



## СИЛАБУС з дисципліни

### Холодильні установки та трансформатори теплоти

Семестр та рік навчання II семестр 2020-2021 навчального року  
Освітній рівень (перший або другий) перший  
Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика

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

Команда викладачів:

Лектор:

Каграманян Артур Олександрович (доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail: [kartal2@ukr.net](mailto:kartal2@ukr.net), [kartal@kart.edu.ua](mailto:kartal@kart.edu.ua)

Рукавішников Павло Володимирович (старший викладач),

Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail: [rukavishnykov@gmail.com](mailto:rukavishnykov@gmail.com),

[Rukavishnikov@kart.edu.ua](mailto:Rukavishnikov@kart.edu.ua)

Асистенти лектора:

Рукавішников Павло Володимирович (старший викладач)

Контакти: + 38 (057) 730-10-78, e-mail: [rukavishnykov@gmail.com](mailto:rukavishnykov@gmail.com),

[Rukavishnikov@kart.edu.ua](mailto:Rukavishnikov@kart.edu.ua)

Години прийому та консультації: понеділок та середа з 13.00-15.00

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>

Сьогодні в охолодженні потребує величезну кількість продуктів, а ще без холоду неможливо реалізувати багато технологічних процесів. Тобто з необхідністю застосування холодильних установок ми стикаємося в побуті, в торгівлі, на виробництві. Далеко не завжди вдається використовувати природне охолодження, адже воно зможе знизити температуру лише до параметрів навколишнього повітря.

На виручку приходять холодильні установки. Їх дія заснована на реалізації нескладних фізичних процесів випаровування і конденсації. До переваг машинного охолодження відноситься підтримка в автоматичному порядку постійних низьких температур, оптимальних для певного виду продукту.

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

- 1. Ціннісно-смыслову компетентність** (формування та розширення світогляду студента в області принципів дії, конструкцій, методів розрахунків холодильних установок та трансформаторів теплоти);
- 2. Навчально-пізнавальну компетентність** (здатність використовувати знання фундаментальних розділів природничо-наукових і фахових дисциплін для розуміння принципів роботи холодильної техніки та трансформаторів теплоти.
- 3. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в області холодильних установок та трансформаторів теплоти за допомогою сучасних інформаційних технологій);
- 4. Комунікативну компетентність** (розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проєктів в області холодильної техніки та трансформаторів теплоти, вміння презентувати власний проєкт та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері);

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

Для отримання холоду використовується властивість холодильного агента коригувати власну температуру кипіння при зміні тиску. Щоб перетворити рідину в пару, до неї підводиться певна кількість теплоти. Аналогічно конденсація пароподібного середовища спостерігається при відборі тепла. На цих простих правилах і ґрунтується принцип роботи холодильної установки.

Хочете розібратися, як працює Ваш холодильник та як працює система опалення будинку за допомогою теплового насосу – обирайте цей курс.

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

Цей курс вивчається з лютого по червень. Курс складається з одного семестру. В семестрі одна лекція на тиждень, одне практичне заняття раз на тиждень та одне лабораторне заняття раз у два тижні. Курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. В рамках курсу на практичних заняттях студенти розраховують цикл парокрмпресійної холодильної установки та виконують розрахунок теплового насосу які передбачені програмою дисципліни. На лабораторних заняттях здобувачі освіти виконують лабораторні роботи згідно календарного плану.

Курс складається з вивчення класифікації, призначення та області застосування парокомпресійних і газових холодильних установок. Парокомпресійні холодильні установки одноступінчасті та багатоступінчасті, їх схеми та цикли на T-s та (lg P-h) діаграмах. Розрахунок парокомпресійних установок. Холодоагенти та холодоносії. Основні елементи парокомпресійних установок. Компресори, їх класифікація, коефіцієнт подачі. Газові холодильні установки, схема, цикли на T-s діаграмі. Абсорбційні установки. Принцип дії, схеми, холодоагенти та абсорбенти. Н-ξ діаграма водоаміачного розчину та зображення процесів на ній. Тепловий розрахунок. Пароелектричні холодильні установки. Принцип дії, схеми і цикли на T-s діаграмі. Тепловий розрахунок. Вихрові холодильні установки, схеми, область застосування. Типи теплонасосних установок, їх принцип дії, схеми, основні елементи та вузли. Підвищення потенціалу відпрацьованої пари: механічна, ежекційна та термохімічна компресія пари, переваги та недоліки різних методів. Використання теплових насосів у промисловості та залізничному транспорті.

## Теми курсу

### Модуль 1.

#### Змістовий модуль 1. Холодильні установки.

**Тема 1. Парокомпресійні та газові холодильні установки.**

**Тема 2. Абсорбційні, пароежекторні та вихрові холодильні установки**

### Модуль 2.

#### Змістовий модуль 2. Трансформатори теплоти та теплові насоси.

**Тема 3. Трансформатори теплоти та теплові насоси.**

## Тематично-календарний план

### II семестр

Тиждень	К-сть годин	Тема лекції	К-сть годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
1	2	Термодинамические основы получения холода.	2	Определение основных параметров ПКХУ (практичні)
2	2	Хладоагенты и хладоносители..	2	Контрольно-вимірювальні пристрої, що використовуються при експлуатації холодильних установок (лабораторні)
3	2	Парокомпрессионные холодильные установки.	2	Определение основных параметров ПКХУ (практичні)
4	2	Идеальный и реальный циклы.	2	Комресори парокомпресійних холодильних установок (лабораторні)
5	2	Многоступенчатые установки	2	Расчет парожекторной холодильной установки (практичні)
6	2	Абсорбционные холодильные установки	2	Зняття схеми хладонової холодильної установки та визначення характеристик обладнання (лабораторні)
7	2	Абсорбционные холодильные установки	2	Расчет теплового наоса (практичні)
8	2	Пароэжекторные холодильные установки.	2	Побудова і аналіз циклів парових компресійних машин (лабораторні)
Тижд ень	К-сть годи	Тема лекції	К-сть годи	Тема лабораторних, практичних семінарських занять
9	2	Пароэжекторные холодильные установки.	2	Расчет воздушной холодильной установки (практичні)
10	2	Вихревые холодильные установки.	2	Прилади автоматики холодильних машин (лабораторні)
11	2	Тепловые насосные и трансформаторы теплоты, классификация, их типы и конструкции.	2	Расчет абсорбционной холодильной установки (практичні)
12	2	Тепловые насосные и трансформаторы теплоты, классификация, их типы и конструкции.	2	Дослідження циклу парових компресійних машин (лабораторні)
13	2	Утилизация низкопотенциальных потоков теплоты.	2	Расчет абсорбционной холодильной установки (практичні)
14	2	Механические и пароструйные трансформаторы теплоты.	2	Випробування одноступеневої холодильної машини (лабораторні)

15	Термохимические трансформаторы теплоты.	2	Расчет пароструйного компрессора (практичні)
----	---	---	--

#### Б. План виконання самостійних робіт

Назва роботи	Термін виконання завдання, годин	Примітка
Вивчення лекційного матеріалу	30	
Виконання РГР	30	
Підготовка до лабораторних робіт	15	
Самостійна робота студента	75	

## Інформаційні матеріали

### Рекомендована література

#### Основна

1. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Холодильные установки». – Х.: УкрДУЗТ, 2014. – 18 с.
2. Навчально-методичний комплекс дисципліни.
  1. Промышленные теплообменные установки и процессы /Под ред. А.М.Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 327 с.
  2. Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок. – М.: Энергия, 1981. – 329 с.
  3. Григорьев В.А. Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники. / В.А. Григорьев, Ю.К. Крохин – М.: Энергия, 1982. – 312 с.

#### Допоміжна

1. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. – М.: Энергия, 1972. – 320 с.
2. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин // Под ред. Н.Н. Кошкина. – Л.: «Машиностроение», 1976. – 464с.
3. Бадылькес И.С., Данилов Р.Л. Абсорбционные холодильные машины. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 356с.

### Інформаційні ресурси в інтернеті

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <https://books.google.com.ua/books?id=Q6L6AgAAQBAJ&pg=PA655&lpg=PA655&dq=диаграммы+холодильных+агентов&source=bl&ots=513XXOa8Kk&sig=IjLUFZDCvT1ZnBdCus5crE2O-EY&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwjBspe9jKfdAhXUh6YKHQCWA6o4ChDoATABegQICRAV#v=onepage&q=диаграммы%20холодильных%20агентов&f=false>
3. <https://studopedia.org/4-168285.html>
4. <http://www.ai08.org/index.php/term/Технический+словарь+Том+I,2657-termodinamicheskaya-diagramma.xhtml>
5. <https://helpiks.org/5-104449.html>

## 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 10 балів.**

### Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання РГР (до 20 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі в аудиторії. **Максимальна сума становить 30 балів.**

### Лабораторні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та задачею в строк лабораторних робіт (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.**

### Залік:

- Студент отримує оцінку за залік 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 набрав середньоарифметичну суму балів менше ніж 60 він здає залік, відповівши на питання залікового 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>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A

<b>ДОБРЕ – 4</b>	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	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 «Холодильні установки та трансформатори теплоти» студент повинен знати принцип дії, конструкції, схеми, методи розрахунків, основи проектування холодильних установок та трансформаторів теплоти, методи підвищення їх ефективності і особливості експлуатації.

Після закінчення освоєння дисципліни студент буде здатний:

- ✓ обґрунтовано проектувати,
- ✓ вибирати, розрахувати та проектувати холодильні установки та трансформатори теплоти, які використовуються у промисловості та залізничному транспорті.

### 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/>