



**СИЛАБУС**  
**із дисципліни**  
**«Теплотехнологічні процеси та установки»**

II семестр 2023р. III курс  
106-ЕМ-Д20

**Рівень вищої освіти** – перший (бакалаврський)

**Галузь знань** – 14 «Електрична інженерія»

**Спеціальність** – 144 «Теплоенергетика»

**Освітня програма** – Енергетичний менеджмент

**Дисципліна** – з циклу загальної підготовки

**Час та аудиторія проведення занять** – згідно з розкладом занять

<http://rasp.kart.edu.ua>

**Команда викладачів:**

**Лектор:** Панчук Олексій Вікторович (старший викладач)

**Контакти:** +38 (066) 415 69 59, [panchuk.o@kart.edu.ua](mailto:panchuk.o@kart.edu.ua)

**Години прийому та консультацій:** 14.00-15.00, середа

**Веб-сторінка курсу:** <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=9784>

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

<http://lib.kart.edu.ua>

Як в промисловості так і на залізниці експлуатується велика кількість різноманітних виробничо-технологічних споживачів теплової енергії, серед яких пристрої для зовнішнього та внутрішнього очищення рухомого складу та вагонів, дезінфекції, сушіння піску, приготування та підготовка води для дизелів та акумуляторних батарей локомотивів і пасажирських вагонів та ін.

Метою вивчення курсу є – вивчення принципів дії, конструкцій, процесів теплотехнологічних установок, які використовуються у промисловості та залізничному транспорті, а також методів їх розрахунку й проектування, способів підвищення їх ефективності, умов їх експлуатації.

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

#### **1. Інтегральні**

Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

#### **2. Загальні**

ЗК 03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

#### **3. Фахові**

ФК 05. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК 08. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

#### **4. Результатами навчання**

РН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

РН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

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

Якщо вас цікавлять характеристики промислових технологічних споживачів (стисненого повітря, кисню, води); вивчення схем, конструкцій і режимів роботи внутрішньозаводських систем транспортування і розподілу енергоносіїв; застосування отриманих знань, навичок і умінь у подальшій професійній діяльності, тоді вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: базове розуміння спеціальних дисциплін (паливо та основи теорії горіння, тепломасообмін), фізики та математики.

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

### **Огляд курсу**

Цей курс вивчається з лютого по травень (II семестр), дає студентам представлення про теплотехнологічні установки, які використовуються у промисловості та залізничному транспорті; їх принципів дії, схем, конструктивних особливостей; процесів, що проходять у них, методів їх розрахунку й проектування, способів підвищення їх ефективності, умов їх експлуатації.

Курс складається з однієї лекції та практичного заняття раз на тиждень, одного лабораторного раз у два тижні. Він супроводжується текстовим матеріалом та груповими завданнями. В другій половині вивчення курсу студенти виконують курсову роботу.

Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії / під час ZOOM-конференції.

Практичні заняття передбачають рішення задач з розрахунків теплообмінного обладнання.

Лабораторні заняття курсу передбачають проведення та виконання лабораторних робіт протягом семестру.

Курсова робота передбачає виконання розрахунку повітряно-водяного теплообмінника з трубками, що оребрені дротовою спіраллю.

## Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету

<http://kart.edu.ua/departament/kafedra-ttdem/disciplini-ta-specialnosti>.

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «Дистанційне навчання»

<https://do.kart.edu.ua>.

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

## Лекції

### Модуль 1.

Класифікація теплообмінних апаратів (ТА). Типи розрахунків ТА.

Загальні відомості про розрахунки ТА. Компонувальний розрахунок ТА. Гідравлічний розрахунок ТА. Розрахунок ТА на міцність. Техніко-економічний розрахунок ТА.

Визначення коефіцієнта тепловіддачі: при турбулентному режимі течії рідини в трубах; при ламінарному режимі течії рідини в трубах; в пучках труб при повздовжньому руху потоку рідини та газів; при плівковому русі рідини; в газах при температурі більш ніж 400 °С; при конденсації пари; при конденсації пари з потоку вологого повітря в трубчастих та пластинчастих ТА; при кипінні рідини.

Тепловий повірочний розрахунок ТА. Ребристі ТА. Теплові труби (ТТ). Тепловий розрахунок ТТ із капілярним шаром. Тепловий розрахунок гравітаційних ТТ.

Змішувальні ТА. Абсолютна вологість. Відносна вологість. Вологовміст. Закон Дальтона. Зображення процесів обробки вологого повітря на H-d діаграмі. Процес нагрівання та охолодження в рекуперативному ТА. Процес змішування двох порцій повітря. Процес обробки вологого повітря водою. Температура насичення (точка роси).

Класифікація змішувальних ТА. Тепловий розрахунок безнасадкових ТА. Тепловий розрахунок насадкових ТА.

### Модуль 2.

Регенеративні ТА. Регенератор з нерухомою насадкою. Регенератор з рухомою насадкою. Комбінований агрегат вентилятор-димосос. Тепловий розрахунок регенераторів: з нерухомою насадкою; з насадкою, що обертається. ТА з киплячим шаром.

Випарні установки (ВУ). Класифікація випарних установок. ВУ з паровим обігрівом. Апарати з примусовою циркуляцією. Плівкові апарати. Установки з терморадіаційним підігрівом. Апарати поглинального горіння. Багатоступеневі ВУ. Тепловий розрахунок ВУ безперервної дії. Тепловий розрахунок ВУ періодичної дії.

Дистиляційні та ректифікаційні установки. Фізико-хімічні властивості бінарних сумішей. Суміші із взаємно нерозчиненими компонентами. Суміші із взаємно розчиненими компонентами. Рідини, які частково розчиняються одна в іншій. Дистиляційні установки. Розрахунок дистиляційних установок з періодичної дії з однократною дистиляцією.

Ректифікаційні установки періодичної дії. Ректифікаційні установки безперервної дії. Розрахунок ректифікаційних установок.

Сушарки. Призначення сушильних установок, область застосування. Загальні відомості про процеси сушіння. Вигляд зв'язку вологи з матеріалом. Кінетика сушіння, швидкість сушіння. Динаміка сушіння. Рутинна сила видалення вологи з матеріалів.

Конвективні сушарки. Матеріальний та тепловий баланси. Теоретична сушарка та реальна. Розрахунок конвективної сушарки за допомогою H-d діаграми. Конструкції конвективних сушарок. Сушарки на димових газах, їх розрахунок за допомогою H-d діаграми. Конструкції сушарних установок.

### **Практичні заняття**

1. Рішення задач з перевірного розрахунку теплообмінних апаратів.
2. Рішення задач з конструктивного теплового розрахунку теплообмінних апаратів.
3. Рішення задач з розрахунку змішувальних теплообмінних апаратів.
4. Рішення задач проектного розрахунку випарної установки.
5. Рішення задач з розрахунку дистиляційних та ректифікаційних установок щодо рідинних бінарних сумішей.
6. Рішення задач з розрахунку ректифікаційних установок щодо рідинних бінарних сумішей.
7. Рішення задач з розрахунку сушильних установок.

### **Лабораторні заняття**

1. Теплообмінні апарати, їх класифікація і особливості роботи.
2. Випробування кожухо-трубчастого теплообмінного апарата.
3. Випробування ребристого трубчасто-пластинчатого теплообмінного апарата.
4. Визначення теплового балансу дистиляційної установки.
5. Дослідження процесів в конвективній сушарці з однократним використанням сушильного агенту.
6. Дослідження піскосушарки барабанного типу.

## **ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

### **Основна література**

1. Теплотехнологічні процеси та установки. Сушільні процеси та установки. Практикум (прикладні задачі, типові розрахунки) [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 144 «Теплоенергетика» / В.М. Мінаковський, І.О. Назарова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 213 с.
2. Луняка К.В., Димо Б.В., Андрєєва Н.Б., Калініченко І.В. Розрахунки з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки». Навчальний посібник. – Херсон: ХНТУ, 2018. – 166 с.
3. Джерела тепlopостачання та споживачі теплоти: Текст лекцій для студентів напряму підготовки 6.050601 "Теплоенергетика" / Автор М.Ф. Боженко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. - 256 с.
4. Луняка, К.В. Теплотехнологічні процеси та установки: навчальний посібник / В.О. Ардашев, Б.В. Димо, Д.В. Коновалов. – Херсон: ХНТУ, 2018. – 93 с.
5. Ардашев, В.О. Машини і апарати хімічних виробництв. Курс лекцій / В.О. Ардашев, К.В. Луняка, Г.А. Чумаков: навчальний посібник. – Херсон: ХНТУ, 2008. – 153 с.

### Допоміжна

1. Клименко В.В., Кравченко В.І., Телюта Р.В. Енергозбереження в теплотехнологічних процесах і установках: Навчальний посібник. – Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2020. – 219с.
2. 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.
3. Єроценков С.А., Круshedольський О.Г., Шаройко Н.А. Журнал для контрольної роботи. – Х.: УкрДАЗТ, 2007. – 20 с.
4. Шаройко Н.А., Гришина О.В., Панчук О.В. Методичні вказівки до виконання дипломного та курсового проектування з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки» для студентів напряму «Теплоенергетика» денної та заочної форми навчання. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – 75 с.
5. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки» для заочної форми навчання. Єроценков С.А., Шаройко Н.А. – Х.: УкрДАЗТ, 2005. – 42 с.
6. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи № 2 з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки». Єроценков С.А., Шаройко Н.А. – Х.: УкрДАЗТ, 2006. – 15 с.
7. Єроценков С.А., Шаройко Н.А., Біловол Г.В., Гришина О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки» для студентів напряму «Теплоенергетика» денної та заочної форми навчання. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – 71 с.

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://metod.kart.edu.ua>
2. <https://kart.edu.ua/department/kafedra-ttdem>
3. <http://ihe.nas.gov.ua>
4. <http://pge.org.ua>
5. <http://ttpt.ktemp.dp.ua>

### Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної 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 |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|
| ВІДМІННО – 5                                  | <b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок        | 90-100                | A           |
| ДОБРЕ – 4                                     | <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           |
| ЗАДОВІЛЬНО - 3                                | <b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків               | 69-74                 | D           |
|                                               | <b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії                   | 60-68                 | E           |

**Відвідування лекцій:**

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується 2 бали. **Максимальна сума становить 30 балів.**

**Практичні заняття:**

Оцінюються за відвідуваннями (до 1 балів), ступенем залученості (до 2 балів) та стислою презентацією виконаного завдання (до 3 балів). **Максимальна сума становить 8 балів.**

**Лабораторні заняття:**

Оцінюються за відвідуваннями (до 1 балів), ступенем залученості (до 2 балів) та стислою презентацією виконаного завдання (до 3 балів). **Максимальна сума становить 7 балів.**

**Курсова робота:**

**Максимальна сума становить 15 балів.**

**Модульне тестування:**

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (12 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 3,33 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

**Іспит:**

Студент отримує 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 не погоджується із запропонованими балами він може підвищити, відповівши на питання викладача (<https://do.kart.edu.ua/>)

**Команда викладачів:**

**Панчук Олексій Вікторович** (<http://kart.edu.ua/staff/panchuk-oleksij-viktorovich>) – лектор з систем виробництва та розподілу енергоносіїв в УкрДУЗТ. Напрямки наукової діяльності: системи опалення; економічність роботи рухомого складу при проведенні реостатних випробувань.

**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 консультиватися 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: <https://do.kart.edu.ua/mod/folder/view.php?id=304341>