



СИЛАБУС  
з дисципліни  
**Технічна термодинаміка**

Семестр та рік навчання I семестр 2021-2022 навчального року  
Освітній рівень (перший або другий) перший  
Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Категорія дисципліни – обов'язкова  
Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектор:

Бабіченко Юлія Анатоліївна (доцент, к.т.н.),

Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail: [juliette-ua@ukr.net](mailto:juliette-ua@ukr.net),  
[babichenko@kart.edu.ua](mailto:babichenko@kart.edu.ua)

Асистенти лектора:

Онищенко Андрій Володимирович (асистент) Контакти:

+ 38 (057) 730-10-78, e-mail: [andyboss15@gmail.com](mailto:andyboss15@gmail.com),  
[onyshchenko@kart.edu.ua](mailto:onyshchenko@kart.edu.ua)

Години прийому та консультації: среда та п'ятниця з 14.00-15.00

Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейербаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Термодинаміка в широкому розумінні цього слова – це наука про енергію та її перетворення. Технічна термодинаміка займається питаннями перетворення енергії одного виду в інший під час здійснення різних технічних процесів, пов'язаних з використанням теплоти. В першу чергу вона вивчає питання перетворення теплоти в роботу за допомогою теплових двигунів та шукає найвигідніші шляхи цього перетворення.

В теоретичній частині технічна термодинаміка є спільним розділом науки про енергію, а у прикладній частині є теоретичним фундаментом усієї теплотехніки, що вивчає процеси, які відбуваються в теплових машинах.

Головне її завдання — обґрунтування теорії теплових двигунів, енергетичних установок та теплотехнічного обладнання.

**Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:**

- 1. Інтегральну компетентність** (здатність розв'язувати спеціальні завдання та практичні проблеми в галузі термодинаміки і теплотехніки на основі застосування базових знань та практичних навичок з дисципліни);
- 2. Загальну компетентність** (здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми, проводити дослідження та аналізувати отримані результати при теплотехнічних розрахунках; здатність розробляти та управляти проектами, а також оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт);
- 3. Фахову компетентність** (здатність продемонструвати знання і розуміння формування і застосування математичних принципів і методів, необхідних в теплоенергетичній галузі; здатність застосувати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі; здатність аналізувати і розробити заходи з підвищення ефективності систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі).

### **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Наряду з теорією теплообміну технічна термодинаміка є теоретичною основою, на яку опираються всі прикладні теплотехнічні науки.

У термодинаміці використовується феноменологічний метод дослідження, при якому не вводяться жодні припущення щодо молекулярної будови досліджуваних тіл. Тобто, вона виходить із загальних законів, що встановлені *експериментально*.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, на форумі і особисто - у робочий час.

## Огляд курсу

Курс вивчається протягом одного навчального року (два семестри). В семестрі одна лекція на тиждень і одне практичне заняття раз на тиждень. Курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. В межах курсу на практичних заняттях студенти вирішують завдання, пов'язані з перетворенням теплової енергії в механічну роботу, визначенням термодинамічних властивостей робочих тіл; проводять оцінку ефективності роботи і засоби удосконалення теплотехнічного устаткування.

Курс складається з вивчення основних законів термодинаміки і термодинамічних процесів, термодинамічних властивостей речовин і фазових переходів; термодинамічних циклів компресорів, теплових двигунів і холодильних машин; термотрансформачів і установок прямого перетворення теплової енергії в електричну; принципів роботи, схем і методів термодинамічного аналізу ефективності роботи теплотехнічного обладнання.

## Теми курсу

### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1. Перший закон термодинаміки

##### Тема 1. Введення до курсу. Основні поняття термодинаміки

Предмет і метод термодинаміки. Історія розвитку. Основні визначення: теплота, робота, термодинамічна система, робочі тіла, параметри стану. Ідеальний газ. Поняття про термодинамічний процес.

##### Тема 2. Перший закон термодинаміки

Еквівалентність теплоти і роботи. Аналітичні закони першого закону термодинаміки. Внутрішня енергія, ентальпія. Робота розширення і технічна робота.

##### Тема 3. Теплоємність газів. Ентропія

Поняття середньої, істинної, питомої теплоємностей; залежність від температури, виду процесу, атомності газів. Рівняння Майера, показник адіабати. Поняття ентропії як функції стану, зміна ентропії в термодинамічному процесі. Графічне зображення теплоти процесу.

##### Тема 4. Термодинамічні процеси ідеальних газів

Ізохорний, ізобарний, ізотермічний і адіабатний процеси. Політропні процеси. Основні закономірності і графічне зображення в термодинамічних діаграмах. Залежність теплоємності політропного процесу від показника політропи.

##### Тема 5. Газові суміші

Закон Дальтона. Закон Амага. Способи завдання газових сумішей. Газова постійна й уявна молекулярна маса газових сумішей. Теплоємність газових сумішей.

#### Змістовий модуль 2. Другий закон термодинаміки. Характеристичні функції і диференціальні співвідношення термодинаміки

##### Тема 6. Другий закон термодинаміки

Формулювання другого закону. Поняття термодинамічного циклу. Термодинамічний ККД прямого циклу. Зворотні цикли, холодильний коефіцієнт.

Цикли Карно: прямий, еквівалентний, узагальнений (регенеративний) і зворотний. Інтеграл Клаузіуса для оборотних і необоротних циклів, принцип зростання ентропії. Термодинамічна шкала температур.

Об'єднане рівняння першого і другого законів термодинаміки. Статистичне тлумачення сутності ентропії і другого закону термодинаміки. Рівняння Больцмана.

Ексергія, рівняння Гюї-Стодоли.

##### Тема 7. Характеристичні функції і диференціальні співвідношення

## **термодинаміки**

Поняття і властивості характеристичних функцій. Основні диференціальні рівняння термодинаміки. Теорія термодинамічної рівноваги. Диференціальне рівняння стану, термічні коефіцієнти робочого тіла.

### **Модуль 2.**

#### **Змістовий модуль 3. Термодинамічні процеси реальних робочих тіл**

##### **Тема 8. Реальні газі і пари. Термодинамічні процеси водяної пари.**

Термодинамічні властивості реальних робочих тіл. Рівняння стану реальних газів: Ван-дер-Ваальса, Боголюбова-Майера, Вукаловича-Новикова. Метод термодинамічної подоби, приведені рівняння стану. Фазові переходи. Хімічний потенціал. Правило фаз Гиббса, рівняння Клапейрона-Клаузіуса.

Процес одержання водяної пари. Аналітичні методи розрахунку. Діаграма Мольтє. Термодинамічні процеси водяної пари, графічний метод розрахунку характеристик термодинамічних процесів з водяною парою.

##### **Тема 9. Вологе повітря**

Параметри вологого повітря. Абсолютна і відносна вологість, вологовміст, - діаграма вологого повітря. Основні процеси вологого повітря. Способи експериментального визначення вологості повітря.

#### **Змістовий модуль 4. Термодинаміка відкритої термодинамічної системи**

##### **Тема 10. Термодинаміка потоку**

Поняття відкритої термодинамічної системи. Рівняння нерозривності. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Адіабатний (ізоентропний) плин. Рівняння Бернуллі. Швидкість витікання і секундна витрата газу в каналі, що звужується. Критичні параметри витікання. Комбіноване сопло Лавалє. Витікання водяної пари, плин з урахуванням тертя.

Закон зворотності впливів, поняття геометричного, теплового, механічного і видаткового сопла. Криза плину. Параметри гальмування.

Дроселювання газів і пар. Рівняння процесу, графічне зображення. Зміна параметрів потоку при дроселюванні. Дроселювання водяної пари. Диференціальний і інтегральний дросель-ефект, крива інверсії. Використання процесу дроселювання в техніці. Охолодження газу при оборотному адіабатному розширенні з віддачею корисної роботи.

Змішування газів при постійному об'ємі і при наповненні резервуара, змішування газових потоків. Зміна ентропії при змішуванні.

##### **Тема 11. Компресія газів, термодинамічні процеси в детандерах**

Компресори. Їхнє призначення і класифікація. Одноступінчатий поршневий компресор, теоретична і дійсна індикаторні діаграми, робота на привод при ізотермічному, адіабатному і політропному процесі підвищення тиску. Багатоступінчастий процесор, розподіл тисків по ступенях. Принцип дії ротаційного, відцентрового й осьового компресорів. Ежектор (струминний компресор). Термодинамічний аналіз процесу розширення газу в детандерах.

### **Модуль 3.**

#### **Змістовий модуль 5. Газові теплові двигуни**

##### **Тема 12. Цикли двигунів внутрішнього згорання**

Призначення, загальні характерні риси і класифікація теплових двигунів. Цикли ДВЗ. Схема, індикаторна діаграма й ідеальний цикл двигуна з підведенням теплоти при  $\gamma$ , і при змішаному підведенні теплоти. Порівняльна характеристика трьох циклів ДВЗ. Ефективний й індикаторний ККД двигуна.

##### **Тема 13. Цикли газотурбінних установок**

Порівняння ГТУ з ДВЗ. Принципові схеми і цикли ГТУ з підведенням теплоти в ізобарному й ізохорному процесах. Методи підвищення термічного ККД ідеальних

циклів ГТУ. Регенеративні цикли ГТУ. Порівняння циклів з ізотермічним і адіабатним стиском у компресорі. Цикл ГТУ при наявності витрат на необоротність процесів в окремих вузлах ГТУ. Багатоступінчастий стиск із проміжним охолодженням і східчасте підведення тепла в циклі.

#### **Тема 14. Цикли реактивних двигунів**

Реактивна тяга. Принцип дії реактивного двигуна. Класифікація реактивних двигунів. Компресорний повітряно-реактивний двигун, схема і цикл у координатах. Прямоточний і пульсуючий повітряно-реактивний двигуни. Порівняльна характеристика. Ракетні двигуни, їх різновиди. Принцип роботи, достоїнства і недоліки.

#### **Змістовий модуль 6. Парові теплові двигуни.**

#### **Тема 15. Цикли паросилових установок**

Паровий цикл Карно, принципова схема установки, теоретичне значення і нераціональність практичного застосування.

Цикл Ренкіна в  $p-v$  і  $T-s$  координатах, його термічний ККД. Вплив основних параметрів на величину ККД паротурбінної установки. Дійсний цикл з урахуванням необоротних утрат при розширенні пари в турбіні.

Цикл із проміжним (вторинним) перегрівом пари, регенеративний цикл паротурбінної установки. Вплив числа відборів на ККД ПСУ.

Термодинамічні основи теплофікації, коефіцієнт використання теплоти палива на ТЕЦ.

Бінарні цикли: ртутно-парова і паро-газова енергетичні установки.

#### **Тема 16. Цикли атомних енергетичних установок**

Особливості термодинамічних циклів атомних електростанцій. Одно-, двох- і трьохконтурні установки.

#### **Модуль 4**

#### **Змістовий модуль 7. Цикли холодильних машин и термо-трансформаторів**

#### **Тема 17. Цикли холодильних установок**

Призначення і різновиди холодильних машин, властивості холодоагентів.

Схема і цикл повітряної холодильної машини в  $p-v$  і  $T-s$  координатах, оцінка ефективності роботи і недоліки.

Схема й ідеальний цикл паро-компресорної холодильної установки, діаграма, енергетичний баланс установки з пароперегрівником і переохолоджувачем. Реальна ПКХУ. Ідеальний цикл глибокого охолодження (багатоступінчасті і каскадні ПКХУ).

Схема і принцип роботи абсорбційної і паро-ежекторної холодильних установок.

#### **Тема 18. Цикл теплового насоса і термотрансформувача**

Цикл теплового насоса, опалювальний коефіцієнт. Комбінований термодинамічний цикл для спільного одержання теплоти і холоду.

#### **Змістовий модуль 7. Загальні методи аналізу ефективністю циклів та перспективні напрями розвитку технічної термодинаміки**

#### **Тема 19. Методи аналізу ефективності циклів теплосилових установок**

Методи порівняння термічних ККД оборотних та необоротних циклів. Ентропійний метод розрахунку утрат працездатності у необоротних циклах. Ексергетичний метод розрахунку утрат працездатності.

#### **Тема 20. Безмашинне перетворення енергії**

Методи прямого перетворення теплоти в електроенергію. Термоелектрична установка, термоелектронний перетворювач, цикл МГД-генератора, паливні елементи.

Безмашинні засоби охолодження.

тиждень	Кільк. годин	Теми лекцій	Кільк. годин	Теми практичних занять
1	2	3	4	5
1	2	Вступ. Технічна термодинаміка як теоретична основа теплоенергетики. Поняття ідеального газу. Суміш кількох ідеальних газів.	2	Основні термодинамічні параметри і їх визначення в різних системах вимірювання. Рівняння стану ідеального газу
2	2	Перший закон термодинаміки. Теплоємність газів. Ентропія.		
3	2	Термодинамічні процеси ідеальних газів	2	Газові суміші. Визначення основних характеристик. Перший закон термодинаміки
4	2	Другий закон термодинаміки.		
5	2	Поняття термо-динамічного циклу. Цикл Карно. Інтеграл Клаузіуса. Поняття ентропії.	2	Теплоємність газів. Теплоємність газових сумішей
6	2	Термодинамічна шкала температур. Абсолютний нуль температури. Ексергія як міра здатності виконувати роботу. Ексергія теплоти. Втрати ексергії в незворотних процесах. Рівняння Гюї-Стодоли. Характеристичні функції		
<b>Модульний контроль знань</b>				
7	2	Термодинамічні властивості реальних речовин. Фазові діаграми, їх властивості, способи побудови. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Умови термодинамічної рівноваги.	2	Ізохорний та ізобарний процеси Ізотермічний та адіабатний процеси Політропні процеси
8	2	Умови рівноваги при фазовому переході. Правило фаз Гіббса. Пароутворення та конденсація. Тепло фазового переходу. Плавлення. Сублімація. Рівняння Клапейрона - Клаузіуса.		
9	2	T-S та h-S діаграми водяної пари, зображення основних процесів в цих діаграмах. Таблиці термодинамічних властивостей води та водяної пари. Розрахунок процесів з застосуванням таблиць.	2	Другий закон термодинаміки. Розрахунок циклу Карно. Ексергія робочого тіла. Утрата працездатності термодинамічної системи
10	2	Вологе повітря. h-d діаграма вологого повітря. Зображення процесів обробки вологого повітря в h-d діаграмі Способи		

		експериментального визначення вологості повітря		
11	2	Термодинаміка потоку. Рівняння першого закону термодинаміки та рівняння закону збереження маси для потоку. Рівняння механічної енергії для потоку (рівняння Бернуллі). Адіабатна течія.	2	Процесі з вологим повітрям
12		Сопло та дифузор. Швидкість витікання та витрата газу (пари) крізь сопло, яке звужується. Максимальна витрата та критична швидкість витікання. Критичне відношення тисків. Швидкість звуку.		
13	2	Залежність швидкості та витрати від відношення тисків. Умови переходу швидкості крізь швидкість звуку. Комбіноване сопло Лавала Розрахунок швидкості витікання водяної пари з використанням $h-S$ діаграми. Урахування незворотних процесів при розрахунках течії. Коефіцієнти швидкості та витрати	2	Водяна пара. Аналітичні методи розрахунку. Процесі водяної пари. Графічні методи
14	2	Дроселювання газів і пар. Рівняння процесу. Зміна параметрів потоку при дроселюванні. Дроселювання водяної пари Диференційний і інтегральний адіабатний дросель – ефект. Температура інверсії. Крива інверсії. Змішування газів при постійному обсязі і при наповненні резервуара, змішування газових потоків. Зміна ентропії при змішанні.		
15	2	Компресори: призначення і класифікація. Одноступінчатий поршневий компресор, теоретична і дійсна індикаторні діаграми, робота на привод при ізотермічному, адіабатному і політропному процесі підвищення тиску. Багатоступінчастий процесор, розподіл тисків по ступенях.	2	Витікання газів і пари. Дроселювання газів і пари
Модульний контроль знань				

Назва роботи	Термін виконання завдання, годин	Примітка
Вивчення лекційного матеріалу	30	
Підготовка до практичних робіт	30	
Підготовка до лабораторних робіт	30	
Самостійна робота студента	90	

## Інформаційні матеріали

### Основна

1. Бабіченко Ю.А., Рубльов В.І. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальності «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання. Частина І. – Х.: УкрДАЗТ, 2011. – 114с.
2. Рубльов В.І., Бабіченко Ю.А. Вивчення роботи поршневого компресора. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисциплін «Технічна термодинаміка» та «Теплотехніка». – Х.: УкрДАЗТ, 2011. – 12 с.
3. Журнал для виконання розрахунково-графічних та контрольних робіт з дисципліни «Технічна термодинаміка» для студентів спеціальності «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання. – Х.: УкрДАЗТ, 2011. – 22 с.
4. Ярошенко Т.І., Богомазов Є.В. Дослідження процесу адіабатного витікання повітря із сопла, що звужується. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисциплін «Теплотехніка» і «технічна термодинаміка». – Х.: УкрДАЗТ, 2008. – 14 с.
5. Ярошенко Т.І., Рукавишников П.В. Визначення ізобарної теплоємності газу. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисциплін «Теплотехніка» і «технічна термодинаміка». – Х.: УкрДАЗТ, 2007. – 15 с.
6. Михайлов І.Д., Ярошенко Т.І., Шаройко Н.А. Визначення термодинамічних характеристик політропного процесу стиску повітря. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисциплін «Теплотехніка» і «технічна термодинаміка». – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – 14 с.
7. Ярошенко Т.І., Богомазов Є.В. Технічна термодинаміка. Робоча програма, методичні вказівки і завдання до виконання контрольних робіт. – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – 58с.

### Допоміжна

- 1 Бурлянда О.Ф. Технічна термодинаміка. – Київ.: Техніка, 2001. – 320с.
- 2 Техническая термодинамика: Учеб. пособие для ВУЗов/ В.И.Крутов и др.// Под ред. В.И.Крутова. – М.: Высшая школа, 1991. – 344с.
- 3 Константінов С.М. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну / С.М. Константінов, Р.В. Луцик. – К.: Освіта України, 2009. –340 с.
- 4 Новиков И.И. Термодинамика: Учеб пособие для ВУЗов. – М.: Машиностроение, 1984. – 592с.
- 5 Кириллин В.А. Техническая термодинаміка. / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейдлин. – М.: Энергия, 1974. – 447с.
- 6 Беляев Н.М. Термодинамика. – Киев, Вища школа, 1987.- 344с.
- 7 Сборник задач по технической термодинамике / Андрианова Т.Н., Дзампов Б.В., Зубарев В.Н., Ремизов С.А. – М.: Энергоатомиздат, 1981, - 206с.
- 8 Зубарев В.Н. Практикум по технической термодинамике. / В.Н.Зубарев, А.А. Александров, В.С. Охотин– М.: Энергоатомиздат, 1986. – 304с.

### Інформаційні ресурси в інтернеті



1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <https://educon.by/index.php/materials/phys/termodinamika>
3. <http://ru.solverbook.com/spravochnik/fizika/osnovnye-zakony-termodinamiki/>
4. <http://tehtab.ru/Guide/GuidePhysics/GuidePhysicsHeatAndTemperature/Thermodynamics/>
5. <http://rushim.ru/books/spravochniki/mishenko.pdf>
6. <http://twf.mpei.ac.ru/TTHB/2/OIVT/IVTANThermo/Rus/index.htm>

## Правила оцінювання

**Методи контролю:** Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів за 100-бальною шкалою наведено далі. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження:

### **Відвідування лекцій:**

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується бали. **Максимальна сума становить 40 балів.**

### **Практичні заняття:**

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання практичних задач (до 10 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі в аудиторії. **Максимальна сума становить 20 балів.**

### **Модульне тестування:**

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,67 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

### **Іспит:**

- Студент отримує оцінку за іспит за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на іспиті, відповівши на питання білету.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<b><u>Відмінно</u></b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
	<b><u>Дуже добре</u></b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B

<b>ДОБРЕ – 4</b>	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВІЛЬНО - 3</b>	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВІЛЬНО - 2</b>	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Вразі, якщо студент пропустив заняття з будь яких причин, у нього є можливість для отримання додаткових балів. Це можна зробити за рахунок виконати презентації на тему, яку було пропущено.

### Очікувані результати навчання

Після вивчення дисципліни «Технічна термодинаміка» студент повинен знати значення та історію розвитку технічної термодинаміки, як теоретичної основи теплотехніки; основні закономірності і процеси, які супроводжують явища перетворення теплової енергії в механічну роботу, термодинамічні властивості робочих тіл, за допомогою яких здійснюються ці процеси, принципіальні схеми і термодинамічні цикли теплоенергетичних установок, критерії оцінки ефективності їх роботи і засоби удосконалення теплотехнічного устаткування.

Самостійно працювати з літературними джерелами користуватися термодинамічними діаграмами і сучасними засобами при проведенні розрахункових та експериментальних досліджень.

### Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

### Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>