



СИЛАБУС  
з дисципліни

**Захист навколишнього середовища при роботі  
теплотехнологічного устаткування**

Семестр та рік навчання II семестр 2024-2025 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: +380995693059, 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: + 380995693059, 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 Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

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

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

Сучасні проблеми екологічної безпеки становляться першочерговими проблемами людства, тому що без екологічно чистого навколишнього середовища не можливе утворення повноцінного і здорового суспільства. Науково-технічний прогрес тісно пов'язаний з використанням різноманітних природних ресурсів, що уже само по собі утворює відомі глобальні екологічні проблеми, тому непрофесійне й некваліфіковане втручання у більшість екологічних ситуацій може призвести до матеріальних втрат або до негативного ставлення до нових програм розвитку промисловості, енергетики, транспорту та будівництва.

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

- 1. Ціннісно-смыслову компетентність** (формування та розширення світогляду студента в області методів та технічних засобів зменшення забруднення довкілля, здатність до розуміння важливості захисту навколишнього середовища та впливу енергетики на навколишнє середовище);
- 2. Загальнокультурну компетентність** (розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області захисту навколишнього середовища, знати про основні види забруднення навколишнього середовища та основні заходи зменшення забруднення.);
- 3. Навчально-пізнавальну компетентність** (здатність використовувати знання фундаментальних розділів природничо-наукових і фахових дисциплін для розуміння і опису методів та засобів зменшення забруднення довкілля в теплоенергетиці).
- 4. Інформаційну компетентність** (розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в області захисту навколишнього середовища при роботі теплоенергетичного устаткування за допомогою сучасних інформаційних технологій);
- 5. Комунікативну компетентність** (розвиток у студента навичок роботи в команді шляхом реалізації групових проектів в області захисту навколишнього середовища при роботі теплоенергетичного устаткування, вміння презентувати власний проект та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері);
- 6. Компетентність особистісного самовдосконалення** (елементи фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійної жаги до самовдосконалення та самопізнання, шляхом постійного пошуку нетрадиційних підходів до проблеми захисту навколишнього середовища).

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

Ввисокі темпи зростання населення на земній кулі, бурхливий розвиток промисловості, транспорту, будівництва супроводжувалися деталі більшими обсягами споживання природних ресурсів. Техногенний характер цивілізації західного типу з її потужним потенціалом засобів знищення всього живого на Землі, розвиток науково-технологічного прогресу обумовив під впливом діяльності людини (антропогенної діяльності) великі зміни в навколишньому середовищі.

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 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 вирішують задачі захисту навколишнього середовища при роботі теплоенергетичного устаткування передбачені програмою дисципліни.

Курс складається з вивчення основних шкідливих викидів технологічних процесів, що пов'язані з виробництвом і постачанням теплової енергії; нормування, методів визначення та зменшення шкідливих викидів у атмосфері та водному басейні, принципів роботи, конструкції, експлуатації обладнання до зменшення шкідливих речовин теплових електричних станцій (ТЕС) і теплогенеруючих підприємств (ТГП); методів і практичних навичок розрахунку і аналізу концентрації, розсіювання шкідливих викидів теплотехнічного обладнання і теплових схем ТЕС і ТГП; особливості схем, обладнання і функціонування різних типів установок до зменшення викидів.

## Теми курсу

### Модуль 1.

**Змістовий модуль 1.** Шкідливі викиди продуктів згоряння та методи їх усунення.

**Тема 1.** Характеристика шкідливих викидів.

**Тема 2.** Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі.

**Тема 3.** Запобігання забрудненню повітряного басейну при спалюванні, збагаченні та виробництві палива.

**Тема 4.** Зменшення забруднення атмосфери сірчистими сполученнями.

**Тема 5.** Зменшення викидів окисів азоту при спаленні палива.

### Модуль 2.

**Змістовий модуль 2.** Очищення продуктів згоряння від твердих часток.

**Тема 6.** Основні фізико-хімічні властивості золи і пилу.

**Тема 7.** Основи теорії золоуловлювання.

**Тема 8.** Пилоосаджувальні камери і апарати сухого очищення газів.

**Тема 9.** Апарати охолодження і мокрого очищення газів.

**Тема 10.** Апарати фільтраційного очищення газів.

**Тема 11.** Електричне очищення газів.

**Тема 12.** Вогневе знешкодження промислових викидів.

**Тема 13.** Запобігання забрудненню атмосфери шляхом створення безвідходної технології та багаторазового послідовного використання теплоти продуктів згоряння.

**Тема 14.** Розрахунок розсіювання шкідливих викидів в атмосфері і вибір димових труб.

**Тема 15.** Водне господарство промислових підприємств.

**Тема 16.** Методи очищення стічних вод.

**Тема 17.** Методи доочищення стічних вод і обробка осаду та повторного використання стічних вод на промислових підприємствах.

**Тема 18.** Теплове забруднення.

**Тема 19.** Стічні води ТЕС, які забруднені нафтопродуктами.

**Тема 20.** Регенераційні і промивочні води водопідготовчих установок (ВПУ і конденсатоочисток.

**Тема 21.** Стічні води систем гідрозоловидаляння (ГЗВ) ТЕС.

**Тема 22.** Води від обмивок зовнішніх поверхонь котлів.

**Тема 23.** Води після хімічних промивок і консервування обладнання.

## Тематично-календарний план

### II семестр

			Тема лекції		Тема лабораторних, практичних семінарських занять	Графік контролю		
						пр	дз	КП
1 М О Д У Л Ь	1	1	Екологічні аспекти розвитку теплоенергетики України. Правова база і механізми керування охороною навколишнього середовища					
	2	1	Характеристика шкідливих викидів та їх класифікація. Нормування шкідливих речовин у повітрі. Гранично допустима концентрація шкідливих речовин та їх гранично допустимі викиди	2	Вивчення статей законів України „Про охорону навколишнього середовища” та інші	пр.		
	3	2	Забруднення атмосфери сірчатими сполученнями. Усунення сірки з твердого та рідкого палива. Очищення газоподібних палив від сірководню.	2	Визначення гранично допустимих викидів на теплових електричних станціях	пр.		
	4	2	Газифікація палива. Коефіцієнт газифікації і ККД газогенераторної установки. Підземна газифікація вугілля та мазута.	2	Визначення забруднення атмосфери сірчатими сполученнями.	пр.		
	5	2	Утворення окислів сірки. Корозійні властивості продуктів згоряння, які вміщують сірковий ангідрид, та їх очищення.					

			Тема лекції		Тема лабораторних, практичних семінарських занять	Графік контролю		
						пр	дз	КП
1 М О Д У Л Ь	6	2	Методи боротьби з підвищеними викидами окислів сірки. Технологічні схеми.	2	Вивчення технологічних схем очищення продуктів згоряння від сірчатих сполучень	пр.		
	7	2	Зменшення викидів окислів азоту при спаленні палива. Термічна теорія утворення окислів азоту при згорянні. Термальні оксиди азоту.					
	8	2	Паливні оксиди азоту. Умови їх утворення. Фронтальні оксиди азоту. Методи зменшення викидів азоту в атмосферу. Рециркуляція продуктів згоряння	2	Визначення викидів окислів азоту та розробка заходів їх зменшення	пр.		
	9	2	Утворення окислів азоту у залежності від конструкції спалювального устрою. Методи очищення продуктів згоряння від окислів азоту					
	10	2	Усунення викидів сажи, бенз(а)пірену, окиса вуглецю шляхом забезпечення умов повноти згоряння. Вплив на повноту згоряння різноманітних факторів.	1	Визначення небезпечної швидкості вітру і відстані, на якій досягає максимальна концентрація шкідливих викидів	пр.		
	11	2	Розсіювання продуктів згоряння в атмосферу. Турбулентна дифузія в атмосфері, рівняння турбулентної дифузії.					
	12	2	Підйом димового факелу над устям труби. Вплив різноманітних факторів на підйом димового факелу.	1	Розрахунок розсіювання викидів в атмосферу.	пр.		
	13	2	Методика розсіювання димового факелу в атмосфері з димових труб електростанцій. Визначення висоти димової труби.					
14	2	Типи димових труб, вибір їх основних параметрів. Вибір кількості димових труб на ТЕС.	2	Визначення висоти труб: графо-аналітичним методом та методом послідовних наближень	пр.			

			Тема лекції		Тема лабораторних, практичних семінарських занять	Графік контролю		
						пр	дз	КП
2 М О Д У Л Ь	15	2	Очистка продуктів згоряння від твердих часток. Характеристика твердих часток та димових газів. Основи теорії золовловлювання.		Розрахунок необхідної кількості труб на ТЕС.			
	16	2	Методи визначення запиленості газів і оцінка ефективності систем пиле-золоуловлювання.	2	Визначення коефіцієнта очищення циклонів	пр.		
	17	2	Методи боротьби зі звищеними викидами твердих часток. Апарати сухого очищення газів, їх розрахунок і класифікація.					
	18	2	Підготовка промислових газів до очищення. Апарати охолодження.	2	Розрахунок апаратів сухого очищення газів	пр.		
	19	2	Апарати мокрого очищення газів, їх класифікація, принцип роботи.					
	20	2	Розрахунок і способи інтенсифікації роботи апаратів мокрого очищення газів.	2	Розрахунок апаратів мокрого очищення газів.	пр.		
	21	2	Апарати фільтраційного очищення газів, класифікація та принцип дії і розрахунок.					
	22	2	Електрична очистка газів. Електрофільтри, принцип дії, класифікація, розрахунок.	2	Розрахунок електричних фільтрів.	пр.		
	23	2	Абсорбційний, адсорбційний і каталітичний методи очищення газоподібних відходів.					
	24	2	Захисні зони промислових підприємств.	1	Розробка захисних зон ТЕС, котельень.	пр.		
	25	1	Охорона гідросфери. Водний кодекс водоймища. Основні поняття та визначення водних об'єктів.					
	26	1	Класифікація та загальна характеристика забруднювачій стічних вод. ГДК та ПДВ шкідливих речовин.	1	Визначення граничної конденсаційної потужності ТЕС з прямооточним водопостачанням.	пр.		
	27	2	Норми водопостачання. Системи водопостачання. Схеми та системи каналізації промислових підприємств.					

			Тема лекції		Тема лабораторних, практичних семінарських занять	Графік контролю		
2 М О Д У Л Ь	28	2	Класифікація, склад і властивості промислових стоків. Необхідна ступінь очищення перед спуском їх в каналізацію і водоймища.	2	Визначення необхідної ступені очищення стічних вод.	пр.		
	29	2	Класифікація методів очищення виробничих та побутових стічних вод і основні принципи їх вибору. Фізико-механічна очистка стічних вод.					
	30	2	Характеристика та задачі розрахунку решіток, пісковловлювачів, відстійників, нафтопасток. Фільтрування та типи фільтрів.	2	Розрахунок нафтопасток.	пр.		
	31	2	Хімічне очищення стічних вод. Фізико-хімічне очищення стічних вод. Флотація. Методи флотації. Задачі і порядок розрахунку.	2	Вибір і розрахунок споруджень флотаційної установки	пр.		
	32	2	Методи доочищення стічних вод. Біофільтри, біологічні ставки. Аеротенки. Термічне знешкодження промислових викидів. Способи обробки осаду стічних вод. Метатенки. Термічна обробка осаду та інші шляхи його ліквідації.					

#### Б. План виконання самостійних робіт

Назва роботи	Термін виконання завдання, годин	Примітка
Вивчення лекційного матеріалу	60	
Самостійна робота підготовка до практичних занять	30	

## Інформаційні матеріали

### Рекомендована література

#### Основна

- 1 Захист навколишнього середовища при роботі тепло технологічного устаткування: Навч. Посібник/ Н.А.Шаройко, А.О. Каграманян, І.П. Полтавський та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 400 с.
- 2 Апостолюк С.О., Джигірей В.С., Апостолюк А.С. Промислова екологія: Навч. посібник. – К.: Знання, 2005. – 474.

- 3 Природоохоронна діяльність на залізничному транспорті України: проблеми і рішення/ В.Н.Плахотник і др.– К.: Транспорт України, 2001.– 244 с.
- 4 Закон України «Про охорону навколишнього середовища»; -XII від 25.06.1991 р. //Ведомості Верховної Ради. – 2004. -№25(259). –С.546.
- 5 Маляренко В.А. Енергетика і навколишнє середовище. – Х.: Видавництво САГА, 2008. – 364 с.
- 6 Энергетика и окружающая среда/ Ф.В. Скалкин, А.А.Канаев, И.З. Кооп. – Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1981. – 280 с.

#### **Допоміжна**

1. Рихтер А.А. и др. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций: Учебник для вузов /Л.А.Рихтер, Э.П.Волков, В.Н.Покровский; Под ред. П.С.Непорожного. – М.: Энергоиздат, 1981. – 296 с.
2. Очистка производственных сточных вод: Учебн. пособие для студентов вузов /С.В.Яковлев и др. – М.: Стройиздат, 1979. – 320 с.
3. Энергетика и охрана окружающей среды /Под ред. Н.Г.Залогина и др. – М.: Энергия, 1979. – 352 с.

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

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
3. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95>
4. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
5. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/>

#### **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>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 «Захист навколишнього середовища при роботі тепло технологічного устаткування» студент повинен знати значення та місце охорони навколишнього середовища при роботі тепло технологічного устаткування ТЕС і ТГП у країни. Структуру та состав основних викидів устаткування теплових схем ТЕС і ТГП різних типів. Вплив різних режимних факторів роботи ТЕС і ТГП на забруднення атмосфери та водного басейну. Значення і методи організації зниження шкідливих речовин. Принципи роботи, конструкцію, критерії вибору та компонування установок зниження шкідливих викидів основного і допоміжного устаткування ТЕС і ТГП.

Мати уявлення з класифікації шкідливого забруднювання навколишнього середовища та нормуванню вмісту шкідливих речовин.

Після закінчення освоєння дисципліни студент буде здатний:

- уявляти номенклатуру забруднюючих речовин при роботі теплотехнологічних установок;
- аналізувати методи утворення забруднюючих речовин;
- розробляти технологічні схеми очищення продуктів згоряння;
- розраховувати різні установки для захисту навколишнього середовища.

## **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/>