

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної та  
методичної роботи

*А.М. Мартиненко* А.М. Мартиненко

*серпень* 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ**  
**ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

( назва навчальної дисципліни )

підготовки бакалавра

( назва ступеня вищої освіти )

спеціальності 144 Теплоенергетика

( код і назва спеціальності )

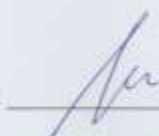
Полтава

2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» для студентів спеціальності 144 – «Теплоенергетика». Складена відповідно до освітньої-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Теплоенергетика» 2024р.

Розробники: Писаренко В.П., професор кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, д.н.д.у., професор  
Кутний Б.А., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, доктор технічних наук, доцент.

**Погоджено**

Гарант освітньо-професійної програми  (Кутний Б.А.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від « 29 » серпня 2024 року № 1

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

« 29 » серпня 2024 року

Схвалено науково-методичною комісією інституту

Протокол від « 30 » серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії інституту

« 30 » серпня 2024 року

 (Гаврик С.Ю.)

© Писаренко В.П., 2024 рік  
© Кутний Б.А., 2024 рік  
© Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка», 2024 рік

### 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників               | Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти                  | Характеристика навчальної дисципліни  |                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|                                       |                                                                    | денна форма навчання                  | дистанційна форма навчання |
| Кількість кредитів – 5.0              | Галузь знань<br><u>14 – електрична інженерія</u><br>(шифр і назва) | Вибіркова                             |                            |
| Загальна кількість годин – 150        |                                                                    |                                       |                            |
| Модулів – 1                           | Спеціальність<br><u>144 – «Теплоенергетика»</u><br>(шифр і назва)  | <b>Рік підготовки:</b>                |                            |
|                                       |                                                                    | 3-й                                   | 3-й                        |
| Змістових модулів – 1                 |                                                                    | <b>Семестр</b>                        |                            |
|                                       |                                                                    | 6-й                                   | 6-й                        |
| Індивідуальне завдання-не передбачено | Ступінь вищої освіти:<br><u>бакалавр</u>                           | <b>Лекції</b>                         |                            |
|                                       |                                                                    | 24 год.                               | -                          |
|                                       |                                                                    | <b>Практичні, семінарські заняття</b> |                            |
|                                       |                                                                    | 18 год.                               | -                          |
|                                       |                                                                    | <b>Лабораторні роботи</b>             |                            |
|                                       |                                                                    | 10 год.                               | -                          |
|                                       |                                                                    | <b>Самостійна робота</b>              |                            |
|                                       |                                                                    | 98 год.                               | 150                        |
|                                       |                                                                    | <b>Індивідуальна робота</b>           |                            |
|                                       |                                                                    | -                                     |                            |
|                                       |                                                                    | <b>Вид контролю</b>                   |                            |
|                                       |                                                                    | екзамен                               | екзамен                    |

#### Примітка.

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

для денної форми навчання – 52/98;

для дистанційної форми навчання – 0/150.

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

**Мета:** викладання навчальної дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» є формування знань та умінь, необхідних для розробки, проектування та експлуатації теплоенергетичних систем промислових підприємств.

### **Компетентності за ОПП:**

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.
- Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
- Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.
- Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі.
- Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Дисциплін, які мають бути вивчені раніше: «Теплогенеруючі установки», «Теплотехнічні процеси та установки».

## **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.

### 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    | А             | 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     | В             | 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     | С             | 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  | <b>Задо-<br/>вільно</b>                                                              | Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення.<br>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.                                                                                                                                | <b>Середній</b> , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни                            |
| 60-63  | E  | <b>Достатньо</b>                                                                     | Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни та розуміє постановку стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішення.<br>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                                           |
| 35- 59 | FX | <b>Незадо-<br/>вільно</b> з можли-<br>вістю повторного складання екзамену/з<br>аліку | 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.<br>Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутня.                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Низький</b> , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни                             |
| 0 - 34 | F  | <b>Незадо-<br/>вільно</b> з обов'язко-<br>вим 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/заліку.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <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; стандартизовані тести; презентація результатів виконаних практичних завдань; виконання завдань на лабораторному обладнанні.

## 7. Програма навчальної дисципліни

### **Змістовий модуль 1. Теплоенергетичні системи промислових підприємств.**

#### **Тема 1.** Теплоенергетичне господарство промислового підприємства (ПП).

Схеми систем теплопостачання. Схема районного теплопостачання, схема теплофікації. Основні елементи системи теплопостачання та їх призначення. Економічна ефективність централізованого теплопостачання порівняно з децентралізованим. Економічна та екологічна ефективність. Економічна ефективність теплофікації. Види споживачів теплоти.

Практичне заняття № 1.

#### **Тема 2.** Конструктивні особливості систем опалення ПП.

Види систем опалення ПП, їх головні характеристики, підключення систем опалення до теплових мереж.

Практичне заняття № 2.

Лабораторне заняття № 1.

#### **Тема 3.** Теплове навантаження на опалення.

Визначення розрахункових втрат тепла на опалення. Визначення розрахункових витрат теплоносія. Регулювання відпуску теплоти, опалювальний графік.

Практичне заняття № 3.

#### **Тема 4.** Конструктивні особливості систем вентиляції ПП.

Схеми припливних та витяжних систем вентиляції. Схеми підключення калориферних установок.

Лабораторне заняття № 2.

#### **Тема 5.** Теплове навантаження на вентиляцію.

Визначення розрахункових втрат тепла на вентиляцію, гаряче водопостачання для окремих кварталів при відомій та невідомій забудові. Визначення втрат теплоти для технологічних потреб.

Практичне заняття № 4.

#### **Тема 6.** Конструктивні особливості систем гарячого водопостачання ПП.

Схеми систем гарячого водопостачання. Характеристика основного обладнання. Добові та часові норми споживання води на потреби гарячого водопостачання. Коефіцієнт добової та часової нерівномірності. Визначення розрахункових секундних витрат води на потреби гарячого водопостачання. Гідравлічний розрахунок трубопроводів для подачі гарячої води.

Практичне заняття № 5.

Лабораторне заняття № 3.

#### **Тема 7.** Теплове навантаження на гаряче водопостачання.

Визначення розрахункових втрат тепла на гаряче водопостачання. Циркуляційний режим роботи систем гарячого водопостачання. Потреби води при циркуляційному режимі. Гідравлічний розрахунок циркуляційного режиму. Часовий та інтегральний графік витрат теплоти на потреби гарячого водопостачання. Визначення необхідної теплової потужності теплообмінника та об'єму бака-акумулятора. Розрахунок теплообмінників та баків акумуляторів. Підбір регуляторів температури. Підбір підвищувальних та циркуляційних насосів.

Практичне заняття № 6.

**Тема 8.** Конструктивні особливості технологічних систем теплопостачання ПП.

Схеми приєднання технологічних апаратів до теплових мереж. Види паропроводів. Види конденсатороводів. Конструктивні особливості та обладнання парових мереж.

Практичне заняття № 7.

Лабораторне заняття № 4.

**Тема 9.** Гідравлічний розрахунок паропроводів.

Методика гідравлічного розрахунку паропроводів низького та високого тиску. Приклад розрахунку.

Практичне заняття № 8.

**Тема 10.** Гідравлічний розрахунок конденсатороводів.

Методика розрахунку самотечійних та напірних конденсатороводів. Приклад розрахунку.

Практичне заняття № 9.

**Тема 11.** Технологічне теплове навантаження та вторинні енергоресурси.

Визначення втрат теплоти для технологічних потреб. Види вторинних енергоресурсів. Способи утилізації теплоти. Схеми і принцип роботи теплоутилізаторів. Розрахунок рекуперативних теплоутилізаторів.

Лабораторне заняття № 5.

## 8. Структура навчальної дисципліни

### а) для денної форми навчання

| Назви змістових модулів і тем                                              | Кількість годин |              |    |     |     |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|----|-----|-----|------|--|
|                                                                            | денна форма     |              |    |     |     |      |  |
|                                                                            | усього          | у тому числі |    |     |     |      |  |
|                                                                            |                 | л            | п  | лаб | інд | с.р. |  |
| 1                                                                          | 2               | 3            | 4  | 5   | 6   | 7    |  |
| Модуль 1                                                                   |                 |              |    |     |     |      |  |
| Змістовий модуль 1. Теплоенергетичні системи промислових підприємств       |                 |              |    |     |     |      |  |
| Тема 1. Теплоенергетичне господарство промислового підприємства (ПП).      | 13              | 2            | 2  |     |     | 9    |  |
| Тема 2. Конструктивні особливості систем опалення ПП.                      | 15              | 2            | 2  | 2   |     | 9    |  |
| Тема 3. Теплове навантаження на опалення.                                  | 13              | 2            | 2  |     |     | 9    |  |
| Тема 4. Конструктивні особливості систем вентиляції ПП.                    | 13              | 2            |    | 2   |     | 9    |  |
| Тема 5. Теплове навантаження на вентиляцію.                                | 13              | 2            | 2  |     |     | 9    |  |
| Тема 6. Конструктивні особливості систем гарячого водопостачання ПП.       | 15              | 2            | 2  | 2   |     | 9    |  |
| Тема 7. Теплове навантаження на гаряче водопостачання.                     | 13              | 2            | 2  |     |     | 9    |  |
| Тема 8. Конструктивні особливості технологічних систем теплопостачання ПП. | 15              | 2            | 2  | 2   |     | 9    |  |
| Тема 9. Гідравлічний розрахунок паропроводів                               | 13              | 2            | 2  |     |     | 9    |  |
| Тема 10. Гідравлічний розрахунок конденсатороводів.                        | 13              | 2            | 2  |     |     | 9    |  |
| Тема 11. Технологічне теплове навантаження та вторинні енергоресурси.      | 14              | 4            |    | 2   |     | 8    |  |
| Усього годин                                                               | 150             | 24           | 18 | 10  |     | 98   |  |



## б) для дистанційної форми навчання

| Назви змістових модулів і тем                                              | Кількість годин |              |     |     |      |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----|-----|------|-----|
|                                                                            | денна форма     |              |     |     |      |     |
|                                                                            | усьог<br>о      | у тому числі |     |     |      |     |
| л                                                                          |                 | п            | лаб | інд | с.р. |     |
| 1                                                                          | 2               | 3            | 4   | 5   | 6    | 7   |
| Модуль 1                                                                   |                 |              |     |     |      |     |
| Змістовий модуль 1. Теплоенергетичні системи промислових підприємств       |                 |              |     |     |      |     |
| Тема 1. Теплоенергетичне господарство промислового підприємства (ПП).      | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Тема 2. Конструктивні особливості систем опалення ПП.                      | 15              |              |     |     |      | 15  |
| Тема 3. Теплове навантаження на опалення.                                  | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Тема 4. Конструктивні особливості систем вентиляції ПП.                    | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Тема 5. Теплове навантаження на вентиляцію.                                | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Разом розрахунково-графічна робота 1                                       | 30*             |              |     |     |      | 30* |
| Тема 6. Конструктивні особливості систем гарячого водопостачання ПП.       | 15              |              |     |     |      | 15  |
| Тема 7. Теплове навантаження на гаряче водопостачання.                     | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Тема 8. Конструктивні особливості технологічних систем теплопостачання ПП. | 15              |              |     |     |      | 15  |
| Тема 9. Гідравлічний розрахунок паропроводів                               | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Тема 10. Гідравлічний розрахунок конденсатопроводів.                       | 13              |              |     |     |      | 13  |
| Тема 11. Технологічне теплове навантаження та вторинні енергоресурси.      | 14              |              |     |     |      | 14  |
| Разом розрахунково-графічна робота 2                                       | 30*             |              |     |     |      | 30* |
| Усього годин                                                               | 150             |              |     |     |      | 150 |

## 9. Перелік питань для семінарських занять

| № заняття | Назви питань                       | Кількість годин  |                        |
|-----------|------------------------------------|------------------|------------------------|
|           |                                    | для денної форми | для дистанційної форми |
|           | Семінарські заняття не передбачені |                  |                        |

## 10. Перелік питань для практичних занять

| № заняття | Назви питань                                                                                        | Кількість годин  |                        |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|           |                                                                                                     | для денної форми | для дистанційної форми |
| 1         | 2                                                                                                   | 3                | 4                      |
|           | <b>Змістовий модуль 1</b>                                                                           |                  |                        |
| 1         | <b>Конструктивні особливості систем опалення.</b><br>Ескізування систем опалення і теплового вузла. | 2                | -                      |
| 2         | <b>Теплове навантаження на системи опалення.</b>                                                    | 2                | -                      |

|   |                                                                                                                                                                                |           |   |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|
|   | Розрахунок витрат теплоти для опалення будинків.                                                                                                                               |           |   |
| 3 | <b>Конструктивні особливості систем вентиляції.</b><br>Екскурсія. Ескізування припливних і витяжних систем вентиляції.                                                         | 2         | - |
| 4 | <b>Теплове навантаження на системи вентиляції</b><br>Визначення розрахункового теплового навантаження на системи вентиляції.                                                   | 2         | - |
| 5 | <b>Теплове навантаження на гаряче водопостачання.</b><br>Конструювання систем гарячого водопостачання.<br>Визначення секундних витрат води для потреб гарячого водопостачання. | 2         | - |
| 6 | <b>Гідравлічний розрахунок</b> режиму максимального споживання води в системі гарячого водопостачання.                                                                         | 2         | - |
| 7 | <b>Гідравлічний розрахунок</b> режиму максимального споживання води в системі гарячого водопостачання.                                                                         | 2         | - |
| 8 | <b>Циркуляційний режим</b> системи гарячого водопостачання. Визначення циркуляційних витрат води.                                                                              | 2         | - |
| 9 | <b>Гідравлічний розрахунок</b> циркуляційного режиму системи гарячого водопостачання. Підбір теплообмінників та насосів                                                        | 2         | - |
|   | <b>Разом</b>                                                                                                                                                                   | <b>18</b> | - |

### 11. Перелік питань для лабораторних занять

| № заняття | Назви питань                                                       | Кількість годин  |                        |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
|           |                                                                    | для денної форми | для дистанційної форми |
|           | <b>Змістовий модуль 1</b>                                          |                  |                        |
| 1         | Конструктивні особливості систем опалення ПП.                      | 2                | -                      |
| 2         | Конструктивні особливості систем вентиляції ПП.                    | 2                | -                      |
| 3         | Конструктивні особливості систем гарячого водопостачання ПП.       | 2                | -                      |
| 4         | Конструктивні особливості технологічних систем теплопостачання ПП. | 2                | -                      |
| 5         | Технологічне теплове навантаження та вторинні енергоресурси        | 2                | -                      |
|           | <b>Разом</b>                                                       | <b>10</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 модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до екзамену.

**Питання  
для самостійного вивчення студентами**

| №<br>з/п | Назва питань                                                                                      | Кількість годин     |                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
|          |                                                                                                   | для денної<br>форми | для<br>дистанцій<br>-ної<br>форми |
|          | <b>Змістовий модуль 1</b>                                                                         |                     |                                   |
| 1        | Схема теплофікації промислового підприємства.                                                     | 4                   | 10                                |
| 2        | Когенераційні установки промислових підприємств.                                                  | 5                   | 10                                |
| 3        | Конструктивні особливості систем опалення.                                                        | 7                   | 10                                |
| 4        | Схеми підключення систем опалення до теплової мережі.                                             | 7                   | 10                                |
| 5        | Припливні та витяжні вентиляційні системи. Приєднання систем вентиляції до теплових мереж.        | 8                   | 10                                |
| 6        | Системи гарячого водопостачання підприємств.                                                      | 8                   | 10                                |
| 7        | Схеми теплових пунктів.                                                                           | 8                   | 10                                |
| 8        | Особливості приєднання гарячого водопостачання до водяних та парових теплових мереж.              | 4                   | 10                                |
| 9        | Засоби акумулювання теплової енергії.                                                             | 5                   | 10                                |
| 10       | Методика розрахунку підігрівачів гарячого водопостачання.                                         | 7                   | 10                                |
| 11       | Призначення, конструкції та розрахункові витрати теплоносія в циркуляційних трубопроводах.        | 7                   | 10                                |
| 12       | Методика гідравлічного розрахунку циркуляційного режиму.                                          | 7                   | 10                                |
| 13       | Центральне регулювання теплових мереж. Розрахунок витрат теплоносія для закритої теплової мережі. | 7                   | 10                                |
| 14       | Скоригований температурний графік температур теплоносія.                                          | 7                   | 10                                |
| 15       | Теплоутилізатори, їх види, конструкції тепловий баланс.                                           | 7                   | 10                                |
|          | <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                                               | <b>98</b>           | <b>150</b>                        |
|          | <b>Усього</b>                                                                                     | <b>98</b>           | <b>150</b>                        |

### 13. Індивідуальні завдання

Для денної форми навчання індивідуальне завдання не передбачено навчальним планом.

Для дистанційної форми навчання теми розрахунково-графічних робіт:

- 1- «Визначення теплових навантажень споживачів», 30 годин;
- 2- «Конструктивні особливості приєднання промислових споживачів до систем теплопостачання», 30 годин.

Обсяг розрахунково-графічної роботи 15-20 сторінок пояснювальної записки.

### 14. Методи навчання

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

Словесні і наочні методи навчання використовуються під час лекцій та інструктажів, практичні – при проведенні лабораторних та практичних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: 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.

### 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, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, 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. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять або самостійної роботи для дистанційної форми навчання, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль – екзамен, проводиться в формі співбесіди або письмової відповіді на питання.

### 16. Розподіл балів, які отримують студенти

#### а) денна форма навчання

**Схема нарахування балів\* з навчальної дисципліни «Теплотехнічні 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. |
|                                                              | Практичне заняття   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                                              | 1                   | 2        | 3        |          | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        |          |
|                                                              | Лабораторне заняття |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|                                                              |                     | 1        |          | 2        |          | 3        |          | 4        |          |          | 5        |
| Опитування                                                   |                     |          | 2        | 2        |          |          | 2        |          | 2        |          |          |
| Виконання практичних завдань                                 | 2                   | 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        |
| Тестування                                                   |                     |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 1        |
| <b>Всього за темами</b>                                      | <b>3</b>            | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>3</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>4</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

#### б) дистанційна форма навчання

**Схема нарахування балів\* з навчальної дисципліни «Теплотехнічні 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. |
|-------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Виконання РГР                                         | 19      |         |         |         |         | 19      |         |         |         |          |          |
| Виконання завдань самостійної роботи                  | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1        | 1        |
| Тестування                                            |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          | 1        |
| Екзамен                                               | 50      |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |
| Всього за результатами вивчення навчальної дисципліни | 100     |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |

### 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 індивідуальної роботи РГР (за темами)

| Бали  | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16-19 | Виконання завдань індивідуальної 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.                                                       |
| 11-15 | Завдання вирішено із незначними неточностями, викладено 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 | Виконання завдань індивідуальної 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. |
| 0-5  | Завдання індивідуальної 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

| 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.                                                                                               |

### Оцінювання тестування:

- кожна правильна відповідь оцінюється у фіксовану кількість балів (наприклад,  $0,2 \times 5 = 1$ );
- правильність відповідей перевіряється відповідно до ключа тестів.

### Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти результатами складання екзамену

| Вид завдання                                        | Бали  | Критерії оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1, 2.<br>Теоретичні питання.<br>(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 розкриті, 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.                                                                                                                                        |
| 3.<br>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<br>рейтингова<br>система<br>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 (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 25 балів поточної успішності).

**1. Поточний контроль.** Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином:

– робота на практичних та лабораторних заняттях (усні відповіді, виконання практичних завдань, захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять), виконання контрольних робіт для дистанційної форми навчання – 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.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 25 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

### 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 першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 “Теплоенергетика” усіх форм навчання. Полтава: Полтавська політехніка, 2022. – 56 с.

2. Кутний Б.А. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання. - Полтава: Полтавська політехніка, 2023. – 23 с.

## 18. Рекомендована література

### Базова

1. Конспект лекцій по дисципліні «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 144 –Теплоенергетика / Укл. Клімов Р.О. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 77 с.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року // Інформаційно-аналітичний бюлетень. Відомості Міністерства палива та енергетики України. Спеціальний випуск. – Київ, 2012. – 118 с.
3. Герасимов Г. Г., Куба В. В. Практикум з дисципліни «Системи виробництва і розподілу енергоносіїв»: навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2019. – 162 с.
4. Бондаренко Г. А., Кирик Г. В. Компресорні станції / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. Підручник. — Суми: СумДУ, 2016. – 385 с.
5. Боженко М. Ф. Теплові навантаження споживачів теплова схема котельні. Розрахункова робота з освітнього компонента «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти». Навчальний посібник/ М. Ф. Боженко// – К.: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 68 с.
6. Solar Thermal Conversion Technologies for Industrial Process Heating/ T.V. Arjunan, Vijayan Selvaraj, M.M. Matheswaran// Subjects Built Environment, Engineering & Technology Imprint CRC Press 2023. – P.360 doi.org/10.1201/9781003263326
7. 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. Літвінов О. С. Фактори енергоємності продукції промислового підприємства / Літвінов О. С. – Одеса: ОНЕУ, 2006. – 242 с.
2. Врагов А.П. Теплообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв. Суми : Університетська книга, 2006. - 260 с.
3. Ткаченко О. О. Високотемпературні процеси та установки. Ч. 1. : підручник / Ткаченко О. О. – Х. : Ранок, 2008. – 336 с.
4. Віленський Н.М., Лац В.М. Паливно-енргетичний баланс металургійного заводу. – К.: Металургія, 2008. – 176 с.
5. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження: Навч. пос. — К.: Центр учбової літератури, 2008. — 224 с.
6. Кутний Б.А. Мірошніченко 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.
7. Борщ О.Б., Кутний Б.А. Розрахунок нестаціонарного теплового режиму огорожувальних конструкцій печі для випалювання цегли// Науковий вісник будівництва/ Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури. – Харків ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2011. – Вип.64. – С.287-292.
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.

## 19. Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс навчальної дисципліни «Теплоенергетичні системи промислових підприємств» <https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=1163>
2. Малкін, Е. С.; Погосов, О. Г. Оцінка вторинних енергоресурсів та напрямки підвищення



енергоефективності при реконструкції систем паропостачання промислових підприємств. 2015.  
<http://repository.knuba.edu.ua:8080/xmlui/handle/987654321/5362>