



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Системи охолодження технологічних установок промислових підприємств

**Шифр та назва спеціальності**

G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією)

**Інститут**

ННІ Енергетики, електроніки та  
електромеханіки

**Спеціалізація**

G4.04 Холодильні та кліматичні технології

**Кафедра**

Теплотехніки та енергоефективних технологій  
(123)

**Освітня програма**

Холодильні та кліматичні технології

**Тип дисципліни**

Обов'язкова

**Рівень освіти**

Другий (магістерський)

**Форма навчання**

Денна

**Семестр**

2

**Мова викладання**

Українська

## Викладачі, розробники

**Тарасенко Олександр Миколайович**

[Oleksandr.Tarasenko@khpi.edu.ua](mailto:Oleksandr.Tarasenko@khpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ»

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій

Автор та співавтор понад 40 наукових та навчально методичних публікацій, має публікації у виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus.

Основні курси «Котельні установки», «Проектування сучасних котлів та котельних», «Системи виробництва та розподілу енергоносіїв», «Теплотехнічні процеси та установки промпідприємств».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

**Анотація**

Розглядаються питання промислових технологій охолодження, обладнання, технічних заходів, методів, які дозволяють знизити негативний вплив на довкілля, водоспоживання, підвищити економічність, конкурентоспроможність, енергоефективність та ресурсозбереження виробництва.

## Мета та цілі дисципліни

Формування знань щодо застосування промислових систем охолодження в різних виробничих галузях і процесах, ознайомлення з конструктивними особливостями, принципом дії та фізичними засадами функціонування компонентів цих систем, впливу систем охолодження на продуктивність та якість виробництва. Отримання практичного досвіду з проектування промислових систем охолодження.

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

ЗК-1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК-1. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.

ФК-3. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.

ФК-4. Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові та екологічні аспекти.

ФК-6. Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик.

ФКС-1. Здатність формулювати завдання на розробку проектних рішень, пов'язаних з модернізацією холодильного та кліматичного обладнання, заходами щодо покращення його експлуатаційних характеристик, підвищення екологічної безпеки, покращення умов праці, економії ресурсів.

ФКС-3. Здатність до обґрунтування заходів по економії енергоресурсів, розрахунку потреб виробництва в енергоресурсах.

## Результати навчання

ПРН-1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПРН-3. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплоенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

ПРН-4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

ПРН-6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН-7. Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

ПРН-8. Обґрунтовувати вибір та застосування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПРН-11. Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

ПРН-14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

ПРНС-2. Практичні навички вирішення завдань, необхідні для успішної реалізації інженерних проєктів і проведення наукових досліджень.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички галузі фізики та математики.

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

При проведенні лекційних занять методи готових знань поєднуються з дослідницьким методом, який передбачає активну самостійну роботу студентів при засвоєнні знань: аналіз явищ, формулювання проблеми, самостійне формулювання висновків. У викладанні лекційного матеріалу переважає пояснювальний метод, при виконання індивідуального завдання використовується спонукальний метод навчання.

## Програма навчальної дисципліни

### Навчальні заняття

#### Лекції

| Теми лекцій                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Кількість годин |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Тема 1. Характеристика та область застосування систем охолодження</b><br>Класифікація систем охолодження. Прямоточні та оборотні водяні системи охолодження.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4               |
| <b>Тема 2. Технологічні елементи систем охолодження</b><br>Баштові, вентиляторні, ежекційні, атмосферні градирні. Оборотні системи охолодження з бризкальними басейнами та водоймищами-охолоджувачами. Повітряні радіаторні системи охолодження (радіаторні градирні з природною тягою, вентиляторні сухі системи охолодження, радіаторні градирні із зрошенням, апарати повітряного охолодження). Використання чилерів у системах охолодження. | 8               |
| <b>Тема 3. Системи охолодження теплотехнологічних агрегатів промислових підприємств та ТЕС</b><br>Охолодження високотемпературних агрегатів підприємств чорної та кольорової металургії. Системи охолодження технологічних установок хімічної та нафтопереробної промисловості. Системи охолодження енергетичного обладнання ТЕС.                                                                                                               | 4               |
| <b>Тема 4. Системи випарного охолодження (СВПО)</b><br>Класифікація, конструкції та характеристика СВПО високотемпературних печей. Особливості систем випарного охолодження металургійних та скловарних печей. Комплексні енерготехнологічні установки з використанням випарного охолодження.                                                                                                                                                   | 8               |
| <b>Тема 5. Екологічні аспекти використання промислових систем охолодження</b><br>Споживання енергії та методи його зниження в системах охолодження. Водокористування та методи зниження безповоротного споживання води, тепловий вплив на навколишнє середовище. Шкідливі викиди при застосуванні промислових систем охолодження. Парові факели градирень. Використання теплоти охолодження елементів конструкцій нагрівальних печей.           | 8               |
| <b>Загальна кількість годин</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>32</b>       |

### Практичні заняття

| Теми практичних/семінарських занять                                                                            | Кількість годин | Вагові коефіцієнти $a$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Тема 1. Складання водного балансу підприємства                                                                 | 2               | 0,5                    |
| Тема 2. Розрахунок та підбір градирень різних типів. Розрахунок водоймищ-охолоджувачів та бризкальних басейнів | 6               | 1                      |
| Тема 3. Розрахунок та підбір апарату повітряного охолодження                                                   | 6               | 1                      |
| Тема 4. Розрахунок та підбір чилеру для системи охолодження води                                               | 5               | 1                      |
| Тема 5. Розрахунок конструктивних елементів та ефективності системи випарного охолодження                      | 8               | 1,5                    |
| Тема 6. Порівняльний аналіз техніко-економічної ефективності роботи систем охолодження                         | 5               | 1                      |
| Загальна кількість годин                                                                                       | 32              | $\sum_{i=1}^n 6$       |

### Лабораторні заняття

Лабораторні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

### Контрольні роботи

| Теми контрольних робіт                                    | Вагові коефіцієнти $b$ |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| Тема 1. Розрахунок елементів системи водяного охолодження | 1                      |
| Загалом                                                   | $\sum_{i=1}^m 1$       |

### Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання.

### Опрацювання теоретичного матеріалу

| Теми для самостійного вивчення                                                                                                                                                                                                   | Кількість годин |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Тема 1. Системи повітряного охолодження теплотехнологічних агрегатів<br>Конструктивні елементи системи повітряних систем охолодження.<br>Автоматизація роботи систем охолодження. Використання рекуператорів і теплових насосів. | 26              |
| Тема 2. Використання теплоти охолодження елементів конструкцій промислових печей.                                                                                                                                                | 20              |
| Тема 3. Системи охолодження хімічних та нафтопереробних установок                                                                                                                                                                | 20              |
|                                                                                                                                                                                                                                  | 66              |

## Загальна кількість годин

### Тематика індивідуальних завдань

Курс передбачає виконання курсового проєкту. Результати виконання завдання оформлюється у вигляді письмового звіту. Строки виконання: 15-й тиждень.

Теми індивідуального завдання

**Тема.** Розрахунок вентиляторної градирні

---

## Загальна кількість годин

20

## Неформальна освіта

Можливість для даного освітнього компонента не передбачена.

## Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

### Основна література

- 1 Терновцев В.О., Тугай Я.А., Терновцев В.О. Спорудження охолодження води: Навч. посіб. К. : КНУБА, 2010. 52 с.
- 2 Айрапетян Т. С., Касімов О. М. Конспект лекцій з дисципліни «Зворотні і безстічні системи водопостачання промислових підприємств». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 150 с
- 3 Айрапетян Т. С. Технологія ефективного водокористування у промисловості. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 106 с.
4. Розрахунки вентиляторних градирень: методичні вказівки для курсового та дипломного проектування для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання / Уклад. О.Р. Пересьолков, О.В. Круглякова. Харків: НТУ "ХПІ", 2023. 56 с.

### Додаткова література

- 1 Сабірзянов Т.Г. Печі ливарних цехів: [Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації]. Кіровоград: КНТУ, 2007. 280 с.
2. Проектування і обладнання електросталеплавильних і феросплавних цехів: Підручник / В.А.Гладких, М.І.Гасик, А.М.Овчарук, Ю.С.Пройдак. Дніпропетровськ: «Системні технології». 2004. 692 с.
3. Грес Л. П., Єрьомін О. О., Каракаш Є. О., Радченко Ю. М. Екологічні аспекти металургійних технологій (1 ч.) : навч. посібник. Дніпро: Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022. – 106 с.
4. Гічов Ю.О. Вторинні енергоресурси промислових підприємств. Частина I. Конспект лекцій. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. 56 с.
5. Кошельнік О.В., Долобовська О.В., Пугачова Т.М., Круглякова О.В., Павлова В.Г. Розробка схем використання низькопотенційної пари систем випарного охолодження скловарних печей для отримання електричної енергії. Інтегровані технології та енергозбереження. 2020. №2. С. 3-10.

### Інформаційні ресурси

1. Репозитарій НТУ "ХПІ". <https://repository.kpi.kharkov.ua>

## Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників *k*:

| Поточний контроль<br>(практичні заняття), $k_1$ | Контрольні роботи, $k_2$ | Індивідуальне<br>завдання, $k_3$ | Підсумковий<br>контроль<br>(для ОК з іспитом), $k_4$ |
|-------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|
|-------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
|-----|-----|-----|-----|

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю:  $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$ . Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4$$

де:  $\Pi$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

$I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання

$K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи

$\Pi_k$  – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де:  $a_i$  - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де:  $b_i$  - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ( $\Pi$ ,  $K$ ,  $I$ , ...) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої  $O$  з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

#### Шкала оцінювання

| Сума балів | Національна оцінка                            | ECTS |
|------------|-----------------------------------------------|------|
| 90–100     | Відмінно                                      | A    |
| 82–89      | Добре                                         | B    |
| 75–81      | Добре                                         | C    |
| 64–74      | Задовільно                                    | D    |
| 60–63      | Задовільно                                    | E    |
| 35–59      | Незадовільно<br>(потрібне додаткове вивчення) | FX   |
| 1–34       | Незадовільно<br>(потрібне повторне вивчення)  | F    |

## Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

24.06.2026



**Завідувач кафедри**

Микола КУНДЕНКО

24.06.2026



**Гарант ОП**

Олександр ТАРАСЕНКО