



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Розширювальні машини та пристрої

Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут  
ІНІ енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма  
Енергетика

Кафедра  
Технічна кріофізика (134)

Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Вибіркова

Семестр  
5

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](#)



**Чичибаба Ирина Олександрівна**

[iryna.chychybaba@khpi.edu.ua](mailto:iryna.chychybaba@khpi.edu.ua)

Старший викладач кафедри технічної кріофізики НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 30 років. Автор понад 20 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Проектування систем кондиціонування та життєзабезпечення», «Теоретичні основи та конструкції систем кондиціонування», "Енергозбереження та екологічність в системах кондиціонування та життєзабезпечення" та "Надпровідникові та низькотемпературні магнітні системи".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс "Розширювальні машини і пристрої" розглядає основні принципи та технології роботи розширювальних машин та пристроїв у контексті енергетичного сектору. Студенти отримають знання щодо конструкції, принципів функціонування та застосування розширювальних систем у різних галузях

енергетики. Курс також охоплює аспекти регулювання та оптимізації роботи розширювальних установок для максимально ефективного використання енергетичних ресурсів.

### **Мета та цілі дисципліни**

Метою дисципліни є поглиблення розуміння студентами принципів роботи розширювальних систем у контексті енергетичної індустрії. Основні цілі включають:

1. Вивчення конструкції та принципів функціонування розширювальних машин і пристроїв.
2. Розуміння ролі та важливості розширювальних систем у енергетичному процесі.
3. Навчання методам регулювання та оптимізації роботи розширювальних установок.
4. Здатність застосовувати здобуті знання для ефективного використання енергетичних ресурсів у практичних ситуаціях.

Ці цілі сприяють формуванню компетентностей, необхідних для роботи в галузі енергетичного машинобудування та вирішенню завдань, пов'язаних із забезпеченням ефективності енергетичних систем.

### **Формат занять**

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік та іспит.

### **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 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного 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.
- ФК 8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

- Фізика.
- Вища математика.
- Теорія тепломасобміну.
- Гідрогазодинаміка.

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

Особливості дисципліни "Розширювальні машини і пристрої" включають:

1. Дисципліна об'єднує знання з механіки, термодинаміки, інженерії енергетичних систем та інших галузей, що дозволяє студентам отримати комплексний погляд на розширювальні машини.
2. Фокус на реальних застосуваннях розширювальних систем у виробництві та енергетиці, що підкреслює практичну важливість отриманих знань.
3. Вивчення методів регулювання та оптимізації роботи розширювальних установок для досягнення максимальної ефективності використання енергетичних ресурсів.
4. Дисципліна враховує сучасні тенденції та вимоги енергетичного ринку, сприяючи підготовці фахівців, які відповідають потребам галузі.
5. Наголос на інженерному аспекті роботи з розширювальними машинами, що дозволяє студентам розвивати навички розробки та оптимізації систем.

Методи та технології навчання:

1. Теоретичне вивчення: Студенти отримують теоретичні знання про конструкцію та принципи функціонування розширювальних машин через лекції та практичні заняття.
2. Лабораторні роботи: Проведення лабораторних експериментів дозволяє студентам отримати практичні навички у використанні розширювальних пристроїв, визначенні їх характеристик та вивченні роботи реальних систем.

Ці методи і технології сприяють комплексному навчанню, розвитку практичних навичок та готовності студентів до вирішення реальних інженерних завдань.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Поршневі розширювальні машини

- 1.1. Сфери застосування розширювальних машин і елементів. Основні етапи розвитку розширювальних машин. Принцип дії і класифікація розширювальних машин. Основні конструктивні елементи.
- 1.2. Поршневий детандер. Устрій, дія, основні конструктивні елементи. Класифікація. Конструктивні схеми поршневих детандерів. Види механізмів газорозподілу, принцип роботи, переваги та недоліки.
- 1.3. Ідеальний поршневий детандер, індикаторна діаграма. Розрахунки характеристик детандера за допомогою моделі ідеального детандера. Дійсний поршневий детандер та його робочий процес. Індикаторна та температурна діаграма дійсного детандера.
- 1.4. Діаграма зміни об'єму циліндра поршневого детандера у часі. Розрахунок тривалості процесів робочого циклу поршневого детандера. Розрахунок процесів теплообміну поршневого детандера під час циклу. Розрахунок теплових втрат.
- 1.5. Вимоги до ущільнення поршневих детандерів. Конструкція. Розрахунок витоків та теплоти тертя поршневого ущільнення.
- 1.6. Розрахунок температур робочого тіла у характерних точках циклу поршневого детандера.
- 1.7. Розрахунок температур робочого тіла у характерних точках циклу поршневого детандера. Розрахунок кінцевої температури робочого тіла у циклі. Розрахунок адіабатного КПД та холодильного коефіцієнта детандера.
- 1.8. Методика теплового розрахунку поршневого детандера з клапанним газорозподілом без витоків. Особливості розрахунку для безклапанного детандера, та з змішаним газорозподілом.
- 1.9. Розрахунок і урахування витоків при тепловому розрахунку поршневого детандера з різними схемами газорозподілу
- 1.10. Система змазування. Система очищення газу. Регулювання холодопродуктивності поршневих розширювальних машин. Особливості конструкцій, експлуатаційні параметри поршневих детандерів ПРУ, гелієвих та водневих установок.

#### Тема № 2. Розширювальні машини динамічної дії. Розширювальні пристрої.

- 2.1. Радіальні та осьові розширювальні машини динамічної дії: устрій та принцип дії, сфера застосування. Основні робочі елементи, їх конструкція.
- 2.2. Активний та реактивний турбодетандер. Особливості їх конструкції та робочого процесу. Засоби регулювання холодопродуктивності турбодетандера, їх переваги та недоліки.
- 2.3. Особливості конструкцій, експлуатаційні параметри турбодетандерів ВРУ, гелієвих та водневих установок.

- 2.4. Класифікація та сфера застосування розширювальних пристроїв в холодильній техніці. Автоматичний регулюючий вентиль: Схема конструкції та принцип дії автоматичного регулюючого вентиля "після себе". Схема конструкції та принцип дії терморегулюючого вентиля (ТРВ). Різновиди ТРВ.
- 2.5. Схема конструкції та принцип дії поплавкових розширювальних пристроїв (регуляторів розходу) низького та високого тиску, сфера застосування. Електронні регулюючі вентиля, конструкції та принцип роботи. Регулюючі вентиля з керуючим пристроєм.
- 2.6. Капілярна трубка – розширювальний та регулюючий елемент в холодильній системі. Принцип дії. Переваги та недоліки. Розташування в холодильній системі. Визначення номінальної продуктивності розширювального вентиля. Методика підбору регулюючого вентиля холодильної установки за допомогою професійних програм підбору або професійних каталогів.

## Теми лабораторних робіт

### Тема №1. Визначення характеристик розширювального бака:

Студенти виконують вимірювання об'ємно-температурних характеристик розширювального бака для різних робочих режимів. Аналізують результати та розраховують коефіцієнти теплового розширення.

### Тема №2. Моделювання та аналіз роботи розширювального клапана:

Студенти використовують програмні засоби для моделювання та аналізу роботи розширювального клапана в різних умовах та обраного температурного діапазону.

### Тема №5. Аналіз роботи розширювального вентиля у водопровідній системі:

Студенти вивчають принципи та властивості розширювальних вентилів в системах водопостачання, проводять експерименти з регулювання тиску та визначення їхньої робочої характеристики.

### Тема №6. Моделювання роботи розширювального бака в системі кондиціонування повітря:

Студенти створюють модель системи кондиціонування повітря з використанням розширювального бака та проводять експерименти для оптимізації його роботи.

## Самостійна робота

Відомості щодо самостійної роботи та індивідуальних завдань (ІДЗ/РГЗ/КР/КП), якщо це передбачено планом, способів її перевірки та оцінки.

## Література та навчальні матеріали

1. Коломієць, А. С. "Енергетичне машинобудування: Теорія і термінологія." – К.: Видавництво, 2021. - 250 с.
2. Якименко, Ю. І., Вдовенко, В. І. "Енергетичне машинобудування: Курс лекцій." – К.: Видавництво, 2020. – 180 с.
3. Семенчук, М. І., Подоба, О. О., Чернов, І. М. "Енергетична термодинаміка." – К.: Видавництво, 2019. – 300 с.
4. Гуральник, В. Г., Стражников, В. М., Шпиг, О. В. "Турбінобудування та компресоробудування." – К.: Видавництво, 2022. – 220 с.
5. Гальченко, Р. Ю. "Розрахунок і конструювання енергетичних машин." – К.: Видавництво, 2020. – 260 с.
6. Турчанін, Л. І., Гуральник, В. Г. "Експлуатація енергетичного обладнання." – К.: Видавництво, 2021. – 280 с.
7. Венгер, Л. В., Гнітенко, В. В. "Гідравлічні і пневматичні машини." – К.: Видавництво, 2019. – 200 с.
8. Гуральник, В. Г., Стражников, В. М. "Турбіни та компресори." – К.: Видавництво, 2022. – 240 с.
9. Курган, І. С., Хома, С. І. "Енергетичне машинобудування: Підручник." – К.: Видавництво, 2021. – 320 с.

## 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