



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Розрахунок та проектування холодильного обладнання

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика

Кафедра

Технічна кріофізика [134]

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вибіркова

Семестр

1

Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



**Горбунов Костянтин Олександрович**

[Kostiantyn.Horbunov@khpi.edu.ua](mailto:Kostiantyn.Horbunov@khpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів

Автор понад 100 наукових і навчально-методичних публікацій, серед яких 3 підручника з грифом МОНУ. Провідний лектор з курсів: «Процеси та апарати хімічних виробництв» та «Проектування та розрахунок теплообмінного обладнання» для студентів хімічних та нехімічних спеціальностей.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна складається з навчального блоку, що спрямований на поглиблення знань та вивчення методів оптимального розрахунку та проектування холодильного обладнання та холодильних систем для заданих умов експлуатації. Розрахунок такого обладнання з використанням сучасних теплообмінних та холодильних систем дозволяє значно економити енергетичні ресурси. Розглядаються процеси теплообміну між рідинами, з фазовим переходом (конденсація, випаровування), процеси теплообміну з низькою температурою. Викладаються питання сучасних методів розрахунку в пакетах програм. Курс допомагає оволодіти фундаментальними систематизованими знаннями в галузі моделювання та оптимізації розрахунку теплообмінного та холодильного обладнання, технологічних процесів у промисловості, розвитку сучасного рівня систем проектування.

### Мета та цілі дисципліни

Основною метою дисципліни є отримання теоретичних уявлень та практичних навичок щодо моделювання і оптимізації процесів розрахунку теплообмінного та холодильного обладнання з використанням сучасних методів і техніки проведення розрахунків; та узагальнення отриманих результатів в процесі навчання; знання теоретичних основ процесів холодильної техніки, принципів роботи установок, які працюють з метою отримання помірною охолодження,

конструктивного оформлення апаратів, що випускаються промисловістю, правильної експлуатації та обслуговування холодильної техніки.

## **Формат занять**

Лекції, практичні заняття, курсова робота, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

## **Компетентності**

СК 02. Здатність критично осмислювати проблем і перспектив розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем

СК 03. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

СК 04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК 05. Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проєктів у галузі енергетичного машинобудування.

СК 06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

СК 09. Здатність застосовувати математичні моделі, розрахункові методи, методології та спеціалізоване програмне забезпечення, для розв'язання інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування

СК 10 Здатність опановувати та використовувати знання сучасних технологій, методів при дослідженні, проектуванні, модернізації та експлуатації енергетичного обладнання та аналізувати отримані результати.

## **Результати навчання**

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 2. Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

РН 3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проєктах.

РН 4. Розробляти і реалізовувати проєкти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проєкти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН 5. Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях.

РН 7. Приймати ефективні рішення з інженерних та управлінських питань у галузі енергетичного машинобудування в складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням сучасних методів та засобів оптимізації, прогнозування та прийняття рішень.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН 9. Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів.

РН 10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

PH 13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.  
PH 14. Обирати і застосовувати сучасні технології, спеціалізовані пакети програм, інструменти і методи дослідження, формулювати і перевіряти гіпотези, аргументувати висновки, за результатами досліджень надавати практичні рекомендації.  
PH 15. Використовувати та аналізувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач в галузі енергетичного машинобудування.

### **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 з наступних дисциплін: Пристрої та автоматизація холодильних та криогенних систем; Питання тепломасообміну в холодильній техніці; Теоретичні основи холодильної та криогенної техніки; Проектування теплообмінних апаратів.

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

Тема 1. Роль холоду в різноманітних галузях промисловості. Історія розвитку холодильної техніки, її стан і перспективи. Класифікація техніки низьких температур по температурних областях. Теоретичні основи помірного охолодження. Природне й штучне охолодження. Охолодження водним льодом і холодильними сумішами.

Тема 2. Одержання низьких температур із застосуванням ефекту дроселювання, вихрового й термоелектричного ефекту. Зворотні термодинамічні цикли. Зворотний цикл Карно.

Тема 3. Основні поняття термодинаміки в застосуванні до зворотних циклів. Принципова схема роботи холодильної машини. Зображення теоретичних процесів і циклів у термодинамічних діаграмах.

Тема 4. Робочі речовини холодильних машин й установок. Основні вимоги, пропоновані до холодоагентів. Фізичні, термодинамічні й теплофізичні властивості найпоширеніших ХА. Класифікація холодоагентів.

Тема 5. Експлуатаційні властивості аміаку, фреону-22, R134a й сумішей. Теплофізичні властивості холодоносіїв. Теплові діаграми щодо знаходження параметрів холодильних агентів.

Тема 6. Цикл повітряної холодильної машини. Повітряна холодильна машина. Достоїнства й недоліки повітряної холодильної машини, області доцільного застосування.

Тема 7. Схема й принцип дії повітряної холодильної машини. Зображення циклу повітряної холодильної машини. Характеристика основних процесів циклу.

Тема 8. Цикл парокompресійної холодильної машини. Принцип дії й схема парової компресійної холодильної машини. Побудова теоретичного циклу по заданих робочих параметрах.

Тема 9. Абсорбційні й пароежекторні холодильні машини. Абсорбційні машини, принцип дії й схема роботи, достоїнства, недоліки, область застосування.

Тема 10. Пароежекторні машини. Схема, робочий процес, характерні риси, області застосування.

Тема 11. Холодильні системи й установки. Основне встаткування холодильних камер. Системи безпосереднього охолодження холодильним агентом.

Тема 12. Безнасосні системи (прямоточні без віддільника рідини й з відділенням рідини). Недоліки безнасосних систем безпосереднього охолодження. Системи охолодження з використанням проміжного холодоносія.

Тема 13. Повітроохолоджувачі. Призначення й типи повітроохолоджувачів. Застосування. Промислові повітроохолоджувачі.

## **Теми практичних занять**

Тема 1. Холодильний коефіцієнт, холодопродуктивність (холодильна потужність), робота адіабатичного стиску.

Тема 2. Розрахунок теоретичного циклу парової компресійної машини. Вплив режиму роботи на холодопродуктивність машини. Дійсний цикл парової холодильної машини.

Тема 3. Алгоритм розрахунку потужності повітроохолоджувачів. Основи безпечної експлуатації холодильних установок і систем кондиціонування повітря.

## **Теми лабораторних робіт**

Лабораторні заняття в межах даного курсу не передбачені

## **Самостійна робота**

Опрацювання лекційного матеріалу. Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях. Виконання індивідуального завдання - курсова робота.

## **Література та навчальні матеріали**

1. Compact Heat Exchangers. Selection, Design And Operation / John E. Hesselgreaves. - Pergamon Press. - An Imprint of Elsevier Science, 2011. - 437 p.
2. Пластинчасті теплообмінники у промисловості / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., КАПУСТЕНКО П.А., ХАВІН Г.Л., АРСЕНЬЄВА О.П. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004.- 323 с.
3. Plate Heat Exchangers: Design, Applications and Performance L. /Wang, B. Sunden and R. M. Manglik //WIT Press, Billerica, MA, 288 pp, 2017, ISBN: 978-1-85312-737-3.
4. Пластинчасті теплообмінники у теплопостачанні / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., КАПУСТЕНКО П.А., ХАВІН Г.Л., АРСЕНЬЄВА О.П.; За ред. Хавіна Г.Л. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007.- 448 с.
5. Theodore L. Heat transfer applications for the practicing engineer /John Wiley & Sons.– .– 2011.– 664 p.
6. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., ГОТЛИНСЬКА Г. П., ЛЕЩЕНКО В. А., НЕЧИПОРЕНКО І. О., ЧЕРНИШЕВ І. С. Процеси та апарати хімічної технології. : Підручник. В двох частинах. Частина 2 / Під заг. Ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 540 с.
7. Процеси та апарати природоохоронних технологій: підручник/ Пляцук Л.Д., Васькін Р.А., Пономарьова Н.Г. та ін..- Суми: Сумський державний університет, 2017 р.- 956с
8. Мнацаканов Г.К. / Холодильна техніка і технологія. Навчальний посібник. Частина 1. – Одеса: ОДАХ, 2008.– 128 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії, розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: онлайн тести, курсова робота

### 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  
30.08.23 р.

Завідувач кафедри  
Вадим СТАРІКОВ

Дата погодження, підпис  
30.08.23 р.

Гарант ОП  
Олена АВДЄЄВА