю.С.)

« 28 » серпня 2025 року

Схвалено навчально-методичною комісією навчально-наукового інституту нафти і газу

**Протокол від « 29 » серпня 2025 року № 1**

Голова навчально-методичної комісії  (Гаврик С.Ю.)

« 29 » серпня 2025 року

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Форма здобуття освіти	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>14 – електрична інженерія</u> (шифр і назва)	Вибіркова	
Загальна кількість годин – 150			
Модулів – 1	Спеціальність <u>144 – «Теплоенергетика»</u> (шифр і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 1		3-й	3-й
		<b>Семестр</b>	
Індивідуальне завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти: <u>бакалавр</u>	<b>Лекції</b>	
		24 год.	0
		<b>Практичні заняття</b>	
		18 год.	0
		<b>Лабораторні роботи</b>	
		10 год.	0
		<b>Самостійна робота</b>	
		98 год.	150
		<b>Індивідуальна робота</b>	
		-	
<b>Вид контролю</b>			
екзамен			

#### Примітка.

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

для денної форми здобуття освіти – 52/98.

для дистанційної форми здобуття освіти – 0/150.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** формування у здобувачів вищої освіти системних знань про структуру, принципи побудови, режими роботи та особливості функціонування теплоенергетичних систем промислових підприємств, а також умінь і навичок щодо аналізу, розрахунку, проектування, вибору та експлуатації їх основних елементів з урахуванням вимог енергоефективності, надійності, технологічної доцільності та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів..

### Компетентності за ОПП:

- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
- Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.
- Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
- Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.
- Здатність використовувати сучасні напрацювання для оптимізації теплових режимів об'єктів теплоенергетики.
- Здатність ставити технічні завдання, щодо розрахунків основного обладнання високотемпературних установок.
- Здатність складати енергетичні баланси.

### 3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою вивчення навчальної дисципліни є дисципліни, що формують основу підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня.

### 4. Очікувані результати навчання з дисципліни

#### Програмні результати навчання за ОПП:

- Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
- Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.
- Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
- Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
- Вміти застосовувати раціональні технології функціонування теплоенергетичних систем традиційних та інноваційних на базі енергозберігаючих технологій.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90-100	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	<b>Високий</b> , що повністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни
82- 89	B	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	<b>Достатній</b> , що забезпечує здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач
74- 81	C	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних /типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	<b>Достатній</b> , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни
64- 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення.	<b>Середній</b> , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних

			Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	положень дисципліни
<b>60-63</b>	<b>E</b>	<b>Достатньо</b>	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення. Володіє основними положеннями, на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	<b>Середній</b> , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни
<b>35- 59</b>	<b>FX</b>	<b>Незадовільно</b> з можливістю повторного складання екзамену/зalicу	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутня.	<b>Низький</b> , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни
<b>0 - 34</b>	<b>F</b>	<b>Незадовільно</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/зalicу.	<b>Незадовільний</b> , здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює програма навчальної дисципліни

## 6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; тестування; опитування; презентація результатів виконаних практичних завдань; виконання завдань на лабораторному обладнанні.

## 7. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Теплоенергетичні системи промислових підприємств (ПП).

#### **Тема 1.** Теплоенергетичне господарство промислового підприємства та основи енергоефективності в промисловості.

Поняття про теплоенергетичне господарство промислового підприємства, його структура та основні функції. Паливно-енергетичні ресурси промисловості та напрями їх використання. Основні споживачі теплової енергії на промислових підприємствах. Схеми систем тепlopостачання. Показники енергоефективності та енергоємності виробництва. Основні напрями підвищення енергоефективності промислових підприємств.

#### **Тема 2.** Джерела та обладнання для генерації теплової енергії на промислових підприємствах.

Класифікація джерел теплової енергії на промислових підприємствах. Котельні установки, теплогенератори, парові та водогрійні котли, утилізаційні установки. Основне і допоміжне обладнання джерел тепlopостачання. Принципи вибору джерела теплової енергії залежно від технологічних потреб підприємства. Показники ефективності роботи теплогенеруючого обладнання.

##### **Практичне заняття № 1.**

#### **Тема 3.** Системи опалення промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження.

Призначення і класифікація систем опалення промислових підприємств, їх головні характеристики, підключення до теплових мереж. Особливості водяного, парового та повітряного опалення виробничих приміщень. Конструктивні схеми систем опалення та умови їх застосування. Фактори, що впливають на теплове навантаження на опалення. Визначення теплових втрат і розрахункового теплового навантаження.

##### **Практичне заняття № 2.**

##### **Лабораторне заняття № 1.**

#### **Тема 4.** Системи вентиляції промислових підприємств: конструктивні рішення та визначення теплового навантаження.

Призначення та класифікація систем вентиляції промислових підприємств. Конструктивні елементи вентиляційних систем. Особливості вентиляції виробничих приміщень залежно від характеру технологічних процесів. Визначення теплового навантаження на вентиляцію. Схеми припливних та витяжних систем вентиляції. Схеми підключення калориферних установок.

##### **Лабораторне заняття № 2.**

#### **Тема 5.** Енергоефективність та оптимізація систем механічної вентиляції промислових підприємств.

Основні напрями підвищення енергоефективності систем механічної вентиляції. Раціональний вибір параметрів повітрообміну. Зниження аеродинамічного опору вентиляційних мереж. Використання частотного регулювання, автоматизації та керування режимами роботи вентиляційних установок. Оцінювання ефективності заходів з оптимізації вентиляційних систем.

#### **Тема 6.** Системи гарячого водопостачання промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження.

Призначення та класифікація систем гарячого водопостачання промислових підприємств. Особливості централізованих і місцевих систем гарячого водопостачання. Схеми приготування та подачі гарячої води. Режими споживання гарячої води на виробничі, санітарно-гігієнічні та господарсько-побутові потреби. Визначення теплового навантаження на гаряче

водопостачання. Схеми систем гарячого водопостачання. Визначення розрахункових секундних витрат води на потреби гарячого водопостачання. Гідравлічний розрахунок трубопроводів для подачі гарячої води. Гідравлічний розрахунок циркуляційного режиму. Розрахунок теплообмінників та баків акумуляторів.

**Практичне заняття № 3.**

**Лабораторне заняття № 3.**

**Тема 7. Галузеві особливості теплоенергоспоживання промислових підприємств, основи енергетичного аудиту та найкращі доступні технології (ВАТ).**

Особливості теплоенергоспоживання підприємств різних галузей промисловості. Структура споживання теплової енергії залежно від виду виробництва. Основи енергетичного аудиту промислових підприємств, його завдання та етапи проведення. Виявлення основних джерел втрат теплової енергії та резервів енергозбереження. Поняття про найкращі доступні технології (ВАТ) та їх роль у підвищенні енергоефективності виробництва.

**Практичне заняття № 4, 5.**

**Тема 8. Технологічні системи тепlopостачання промислових підприємств і теплові мережі.**

Призначення та структура технологічних систем тепlopостачання промислових підприємств. Особливості забезпечення тепловою енергією технологічних споживачів. Теплоносії у технологічних системах та умови їх вибору. Схеми теплових мереж промислових підприємств, їх конструктивні елементи та режими роботи. Втрати теплоти в теплових мережах і заходи щодо їх зниження.

**Практичне заняття № 6.**

**Лабораторне заняття № 4.**

**Тема 9. Промислові теплові процеси та технологічне теплове навантаження.**

Характеристика основних промислових теплових процесів. Температурні режими та вимоги до параметрів теплоносіїв у технологічних процесах. Класифікація технологічних споживачів теплоти. Формування та структура технологічного теплового навантаження. Визначення потреби в тепловій енергії для забезпечення виробничих процесів.

**Тема 10. Рекуперація теплоти та використання вторинних енергетичних ресурсів на промислових підприємствах**

Поняття про вторинні енергетичні ресурси. Джерела вторинної теплоти на промислових підприємствах. Визначення втрат теплоти для технологічних потреб. Принципи рекуперації та утилізації теплоти відхідних газів, вентиляційних викидів, технологічних потоків і стічних вод. Технічні рішення щодо використання вторинних енергоресурсів у системах тепlopостачання. Схеми і принцип роботи теплоутилізаторів. Розрахунок рекуперативних теплоутилізаторів. Оцінювання енергетичної та економічної доцільності впровадження систем рекуперації.

**Практичне заняття № 7.**

**Лабораторне заняття № 5.**

**Тема 11. Гідравлічний розрахунок паропроводів і конденсатопроводів промислових підприємств.**

Призначення паропроводів і конденсатопроводів у системах промислового тепlopостачання. Основні вимоги до їх проектування та експлуатації. Втрати тиску в паропроводах і конденсатопроводах. Методика гідравлічного розрахунку самопливних та напірних трубопроводів для транспортування пари та конденсату. Підбір діаметрів трубопроводів і оцінювання режимів їх роботи.

**Практичне заняття № 8, 9.**

## **Тема 12. Системи стисненого повітря промислових підприємств та шляхи підвищення їх енергоефективності.**

Призначення і структура систем стисненого повітря на промислових підприємствах. Компресорне обладнання, повітропроводи, ресивери та допоміжні елементи систем. Основні джерела втрат енергії в системах стисненого повітря. Методи зниження витрат електроенергії на виробництво і транспортування стисненого повітря. Оцінювання ефективності заходів з енергозбереження в компресорних системах.

### **8. Структура навчальної дисципліни**

#### **а) для денної форми здобуття освіти**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Теплоенергетичні системи промислових підприємств</b>						
<b>Тема 1.</b> Теплоенергетичне господарство промислового підприємства та основи енергоефективності в промисловості	8	2				6
<b>Тема 2.</b> Джерела та обладнання для генерації теплової енергії на промислових підприємствах	10	2	2			6
<b>Тема 3.</b> Системи опалення промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження	14	2	2	2		8
<b>Тема 4.</b> Системи вентиляції промислових підприємств: конструктивні рішення та визначення теплового навантаження	12	2		2		8
<b>Тема 5.</b> Енергоефективність та оптимізація систем механічної вентиляції промислових підприємств	10	2				8
<b>Тема 6.</b> Системи гарячого водопостачання промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження	14	2	2	2		8
<b>Тема 7.</b> Галузеві особливості теплоенергоспоживання промислових підприємств, основи енергетичного аудиту та найкращі доступні технології (ВАТ)	16	2	4			10
<b>Тема 8.</b> Технологічні системи теплопостачання промислових підприємств і теплові мережі	16	2	2	2		10
<b>Тема 9.</b> Промислові теплові процеси та технологічне теплове навантаження.	10	2				8
<b>Тема 10.</b> Рекуперація теплоти та використання вторинних енергетичних ресурсів на промислових підприємствах	16	2	2	2		10
<b>Тема 11.</b> Гідравлічний розрахунок паропроводів і конденсатопроводів промислових підприємств	14	2	4			8
<b>Тема 12.</b> Системи стисненого повітря промислових підприємств та шляхи підвищення їх енергоефективності	10	2				8
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>10</b>		<b>98</b>

## б) для дистанційної форми здобуття освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Теплоенергетичні системи промислових підприємств</b>						
<b>Тема 1.</b> Теплоенергетичне господарство промислового підприємства та основи енергоефективності в промисловості	10					10
<b>Тема 2.</b> Джерела та обладнання для генерації теплової енергії на промислових підприємствах	10					10
<b>Тема 3.</b> Системи опалення промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження	12					12
<b>Тема 4.</b> Системи вентиляції промислових підприємств: конструктивні рішення та визначення теплового навантаження	12					12
<b>Тема 5.</b> Енергоефективність та оптимізація систем механічної вентиляції промислових підприємств	12					12
<b>Тема 6.</b> Системи гарячого водопостачання промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження	12					12
<b>Тема 7.</b> Галузеві особливості теплоенергоспоживання промислових підприємств, основи енергетичного аудиту та найкращі доступні технології (ВАТ)	12					14
<b>Тема 8.</b> Технологічні системи тепlopостачання промислових підприємств і теплові мережі	14					14
<b>Тема 9.</b> Промислові теплові процеси та технологічне теплове навантаження.	14					12
<b>Тема 10.</b> Рекуперація теплоти та використання вторинних енергетичних ресурсів на промислових підприємствах	14					14
<b>Тема 11.</b> Гідралічний розрахунок паропроводів і конденсатопроводів промислових підприємств	14					14
<b>Тема 12.</b> Системи стисненого повітря промислових підприємств та шляхи підвищення їх енергоефективності	14					14
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>					<b>150</b>

## 9. Перелік питань для семінарських занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
Семінарські заняття не передбачені		

## 10. Перелік питань для практичних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
<b>Практичне заняття 1. Визначення ефективності роботи котлів на підприємстві та аналіз ключових факторів впливу</b> Визначення ККД котла Розрахунок втрат теплоти з відхідними газами Аналіз факторів, що впливають на ККД	2	0
<b>Практичне заняття 2. Конструювання системи опалення промислового підприємства.</b> Креслення системи опалення. Розрахунок теплового навантаження.	2	0
<b>Практичне заняття 3. Конструювання системи гарячого водопостачання промислового підприємства.</b> Креслення системи гарячого водопостачання. Визначення секундних витрат води для потреб гарячого водопостачання. Підбір теплообмінників та насосів для системи теплопостачання.	2	0
<b>Практичне заняття 4. Енергоаудит систем промислового холоду</b> Визначення холодопродуктивності випарника системи кондиціонування виробничого цеху. Визначення ефективності роботи випарників та доцільності їх заміни.	2	0
<b>Практичне заняття 5. Енергоаудит систем з електроприводами</b> Енергоефективні двигуни та ЧРП. Визначення обсягу споживання електроенергії.	2	0
<b>Практичне заняття 6. Розрахунок теплової ізоляції</b> Визначення товщини шару ізоляції. Розрахунок тепловтрат.	2	0
<b>Практичне заняття 7. Рекуперація теплоти.</b> Розрахунок пластинчатого рекуператора. Визначення доцільності заміни пластинчатого рекуператора на підприємстві.	2	0
<b>Практичне заняття 8. Гідралічний розрахунок паропроводу</b> Визначення розрахункової витрати. Підбір діаметрів трубопроводів.	2	0
<b>Практичне заняття 9. Гідралічний розрахунок конденсатопроводу</b> Визначення розрахункової витрати. Підбір діаметрів трубопроводів.	2	0
<b>Разом</b>	<b>18</b>	<b>0</b>

### 11. Перелік питань для лабораторних занять

Тема заняття та перелік питань	Кількість годин	
	для денної форми	для дистанційної форми
<b>Лабораторне заняття 1.</b> Конструктивні особливості систем опалення ПП.	2	0
<b>Лабораторне заняття 2.</b> Конструктивні особливості систем вентиляції ПП.	2	0
<b>Лабораторне заняття 3.</b> Конструктивні особливості систем гарячого водопостачання ПП.	2	0
<b>Лабораторне заняття 4.</b> Конструктивні особливості технологічних систем тепlopостачання ПП.	2	0
<b>Лабораторне заняття 5.</b> Рекуперація теплоти на ПП	2	0
<b>Разом</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

### 12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з технічними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних та лабораторних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення за списками літератури рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання контрольної роботи для дистанційної форми здобуття освіти;
- підготовка до тестування;
- підготовка до екзамену.

### Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва питань	Кількість годин	
		для денної форми	для дистанційної форми
	<b>Тема 1. Теплоенергетичне господарство промислового підприємства та основи енергоефективності в промисловості</b>		
1	Основні споживачі теплової енергії на промисловому підприємстві та чинники, що визначають рівень енергоемності виробництва.	3	5
2	Сучасні напрями підвищення енергоефективності промислових підприємств.	3	5
	<b>Тема 2. Джерела та обладнання для генерації теплової енергії на промислових підприємствах</b>		
3	Порівняльна характеристика водогрійних і парових котлів, а також утилізаційних теплогенеруючих установок.	2	4
4	Критерії вибору теплогенеруючого обладнання з урахуванням технологічних потреб підприємства.	2	3
5	Схеми теплових пунктів.	2	3
	<b>Тема 3. Системи опалення промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження.</b>		

6	Фактори, що впливають на теплове навантаження на опалення виробничих приміщень.	4	6
7	Особливості визначення теплових втрат у виробничих будівлях.	4	6
	<b>Тема 4. Системи вентиляції промислових підприємств: конструктивні рішення та визначення теплового навантаження</b>		
8	Особливості побудови загальнообмінної і місцевої вентиляції на виробництві.	2	4
9	Порядок визначення теплового навантаження на вентиляцію виробничих приміщень.	3	4
10	Приєднання систем вентиляції до теплових мереж.	3	4
	<b>Тема 5. Енергоефективність та оптимізація систем механічної вентиляції промислових підприємств .</b>		
11	Основні джерела перевитрат енергії в системах механічної вентиляції.	3	4
12	Способи зниження енергоспоживання вентиляційних систем за рахунок регулювання режимів роботи обладнання.	3	4
13	Роль автоматизації, частотного регулювання та оптимізації аеродинамічного опору в підвищенні ефективності вентиляції.	2	4
	<b>Тема 6. Системи гарячого водопостачання промислових підприємств: принципи побудови та визначення теплового навантаження</b>		
14	Режими споживання гарячої води на виробничі, санітарно-гігієнічні та господарсько-побутові потреби. Засоби акумулювання теплової енергії.	3	4
15	Методичні підходи до визначення теплового навантаження на гаряче водопостачання. Методика розрахунку підігрівачів гарячого водопостачання.	3	4
16	Особливості приєднання гарячого водопостачання до водяних та парових теплових мереж.	2	4
	<b>Тема 7. Галузеві особливості теплоенергоспоживання промислових підприємств, основи енергетичного аудиту та найкращі доступні технології (ВАТ)</b>		
17	Особливості структури теплоенергоспоживання підприємств різних галузей промисловості.	4	6
18	Етапи проведення енергетичного аудиту та виявлення резервів енергозбереження на підприємстві.	3	4
19	Роль найкращих доступних технологій (ВАТ) у підвищенні енергоефективності та зниженні екологічного впливу виробництва.	3	4
	<b>Тема 8. Технологічні системи тепlopостачання промислових підприємств і теплові мережі</b>		
20	Структура технологічних систем тепlopостачання промислових підприємств та особливості їх функціонування.	3	4
21	Вибір теплоносія для забезпечення технологічних процесів на підприємстві.	3	4
22	Втрати теплоти в теплових мережах промислових підприємств і заходи щодо їх зниження.	4	6
	<b>Тема 9. Промислові теплові процеси та технологічне теплове навантаження</b>		
23	Характеристика основних промислових теплових процесів та вимоги до параметрів теплоносіїв.	3	4
24	Класифікація технологічних споживачів теплоти на промислових	2	4

	підприємствах.		
25	Формування та структура технологічного теплового навантаження.	3	4
	<b>Тема 10. Рекуперація теплоти та використання вторинних енергетичних ресурсів на промислових підприємствах</b>		
26	Класифікація вторинних енергетичних ресурсів та джерела вторинної теплоти на промислових підприємствах.	2	4
27	Основні технічні рішення для рекуперації та утилізації теплоти відхідних газів, вентиляційних викидів і технологічних потоків.	4	5
28	Теплоутилізатори, їх види, конструкції тепловий баланс	4	5
	<b>Тема 11. Гідравлічний розрахунок паропроводів і конденсатопроводів промислових підприємств</b>		
29	Види конденсатопроводів. Витрати конденсату.	2	4
30	Основні вимоги до проектування та експлуатації паропроводів і конденсатопроводів.	2	3
31	Визначення втрат тиску в паропроводах і конденсатопроводах.	2	3
32	Методика гідравлічного розрахунку. Підбір діаметрів трубопроводів та оцінювання режимів їх роботи.	2	4
	<b>Тема 12. Системи стисненого повітря промислових підприємств та шляхи підвищення їх енергоефективності</b>		
33	Основні джерела втрат енергії в системах стисненого повітря.	4	7
34	Заходи з підвищення енергоефективності компресорних систем промислових підприємств.	4	7
	<b>Разом</b>	<b>45</b>	<b>150</b>

### 13. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання не передбачено навчальним планом.

### 14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних, лабораторних занять, індивідуальних та групових консультацій.

Під час проведення лекцій, практичних, лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

Перед проведенням практичних та лабораторних занять викладачами проводиться вступний інструктаж. Під час проведення практичних занять студенти вирішують задачі. Під час лабораторних робіт виконується ескізування об'єктів, вимірювання теплотехнічних параметрів та розрахунок теплотехнічних характеристик. Основна частина практичних занять проводиться в комп'ютерному класі з використанням стандартного набору офісних програм Microsoft, для лабораторних робіт використовуються стенди та діюче обладнання в лабораторіях кафедри та приміщеннях університету, набір вимірювальних приладів для енергоаудиту. Частина занять проводиться у виїзному форматі на підприємствах-партнерах з використанням наявного промислового обладнання.

Методи навчання, які дозволяють формувати soft skills: робота в команді, робота в малих групах на лабораторних заняттях, дискусії на практичних заняттях.

## 15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час практичних та лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому занятті. Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

## 16. Розподіл балів, які отримують студенти

Схема нарахування балів\* для денної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» за видами робіт

Види робіт/контролю	Перелік тем												
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12	
	Практичне заняття												
			1			2	3	4	5		6	7	8
	Лабораторне заняття												
			1	2		3		4		5			
Опитування			2			2		2		2			
Виконання практичних завдань		2	2			2	2	2		2	2	2	
Виконання лабораторних завдань			2	2		2		2		2			
Виконання завдань самостійної роботи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Тестування							2						
<b>Всього за темами</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>												
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>												

\*В Таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

Схема нарахування балів\* для дистанційної форми здобуття освіти з навчальної дисципліни  
«Теплоенергетичні системи промислових підприємств» за видами робіт

Види робіт/контролю	Перелік тем											
	Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7	Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12
Виконання контрольної роботи							12					12
Виконання завдань самостійної роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Тестування							2					
<b>Всього за темами</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
<b>Екзамен</b>	<b>50</b>											
<b>Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни</b>	<b>100</b>											

\*В Таблиці вказана максимальна кількість балів, які можна набрати за видами робіт

### Шкала та критерії оцінювання відповіді за результатами опитування

Бали	Критерії оцінювання
2	Питання розкрито повністю, що свідчить про відмінне засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання. Студент вільно володіє науково-понятійним апаратом.
1	Механічне відтворення матеріалу з деякими помилками, неточності у використанні науково-понятійного апарату.
0	Відсутність відповіді на теоретичне питання, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

### Шкала та критерії оцінювання виконання практичних завдань

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання практичної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання практичної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано практичну роботу або виконано із суттєвими помилками.

### Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних занять

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконано завдання лабораторної роботи в повному обсязі, належним чином оформлено висновки, в яких відображено здатність до практичного застосування отриманих знань.
1	Виконано завдання лабораторної роботи із несуттєвими помилками або не в повному обсязі, оформлено висновки, які частково розкривають практичне завдання.
0	Не виконано лабораторну роботу або виконано із суттєвими помилками.

### Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Бали	Критерії оцінювання
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
0,5	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

### Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи для дистанційної форми здобуття освіти

Бали	Критерії оцінювання
2	Виконання завдань самостійної роботи здійснене у повному обсязі, не містить помилок, що дає можливість оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти на високому рівні.
1	Виконання завдань самостійної роботи здійснене не у повному обсязі, містить несуттєві помилки, що дає можливість оцінити рівень формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти як достатній.
0	Завдання самостійної роботи не виконано та/або результати не відповідають поставленим завданням та/або завдання виконано із суттєвими помилками.

### Шкала та критерії оцінювання виконання контрольних робіт для дистанційної форми здобуття освіти

Бали	Критерії оцінювання
11-12	Відповідь надана у письмовій формі, повна (не менше 90% потрібної інформації) та правильна.
9-10	Відповідь надана у письмовій формі, достатньо повна (не менше 75% потрібної інформації) або повна з незначними неточностями.
6-8	Відповідь надана у письмовій формі, неповна (не менше 60% потрібної інформації) з несуттєвими помилками.
3-5	Відповідь надана у письмовій формі, коротка (менше 30% потрібної інформації) із помилками.
0-2	Відповідь відсутня або неправильна

**Оцінювання тестування:**

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад,  $0,2 \times 10 = 2$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

**Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти  
за результатами складання екзамену**

Вид завдання	Бали	Критерії оцінювання
1. 2 Теоретичні питання. (макс. по 15 балів)	12-15	Питання розкрито повністю, відповідь обґрунтована, логічно побудована, що свідчить про високий засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	8-11	Питання розкрито, матеріал викладено у логічній послідовності, відповідь правильна або із незначними неточностями, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	4-7	Питання розкрито в цілому, відповідь містить несуттєві помилки, що свідчить про середній рівень засвоєння матеріалу відповідно вказаних програмних результатів навчання.
	0-3	Механічне відтворення матеріалу із суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.
2. Задача	16-20	Завдання вирішено повністю та правильно, виклад рішення здійснено чітко, у логічній послідовності, відповідь обґрунтована, що свідчить про високий рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	11-15	Завдання вирішено правильно або із незначними неточностями, виклад рішення здійснено у логічній послідовності, відповідь достатньо обґрунтована, що свідчить про достатній рівень засвоєння матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	6-10	Завдання вирішено, однак рішення містить помилки, порушена логічність викладу матеріалу, що свідчить про середній рівень засвоєння теоретичного матеріалу відповідно до програмних результатів навчання та здатності його застосування під час вирішення практичних завдань.
	0-5	Відсутнє вирішення завдання або вирішення з суттєвими помилками, що не може свідчити про формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	<b>A</b> – відмінно	5- відмінно
82-89	<b>B</b> – дуже добре	4- добре
74-81	<b>C</b> – добре	
64-73	<b>D</b> – задовільно	3- задовільно
60-63	<b>E</b> – достатньо	
35-59	<b>FX</b> – незадовільно з можливістю повторного складання	2- не задовільно
0-34	<b>F</b> – незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	2 - не задовільно

#### Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них при підсумковому контролі у вигляді екзамену 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий.

**1. Поточний контроль:** результати опитування, робота на практичних, лабораторних заняттях (виконання практичних завдань, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять), виконання завдань самостійної роботи та тестування – до 50 балів.

Присутність на заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов’язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

#### 2. Підсумковий контроль:

Підсумковим контролем є екзамен. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

### 17. Методичне забезпечення

1. Кутний Б.А. Курс лекцій з дисципліни “Теплоенергетичні системи промислових підприємств” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика” усіх форм навчання. Полтава: Полтавська політехніка, 2022. – 56 с.
2. Чернецька І.В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика” усіх форм навчання. – Полтава: Полтавська політехніка, 2025.– 20 с.
3. Кутний Б.А. Методичні вказівки до лабораторних занять з дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика” усіх форм навчання. – Полтава: Полтавська політехніка, 2024.– 25 с.
4. Чернецька І.В. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу “Теплоенергетичні системи промислових підприємств” для студентів спеціальності 144 “Теплоенергетика” усіх форм навчання Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, 2025. – 12 с.

## 18. Рекомендована література

### Базова

1. Шульженко М. О., Конєв С. В. Теплоенергетичні установки та системи: проектування та експлуатація. Посібник для бакалаврів спеціальності 144. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2024. – 210 с.
2. Дубіковський О. С., Серих С. О. Системи теплоенергозабезпечення підприємств. Навчальний посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 145 с.
3. Айрапетян Т. С., Чуб І. М. Водопідготовка на підприємствах теплоенергетики з використанням Na-катионітових фільтрів : монографія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 151 с.
4. Резидент Н. В., Ткаченко С. Й., Чепурний М. М. Експлуатація промислового теплоенергетичного устаткування. Частина І. Експлуатація промислових парогенераторів : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вид. 2-ге, перероб. і доп. Вінниця : ВНТУ, 2023. – 142 с.
5. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств. За ред.. Усенко Н. та Чернявського А.: Київ, 2020. – 279 с.
6. Дешко В. І., Шевченко О. М., Буткевич О. Ф. Енергетичний менеджмент та енергоефективність у промисловості та будівництві. Навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 320 с.
7. Chen W., Huang Z., Chua K. J. Thermal Energy Waste Recovery Technologies and Systems. CRC Press, 2024. – 188 p.
8. Klemeš J. J., ed. Handbook of Process Integration (PI): Minimisation of Energy and Water Use, Waste and Emissions. 2nd ed. Elsevier, 2022.
9. Solar Thermal Conversion Technologies for Industrial Process Heating/ T.V. Arjunan, Vijayan Selvaraj, M.M. Matheswaran// SubjectsBuilt Environment, Engineering & Technology ImprintCRC Press, 2023. – 360 p. <https://doi.org/10.1201/9781003263326>
10. Environmental and economic assessment of industrial excess heat recovery collaborations through 4th generation district heating systems/D. Chinese, A. Meneghetti, G. Cortella, L. Giordano, E. Tomasinsig, M. Benedetti, //Energy, Volume 307, 2024, – 25 p. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132630>.

### Допоміжна

1. Герасимов Г. Г., Куба В. В. Практикум з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв» : навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2019. – 162 с.
2. Зайцев М. О., Гічов Ю. О. Теплоенергетичні системи промислових підприємств: конспект лекцій. Дніпро: Український державний університет науки і технологій, 2022. – 112 с.
3. Бондаренко Г. А., Кирик Г. В. Компресорні станції / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. Підручник. — Суми: СумДУ, 2016. – 385 с.
4. Giner Santonja, G., Karlis, P., Stubdrup, K., Brinkmann, T. and Roudier, S., Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), EUR 29978 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-13091-8, doi:10.2760/243911, JRC118627.
5. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (integrated pollution prevention and control): Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production [Electronic resource] / R. Remus, M. A. Aguado-Monsonet, S. Roudier, L. Delgado Sancho. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2013. 627 p. DOI: 10.2791/97469. URL: [https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/IS\\_Adopted\\_03\\_2012.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/IS_Adopted_03_2012.pdf)
6. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide [Electronic resource] / F. Schorcht, I. Kourti, B. M. Scalet, S. Roudier, L. Delgado Sancho. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2013. 506 p. (JRC Reference Reports ; EUR 26129 EN). DOI: 10.2788/12850. URL: [https://bureau-industrial-transformation.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CLM\\_Published\\_def\\_0.pdf](https://bureau-industrial-transformation.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/CLM_Published_def_0.pdf)

7. Industrial Microwave Heating, Том 1/[A. C. Metaxas, Roger J. Meredith](#)//ІЕТ, 1983 - 357 стор.
8. Кутний Б.А. Експериментальне дослідження радіаторного терморегулятора з термоелектричним виконавчим механізмом / А.В. Рибчук, Б.А. Кутний // Збірник наукових праць «Енергетика. Енергозбереження та раціональне природокористування» / Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка – Вип. 1. –Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 85 – 90.
9. Кутний Б.А. Мірошниченко В.В. «Порівняння трьох типів систем опалення для громадської будівлі» Збірник наукових праць студентів, бакалаврів та викладачів/- Полтава: ПолтНТУ, 2010 р. – Вип. №1. – с.10-16.
10. Yurii Holik; Olga Krot; Iryna Chernetska; Iuliia Chepurko; Tetiana Serha. Comprehensive assessment of the energy potential of biomass and municipal wastes in the Poltava region: ENERGY SYSTEMS AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES (ESAES2024). - AIP Conf. Proc. 5 June 2025; 3238 (1): 070002. <https://doi.org/10.1063/5.0248956> (Scopus)
11. Чернецька І.В. Аналіз можливих видів альтернативного палива для котелень КП "Миргородтеплоенерго" з урахуванням місцевих чинників / І.В. Чернецька, С.М. Засць // Тези доповідей 75-ої наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Полтавського національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». м. Полтава, Україна, 2023, том. 2, С. 213 – 215.
12. S.F. Pichugin. The features of snow loads on building roofs / Pichugin S.F.; Dryzhyruk Yu.V.; Popovich N.M.; Chernetska I.V. // Technical Transactions. iss.12. Civil Engineering. iss. 2-B. Czasopismo Techniczne. Budownictwo. – Cracow: Tadeusz Kościuszko Cracow University of Technology. – 2015. – P. 441 – 449.
13. Vashchyshak, I., Tsykh, V., Chernetska, I., Dotsenko, Y. (2025). Improving the Energy Inspection Methodology of the Underground Heating Networks. In: Zabulonov, Y., Peer, I., Zheleznyak, M. (eds) Liquid Radioactive Waste Treatment: Ukrainian Context. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 712. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-95663-8\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-95663-8_25) (Scopus)

## 19. Інтернет-ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=7444>
2. Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності». Презентація «Скільки енергії необхідно для виробництва однієї тонни будівельних матеріалів» [https://sae.gov.ua/static-objects/sae/imported\\_content/6792abb285a1d.pdf](https://sae.gov.ua/static-objects/sae/imported_content/6792abb285a1d.pdf)
3. Курси неформальної освіти: Energy Management Courses <https://www.udemy.com/topic/energy-management/>
4. Курс неформальної освіти: «Енергія: підприємство» <https://www.coursera.org/learn/energy-industry-overview>