



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

### Теплові насоси

Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Освітня програма  
Енергетика

Рівень освіти  
Бакалавр

Семестр  
6

Інститут  
ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра  
Технічна кріофізика [134]

Тип дисципліни  
Вибіркова

Мова викладання  
Українська

### Викладачі, розробники



**Банник Олена Сергіївна**

[Olena.Bannyk@khpi.edu.ua](mailto:Olena.Bannyk@khpi.edu.ua)

Асистент кафедри;

20 років досвіду в проектуванні холодильних систем.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



**Старіков Вадим Володимирович**

[Vadym.Starikov@khpi.edu.ua](mailto:Vadym.Starikov@khpi.edu.ua)

Доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технічної кріофізики НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 30 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Член редакційної колегії журналу «Eastern-European Journal of Enterprise Technologies». Провідний лектор з дисциплін: «Вступ до спеціальності: основи кріогенної та холодильної техніки. Ознайомча практика», «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів», «Теплові насоси», «Сучасні енергозберігаючі технології в холодильній, вакуумній та кріогенній техніці», «Фізичні основи вакуумної техніки», «Фізичні основи мікро- і нанотехнологій», «Кріобіологічні технології та обладнання»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс "Теплові насоси" надає студентам глибоке розуміння принципів функціонування та застосування теплових насосів. Студенти долучаються до теоретичного вивчення теплових процесів, роботи різних типів теплових насосів та їхніх ефективних застосувань у промисловості та побуті. Курс також охоплює проблеми екології та сталих джерел енергії, надаючи учасникам інструменти для розробки енергоефективних та екологічно чистих систем опалення та охолодження. Учасники отримають практичні навички у проектуванні та розробці теплових насосів.

### Мета та цілі дисципліни

Метою дисципліни "Теплові насоси" є надання студентам глибокого розуміння теоретичних та практичних аспектів використання теплових насосів у системах опалення та охолодження.

Основні цілі включають:

1. Ознайомлення з принципами роботи теплових насосів: Розкриття основних термодинамічних процесів, що лежать в основі функціонування теплових насосів.
2. Розуміння різних типів теплових насосів: Вивчення різних конструкцій теплових насосів, їхніх переваг та областей застосування.
3. Оволодіння технічними аспектами: Навчання практичним навичкам проектування, встановлення та обслуговування теплових насосів.
4. Екологічна та енергетична ефективність: Аналіз впливу використання теплових насосів на довкілля та розвиток навичок для створення енергоефективних систем опалення та охолодження.
5. Застосування в різних галузях: Розгляд застосування теплових насосів у промисловості, побуті, комерції та для вирішення специфічних завдань.

### Формат занять

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

### Компетентності

- ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

### Результати навчання

- ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.
- ФК 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.
- ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.
- ФК 6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

### Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 24 год., практичні заняття – 12 год., самостійна робота – 84 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Фізика,  
Вища математика.  
Теорія тепломасобміну.  
Гідрогазодинаміка.

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

1. Теоретична база:
  - Вивчення термодинамічних процесів та принципів теплових насосів.
  - Розуміння взаємодії теплових насосів з різними джерелами тепла та системами розподілу.
2. Практичні заняття:
  - Лабораторні роботи для вивчення роботи теплових насосів та їхніх компонентів.
  - Проекти з вибору та оптимізації систем теплопостачання на основі теплових насосів.
3. Аналіз конкретних випадків:
  - Вивчення практичних прикладів впровадження теплових насосів у різних областях (житлова забудова, промисловість, комерційні об'єкти).
4. Екологічний підхід:
  - Розгляд екологічних аспектів використання теплових насосів та їх внесок у зменшення викидів CO<sub>2</sub>.
5. Технологічні нововведення:
  - Ознайомлення з останніми технологічними розробками та інноваціями в галузі теплових насосів.
6. Проектна діяльність:
  - Розвиток проектів, які включають впровадження теплових насосів з метою оптимізації та підвищення ефективності.

## Програма навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ до дисципліни. Теоретичні основи і типи теплових насосів.

Тема 1.1 Термодинамічні основи роботи теплових насосів. Термодинамічні цикли та їх енергетичні характеристики. Цикл Карно і його використання для теплових насосів.

Тема 1.2 Типи теплових насосів та їх використання.

1.2.1 Парокомпресійні теплові насоси.

1.2.2 Абсорбційні теплові насоси.

1.2.3 Відсмоктувальні (thermoacoustic) та магнітні теплові насоси.

1.2.4 Хімічні, пізоелектричні та термоелектричні насоси.

Тема 1.3 Види теплових насосів з використанням низькотемпературних джерел енергії.

1.3.1 Грунтові, геотермальні, аеротермальні, водяні, сонячні та газові.

Тема 2 Обладнання теплових насосів.

Тема 2.1 Загальні характеристики основних елементів теплових насосів.

2.1.1 Компресор

2.1.2 Теплообмінники

2.1.3 Регулюючі клапани та вентиля

2.1.4 Циркуляційний насос та резервуар

2.1.5 Контролер та автоматика

Тема 3 Особливості проектування та вибору теплових насосів.

Тема 3.1 Аналіз вимог та потреб. Вибір типу теплового насосу.

Тема 3.2 Розрахунок теплових навантажень і вибір системи розподілу.

Тема 3.3 Вибір холодоагента та теплоносія.

Тема 3.4 Розробка теплотехнічного проекту.

Тема 3.5 Рекомендації і основні вимоги до монтажу та введення в експлуатацію.

Тема 4 Застосування теплових насосів у промисловості та будівництві. Розгляд технічного обладнання, матеріалів та інновацій в розробці теплових насосів.

Тема 5 Перегляд успішних прикладів впровадження теплових насосів у різних сферах. Економічні та екологічні аспекти. Перспективи розвитку.

## Теми практичних робіт

Тема 1. Розрахунок коефіцієнта продуктивності для різних типів теплових насосів

Тема 2. Розрахунок оптимального об'єму резервуару для накопичення тепла та подальшого його використання.

Тема 3. Оптимізація параметрів теплового насосу.

Тема 4. Розрахунок параметрів циклу повітряного теплового насосу.

Тема 5. Розрахунок ґрунтового теплообмінника для геотермального теплового насосу.

Тема 6. Оптимізація параметрів теплового насосу.

Тема 7. Підбір і розрахунок основних параметрів теплового насосу «повітря-вода».

## Література та навчальні матеріали

1. Арсеньєв В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с.
2. Морозюк Т. В. Теорія холодильних машин і теплових насосів / Т.В. Морозюк. – Одеса : Студія «Негоціант», 2006. – 712 с.
3. Lear W. E. Design Considerations of Jet Pumps with Supersonic Two – Phase Flow and Shocks for Refrigeration and Thermal Management Application / W. E. Lear, S. A. Sherf, J. M. Steadham // International Journal of Energy Research. – 2000. – Vol. 24. – P. 1373–1389.
4. Дяченко О. В. Особливості застосування двоокису вуглецю як робочої речовини парокомпресорних холодильних машин. Ефективні цикли та досвід впровадження у народному господарстві / О. В. Дяченко // Холодильна техніка та технологія. – 2015. – № 51 (4). – С. 4–10.
5. Арсеньєв В. М. Теплонасосна технологія енергозбереження : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв. – Суми : СумДУ, 2011. – 283 с.
6. Dincer, I., & Rosen, M. A. (2011). Thermal energy storage: systems and applications (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Додаткова література:

1. Reay, D. A., Kearsley, E. P., & Riffat, S. B. (2008). Heat pumps: Energy efficient heating? Springer Science & Business Media.
2. Ochsner, K., Kärcher, M., & Pexa, M. (2019). Ground-Source Heat Pumps: Fundamentals, Experiments, and Applications. CRC Press.
3. Spitler, J. D., Yavuzturk, C., & Tyler, S. W. (2010). Ground source heat pumps: fundamentals, experiments and applications. Wiley-Blackwell.
4. Bunea, M., & Dincer, I. (2019). Review of ground-source heat pump systems for heating and cooling buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 99, 133-153.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Опис структури підсумкової оцінки, обов'язкових завдань та процедури нарахування балів, особливо звертаючи увагу на самостійну роботу та індивідуальні завдання.

### 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 (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент 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

Дата погодження, підпис  
30.08.2023

Завідувач кафедри  
Вадим СТАРІКОВ

Дата погодження, підпис  
30.08.2023

Гарант ОП  
Оксана ЛІТВИНЕНКО