

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра інженерії енергосистем

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

\_\_\_\_\_ (В.В. Каплун)  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри інженерії енергосистем  
протокол №7 від “27” травня 2025 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_ (Є.О. Антипов)

**”РОЗГЛЯНУТО ”**

Гарант ОП144 «Теплоенергетика»

\_\_\_\_\_ (В.Г. Горобець)

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Системи створення мікроклімату в будівлях з використанням ВДЕ»**

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Спеціальність G4 «Енерговиробництво»

Освітня програма освітньо-професійна

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробники: доцент, к.т.н., доцент Антипов Євген Олексійович

асистент, Ph.d., Сердюк Андрій Миколайович

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

## Опис навчальної дисципліни «Системи створення мікроклімату в будівлях з використанням ВДЕ»

Перехід у нове тисячоліття став історичною віхою розвитку систем створення мікроклімату в Україні. В даний час в Україні проходить новий етап розвитку систем забезпечення мікроклімату, який полягає у широкому використанні сучасних систем та новітніх розробок, та заходах енергозбереження.

| Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь                     |                                      |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Освітній ступінь                                                                    | Магістр                              |                                       |
| Спеціальність                                                                       | G4 Енерговиробництво                 |                                       |
| Освітня програма                                                                    | освітньо-професійна                  |                                       |
| Характеристика навчальної дисципліни                                                |                                      |                                       |
| Вид                                                                                 | Обов'язкова                          |                                       |
| Загальна кількість годин                                                            | 120                                  |                                       |
| Кількість кредитів ECTS                                                             | 4,0                                  |                                       |
| Кількість змістових модулів                                                         | 2,0                                  |                                       |
| Курсовий проект                                                                     | 15                                   |                                       |
| Форма контролю                                                                      | Екзамен                              |                                       |
| Показники навчальної дисципліни<br>для денної та заочної форм здобуття вищої освіти |                                      |                                       |
|                                                                                     | Денна форма здобуття<br>вищої освіти | Заочна форма здобуття<br>вищої освіти |
| Курс (рік підготовки)                                                               | 1-й                                  |                                       |
| Семестр                                                                             | 1-й                                  |                                       |
| Лекційні заняття                                                                    | 15 год.                              |                                       |
| Практичні, семінарські заняття                                                      | -                                    |                                       |
| Лабораторні заняття                                                                 | 15 год.                              |                                       |
| Самостійна робота                                                                   | 90 год.                              |                                       |
| Кількість тижневих аудиторних годин<br>для денної форми здобуття вищої<br>освіти    | 2 год.                               |                                       |

### 1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни – здобуття майбутніми магістрами-теплоенергетиками теоретичних знань і практичних навичок щодо науково-обґрунтованих енергоощадних технологій з забезпечення комфортних умов мікроклімату у приміщеннях, що оснащені сучасними опалювальними приладами, а також використання вторинних джерел енергії.

#### Набуття компетентностей:

##### Інтегральна компетентність (ІК):

**ІК1.** Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування

теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

*Спеціальні (фахові) компетентності (СК):*

**СК2.** Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

**СК4.** Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові, та екологічні аспекти..

**СК8.** Здатність розробляти, реалізовувати та підвищувати енергетичну ефективність біо- та теплоенергетичних систем, впроваджувати відновлювальні джерела енергії з оцінкою їх впливу на довкілля у сфері теплоенергетики і агросектору.

*Програмні результати навчання (ПРН):*

**ПРН1.** Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

**ПРН2.** Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

**ПРН4.** Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

**ПРН6.** Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.

**ПРН7.** Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

**ПРН8.** Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

**ПРН10.** Розуміти стратегію і цілі підприємства (установи) з урахуванням забезпечення позитивного внеску до розвитку суспільства і держави, створення і впровадження інноваційних технологій, розвитку персоналу.

**ПРН11.** Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.

**ПРН14.** 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.

**ПРН16.** Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

**ПРН18.** Розуміння розвитку сфери теплоенергетики та агросектору шляхом переходу від традиційних до відновлювальних джерел енергії.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів<br>і тем                                            | Кількість годин |        |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|--|
|                                                                             | денна форма     |        |              |   |     |     |      | заочна форма |              |    |     |     |      |  |
|                                                                             | тижні           | усього | у тому числі |   |     |     |      | усього       | у тому числі |    |     |     |      |  |
|                                                                             |                 |        | л            | п | лаб | інд | с.р. |              | л            | п  | лаб | інд | с.р. |  |
| 1                                                                           | 2               | 3      | 4            | 5 | 6   | 7   | 8    | 9            | 10           | 11 | 12  | 13  | 14   |  |
| Модуль 1. Теплові насоси                                                    |                 |        |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 1. Теплові насоси.                                                     | 1               | 15     | 2            |   | 2   |     | 11   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 2. Термоелектричні та абсорбційні теплові насоси.                      | 2-3             | 15     | 2            |   | 2   |     | 11   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 3. Системи чилер-фанкойл.                                              | 4-5             | 15     | 2            |   | 2   |     | 11   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 4. Парокомпресійні теплові насоси.                                     | 6-7             | 15     | 2            |   | 1   |     | 12   |              |              |    |     |     |      |  |
| Разом за модулем 1                                                          | 60              |        | 8            |   | 7   |     | 45   |              |              |    |     |     |      |  |
| Модуль 2. Відновлювані джерела енергії                                      |                 |        |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 1. Застосування ТНУ для тепло- та холодопостачання об'єктів.           | 8-9             | 15     | 2            |   | 2   |     | 11   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 2. Використання геотермальних вод для тепло- та водопостачання.        | 10-11           | 16     | 2            |   | 2   |     | 12   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 3. Комбіновані системи теплопостачання на базі сонячних геоколекторів. | 12-13           | 15     | 2            |   | 2   |     | 11   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 4. Системи інфрачервоного опалення з використанням ВДЕ.                | 14-15           | 14     | 1            |   | 2   |     | 11   |              |              |    |     |     |      |  |
| Разом за змістовим модулем 2                                                | 60              |        | 7            |   | 8   |     | 45   |              |              |    |     |     |      |  |
| Усього годин                                                                | 120             |        | 15           |   | 15  |     | 90   |              |              |    |     |     |      |  |
| Курсовий проект                                                             | 15              |        | -            | - | -   | -   | -    | -            | -            | -  | -   | -   | -    |  |

## 3. Теми лекцій

| № з/п | Назва теми                                                          | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Теплові насоси.                                                     | 2               |
| 2     | Термоелектричні та абсорбційні теплові насоси.                      | 2               |
| 3     | Системи чилер-фанкойл.                                              | 2               |
| 4     | Парокомпресійні теплові насоси.                                     | 2               |
| 5     | Застосування ТНУ для тепло- та холодопостачання об'єктів.           | 2               |
| 6     | Використання геотермальних вод для тепло- та водопостачання.        | 2               |
| 7     | Комбіновані системи теплопостачання на базі сонячних геоколекторів. | 2               |
| 8     | Системи інфрачервоного опалення з використанням ВДЕ.                | 1               |
|       | <b>Разом</b>                                                        | 15              |

#### 4. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми                                                     | Кількість годин |
|-------|----------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Розрахунок циркуляційних контурів теплового насосу             | 3               |
| 2     | Розрахунок параметрів ґрунтового зонда                         | 3               |
| 3     | Розрахунок мембранного розширювального бака розсолного контуру | 2               |
| 4     | Підбір рекуператора тепла                                      | 3               |
| 5     | Підбір двоконтурного котла на потреби системи опалення та ГВП  | 2               |
| 6     | Визначення холодильного і ексергетичного ККД                   | 2               |
|       | <b>Разом</b>                                                   | 15              |

#### 5. Теми самостійної роботи

| № з/п | Назва теми                                              | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Зональні системи кондиціонування                        | 15              |
| 2     | Енергозбереження в житловому будівництві.               | 15              |
| 3     | Системи енергетичного менеджменту                       | 15              |
| 4     | Системи управління будівлею. Засоби обліку              | 15              |
| 5     | Діагностування кондиціонерів типу split                 | 15              |
| 6     | Застосування сонячних систем теплопостачання в теплицях | 15              |
|       | <b>Разом</b>                                            | 90              |

#### 6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- тестування;
- захист лабораторних та практичних робіт.

#### 7. Методи навчання:

- словесний метод (лекція);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- пояснювально-ілюстративний (презентація);
- репродуктивний (короткі тестові завдання);
- самостійна робота (виконання завдань);
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.
- метод стимулювання (додаткові бали за реферати, статті, тези)

#### 8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

### 8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

| Тема                                                                | Результати навчання                                                     | Оцінювання |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Модуль 1. Системи теплопостачання</b>                            |                                                                         |            |
| ЛР1. Розрахунок циркуляційних контурів теплового насосу             | ПРН 2, 4, 6, 10, 11, 16, 18                                             | 15         |
| ЛР2. Розрахунок параметрів ґрунтового зонда                         |                                                                         | 15         |
| ЛР3. Розрахунок мембранного розширювального бака розсолного контуру |                                                                         | 15         |
| СР1. Зональні системи кондиціонування                               |                                                                         | 15         |
| СР2. Енергозбереження в житловому будівництві                       |                                                                         | 15         |
| СР3. Системи енергетичного менеджменту                              |                                                                         | 15         |
| Модульний контроль                                                  |                                                                         | 10         |
| <b>Всього за модуль 1</b>                                           |                                                                         | <b>100</b> |
| <b>Модуль 2. Системи опалення та вентиляції</b>                     |                                                                         |            |
| ЛР4. Підбір рекуператора тепла                                      | ПРН 1, 2, 4, 7, 8, 10, 14, 16                                           | 15         |
| ЛР5. Підбір двоконтурного котла на потреби системи опалення та ГВП  |                                                                         | 15         |
| ЛР6. Застосування сонячних систем теплопостачання в теплицях        |                                                                         | 15         |
| СР4. Системи управління будівлею. Засоби обліку                     |                                                                         | 15         |
| СР5. Діагностування кондиціонерів типу split                        |                                                                         | 15         |
| СР6. Застосування сонячних систем теплопостачання в теплицях        |                                                                         | 15         |
| Модульний контроль                                                  |                                                                         | 10         |
| <b>Всього за модуль 2</b>                                           |                                                                         | <b>100</b> |
| <b>Навчальна робота</b>                                             | <b><math>(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70</math></b>                       |            |
| <b>Екзамен</b>                                                      | <b>30</b>                                                               |            |
| <b>Всього за курс</b>                                               | <b><math>(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100</math></b> |            |
| <b>Курсова робота</b>                                               | <b>100</b>                                                              |            |

### 8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка за національною системою (екзамени/заліки) |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 90-100                               | відмінно                                          |
| 74-89                                | добре                                             |
| 60-73                                | задовільно                                        |
| 0-59                                 | незадовільно                                      |

### 8.3. Політика оцінювання

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Політика щодо дедлайнів та перескладання</b> | Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульних тестів відбувається із дозволу викладача за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).<br>Якщо після проходження підсумкової атестації (іспиту), студент не задоволений оцінюванням викладачем за письмове питання - студент має право захистити на співбесіді з викладачем та/або обґрунтувати правильність власної відповіді. При позитивній або негативній відповіді студента при співбесіді, кінцева оцінка за підсумкову атестацію (іспит) може змінитись. |
| <b>Політика щодо академічної доброчесності</b>  | Списування під час модульних тестів та підсумкової атестації (іспиту) заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсова робота повинна мати коректні текстові посилання на використану літературу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Політика щодо відвідування</b>               | Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором інституту).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn – <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3147>)
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;

## 10. Рекомендовані джерела інформації

1. Буляндра О.Ф., Драганов Б.Х. та ін., Теплотехніка. - К.: Вища школа, 1998. – 334 с.
2. Драганов Б.Х. та ін. Проектування систем теплопостачання сільського господарства. - К.: Техніка, 2003. – 160 с.
3. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива і теплової енергії на опалення житлових і громадських споруд, а також на господарськопобутової потреби в Україні. КТМ 204 України 244-94. Керівний матеріал. Київ, 1995. – 636 с.
4. Алексахін О.О., Герасимова О.М. Приклади і розрахунки з теплопостачання та опалення. – Харків: ХДАМГ, 2002. – 206 с.

5. Корчемний М. Федорейко В. Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль, 2001.-984 с.
6. Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем та основи проектування джерел теплопостачання / Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 140 с.
7. Шилов Е. Й. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: навч. посібник. / Шилов Е. Й., Гойко А. Ф., Ізмайлова Е. В. – К. : КНУБА, 2001. – 127 с.
8. Шульга М.О., Алексахін О.О. Теплопостачання та гаряче водопостачання. Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 229 с.
9. Сашко В. О., Терещенко Т. М. Водопостачання. Навчальний посібник. К.: ФОП Клименко О.О. 2019. 114 с.
10. Нимич Г. В. Сучасні системи вентиляції і кондиціонування повітря. – К. : Вид.буд. «Аванпост-Прим», 2003. – 630с.
11. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 р. – Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, с. 8.