



СИЛАБУС  
з дисципліни

**Автоматизація теплоенергетичних установок**

Семестр та рік навчання II семестр 2022-2023 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:

Рукавішников Павло Володимирович (старший викладач),

Контакти: +38 0995693059, 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 0995693059, 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 Фейсрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

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

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

Підготовка фахівців, які мають необхідний рівень знань та навиків в галузі теорії автоматичного регулювання та розрахункового дослідження систем автоматичного регулювання теплоенергетичних установок; сучасних технічних засобів автоматизації теплових процесів та їх експлуатації; статичних та динамічних властивостей теплоенергетичних об'єктів, принципів побудови систем їх автоматичного регулювання та їх проектування, розробці функціональних схем КВП і А.

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

**1.Інтегральна компетентність** здатність використовувати знання фундаментальних розділів природничо-наукових і фахових дисциплін для розуміння і опису автоматизації теплоенергетичних установок.

**2. Загальна компетентність**

ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК2 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4 Здатність працювати в команді.

ЗК5 Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**3. Фахова компетентність**

ФК1 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін.

ФК2 Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання

ФК3 Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі

ФК4 Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики

ФК5 Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі

ФК6 Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі

ФК7 Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі

## **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Автоматизація на сучасних промислових підприємствах і електростанціях має вирішальне значення як один із основних засобів підвищення продуктивності праці, випуску продукції вищої якості і з меншими затратами.

Покращення умов праці, підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу і культури виробництва свідчать про те, що автоматизація важливий фактор не тільки технічного, а й соціального прогресу.

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 дві лекції на тиждень і 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 вирішують задачі автоматизації теплоенергетичного устаткування передбачені програмою дисципліни.

Курс складається з вивчення значення автоматизації для економічної та надійної роботи теплоенергетичних установок; основи теорії автоматичного регулювання лінійних систем та статичні і динамічні характеристики теплоенергетичних об'єктів; сучасні засоби теплового контролю та автоматичного регулювання, їх класифікацію, принцип роботи, правила експлуатації. Задачі і методи регулювання теплоенергетичних установок; принцип побудови функціональних систем КВП і А теплоенергетичних установок.

## Теми курсу

**Модуль 1.** Теорія автоматичного регулювання.

**Змістовий модуль 1.** Принципи побудови САР

**Тема 1.** Вступ до курсу

**Тема 2.** Об'єкт, що регулюється, його властивості, статичні і динамічні характеристики.

**Змістовий модуль 2.** Властивості лінійних систем автоматичного регулювання.

**Тема 1.** Стійкість лінійних систем автоматичного регулювання.

**Тема 2.** Якість і перехідні процеси лінійних систем автоматичного регулювання.

**Змістовий модуль 3.** Закони регулювання та розрахунок параметрів настроювань автоматичних регуляторів.

**Тема 1.** Закони регулювання і характеристики регуляторів загального призначення.

**Тема 2.** Розрахунок параметрів настроювань автоматичних регуляторів.

**Модуль 2.** Спецавтоматика.

**Змістовий модуль 4.** Будова автоматичних регуляторів

**Тема 1.** Складові автоматичних регуляторів, виконавчі механізми та регулюючі органи.

**Тема 2.** Основні відомості про систему автоматизації

**Змістовий модуль 5.** Автоматизація теплоенергетичних установок.

**Тема 1.** Автоматизація тепломасообмінних установок

## Тематично-календарний план

### I семестр

	тиждень	Кільк. год.	Тема лекції	Кільк. год.	Тема лабораторних, практичних занять	Графік контролю		
						ЛР	ПР	кп
	1	2	3	4	5	6	7	8
М О Д У Л Ь 1	1	2	1. Основні поняття автоматичної системи. Принципи побудови АС. Мета і завдання дисципліни. Терміни та визначення. Структурні схеми САР. Принцип регулювання: за відхиленням, за збуренням, комбінований. Критерії якості АС. Класифікація АС	4	Дослідження впливу динамічних параметрів інерційної позиційної ланки на її перехідні характеристики.	КО		
	1	2	3	4	5	6	7	8
М О Д У	2	4	2. Математичний опис АС і їх динамічних характеристик.	2	Лінеаризація та форми запису диференціальних рівнянь автоматичних систем.		ПЗ	
	2	2	Лінеаризація диференціальних рівнянь АС. Форми запису диференціальних рівнянь. Функціональні схеми та їх перетворення. Стандартні вхідні сигнали. Динамічні характеристики АС. Математичний опис динамічних характеристик АС (перехідні, імпульсні, частотні функції). Логарифмічні частотні характеристики (ЛЧХ). Частотні функції ланок і їх з'єднань					

Л Б 1	3	2	3. Динамічні ланки автоматичних систем та їх характеристики. Типові динамічні ланки АС: позиційні, інтегрувальні, диференціювальні, ланка з постійним часом запізнення. Складні динамічні ланки.	4	Дослідження впливу декремента затухання на час перехідного процесу позиційної ланки другого порядку.	КО		
	4 4	4 2	3. Динамічні ланки автоматичних систем та їх характеристики. Динамічні характеристики позиційних ланок: ідеальної, реальної. Динамічні характеристики позиційної ланки 2-го порядку.	2	Функціональні схеми автоматичних систем та їх перетворення.		ПЗ	

	1	2	3	4	5	6	7	8
М о д у	5	2	3. Динамічні ланки автоматичних систем та їх характеристики. Динамічні характеристики інтегрувальних ланок. Динамічні характеристики диференціювальних ланок. Динамічні характеристики форсувальної ланки та ланки з постійним часом запізнення.	4	Дослідження та побудова АФХ інерційної позиційної ланки.	КО		

Л Б 1 2	6	4	4. Стійкість лінійних автоматичних систем. Поняття стійкості АС. Математичні умови стійкості АС. Алгебраїчний критерій стійкості Гурвіца. Визначення межі стійкості за критерієм Гурвіца. Діаграма Вишнеградського.	2	Динамічні ланки автоматичних систем та їх характеристики.		ПЗ	
	7	2	4. Стійкість лінійних автоматичних систем. Графоаналітичний критерій стійкості Михайлова. Частотний критерій Найквіста–Михайлова для замкнутих систем. Вплив запізнювання на стійкість АС. Запас стійкості.	4	Дослідження перехідних процесів САР інерційного об'єкта при пропорційному законі регулювання	КО		
	8	4	5. Оцінка якості автоматичних систем. Значення якості регулювання. Показники якості САР. Прямі показники якості. Непрямі показники якості	2	Дослідження стійкості лінійних автоматичних систем (критерії Гурвіца, Михайлова, Найквіста-Михайлова).		ПЗ	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
М О Д У	9	2	6. Корекція автоматичних систем та закони регулювання. Коректувальні пристрої. Поняття закону регулювання. Лінійні закони регулювання: П-, І-, ІІ-, ІІІД-закон. Застосування коректувальних пристроїв для формування складних законів регулювання 7. Синтез автоматичних систем Типові процеси	4 2	Дослідження перехідних процесів САР інерційного об'єкта при інтегральному законі регулювання	КО		

Л Б 2 2	10	4	<p>регулювання. Синтез автоматичних систем. Визначення властивостей об'єкта регулювання. Вибір типу регулятора і його настроювання</p> <p>8. Особливості багатовимірних і нелінійних автоматичних систем Особливості багатовимірних АС. Нелінійні САР. Істотно нелінійні характеристики елементів. Особливості динаміки нелінійних систем та автоколювання. Основні задачі і методи дослідження нелінійних САР.</p> <p>9. Автоматичні регулятори та регулюючі органи Автоматичні регулятори. Вимірювальні пристрої. Виконавчі механізми. Регулюючі органи. Характеристики дросельних регулюючих органів</p>	3	Формування складних законів регулювання за допомогою коректувальних пристроїв.			ПЗ
	11	2	<p>10. Системи автоматичного регулювання і контролю технологічних параметрів виробничих процесів. Призначення автоматизованих систем. Технологічний процес як об'єкт управління. Функціональні схеми автоматичних систем управління технологічними процесами. Умовні позначення (ДСТУ 21.404-85). Автоматичне регулювання теплообмінних апаратів, тиску та витрат газів і рідин, рівня рідини.</p>	2	Дослідження перехідних процесів САР інерційного об'єкта при пропорційно-інтегральному законі регулювання (статична приставка).	КО		

	12	4	11. Автоматизація теплових процесів нагріву та котельних установок Способи нагрівання. Автоматизація топкових печей. Автоматизація трубчастих печей.	3	Синтез автоматичних систем.		ПЗ	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
М о д у л ь 2	13	2	11. Автоматизація теплових процесів нагріву та котельних установок	2	Дослідження перехідних процесів САР інерційного об'єкта при пропорційно-інтегральному законі регулювання (ізодромний зворотний зв'язок, форсувальна ланка)	КК О		
	1	2	Автоматизація котельних установок. Регулювання тиску перегрітої пари $p_{п.п.}$ і теплового навантаження барабанного котла. Регулювання економічності процесу горіння. Регулювання розрідження в топці. Регулювання температури перегрітої пари. Регулювання живлення котла водою. Регулювання якості котлової води.					

Б. План виконання самостійних робіт

Назва роботи	Термін виконання завдання, годин	Примітка
Вивчення лекційного матеріалу	92	
Самостійна робота підготовка до практичних занять	40	

## Інформаційні матеріали

### Рекомендована література

#### Основна

1. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций: Учебник. – 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 314 с.
2. Промислові засоби автоматизації: Ч.2. – Регулювальні і виконавчі пристрої / За заг ред. А.К. Бабіченко: навч. Посібник. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – 658 с.
3. Ротач З.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.



4. Стефани Е.П. Основы автоматического регулирования теплоэнергетических объектов. Ч.І, Ч.ІІ. - М.: МЭИ, 1970. – 242. – 138 с.
5. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: навч. Посібник / В.І. Тошинський, М.О. Подустов. – Х.: НТУ «ХП», 2006. – 412 с.
6. Герасимов С.Г. Теоретические основы автоматического регулирования тепловых процессов. - М.: Высшая школа, 1997.

#### **Допоміжна**

1. Ероценков С.А., Полтавский И.П., Шаройко Н.А. «Автоматизация теплоэнергетических установок. Рабочая программа, задания та методичні вказівки до виконання практичних занять та курсової роботи» - Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 58 с.
2. Полтавський И.П., Савенко В.В., Шаройко Н.А. «Методичні вказівки до лабораторної роботи Експериментальне визначення динамічних характеристик об'єкта регулювання по кривим розгону» - Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 35 с.
3. Полтавский И.П., Лялюк В.М. «Методические указания к лабораторной работе « Исследование двухпозиционного регулирования температуры электропечи. – Харьков: ХарГАЖТ, 1994. – 234 с.
4. Полтавський И.П., Гришина О.В., Полтавський С.І.»Регулятори тиску прямої дії і їх використання в газорегуляторном пункті котла. Методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни «Автоматизація теплоенергетичних установок» - Харків: УкрДАЗТ, 2010 – 25 с.
5. Полтавский И.П. Методические указания к лабораторной работе «Изучение конструкции, работы и эксплуатации унифицированной системы автоматического регулирования, управления и защиты микрокотлов типа АМК-V-II». – Харьков: ХИИТ, 1989. – 26 с.

#### **Інформаційні ресурси в інтернеті**

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. [http://www.uz.gov.ua/about/general\\_information/entertainments/pktbit/](http://www.uz.gov.ua/about/general_information/entertainments/pktbit/)
3. [http://www.uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topic/page-4/451889/](http://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-4/451889/)
4. <http://uz-cargo.com/>
5. <http://www.tmssoft-ltd.com/ua/about/about.php>

#### **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 20 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.**

**Лабораторні заняття:**

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання 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.**

**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>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 «Автоматизація теплоенергетичних установок» студент повинен знати:

РН1. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

РН2. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

РН3. Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

РН4. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

РН5. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.

РН6. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

## 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/>