

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ**

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Вченою радою  
Інституту технічної теплофізики  
НАН України  
протокол № 12  
від «22» липня 2022 року

Голова вченої ради  
Інституту технічної теплофізики  
НАН України,  
академік НАН України



*Ю.Ф. Снежкін*

## **Спеціальні розділи термодинаміки**

(Шифр за ОП)

**ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

Третій науково-освітній рівень вищої освіти

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

Освітньо-наукова програма 14«Електрична інженерія»

Денна форма навчання

**Київ 2022**

## Вступ

Програму навчальної дисципліни «**Спеціальні розділи термодинаміки**» складено відповідно до освітньо-наукової програми 14 «**Електрична інженерія**» третього науково-освітнього рівня вищої освіти спеціальності 144 «Теплоенергетика».

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки.

### РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ

доктор технічних наук, професор

Фіалко Наталія Михайлівна

Статус навчальної дисципліни – вибіркова.

Обсяг навчальної дисципліни 6,0 кредитів ЄКТС.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу базується на таких курсах: «Загальна фізика», «Вища математика», «Математичний аналіз», «Технічна термодинаміка». Курс «Спеціальні розділи термодинаміки» є елементом підготовки спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

## 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

### 1.1. Мета навчальної дисципліни

Основною метою навчальної дисципліни є отримання аспірантами професійних знань за різними розділами термодинаміки. Прослухавши курс, аспіранти повинні вміти самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати задачі в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності в сфері теплоенергетики на основі використання термодинамічних методів аналізу. А також застосовувати основні положення різних розділів термодинаміки, здійснювати розрахунки, пов'язані з основними фізичними явищами, що вивчаються в межах даної дисципліни.

### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

**ЗДАТНІСТЬ**

- Самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати задачі в галузі теплоенергетики на основі методів термодинамічного аналізу;
  - Самостійно робити розрахунки, пов'язані з термодинамічними аспектами фізичних явищ, що мають місце в теплоенергетичному устаткуванні та теплотехнологіях;
  - ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
  - ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
  - ФК 1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів;
  - ФК 2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів;
  - ФК 5 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері теплоенергетики, інженерії та комп'ютерних технологій.
- Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

### **ЗНАННЯ:**

- основних принципів та теорем термодинаміки простих та складних систем, методу характеристичних функцій та співвідношень між ними;
- основних положень термодинаміки фазових переходів та поверхневих явищ.

### **УМІННЯ:**

- застосовувати основні положення термодинаміки, проводити експериментальні роботи за матеріалом курсу, здійснювати розрахунки, пов'язані з основними фізичними явищами, що вивчаються в межах даної дисципліни.
- ПРН 9 Вміння застосовувати математичні та комп'ютерні моделі для дослідження ефективності теплоенергетичного устаткування на основі термодинамічних підходів.
- ПРН 11 Вміння знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;
- ПРН 12 Вміння класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі теплофізики та теплоенергетики.
- ПРН 13 Вміння організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди.

## **2.Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1 Концептуально-методичний базис термодинаміки**

Тема 1.1. Базові поняття і положення.

### **Розділ 2 Основні принципи термодинаміки**

Тема 2.1. Перший принцип термодинаміки.

Тема 2.2. Другий принцип термодинаміки.

Тема 2.3. Ентропія. Третій принцип термодинаміки.

### **Розділ 3 Складні термодинамічні системи**

Тема 3.1. Базові поняття та положення термодинаміки складних систем.

### **Розділ 4 Характеристичні функції**

Тема 4.1. Особливості характеристичних функцій та засади побудови методу характеристичних функцій.

Тема 4.2. Рівняння Максвелла. Характеристичні функції як критерій рівноваги та стійкості систем.

### **Розділ 5 Фазові переходи і критичні явища**

Тема 5.1. Фазові переходи.

Тема 5.1. Критичні явища.

### **Розділ 6 Поверхневі явища**

Тема 6.1. Поверхневий натяг і тиск.

## **3. Заплановані види навчальної діяльності та методи навчання**

Заплановані види навчальних занять: лекції, семінарські заняття , а також консультації.

Під час навчання враховуються фактори, які впливають на навчання аспірантів (наприклад, модель ЗР Джона Біггса), принципи ефективного навчання (наприклад, принципи Чікерінга та Гемпсона) тощо. Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок. Особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності з яким аспіранти мають працювати над практичними тематичними завданнями, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання.

Під час навчання застосовуються:

- стратегії активного і колективного навчання;
- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення);
- метод проблемно-орієнтованого навчання;
- системи реагування аудиторії (audience response system).

Під час навчання та для взаємодії з аспірантами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань, а також обладнання (проектор та електронні презентації для лекційних та семінарських занять).

## **4. Оцінювання результатів навчання**

Семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система .

## 5. Рекомендована література

### Базова

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка: 2-ге вид., випр. - К.: Техніка, 2006. – 320 с.
2. Константинов С.М. Технічна термодинаміка – К.: Політехніка, 2001 – 368 с.
3. Мороз І.О. Основи термодинаміки. Навчальний посібник для студентів ВНЗ України. – Суми: СумДПУ ім А.С. Макаренка, 2009. – 180 с.
4. Базаров И.П. Термодинамика.- Изд-е 4-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 376 с.
5. Техническая термодинамика /Под. Ред. В.И. Крутова, М.: Высшая школа, 1991. – 384 с.
6. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика. – М.: Машиностроение, 1972. – 672 с.
7. В'яла А., Благовістна В., Меньяйлов С. Фізика. Модуль «Молекулярна фізика й термодинаміка». – Київ: НАУ, 2010. – 192 с.
8. Сычев В.В. Сложные термодинамические системы. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.
9. Леонова В.Ф. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1968. – 158 с.
10. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.
11. Малишев В., Кретов В., Гладка Т. Технічна термодинаміка та теплопередача. – Київ: Ун-т «Україна», 2015. - 258 с.
12. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1975. – 532 с.
13. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. II. Термодинамика и молекулярная физика. /Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д.В., Яковлев И.А. Под ред. Сивухина Д.В. – 5-е изд., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 176 с. <https://drive.google.com/file/d/17QgkrvPn2srp1nLV-zhq8LMMFLtF7pf8/view>
14. Задачи по термодинамике и статистической физике / Под ред. П. Ландсберга. М.: Мир, 1974. – 640 с.

### Допоміжна

1. Беляев Н.М. Термодинамика. Киев: Вища школа, 1987. – 344 с.
2. Хейвуд Р. Термодинамика неравновесных процессов. – М.: Мир, 1983. – 492 с.
3. Сычев В.В. Дифференциальные уравнения термодинамики. – Изд-е 2-е, перераб. – М.: Высшая школа, 1991. – 224 с.
4. Кубо Р. Термодинамика. – М.: Мир, 1970. – 304 с.
5. Ферми Э. Термодинамика. – М.: Мир книг, 1973. – 164 с.
6. Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропии. – Пер. с франц. – М.: Наука, 1967. – 280 с.

7. Беккер Р. Теория теплоты. – Пер. с немецк. – М. Энергия, 1974. – 504 с.
8. Куліш В.В., Соловйов А.М., Кузнецова О.Я., Кулішенко В.М. Фізика для інженерних спеціальностей. Кредитно-модульна система. Навч. посібник. – у 2 ч. – Ч. 1. – К.: НАУ, 2004. – 456 с.
9. Приходько М.А., Герасимов Г.Г. Термодинаміка та теплопередача. – навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2008. – 250 с.