

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
«27» травня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

“ТЕРМОДИНАМІКА ТА ТЕПЛОВІ МАШИНИ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма «Автомобільний транспорт»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доцент кафедри інженерії енергосистем, к.т.н., доцент С.Є. Тарасенко

КИЇВ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

Термодинаміка та теплові машини

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	274 – «Автомобільний транспорт»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5,0	
Кількість змістових модулів	3,0	
Форма контролю	<i>Іспит</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2-й	-
Семестр	4-й	-
Лекційні заняття	45 год.	-
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	45 год.	-
Самостійна робота	60 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6 год.	-

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – засвоєння майбутніми інженерами-автомеханіками теоретичних основ термодинаміки, теорії тепломасообміну, раціонального використання енергоресурсів і захисту навколишнього середовища.

Завдання дисципліни – полягає у створенні теоретичної бази для вивчення студентами спеціалізованих питань щодо дослідження роботи теплових та холодильних машин та ін. енергетичного устаткування.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- основи технічної термодинаміки;
- основні положення теорії тепломасообміну;
- теплові процеси в теплоенергетичних установках та системах в с.г. виробництві;
- методи та технічні засоби використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії;
- законодавчу базу, методи та технічні засоби енергозбереження в теплотехнологіях.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен *вміти*:

- виконувати базові теплотехнічні розрахунки різноманітних технологічних процесів та систем теплопостачання;
- застосовувати сучасні технології при проектуванні теплоенергетичних установок різного призначення, зокрема теплових та холодильних машин;
- під час проектування теплоенергетичного обладнання використовувати сучасні спеціалізовані комп'ютерні програми для числового моделювання;
- здійснювати техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень щодо доцільності застосування того чи іншого технологічного процесу та/або системи теплопостачання.

Набуття компетентностей для освітньо-професійної програми:

Загальні компетентності	ЗК 2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК 6	Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології
Фахові (спеціальні) компетентності	ФК 2	Здатність використовувати у професійній діяльності знання з основ конструкції, експлуатаційних властивостей, робочих процесів і основ розрахунку автомобільних транспортних засобів
	ФК 3	Здатність проведення вимірювального експерименту і обробки його результатів
	ФК 4	Здатність розробляти технологічні процеси, технологічне устаткування та оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів
	ФК 6	Здатність розробляти з урахуванням безпекових, економічних, екологічних та естетичних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості технологічних процесів
	ФК 8	Здатність організовувати ефективну експлуатацію об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів
	ФК 10	Здатність здійснювати технічну діагностику об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів
	ФК 11	Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних спеціалізованих задач автомобільного транспорту

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН-1. Мати концептуальні наукові та практичні знання, необхідні для розв'язання спеціалізованих складних задач автомобільного транспорту, критично осмислювати відповідні теорії, принципи, методи і поняття.

ПРН-3. Застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення, інформаційні та інформаційно-комунікаційні технології для дослідження моделей об'єктів і процесів автомобільного транспорту, експлуатаційних властивостей автомобільних транспортних

засобів, здійснення інженерних і техніко- економічних розрахунків, створення проектно-конструкторської документації та розв'язування інших задач автомобільного транспорту.

PH-4. Відшукувати необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах; аналізувати та оцінювати цю інформацію.

PH-7. Аналізувати інформацію, отриману в результаті досліджень, узагальнювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності.

PH-8. Розуміти і застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові та законодавчі акти України, міжнародні нормативні документи, Правила технічної експлуатації автомобільного транспорту України, інструкції та рекомендації з експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів.

PH-9. Аналізувати та оцінювати об'єкти автомобільного транспорту, їх системи та елементи.

PH-10. Планувати та здійснювати вимірвальні експерименти з використанням відповідного обладнання, аналізувати їх результати.

PH-12. Розробляти, оформляти та впроваджувати у виробництво документацію щодо технологічних процесів експлуатації, ремонту та обслуговування автомобільних транспортних засобів, їх систем та інших інструктивних вказівок, правил та методик.

PH-13. Розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, визначати склад та площі приміщень, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.

PH-14. Аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об'єктів автомобільного транспорту.

PH-15. Брати участь у розробці та реалізації інженерних та/або виробничих проектів у сфері автомобільного транспорту, визначати тривалість та послідовність робіт, потреби у ресурсах, прогнозувати наслідки реалізації проектів.

PH-16. Організовувати експлуатацію автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів.

PH-18. Розробляти технології виробничих процесів на усіх етапах життєвого циклу об'єктів автомобільного транспорту.

PH-19. Здійснювати технічну діагностику автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів з використанням відповідних методів та засобів, а також технічних регламентів, стандартів та інших нормативних документів.

PH-20. Збирати та аналізувати діагностичну інформацію про технічний стан автомобільних транспортних засобів.

PH-23. Аналізувати техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів.

PH-24. Застосовувати математичні та статистичні методи для побудови і дослідження моделей об'єктів і процесів автомобільного транспорту, розрахунку їх характеристик, прогнозування та розв'язання інших складних задач автомобільного транспорту.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного та скороченого терміну денної форми навчання.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка

Тема 1. Вступ до дисципліни

Визначення понять теплотехніка та «технічна термодинаміка». Внесок вітчизняних вчених у розвиток теплотехніки.

Тема 2. Теплота і робота – дві форми існування енергії. Перший закон термодинаміки

Поняття «робоче тіло», термодинамічний процес та термодинамічна система.

Класифікація та визначення основних параметрів термодинамічної системи, та їх вплив на термодинамічний аналіз процесів ідеального газу.

Поняття та визначення ентальпії і ентропії.

Зображення термодинамічних процесів у P – V координатах. Аналітичні вирази для визначення теплоти і роботи. Суть та математичний запис першого закону термодинаміки.

Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів ідеального газу

Поняття про ідеальні і реальні гази. Три форми запису рівняння ідеального газу. Властивості ідеальних газів. Властивості реальних газів. Основні закони ідеальних газів: закони Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля і Авогадро. Рівняння стану ідеальних газів. Універсальна газова постійна та її фізичний зміст.

Рівняння і графічне зображення основних термодинамічних процесів ідеальних газів: ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного, політропного. Робота розширення і стиснення газу в термодинамічних процесах ідеальних газів.

Поняття про газову суміш. Закон Дальтона. Парціальний тиск і його визначення.

Розрахункова робота №1

Розрахунки за основними газовими законами.

Тема 4. Другий закон термодинаміки

Зображення основних термодинамічних процесів і циклу Карно в T – S координатах. Зворотній цикл Карно. Суть та формулювання другого закону термодинаміки і його аналітичний вираз. Зміна ентропії та її вплив на ізольовану термодинамічну систему.

Основні параметри стану води і водяної пари: насичена, перегріта, суха водяна пара. Зображення процесу пароутворення у P – V і T – S діаграмах водяної пари. Визначення параметрів води і водяної пари.

Тема 5. Термічний ККД циклів ДВЗ

Призначення, загальні характерні риси і класифікація теплових двигунів. Цикли двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Схема, індикаторна діаграма й ідеальний цикл двигуна з підведенням теплоти при $v = \text{const}$, $p = \text{const}$ і при змішаному підведенні теплоти. Порівняльна характеристика трьох циклів ДВЗ.

Розрахункова робота №2

Порівняльна характеристика циклів ДВЗ.

Розрахункова робота №3

Цикли двигунів внутрішнього згорання зі змішаним підводом теплоти.

Змістовий модуль 2. Основи теорії тепломасообміну

Тема 6. Теплопровідність. Закон Фур'є

Теплопровідність як один із видів теплообміну. Основне рівняння теплопровідності. Поняття температурного поля, температурного градієнту, теплового потоку. Визначення коефіцієнта теплопровідності через плоску одношарову і багатошарову стінку. Передача тепла методом теплопровідності через циліндричну одношарову і багатошарову стінку. Поняття термічного опору і щільності теплового потоку.

Тема 7. Променевий теплообмін

Основні поняття: тепловий потік, коефіцієнт тепловіддачі. Поняття про теорію подібності. Теплообмін при вільній конвекції. Теплообмін при вимушеній конвекції.

Основні поняття і визначення. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кірхгофа. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплове випромінювання газів. Сумісна

передача тепла конвекцією і променевипромінюванням. Екрани для захисту поверхонь від нагрівання. Втрати в навколишнє середовище.

Змістовий модуль 3. Застосування теплоти

Тема 8. Теплообмінні апарати

Поняття складного теплообміну. Теплопередача через плоску стінку. Теплопередача через циліндричну стінку. Коефіцієнт теплопередачі. Питоме теплове навантаження. Термічний опір стінки.

Типи теплообмінних апаратів: поверхневі, змішуючі, регенеративні. Напрямки руху теплоносія в теплообмінних апаратах та їх характеристика. Середній температурний напір. Розрахунок теплообмінних апаратів.

Тема 9. Котельні установки

Типи топків для спалювання палива: шарові, камерні, з нерухомим шаром палива, з рухомим шаром палива, механізовані, ручні. Основні характеристики топочних пристосувань. Конструкція основних вузлів топочних пристосувань. Схема котельної установки і її основні елементи. Економічність котельного агрегату. Основні типи котельних агрегатів.

Тема 10. Енергетичні палива

Дано визначення основних термінів, проведено порівняльну характеристику існуючих підходів та запропоновано узагальнену класифікацію енергоресурсів. Проаналізовано сутність понять «потенціал», «ресурсний потенціал», «виробничий потенціал».

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	Денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка														
Тема 1. Вступ до дисципліни		6	3		3									
Тема 2. Теплота і робота – дві форми існування енергії. Перший закон термодинаміки		10	4		6									
Тема 3. Термодинамічний аналіз процесів ідеального газу		32	6		6		20							
Тема 4. Другий закон термодинаміки		12	6		6									
Тема 5. Термічний ККД циклів ДВЗ		52	6		6		40							
Разом за змістовим модулем 1		112	25		27		60							

Змістовий модуль 2. Основи теорії тепломасообміну												
Тема 6. Теплопровідність. Закон Фур'є		8	4		4							
Тема 7. Променевий теплообмін		8	4		4							
Разом за змістовим модулем 2		16	8		8							
Змістовий модуль 3. Застосування теплоти												
Тема 8. Теплообмінні апарати		8	4		4							
Тема 9. Котельні установки		8	4		4							
Тема 10. Енергетичні палива		4	4									
Разом за змістовим модулем 3		20	12		10							
Усього годин		150	45		45		60					

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни	3
2	Теплота і робота – дві форми існування енергії. Перший закон термодинаміки	4
3	Термодинамічний аналіз процесів ідеального газу	6
4	Другий закон термодинаміки	6
5	Термічний ККД циклів ДВЗ	6
6	Теплопровідність. Закон Фур'є	4
7	Променевий теплообмін	4
8	Теплообмінні апарати	4
9	Котельні установки	4
10	Енергетичні палива	4
	Разом	45

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення коефіцієнта теплопровідності сипучих матеріалів методом кулі	6
2	Визначення теплоємності повітря	6
3	Визначення коефіцієнта тепловіддачі від горизонтальної труби при вільній конвекції	6

4	Випробування поршневого компресора	6
5	Випробування парокompресійної холодильної установки	6
6	Розрахунок та аналіз газових сумішей	15
	Разом	45

5. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- іспит (тестування з письмовим опитуванням);
- модульне тестування;
- захист практичних робіт.

6. Методи навчання

I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● лекція ● розповідь-пояснення ● бесіда 	<ul style="list-style-type: none"> ● ілюстрація ● демонстрація 	<ul style="list-style-type: none"> ● практичні роботи
<i>Індуктивні методи</i>		<i>Дедуктивні методи</i>
узагальнення, пов'язані із проведенням розрахунків на основі розрахункових даних		аналіз навчального матеріалу, результатів практичних робіт з метою виявлення нових даних, висновків
<i>Репродуктивні методи</i>		<i>Творчі, проблемно-пошукові методи</i>
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна робота студентів, творча пізнавальна діяльність

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

<i>методи стимулювання інтересу до навчання</i>	<i>методи стимулювання обов'язку й відповідальності</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу ● навчальні дискусії ● аналіз практичних ситуацій 	<ul style="list-style-type: none"> ● роз'яснення мети навчального предмета ● вимоги до вивчення предмета (дисциплінарні, організаційно-педагогічні) ● заохочення та покарання в навчанні

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

7. Оцінювання результатів навчання

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторно-практичних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на лабораторно-практичних заняттях та результатами тестового контролю. Змістові модулі 2 і 3 оцінюються за результатами виконання та захисту лабораторно-практичних робіт і тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється на екзамені.

7.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Технічна термодинаміка		
Лабораторно-практична робота 1		10
Лабораторно-практична робота 2		10
Лабораторно-практична робота 3		10
Лабораторно-практична робота 4		10
Лабораторно-практична робота 5		10
Лабораторно-практична робота 6		10
Лабораторно-практична робота 7		10
Розрахункова робота 1		20
Модульне тестування 1		10
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Основи теорії тепломасообміну		
Лабораторно-практична робота 8		20
Лабораторно-практична робота 9		20
Розрахункова робота 2		30
Розрахункова робота 3		20
Модульне тестування 2		10
Разом за модулем 2		100
Модуль 3. Застосування теплоти		
Лабораторно-практична робота 10		40
Лабораторно-практична робота 11		40
Модульне тестування 3		20
Разом за модулем 3		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70$	
Екзамен		30
Разом за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	

7.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою	
	екзамени	заліки
90-100	відмінно	зараховано

74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

7.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	<p>За умов несвочасного виконання лабораторного та практичного занять студент зобов'язаний його відпрацювати під керівництвом викладача та захистити у час передбачений графіком консультацій викладача.</p> <p>Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульних тестів відбувається із дозволу викладача за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).</p> <p>Якщо після проходження підсумкової атестації (іспиту), студент не задоволений оцінюванням викладачем за письмове питання - студент має право захистити на співбесіді з викладачем та/або обґрунтувати правильність власної відповіді. При позитивній або негативній відповіді студента при співбесіді, кінцева оцінка за підсумкову атестацію (іспит) може змінитись</p>
Політика щодо академічної доброчесності:	<p>Чесно та сумлінно виконувати індивідуальні завдання, які повинні відповідати особистому коду студента. Порушення цього принципу, карається штрафними балами.</p> <p>Списування під час модульних тестів та підсумкової атестації (іспиту) заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)</p>
Політика щодо відвідування:	<p>Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором інституту). При цьому, студент зобов'язується самостійно вивчити матеріал пропущеного заняття, виконати завдання для самостійної роботи. За індивідуальним графіком взяти участь у контрольних заходах (поточний контроль, модульний контроль, контроль самостійної роботи, підсумковий контроль)</p>

8. Навчально-методичне забезпечення:

1. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Термодинаміка та теплові машини» для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» / Уклад. С.Є. Тарасенко, Є.О. Антипов, О.В. Шеліманова. – Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2025. – 32 с.

9. Рекомендована література

- основна:

1. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.О., Лазоренко В.О., Міщенко А.В., Шеліманова О.В. Теплотехніка. - Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
2. Буляндра О.Ф., Драганов Б.Х. та ін., Теплотехніка. - К.: Вища школа, 1998. – 334 с.
3. Алабовський Н.А. та ін. Теплотехніка. - К.: Вища школа, 1986.

10. Інформаційні ресурси

<https://books.google.com.ua>