



## СИЛАБУС з дисципліни

### Енергозбереження в теплоенергетиці

Семестр та рік навчання I семестр 2022-2023 навчального року  
Освітній рівень (перший або другий) другий  
Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Категорія дисципліни – вільного вибору  
Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика  
Навчальна програма Енергетичний менеджмент

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 Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

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

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

Ефективне використання енергії та стан навколишнього середовища є суттєвими для сталого розвитку як на світовому рівні, так і на рівні країни. Такі питання, як зміна клімату, втрата біосфери та деградація озонового шару, мають глобальний характер, але вони мають величезний вплив на довкілля країни, і їх не можна вирішити поодинокими діями. Залучаючи широке коло партнерів, ПРООН популяризує та розповсюджує найкращі практики, надає консультації щодо інноваційних підходів в екологічній політиці та створює передумови для вирішення цих проблем на загальнонаціональному, регіональному рівнях і на рівні громади.

Україна має значні природні ресурси та унікальне для Європи навколишнє середовище, але водночас є однією з найбільш екологічно забруднених країн регіону. Неefективне управління довкіллям в минулому спричинило зростаючу кількість природних катастроф в Україні за останні роки, а також призвело до погіршення стану здоров'я населення. На сьогодні Україна є однією з країн світу, де енергія використовується найменш ефективно. Водночас, країна володіє багатими природними ресурсами біосфери та важливими міжнародними водними джерелами, а отже її промислова діяльність та споживання енергії мають значний вплив на глобальні кліматичні зміни.

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

### **1. Інтегральну компетентність**

ІК-1. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у енергетичній галузі в області енергетичного менеджменту та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог;

### **2. Загальні компетентності**

ЗК 01 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 03 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК 04 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

### **3. Фахові компетентності**

ФК 02 Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК 05 Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

ФК 06 Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик.

ФК 07 Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці.

### **4. Результати навчання**

РН 02. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

РН 04. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

РН 08. Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

РН 16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

## **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Тенденції ринкових відносин диктують необхідність більш дбайливого користування енергетичною сировиною. На сучасному етапі розвитку промислового виробництва саме за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій можна

підвищити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, що є одним з основних умов зменшення паливної складової в собівартості продукції, та відповідно підвищення рентабельності підприємств.

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 протягом одного семестру. 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 рамках курсу на практичних заняттях студенти проводять розрахунки по оцінці параметрів енергетичних джерел енергії, щільності потоків енергії; визначають потужність енергетичних установок, основні конструктивні параметри для оцінки можливості їх спорудження; складають принципові схеми установок використання поновлюваних джерел енергії.

Курс складається з вивчення основних понять щодо енергозбереження, існуючих нормативних баз з енергозбереження та конкретні питання щодо енергозбереження у складових систем теплопостачання, тобто на джерелах теплоти, у теплових мережах та у споживачів. Крім котельних та ТЕЦ розглядаються також інші джерела та різноманітні споживачі теплоти.

## Теми курсу

### Модуль 1.

**Змістовий модуль 1.** Сучасний стан енергетики України. Основні паливно-енергетичні ресурси, що використовуються, види енергії, структура споживання ресурсів та виробництва енергії.

**Тема 1.** Складання паливно-енергетичних балансів, умовне паливо та помилки під час його застосування та складання балансів.

**Тема 2.** Показники використання паливно-енергетичних ресурсів, оцінка ефективності використання енергії.

**Тема 3.** Потенціал енергозбереження та шляхи його реалізації.

**Змістовий модуль 2.** Джерела теплової енергії, можливості енергозбереження в основному обладнанні джерел теплоти.

**Тема 4.** Можливі напрямки енергозбереження і проблеми їх реалізації.

**Тема 5.** Раціональний склад котлів у котельні та розподіл навантаження поміж ними.

**Тема 6.** Водогрійні та парові котельні, ТЕЦ, когенераційні установки з двигунами внутрішнього згоряння та газовими турбінами.

**Тема 7.** Нетрадиційні джерела теплоти, вторинні енергоресурси та проблеми їх використання.

**Тема 8.** Допоміжне обладнання джерел теплоти та можливості підвищення ефективності його роботи.

### Модуль 2.

**Змістовий модуль 3.** Водяні та парові теплові мережі, енергетична ефективність водяних мереж. Основні напрямки зменшення втрат енергії.

**Тема 9.** Удосконалення регулювання відпуску теплоти, раціональний вибір теплової ізоляції трубопроводів.

**Тема 10.** Розрахунок втрат теплоти у теплопроводах та їх зменшення, існуючі методики розрахунків та їх недоліки, оцінка достовірності розрахунків для надземного та підземного прокладання трубопроводів.

**Тема 11.** Особливості втрат теплоти у паропроводах.

**Змістовий модуль 4.** Вибір раціонального способу регулювання роботи водяних насосів, зменшення витрат електроенергії на привід мережних насосів.

**Тема 12.** Вибір оптимальних втрат тиску у мережі, вибір оптимального температурного режиму роботи магістральної та розподільчої мережі, розрахункові температури та витрати води у мережі.

**Тема 13.** Типові енергоощадні заходи у теплових мережах.

**Тема 14.** Енергетичний баланс будівлі та його основні складові, помилки під час визначення складових балансу.

**Тема 15.** Раціональні схеми центральних та індивідуальних теплових пунктів.

### Тематично-календарний план

#### А. План лекцій, практичних і лабораторних занять

| Тиждень                  | Кількість годин | Тема лекції  | Кількість годин | Тема лабораторних занять  |
|--------------------------|-----------------|--|-----------------|---|
| 1                        | 2               | <b>Лекц.№1.</b> Сучасний стан енергетики України. Основні паливно-енергетичні ресурси, що використовуються, види енергії, структура споживання ресурсів та виробництва енергії.                                  | 2               | ПР 1 Визначення економії палива при раціональному розподілі навантаження між котлами у котельні |
| 2                        | 2               | <b>Лекц.№2.</b> Складання паливно-енергетичних балансів, умовне паливо та помилки під час його застосування та складання балансів.   | 2               | ЛР-1 Визначення вологості твердого палива.  |
| 3                        | 2               | <b>Лекц.№3.</b> Показники використання паливно-енергетичних ресурсів, оцінка   | 2               | ПР2. Розрахунок економії ресурсів при застосуванні когенераційної установки                     |
| 4                        | 2               | <b>Лекц.№4.</b> Потенціал енергозбереження та шляхи його реалізації.   | 2               | ЛР-2 Визначення зольності твердого палива   |
| 5                        | 2               | <b>Лекц.№5.</b> Джерела теплової енергії, можливості енергозбереження в основному обладнанні джерел теплоти.   |                 | ПР 3 Розрахунок потужності вторинних ресурсів високотемпературної установки                     |
| 6                        | 2               | <b>Лекц.№6.</b> Можливі напрямки енергозбереження і проблеми їх реалізації. Раціональний склад котлів у котельні та розподіл навантаження поміж ними.  |                 | ЛР-3 Визначення виходу летучих речовин твердого палива  |
| 7                        | 2               | <b>Лекц.№7.</b> Нетрадиційні джерела теплоти, вторинні енергоресурси та проблеми їх використання. Допоміжне обладнання джерел теплоти та можливості підвищення ефективності його роботи.                         |                 | ПР-4 Оцінка потужності сонячного колектора в умовах Харкова                                     |
| Модульний контроль знань |                 |  |                 |   |
| 8                        | 2               | <b>Лекц.№8.</b> Водяні та парові теплові мережі, енергетична ефективність водяних мереж. Основні напрямки зменшення втрат енергії.   | 2               | ЛР-4 Визначення густини рідких нафтопродуктів   |
| 9                        | 2               | <b>Лекц.№9.</b> Удосконалення регулювання відпуску теплоти, раціональний вибір теплової ізоляції трубопроводів.  | 2               | ПР 5 Визначення фактичних втрат теплоти у тепловій мережі за результатами вимірювань            |
| 10                       | 2               | <b>Лекц.№10.</b> Розрахунок втрат теплоти у теплопроводах та їх зменшення, існуючі методики розрахунків та їх недоліки, оцінка достовірності розрахунків для надземного та підземного прокладання трубопроводів. | 4               | ЛР-5 Визначення в'язкості мастила при стандартних умовах  |
| 11                       | 2               | <b>Лекц.№11.</b> Особливості втрат теплоти у паропроводах.   |                 | ПР 6 Вибір раціонального способу регулювання роботи водяного                                    |

|                          |  |   |   |
|--------------------------|--|---|---|
|                          |  |   | насосу  |
| 12                       |  | <b>Лекц.№12.</b> Вибір оптимальних втрат тиску у мережі, вибір оптимального температурного режиму роботи магістральної та розподільчої мережі, розрахункові температури та витрати води у мережі. | ЛР-6 Визначення температури спалаху у закритому тиглі рідких нафтопродуктів |
| 13                       |  | <b>Лекц.№13.</b> Типові енергоощадні заходи у теплових мережах.   | ЛР-7 Раціональний вибір теплообмінників для системи гарячого водопостачання |
| 14                       |  | <b>Лекц.№14.</b> Енергетичний баланс будівлі та його основні складові, помилки під час визначення складових балансу.  | ЛР-7 Визначення теплоти згоряння твердого палива                            |
| 15                       |  | <b>Лекц.№15.</b> Раціональні схеми центральних та індивідуальних теплових пунктів.  | ЛР-8 Розрахунок економії енергії у сушильній установці                      |
| Модульний контроль знань |  |   |   |

## Б. План виконання самостійних робіт

| 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

- Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1982. - 360 с.
- Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие /Л.Д.Богуславский и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.
- Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання (частина 1 “Теплові мережі та спорути”): Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007.- 244 с.
- Зеркалов Д. В. Енергозбереження в Україні [Електронний ресурс] : Моно-графія / Д. В. Зеркалов. – Електрон. дані. – К. : Основа, 2012. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 512 Mb RAM; Windows 98/2000/XP; Acrobat Reader 7.0. – Назва з тит. екрана.
- Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: Электронный курс / Колл. каф. теплообменных процессов и установок МЭИ под рук. проф. О.Л. Данилова.

## Допоміжна

- Кнорре Г.Ф. Теория топочных процессов. - М.: Энергия, 1966. - 491 с.
- Баринов А.В. Теория горения и взрыва / Учебное пособие // А.В. Баринов, В.В. Батырев, О.В. Укке, К.В. Тугушов. — Новогорск: АГЗ, 2006. — 139 с.
- Алехнович А.Н. Характеристики и свойства энергетических углей / Челябинск: Цицеро, 2012. - 549 с.

4. Белоусов В.Н. Топливо и теория горения. / учебное пособие. Часть I. // Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. СПбГТУРП. - СПб., 2011. - 84 с.
5. Тимербаев Н.Ф. Совершенствование техники и технологии процесса газификации высоковлажных древесных отходов / монография // Р.Г. Сафин, А.Р. Хисамеева, Т.Д. Исхаков, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: КНИТУ, 2013. - 92 с.

### Інформаційні ресурси в інтернеті

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <http://kart.edu.ua/kafedra-ttd-ua/pro-kafedry-ttd-ua>
3. <http://saee.gov.ua/uk/consumers/energozberezhnya-v-pobuti>
4. <https://teplo.gov.ua/energoefektivnist/poradi-shchodo-energozberezhnyya>
5. <http://www.reee.org.ua/energy-efficiency/porivnyalnyj-analiz-enerhoefektyvnosti/>

## 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 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 їх на заліку, 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 |
|--|---|-----------------------|-------------|
| 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           |
| НЕЗАДОВІЛЬНО - 2                             | <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 «Енергозбереження в теплоенергетиці» студент повинен знати методи визначення ефективності використання енергії та паливно-енергетичних ресурсів; основні напрямки збереження теплової енергії у системах її виробництва, транспортування, споживання, а також для окремого теплоенергетичного обладнання, підприємств, установ тощо; методи оцінки ефективності заходів з енергозбереження.

Самостійно проводити аналіз існуючих теплових потоків, обирати найбільш доцільні напрямки роботи з підвищення ефективності використання теплової енергії; оцінювати потенціал енергозбереження, обирати з типових найбільш доцільні у даному випадку заходи з енергозбереження та пропонувати інші можливі заходи.

### 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/>