

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

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

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

“ТЕПЛОТЕХНІКА”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітня програма «Агроінженерія»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

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

КИЇВ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни

Теплотехніка

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	208 – «Агроінженерія»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
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)	<i>3-й</i>	<i>3-й</i>
Семестр	<i>5-й</i>	<i>5-й</i>
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>6 год.</i>
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	<i>30 год.</i>	<i>10 год.</i>
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	<i>69 год.</i>
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>4 год.</i>	-

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

Мета вивчення дисципліни – засвоєння майбутніми інженерами-механіками 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 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
	ЗК 6	Знання та розуміння предметної області та розуміння професії
	ЗК 7	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК 8	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
Фахові (спеціальні) компетентності	СК 6	Здатність вибирати і використовувати механізовані технології, в тому числі в системі точного землеробства; проектувати та управляти технологічними процесами й системами виробництва, первинної обробки, зберігання, транспортування та забезпечення якості сільськогосподарської продукції відповідно до конкретних умов аграрного виробництва
	СК 12	Здатність аналізувати та систематизувати науковотехнічну інформацію для організації матеріальнотехнічного забезпечення аграрного виробництва
	СК 13	Здатність організовувати роботу та забезпечувати адміністративне управління виробничими підрозділами, які здійснюють технічне забезпечення агропромислового виробництва відповідно до реалізації правових вимог безпеки життєдіяльності і охорони праці; аналізувати показники техногенних та природних небезпек, а також планувати і виконувати відповідні захисні заходи

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН-6. Формулювати нові ідеї та концепції розвитку агропромислового виробництва.
- ПРН-16. Розуміти принцип дії машин та систем, теплові режими машин та обладнання аграрного виробництва. Визначати параметри режимів роботи гідравлічних систем та теплоенергетичних установок сільськогосподарського призначення.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми навчання.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка

Тема 1. Перший закон термодинаміки

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

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 2. Термодинамічні процеси в реальних газах і парах

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.

Самостійна робота №1

Розрахунки за основними газовими законами.

Тема 3. Другий закон термодинаміки та цикли теплових двигунів

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.

Змістовий модуль 2. Основи теорії тепломасообміну

Тема 4. Теплопровідність

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 5. Конвективний теплообмін. Теплообмін випромінюванням

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.

Самостійна робота №2

Числа подібності, рівняння подібності.

Змістовий модуль 3. Застосування теплоти

Тема 6. Теплопередача. Теорія теплообмінних апаратів

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 7. Котельні агрегати. Сушильні установки. Поновлювані джерела енергії

Типи топок 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.

Вологе повітря і параметри його стану: вологовміст, ентальпія, температура, абсолютна і відносна вологість, парціальний тиск. Змішування потоків вологого повітря.

Місце та роль ПДЕ в сучасній енергетиці. Класифікація поновлюваних джерел енергії. Методи комплексного поєднання ПДЕ в комбінованих енергосистемах. Перспективи нарощування об'ємів виробництва електричної та теплової енергії від поновлюваних джерел в Україні.

Самостійна робота №3

I – d діаграма вологого повітря, її структура, призначення. Визначення параметрів вологого повітря по I – d діаграмі.

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. Перший закон термодинаміки		8	4		2			2	1		1			
Тема 2. Термодинамічні процеси в реальних газах і парах		28	4		2		20	32	1		2			29
Тема 3. Другий закон термодинаміки та цикли теплових двигунів		8	4		2			2	1		1			
Разом за змістовим модулем 1		44	12		12		20	36	3		4			29
Змістовий модуль 2. Основи теорії тепломасообміну														
Тема 4. Теплопровідність		8	4		2			3	1		2			
Тема 5. Конвективний		28	4		2		20	23	1		2			20

теплообмін. Теплообмін випромінюванням												
Разом за змістовим модулем 2		36	8		8		20	26	2		4	20
Змістовий модуль 3. Застосування теплоти												
Тема 6. Теплопередача. Теорія теплообмінних апаратів		8	4		2 2			3	1		2	
Тема 7. Котельні агрегати. Сушильні установки. Поновлювані джерела енергії		32	6		2 2 2		20	20				20
Разом за змістовим модулем 3		40	10		10		20	23	1		2	20
Усього годин		120	30		30		60	85	6		10	69

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Перший закон термодинаміки	4
2	Термодинамічні процеси в реальних газах і парах	4
3	Другий закон термодинаміки та цикли теплових двигунів	4
4	Теплопровідність	4
5	Конвективний теплообмін. Теплообмін випромінюванням	4
6	Теплопередача. Теорія теплообмінних апаратів	4
7	Котельні агрегати. Сушильні установки. Поновлювані джерела енергії	6
	Разом	30

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення теплоємності повітря при атмосферному тиску	4
2	Дослідження процесів у вологому повітрі	4
3	Випробування поршневого компресора	4
4	Визначення коефіцієнта теплопровідності сипучих матеріалів методом кулі	4
5	Визначення коефіцієнта тепловіддачі від горизонтальної труби при вільній конвекції	4
6	Визначення коефіцієнта теплопередачі теплообмінного апарата	4

7	Дослідження процесу конвективного сушіння	6
	Разом	30

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		20
Лабораторно-практична робота 4		20
Лабораторно-практична робота 5		10
Лабораторно-практична робота 6		10
Самостійна робота 1		10
Модульне тестування 1		10
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Основи теорії тепломасообміну		
Лабораторно-практична робота 7		10
Лабораторно-практична робота 8		20
Лабораторно-практична робота 9		20
Лабораторно-практична робота 10		20
Самостійна робота 2		20
Модульне тестування 2		10
Разом за модулем 2		100
Модуль 3. Застосування теплоти		
Лабораторно-практична робота 11		10
Лабораторно-практична робота 12		10
Лабораторно-практична робота 13		10
Лабораторно-практична робота 14		20
Лабораторно-практична робота 15		20
Самостійна робота 3		20
Модульне тестування 3		10
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 несвоєчасного 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 «Теплотехніка» для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 208 – «Агроінженерія» / Уклад. С.Є. Тарасенко, Є.О. Антипов, А.В. Міщенко. – Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2021. – 32 с.
2. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Енергозбереження та поновлювані джерела енергії» для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 208 – «Агроінженерія» / Уклад. С.Є. Тарасенко, Є.О. Антипов, В.І. Мельник. – Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2019. – 49 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>