



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# ТЕХНІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

### Шифр та назва спеціальності

144 – Теплоенергетика

### Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Промислова та комунальна теплоенергетика.  
Енергетичний менеджмент та енергоефективність

### Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій (123)

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), обов'язкова

### Семестр

4,5

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Ганжа Антон Миколайович

[Anton.Hanzha@khp.edu.ua](mailto:Anton.Hanzha@khp.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій

Досвід роботи – 18 років. Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Технічна термодинаміка», «Системи теплопостачання і опалення», «Основи енергоменеджменту», «Енергетичний менеджмент і аудит»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на одержання студентами необхідних знань щодо основних засад технічної термодинаміки, аналізу термодинамічних процесів, циклів теплових машин.

### Мета та цілі дисципліни

Підготовка фахівців, які мають базові знання про принципи роботи теплових машин, володіють методами аналізу ефективності термодинамічних циклів цих машин, є спроможними розробляти методики удосконалення обладнання теплоенергетичних установок, бачити перспективні напрями розвитку сучасний теплоенергетиці.

### Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, консультації, курсова робота. Підсумковий контроль – залік (4), іспит (5).

### Компетентності

ЗК-3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК-4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК-1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК-2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК-7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

ФК-8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

## **Результати навчання**

ПРН-1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН-3 Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН-5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН-9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН-11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

ПРН-12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН-14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 300 год. (10 кредитів ЄКТС) : лекції – 80 год., лабораторні, заняття – 16 год, практичні заняття – 32 год, самостійна робота – 172 год.

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

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: Вступ до спеціальності. Ознайомча практика, Фізика, Вища математика.

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

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Аудиторні заняття супроводжуються текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

**Тема 1. Основні поняття і закони термодинаміки.**

1. Введення до курсу. Основні поняття термодинаміки.
2. Перший закон термодинаміки.
3. Теплоємність газів.
4. Ентропія. Другий закон термодинаміки.
5. Характеристичні функції і диференційні співвідношення термодинаміки.

**Тема 2 Термодинаміка ідеальних газів.**

1. Термодинамічні процеси ідеальних газів.
2. Газові суміші.

**Тема 3. Термодинаміка відкритої термодинамічної системи.**

1. Термодинаміка потоку.
2. Дроселювання газів і пари.

3. Процеси змішування.
4. Компресія газів, термодинамічні процеси в детандерах.

#### Тема 4 Термодинамічні процеси реальних робочих тіл.

1. Термодинаміка багатофазових систем.
2. Водяна пара.
3. Вологе повітря.

#### Тема 5 Термодинамічні процеси в газових теплових двигунах.

1. Газові цикли Карно.
2. Цикли двигунів внутрішнього згорання.
3. Цикли газотурбінних установок.
4. Цикли реактивних двигунів.

#### Тема 6. Термодинамічні процеси в парових теплових машинах, які працюють за прямим циклом.

1. Цикли паросилових установок.
2. Бінарні цикли.
3. Термодинамічні цикли атомних енергетичних установок.

#### Тема 7. Термодинамічні процеси в парових теплових машинах, які працюють за зворотнім циклом.

1. Цикли холодильних установок.
2. Теплові насоси і тепло-трансформатори.

#### Тема 8. Загальні методи аналізу ефективності циклів теплових машин та перспективні напрями розвитку технічної термодинаміки.

1. Методи аналізу ефективності циклів теплосилових установок.
2. Безмашинне перетворення енергії.

### Теми практичних занять

#### Тема 1. Основні поняття і закони термодинаміки.

1. Введення до курсу. Основні поняття термодинаміки.
2. Перший закон термодинаміки.
3. Теплоємність газів. Ентропія

#### Тема 2 Термодинаміка ідеальних газів.

1. Термодинамічні процеси ідеальних газів.
2. Газові суміші.

#### Тема 3. Термодинаміка відкритої термодинамічної системи.

1. Термодинаміка потоку.
2. Дроселювання газів і пари.
3. Компресія газів, термодинамічні процеси в детандерах.

#### Тема 4 Термодинамічні процеси реальних робочих тіл.

1. Водяна пара.
2. Вологе повітря.

#### Тема 5 Термодинамічні процеси в газових теплових двигунах.

1. Газові цикли Карно.
2. Цикли двигунів внутрішнього згорання.
3. Цикли газотурбінних установок.

#### Тема 6. Термодинамічні процеси в парових теплових машинах, які працюють за прямим циклом.

1. Цикли паросилових установок.

#### Тема 7. Термодинамічні процеси в парових теплових машинах, які працюють за зворотнім циклом.

1. Цикли холодильних установок.
2. Теплові насоси і тепло-трансформатори.

### Теми лабораторних робіт

#### Тема 1. Випробування одноступінчастого поршневого компресора

#### Тема 2. Дослідження двоступеневого компресора

#### Тема 3. Дослідження ізохорного процесу води і водяної пари

#### Тема 4. Дослідження витрати повітря при витіканні зі звукувального сопла

#### Тема 5. Побудова і аналіз циклу холодильної установки

## Самостійна робота

Самостійна робота студентів складається з вивчення лекційного матеріалу та літератури. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, презентації, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Розрахункове завдання, курсова робота:

1. Розрахункове завдання «Розрахунок газових сумішей» (Частина 1);
2. Розрахункове завдання «Розрахунок циклу ідеального газу» (Частина 2);
3. Розрахункове завдання «Термодинамічні процеси водяної пари» (Частина 3);
4. Курсова робота «Термодинамічний розрахунок і аналіз парогазової енергетичної установки».

## Література та навчальні матеріали

### Основна література:

1. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка: Навч. посібник. – Київ.: Техніка, 2001. – 320с.
2. Павловський В.Г. Термодинаміка фізико-енергетичних процесів: Навч. посібник / В.Г.Павловський, Г.І.Павловський. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 332 с.
3. Пеньков В.І. Технічна термодинаміка: Навч. посібник / В.І. Пеньков. – Рівне: НУВГП, 2010. – 209 с.
4. Чепурний М.М., Ткаченко С.Й. Основи технічної термодинаміки. – Вінниця: «Поділля-2000», 2004. – 352 с.
5. Василенко І. А. Збірник задач та вправ для вивчення термодинамічних процесів: навч. посіб. / І. А. Василенко, С. О. Куманьов, О. А. Півоваров. – Д.: Акцент ПП, 2014. – 249 с.
6. Константінов С.М., Луцик Р.В. Збірник задач з технічної термодинаміки. – К.: ЦВ «Видавництво «Політехніка», 2002. – 380с.
7. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та виконання розрахунково-графічних завдань з курсу «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальностей: 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика» всіх форм навчання / уклад.: Ярошенко Т. І., Єна С.В. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 25 с.
8. Методичні вказівки до виконання курсової роботи «Термодинамічний розрахунок і аналіз парогазової енергетичної установки» з курсу «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальностей 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика» / Т.І.Ярошенко, О.П.Гордієнко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – 20 с.
9. Методичні вказівки до курсової роботи «Термодинамічний розрахунок парогазової установки з високонапорним парогенератором» / уклад. Є.М. Бесчаров, Я.В. Жнітов. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – 22 с.
10. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Випробування одноступінчастого поршневого компресора» за курсами «Теоретичні основи теплотехніки», «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика», 181 «Харчові технології» всіх форм навчання / уклад.: В. Г. Павлова, О. В. Долобовська – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 17 с.
11. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Дослідження двоступеневого компресора» за курсами «Теоретичні основи теплотехніки», «Технічна термодинаміка», «Енергетичні установки» для студентів технічних спеціальностей усіх форм навчання / уклад.: М. О. Тарасенко, О. М. Тарасенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 16 с.

### Додаткова література:

1. Дубровська В.В. Технологія виробництва електричної енергії : підручник / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 316 с.
2. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. та ін. Теплотехніка. – Київ: ІНКОС, 2005. – 504 с.
3. Moran, Michael J., Shapiro, Howard N., Boettner, Daisie D., Bailey, Margaret B., Fundamentals of engineering thermodynamics. 9th edition, Iowa State University, | Hoboken, NJ : Wiley, [2018]
4. Rajput R.K.. Engineering Thermodynamics. Laxmi Publications (P) Ltd. 2007. – 966 p.

5. Çengel, Yunus A. and Boles, Michael A. Thermodynamics: An Engineering Approach, 5th ed, McGraw-Hill, 2006.
6. Müller Ingo. A History of Thermodynamics. The Doctrine of Energy and Entropy. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 % підсумкової оцінки у 4-му семестрі складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (30 %) та поточного оцінювання (70 %). Поточне оцінювання складається з результатів захисту розрахункового завдання (45 %) та контрольних робіт (25%). У 5-му семестрі 100 % підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (30 %) та поточного оцінювання (70 %). Поточне оцінювання складається з результатів захисту курсової роботи (40 %) та контрольних робіт (30%).

### 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

15.06.2023



Завідувач кафедри  
Микола КУНДЕНКО

15.06.2023



Гарант ОП  
Ольга КРУГЛЯКОВА