

ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ПОГОДЖУЮ

Гарант освітньої програми


Валентина ЗУБЕНКО
"2" вересня 2024 року

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


Микола ВОЛОШИН
Протокол засідання кафедри
гідротехнічного будівництва, водної та
електричної інженерії ХДАЕУ
від "30" серпня 2024 року № 1

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теплотехнічні процеси та установки

Назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Освітня програма – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Кропивницький – 2024

1. Загальна інформація

Назва навчальної дисципліни	Основи теплотехніки
Факультет	Архітектури та будівництва
Назва кафедри	гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії
Викладач	Литвиненко Віктор Миколайович, кандидат технічних наук, доцент; кафедра гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії ХДАЕУ; наукові інтереси - дослідження і розробка технологій напівпровідникових структур і їх застосування для створення електронних приладів.
Контактна інформація	моб.тел. +38-095-873-23-03; моб.тел. +38-095-873-23-03; e.mail – lytvynenko_v@ksaeu.kherson.ua; e.mail кафедри – kaf_gtb@ksaeu.kherson.ua
Графік консультацій	Вівторок, четвер – з 15 ⁰⁰ до 17 ⁰⁰ ; можливі онлайн консультації, для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача
Програма дисципліни	Змістова частина 1. Основи технічної термодинаміки та теплоенергетичні установки Тема 1. Технічна термодинаміка як теоретична основа теплоенергетики Предмет технічної термодинаміки і її методи. Термодинамічна система. Робоче тіло. Зовнішнє середовище. Термодинамічні параметри стану. Термічні параметри стану. Термічні коефіцієнти. Рівноважний і нерівноважний стан термодинамічної системи. Рівняння стану. Термодинамічний процес. Рівноважний і нерівноважний, оборотний і необоротний процеси. Кругові процеси (цикли). Тема 2. Теплота і робота як форми передачі енергії Термодинаміка ідеального газу. Основні закони ідеальних газів. Рівняння стану ідеального газу. Робота розширення. Ентальпія робочого тіла як функція стану. Перший закон термодинаміки. Ентропія як параметр стану термодинамічної системи. Термодинамічні процеси ідеальних газів. Тема 3. Сутність другого закону термодинаміки Термічний ККД і холодильний коефіцієнт циклів. Прямий і зворотний цикли Карно. Регенеративний узагальнений цикл Карно. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Об'єднані рівняння 1-го і II-го законів термодинаміки. Зміна ентропії в необоротних термодинамічних процесах ізольованих систем. Тема 4. Термодинамічні процеси в реальних газах і парі Рівняння стану реального газу або рівняння Ван-дер-Ваальса. Приведене рівняння Ван-дер-Ваальса. Закон відповідних станів. Критичні параметри речовини. p, T – діаграма при фазових переходах рідини і газу. Тема 5. Теплотехнічні установки. Використання відпрацьованого тепла Принципова схема паросилової установки. Паровий цикл Карно. Цикл Ренкина з перегрітою парою. Поршневі компресори. Термодинамічний аналіз ідеального компресора. Багатоступінчатий компресор.

	Основні схеми використання відпрацьованого тепла. Котли-утилізатори. Схема комплексного використання відпрацьованої пари. Схема використання теплоти охолодженої води для теплопостачання споживачів. Змістова частина 2. Трансформатори тепла та холодильна техніка Тема. 6. Трансформатори тепла Термодинамічні основи процесів трансформації теплоти. Теплонасосні установки. Типи теплових насосів. Компресійні теплонасосні установки. Абсорбційні теплонасосні установки. Периферійне устаткування теплових насосів. Сонячні колектори. Сонячні абсорбери. Теплообмінники для використання рідких теплоносіїв. Ґрунтові теплообмінники. Теплообмінники, що використовують повітря як теплоносіїв. Використання джерел теплоти з навколишнього середовища. Тема 7. Теоретичні основи охолодження. Способи отримання штучного холоду Теоретичні основи охолодження. Обернений цикл Карно. Холодопродуктивність. Робочі речовини холодильних машин, їх термодинамічні властивості. Методи штучного охолодження. Тема 8. Компресорні та абсорбційні холодильні машини Помірне охолодження. Цикли компресорних та абсорбційних холодильних установок. Цикл повітряної холодильної установки. Основні типи компресорних холодильних машин. Розрахунок енергетичного балансу холодильної машини. Будова та принцип дії абсорбційної холодильної машини. Типи абсорбційних холодильних машин.
Мова викладання	українська

2. Анотація курсу

Анотація курсу	Навчальна дисципліна «Теплотехнічні процеси та установки» вивчається здобувачами вищої освіти за освітньою програмою першого бакалаврського рівня спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» на 4 курсі у 8 семестрі. Дисципліна «Теплотехнічні процеси та установки» є наукою, що надає майбутнім фахівцям необхідні знання з основ технічної термодинаміки і теорії теплообміну і обґрунтування з термодинамічної точки зору експлуатаційних властивостей теплових двигунів, теплотехнічного устаткування, холодильних установок та інших теплоенергетичних пристроїв. Вивчення дисципліни «Теплотехнічні процеси та установки» формує у студентів професійні уміння та навички в теплоенергетичній галузі.
Інформаційний пакет дисципліни	1. Конспект лекцій з курсу “ Теплотехнічні процеси та установки”, ХДАЕУ, 2022, (укладач: Литвиненко В.М.). 2. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу “ Теплотехнічні процеси та установки ”, ХДАЕУ, 2022, (укладач: Литвиненко В.М.). 3. Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів з курсу “ Теплотехнічні процеси та установки ”, ХДАЕУ, 2022, (укладач: Литвиненко В.М.).

	4. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу "Теплотехнічні процеси та установки", ХДАЕУ, 2022 (укладач: Литвиненко В.М.).
--	--

3. Мета та завдання курсу

Мета викладання дисципліни	Формування у майбутніх фахівців систематичних знань з теоретичних основ термодинаміки, методів отримання, перетворення, передачі і використання теплоти, принципів дії і конструктивних особливостей теплових і атомних електростанцій, газотурбінних установок, теплових двигунів, холодильних машин, теплообмінних апаратів та основ їх проектування, а також з екологічних проблем енергетичної техніки.
Завдання вивчення дисципліни	Основними завданнями вивчення дисципліни є: засвоєння фундаментальних понять термодинаміки і теорії теплообміну; засвоєння основних закономірностей і особливостей процесів взаємного перетворення енергії в формі теплоти і роботи; засвоєння закономірностей теплообміну конвекцією, випромінюванням та теплопровідністю; засвоєння закономірностей протікання теплових процесів у різних теплоенергетичних установках; вивчення конструкцій та методів розрахунку теплообмінного обладнання; вивчення циклів і схем теплоенергетичних установок і методів оцінки їх енергетичної ефективності.

4. Програмні компетентності та результати навчання

Компетентності здобувача вищої освіти, сформовані в результаті вивчення курсу	
Загальні	K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. K07. Здатність працювати в команді. K10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
Спеціальні (фахові)	K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР). K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування. релейного захисту та автоматики. K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.
Програмні результати навчання (ПР)	
ПРН	ПР04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок. ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

5. Місце навчальної дисципліни у структурі освітньої програми

Рік викладання	2024-2025 н.р.
Семестр	8
Курс	4
Обов'язкова компонента / Вибіркова компонента	Обов'язкова компонента
Пререквізити	Знання з дисципліни забезпечуються наступними навчальними дисциплінами спеціальності: „Вища математика”, „Фізика з основами радіоелектроніки”, „Основи електропостачання”, „Теоретичні основи електротехніки”, „Основи електроніки”, „Електричні системи та мережі”, „Основи релейного захисту”, „Автоматизоване управління енергетичними об'єктами”, „Спеціальні розділи теоретичних основ електротехніки”, „Основи теплотехніки”.
Постреквізити	Знання з основних розділів дисципліни забезпечують подальше вивчення таких дисциплін: „Електропостачання промислових підприємств”, „Способи поліпшення якості електроенергії в мережах живлення” та інших спеціальних дисциплін, в яких набуті знання будуть базою для розрахунку та вибору оптимальних параметрів пристроїв електричних мереж, електричних станцій, підстанцій та пристроїв їх релейного захисту.

6. Обсяг курсу на поточний навчальний рік

Кількість кредитів / годин	3,0/90 год.
Лекції	22 год.
Практичні / Семінарські	4 год.
Лабораторні	18 год.
Самостійна робота	46 год.
Форма підсумкового контролю	8 семестр - екзамен

7. Технічне та програмне забезпечення / обладнання

Технічне та програмне забезпечення	Доступ до мережі Internet, точка доступу Wi-Fi; OS: Windows, Android, iOS; Програмне забезпечення: Word, Excel, PowerPoint; Zoom, Google Meet, AutoCAD, ArcGis, Digitals; Система електронного навчання Moodle. Комп'ютерне забезпечення під час демонстрування презентацій. Під час виконання практичних робіт використовується комп'ютерна програма Electronic Workbench.
Обладнання	1) дослідна установка визначення масової ізобарної теплоємності повітря; 2) дослідна установка визначення показника адіабати повітря; 3) дослідна установка вивчення процесу теплопровідності матеріалів; 4)

	дослідна установка вивчення процесу тепловіддачі в необмеженому просторі; 5) дослідна установка дослідження процесу теплообміну випромінюванням між двома тілами; 6) дослідна установка вивчення процесу тепловіддачі від горизонтальної труби до повітря в умовах вільної конвекції; 7) дослідна установка дослідження основних процесів вологого повітря; 8) дослідна установка теплообмін при конденсації холодильного агента; 9) Дослідна установка вимірювання температури пірометрами випромінювання; 10) ватметр; 11) реостат; 12) стрілочний амперметр; 13) стрілочний вольтметр; 14) мультиметр M890G; 15) цифровий мультиметр МУ – 68.
--	--

8. Політика курсу

Загальні вимоги	Здобувачі вищої освіти повинні плановірно та систематично засвоювати навчальний матеріал. Активно працювати під час практичних та лабораторних занять, повною мірою долучатись до активних форм навчання. Заохочується робота у науковому гуртку «Актуальні проблеми електроніки та електроенергетики», підготовка тез доповідей та участь у конференціях, підготовка та публікація наукових статей, участь у конкурсах наукових робіт та інше.
Політика щодо дедлайнів і перескладання	Письмові роботи, надані з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів). Перескладання відбувається за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. Процедура відпрацювання попущених занять здійснюється шляхом розв'язання задач з пропущеної теми. Не запізнюватись на заняття. Дотримуватись техніки безпеки. Здобувач вищої освіти допускається до виконання лабораторних робіт тільки за умови завчасного ознайомлення з темою лабораторної роботи. Пропущенні заняття відпрацьовувати у встановлений викладачем час.
Політика щодо виконання завдань	Позитивно оцінюються відповідальність, старанність, креативність, фундаментальність. Під час підготовки до лабораторних і практичних занять, виконання самостійної роботи необхідно спиратись на конспект лекцій та рекомендовану літературу. Водночас вітається використання інших джерел з альтернативними поглядами на ті чи інші питання задля формування продуктивної дискусії та різнобічного вивчення тем дисципліни.
Академічна доброчесність	Роботи здобувачів є виключно оригінальним дослідженням чи міркуванням. Будь-яке списування або плагіат (використання, копіювання підготовлених завдань та/або розв'язання задач іншими здобувачами) тягне за собою анулювання зароблених балів. Списування під час контрольних, тестових робіт та протягом іспиту заборонено.

9. Структура курсу

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				
			годин				балів
			лк	лаб.	сем. / пр.	СР	

Змістова частина 1. Основи технічної термодинаміки та теплоенергетичні установки							
1	Тема 1	Технічна термодинаміка як теоретична основа теплоенергетики	2				
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу.					2
2	Тема 2	Теплота і робота як форми передачі енергії	2			4	
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу.					2
3	Тема 3	Сутність другого закону термодинаміки	2				
	Лабораторна робота	Визначення масової ізобарної теплоємності повітря.		2			4
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи та її виконання.				4	1
4	Тема 4	Термодинамічні процеси в реальних газах і парі	2				
	Лабораторна робота	Визначення показника адіабати повітря. Вивчення процесу теплопровідності матеріалів.		4			5
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи та її виконання.				4	1
5	Тема 5	Теплотехнічні установки. Використання відпрацьованого тепла	2				
	Лабораторна робота	Дослідження процесу теплообміну випромінюванням між двома тілами. Вивчення процесу тепловіддачі від горизонтальної труби до повітря в умовах вільної конвекції.		4			4
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до контрольної роботи.				4	2
	ЗЧ 1	Контрольна робота	-		-	-	6
	ПКЗЧ 1		10	10		16	27

Змістова частина 2. Трансформатори тепла та холодильна техніка							
6	Тема 6	Трансформатори тепла	4				
	Практична робота	Вивчення будови та принципу дії теплових насосів.			2		2
	Лабораторна робота	Вивчення процесу тепловіддачі від горизонтальної труби до повітря в умовах вільної конвекції. Дослідження основних процесів вологого повітря.		4			2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної, лабораторної роботи та їх виконання.				6	1
7	Тема 7	Теоретичні основи охолодження. Способи отримання штучного холоду	4				
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу.				4	2
8	Тема 8	Компресорні та абсорбційні холодильні машини	4				
	Практична робота	Вивчення будови та принципу дії абсорбційної холодильної машини.			2		1
	Лабораторна робота	Теплообмін при конденсації холодильного агента. Вимірювання температури пірометрами випромінювання.		4			3
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до контрольної роботи.				5	1
	ЗЧ 2	Контрольна робота	-	-	-		6
	Розрахунково-графічна робота		-	-	-	15	15
	ПКЗЧ 2		12	8	4	30	18
	Усього за курс		22	18	4	46	60
		Екзамен					40

10. Форми і методи навчання

Лекція	Під час лекційних занять викладається основний матеріал дисципліни «Теплотехнічні процеси та установки». Використовуються словесні методи навчання: пояснення (інформаційно-повідомлювальне, інструктивне-практичне, пояснювально-спонукальне, система зображально-виражальних засобів). Проводяться лекції за формами: вступна, тематична, оглядова, підсумкова. Проведення лекційних занять включає: викладення теоретичного матеріалу, оглядові лекції з використанням наочного матеріалу, опорного конспекту. Рівень засвоєння матеріалу студент контролює самостійно шляхом відповідей на запитання для самоперевірки.
Практичні /Семінарські	На практичних заняттях розв'язуються практичні задачі з теорії термодинаміки. Рівень засвоєння матеріалу контролюється написанням самостійних робіт.
Лабораторні	Лабораторні роботи виконуються в лабораторії енергетики на стандартних установках та нестандартних пристроях, які створені в лабораторії з використанням вимірювальних приладів. Також лабораторні роботи можуть виконуватись на ЕОМ з використанням програми Electronic Workbench. Під час виконання лабораторних робіт перевіряються теоретичні закономірності, що наводяться в лекційному матеріалі. Здобувачі вищої освіти виконують дослідження самостійно під керівництвом.
Самостійна робота	Для самостійного опрацювання лекційного матеріалу здобувачі вищої освіти використовують, крім підручників, навчально – методичну літературу, створену на кафедрі. Найбільш обдарованим студентам пропонуються індивідуальні теми для досліджень в студентському науковому гуртку. Для більш ефективного засвоєння дисципліни передбачена самостійна робота, в якій для перевірки аналітичних розрахунків використовується персональний комп'ютер. З метою розвитку необхідних фахівцю навичок самостійної роботи і практичного використання теорії електропостачання при вирішенні технічних задач, а також для стимулювання більш поглибленого вивчення матеріалу дисципліни програмою курсу передбачено розрахунково – графічну роботу. Тематика робіт, методичні вказівки та індивідуальні завдання визначаються кафедрою на підставі існуючих і власних розробок. Тема розрахунково – графічної роботи: «Розрахунок параметрів газів та теплоенергетичних установок». При виконанні розрахунково – графічної роботи необхідно виконати наступні розрахунки: 1. Розрахунок роботи розширення газу при його ізобарному нагріванні. 2. Розрахунок величини зміни температури ΔT одноатомного газу при передачі йому певної кількості теплоти. 3. Розрахунок коефіцієнта корисної дії двигуна, який працює за циклом Карно. 4. Розрахунок коефіцієнта корисної дії теплового двигуна. 5. Розрахунок коефіцієнта корисної дії електромотора.

11. Система контролю та оцінювання

Поточний контроль

Навчальна програмна з дисципліни передбачає регулярне проведення обов'язкових контрольних заходів, успішне виконання яких в відведений час має дати семестрову рейтингову оцінку. Методи поточного контролю: усний контроль (опитування, бесіда, доповідь, повідомлення тощо); письмовий контроль (контрольна робота, твір, реферат, виклад матеріалу на задану тему в письмовій формі тощо); комбінований контроль; презентація самостійної роботи студента; практичний контроль (підчас практичних робіт, на практикумах, підчас усіх видів практики); спостереження як метод контролю; тестовий контроль; графічний контроль; програмований контроль; лабораторний контроль; проблемні ситуації тощо.

Вимоги та методи допоточного контролю, індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, звіт, реферат, презентація тощо. Оцінювання знань здобувачів на основі поточного контролю відбувається: а) способом перевірки систематичності та активності роботи здобувача над вивченням програмного матеріалу курсу протягом семестру; б) способом виконання завдань самостійної роботи здобувача.

Підсумковий контроль за змістовою частиною

Контроль у навчанні здобувачів вищої освіти передбачає виявлення рівня сформованості професійних навичок і вмінь, визначення правильної організації навчального процесу, діагностування труднощів засвоєння матеріалу, перевірку ефективності використання методів і прийомів навчання. Контроль здійснюється з дотриманням вимог об'єктивності, індивідуального підходу, систематичності і систем осі, всебічної апрофесійної спрямованості контролю.

Використовуючи методи усного та письмового контролю, які сприяють підвищенню мотивації майбутніх фахівців до навчально-пізнавальної діяльності. Відповідно до специфіки підготовки здобувачів вищої освіти перевага надається:

- усному опитуванню студентів (презентація, доповідь);
- письмовому (модульна/семестрова контрольна робота, тест та ін.).

Підсумковий контроль

Формою підсумкового контролю є іспит. Здобувач вищої освіти допускається до складання іспиту, якщо він захистив лабораторні роботи та розрахунково-графічну роботу і написав контрольні роботи за змістовими частинами на позитивні оцінки. Екзамен складається з двох частин: теоретичної - у формі тестування (тестування на паперовому носії із ручною перевіркою) і практичної з розв'язанням задач. Основні вимоги до контролю знань наведені у Положенні про оцінювання знань здобувачів ВО ХДАЕУ. Загальна підсумкова оцінка з навчальної дисципліни складається із суми балів за поточну успішність (не більше 60 балів) та екзамен (не більше 40 балів).

Розподіл балів з дисципліни (форма контролю – екзамен)

Поточне оцінювання і контроль змістових частин (бали)										РГР	Підсумковий контроль (екзамен)	Сума
Змістова частина 1						Змістова частина 2						
T1	T2	T3	T4	T5	KP1	T6	T7	T8	KP2	15	40	100
4	5	4	5	4	5	4	4	5	5			

12. Шкала оцінювання

Шкала рейтингу ХДАЕУ	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	Задовільно	
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано
1-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням курсу)	

13. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Основна література	- Василенко С.М., Павелко В.І., Форсюк А.В., Масліков М.М., Іващенко Н.В., Барановська С.В. Теплохолодотехніка. Навчальний посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2019. 258 с. - Обертюх Р.Р. Теоретичні основи теплотехніки. Електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]. – Вінниця : ВНТУ, 2020. 180 с. - Пугачова Т.М., Кошельник О.В., Круглякова О.В., Павлова В.Г., Долобовська О.В. Удосконалення методів підвищення довговічності парових турбін: колективна монографія. - Харків: Друкарня «Мадрид», 2021. 105с. - Дубровська, В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. 152 с.
Додаткова	- Лабораторний практикум з основ термодинаміки та теплотехніки : методичні вказівки / Ю. Г. Щербак, О. В. Щесюк, В. І. Кубов, О. Ф. Прищепов, Д. А. Лісков. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. 72 с. - Канюк Г.І., Пугачова Т.М., Без'язичний В.Ф., Близниченко О.В., Шматков Д.І. Основи енерго- і ресурсозбереження. Навчальний посібник. – Харків: Друкарня «Мадрид», 2016.

	230с. 3. Тітлов О.С., Горикін С.Ф. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості. Навчальний посібник. – Львів: Новий Світ-2000, 2012. 286 с.
Інформаційні ресурси	Освітньо-професійна програма підготовки бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
	Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua
	Наукова бібліотека Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23. URL: http://ksau.kherson.ua/nnb.html
	Кафедра ГТБВтаЕІ: http://www.ksau.kherson.ua/budgidro/kafedagts.html3
	http://ttte.onaft.edu.ua