

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ Р.ЕЛЬВОРТИ

Кафедра прикладної механіки

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Теоретичні основи теплотехніки»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Галузь знань: 13 Технічні науки

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма (освітньо-професійна): Прикладна механіка

Нормовані дані	Курс	Семестр	Всього годин за планом	Кількість кредитів ECTS	Всього аудит (год.)	Аудиторних годин, (у тому числі КЗ)			Самостійна робота (год.)	Курсове проектування (семестр/кредити)	Контрольний підсумок (семестр)	
						Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття			Екзамен	Залік
Денна	1	2	90	3	54	36		18	36			+
Заочна	1	2	90	3	6	4		4	82			+

Робочу програму складено на основі освітньо-професійної програми за спеціальністю 131 Прикладна механіка

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри прикладної механіки

Протокол № 1 від 28 серпня 2023 року

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів - 3	Галузь: Спеціальність або освітня програма:	Статус дисципліни нормативна	
Залікових модулів -1		Рік підготовки	
Змістових модулів - 2		1	1
Загальна кількість годин -90		Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – ___3___; самостійної роботи студента – 2	Ступінь вищої освіти:	2	2
		Лекції (год.)	
		36	4
		Практичні, семінарські (год.)	
		18	4
		Лабораторні (год.)	
		Самостійна робота (год.)	
		36	82
		Індивідуальне завдання (год.)	
		-	-
Вид контролю:			
залік	залік		

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета: Метою вивчення навчальної дисципліни є забезпечення здобувачів вищої освіти комплексом знань, умінь та навичок, необхідних для застосування у професійній діяльності, зокрема, з основ термодинаміки і тепломасообміну процесів, що протікають в тепловому обладнанні, яке використовується в металообробному обладнанні. Вивчення способів отримання, перетворення, передачі та використання теплоти, методів розрахунку та вибору теплотехнічного обладнання.

2.2. Завдання дисципліни: є формування теоретичних знань та практичних навичок у майбутніх металургів відповідно до поставленої мети. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні засвоїти компетентності, якими повинен оволодіти здобувач:

2.3. За результатами вивчення дисципліни здобувач повинен опанувати наступні **компетентності:**

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК-2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-3 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗК-4 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК-10 Навички здійснення безпечної діяльності.

ФК1 – Здатність застосовувати фізико-математичний апарат, теоретичні, розрахункові та експериментальні методи і моделі досліджень у сфері професійної діяльності.

ФК6 – Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювання.

ФК9 – Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загально прийнятих норм і стандартів.

ФК10 – Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основи технічної термодинаміки;
- основи теорії тепломасообміну;
- основні теоретичні відомості в галузі теплоенергетичного устаткування і систем агропромислового виробництва;
- принцип роботи і конструкції теплотехнічних пристроїв і систем, використовуваних у системах тепlopостачання АПК;
- методи та технічні засоби використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії;
- законодавчу базу, методи та технічні засоби енергозбереження в теплотехнологіях.

вміти:

- вирішувати практичні завдання, пов'язані з тепlopостачанням об'єктів сільськогосподарського виробництва та сільських несених пунктів;
- ефективно застосовувати енергозберігаючі технології в сільському господарстві;
- застосовувати під час проектування та використання теплоенергетичного обладнання сучасну обчислювальну техніку;
- оцінювати техніко-економічну ефективність проектів реконструкції та використання теплоенергетичного обладнання.

Студент повинен володіти: методами інженерного розрахунку, методологією прогнозування розвитку галузі та основних напрямів її механізації, методами вибору і застосування у виробництві ресурсозберігаючих технологій.

Програмні результати навчання:

PH2. Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;

PH7. Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;

PH9. Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми;

PH16. Вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовою, включаючи знання спеціальної термінології та навички міжособистісного спілкування.

Структурно-логічне місце дисципліни в освітній програмі

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
<i>вища математика,</i>	<i>Різання металів.</i>
<i>хімія;</i>	<i>Металообробне обладнання..</i>
<i>фізика;</i>	<i>Експлуатація та обслуговування машин.</i>
<i>інженерна графіка</i>	<i>Екологія та охорона навколишнього середовища</i>

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1

Тема 1. Основні поняття і визначення технічної термодинаміки. Рівняння стану термодинамічної системи. Газові суміші.

Тема 2. Перший закон термодинаміки.

Внутрішня енергіяРобота і теплота, теплоємність. Ентальпія, ентропія.

Тема 3. Другий закон термодинаміки. Термічний ККД і холодильний коефіцієнт. Цикл Карно. Ефективність перетворення енергії різних видів. Ексергія та анергія

Тема 4. Термодинамічні процеси пароутворення. Загальні властивості реальних газів. Водяна пара і її характеристики. Процеси стану рідини і пари. Процеси зміни стану пари. Вологе повітря.

Тема 5. Термодинаміка відкритих систем. Математичний вираз першого закону термодинаміки для потоку. Витікання газів і парів. Дроселювання. Термодинамічні основи роботи компресора.

Змістовий модуль 2

Тема 6. Цикли теплових двигунів і установок.

Цикли двигунів внутрішнього згоряння. Цикли газотурбінних установок. Цикли паросилових установок. Парогазовий цикл.

Тема 7. Цикли холодильних установок та теплових насосів.

Цикл парової компресійної холодильної установки. Цикл абсорбційної холодильної установки. Цикл теплового насоса.

Тема 8. Теплопровідність при стаціонарному та нестаціонарному режимах.

Диференціальне рівняння теплопровідності. Крайові умови.

Тема 9. Конвективний теплообмін.

Закон тепловіддачі. Подібність і моделювання процесів конвективного теплообміну. Критеріальні рівняння.

Тема 10. Променистий теплообмін.

Закони теплового випромінювання. Променистий теплообмін між тілами. Випромінювання газів. Складний теплообмін.

Тема 11. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів.

Розрахунок рекуперативних теплообмінників. Методи інтенсифікації процесів теплопередачі. Тепло-масообмін у двокомпонентних середовищах.

5. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заліковий модуль 1												
Змістовий модуль 1 (40 год)												
1. Основні поняття і визначення технічної термодинаміки	8	2	4			2	5	1				4
2. Перший закон термодинаміки	10	4	2			4	11	1	2			8
3. Другий закон термодинаміки	8	4	2			2	11	1	2			8
4. Термодинамічні процеси пароутворення.	4	2				2	7	1				6
5. Термодинаміка відкритих систем	10	6				4	6					6
Разом за змістовим модулем 1	40	18	8			14	40	4	4			32
Змістовий модуль 2 (50 год)												
Заліковий модуль 2												
6. Цикли теплових двигунів і установок	8	4				4	10					10
7. Цикли холодильних установок та теплових насосів.	6	2				4	10					10
8. Теплопровідність при стаціонарному та нестаціонарному режимах.	8	2	2			4	8					8
9. Конвективний теплообмін.	8	4	2			4	8					8
10. Променистий теплообмін	6	2	2			2	6					6
11. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів	12	4	4			4	8					8
Разом за змістовим модулем 2	50	18	10	-	-	22	50	0	0	-	-	50
Усього годин	90	36	18	-	-	36	90	4	4	-	-	82

6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ
(не передбачені навчальним планом)

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
(не передбачені навчальним планом)

8. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ роботи	Назва роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Термодинамічні параметри стану	4	2
2	Дослідження політропного процесу	2	2
3	Витікання газу	2	
4	Вивчення властивостей та термодинамічних процесів водяної пари	2	
5	Дослідження процесу сушіння підігрітим повітрям	2	
6	Визначення коефіцієнта теплопровідності твердих матеріалів	2	
7	Тепловіддача циліндричної труби при природній конвекції	2	
8	Випробування автономного кондиціонера	2	
Разом		18	4

9. САМОСТІЙНА РОБОТА

Для самостійного опрацювання винесені теми, на яких (через обмеження кількості лекційних годин) зовсім не зупинявся викладач, або ж ті, що потребують особливого поглибленого вивчення. Тому підготовка до кожної з них вимагає ретельного опрацювання відповідних розділів підручників, посібників та інших джерел інформації.

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Поняття і визначення технічної термодинаміки. Термодинамічна система. Робоче тіло. Термічні параметри стану і одиниці їх вимірювання. Рівняння стану для ідеального газу. Газова та універсальна газова стала, їх розмірності і фізичний зміст. Рівноважний і не рівноважний стан	2	6
2	Термодинамічний процес. Оборотної і необоротної термодинамічний процес. Внутрішня енергія і її форми: теплота і робота. Математичні вирази роботи і теплоти через параметри стану.	2	6
3	Теплоємність, її види, співвідношення між ними та розмірності. Теплоємність ідеального і реального газу. Дійсна і середня теплоємність в	2	6

	інтервалі температур.		
4	Газові суміші: способи задавання складу, співвідношення між масовими, об'ємними та мольними частками. Закон Дальтона. Поняття “парціальний” тиск і об'єм.	2	6
5	Сутність, формулювання та аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Ентальпія і її фізичний зміст. Співвідношення між ізобарною і ізохорною теплоємностями (рівняння Майєра) ідеального газу.	2	6
6	Термодинамічні процеси. Політропний процес та його рівняння. Часткові випадки політропного процесу: ізохорний, ізобарний, ізотермічний та адіабатний. Аналіз процесів та зображення їх у PV - та TS - діаграмах.	2	4
7	Сутність другого закону термодинаміки і його формулювання. Колові цикли. Показники ефективності прямого і зворотного циклу. Прямий і зворотний цикл Карно. Аналітичний вираз другого закону термодинаміки. Зміна ентропії в оборотний і необоротних процесах. Поняття про ексергію та анергію. Методи термодинамічного аналізу технологічних систем. Ентропійний та ексергетичний методи та їх сутність	2	4
8	Поняття “реальний газ”. Властивості реальних газів. Рівняння стану реальних газів (рівняння Ван-дер-Ваальса). Потрійна і критичні точки. Водяна пара. Процес пароутворення у PV - і TS -діаграмах. Термодинамічні таблиці води і водяної пари. PV -, TS - та hS - діаграми.	2	4
9	Вологе повітря. Насичене і ненасичене вологе повітря. Волого вміст, абсолютна і відносна вологість повітря. Температура точки роси. hd -діаграма вологого повітря. Зображення процесів нагріву, охолодження, змішування у hd -діаграмі.	2	4
10	Термодинаміка потоку. Рівняння енергії, витрати, кількості руху. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. Поняття про соплове та дифузійну течію газу. Адіабатна течія: швидкість і масова витрата. Зв'язок критичної швидкості витікання з місцевою швидкістю звуку. Критичне відношення тисків. Сопло Лавалє. Дроселювання газів і парів. Зміна параметрів у процесі дроселювання. Поняття про ефект Джоуля-Томсона. Поняття про температуру інверсії.	2	6
11	Термодинамічний аналіз процесів у компресорах. Призначення і класифікація компресорних установок. Робота приводу компресора при	2	6

	ізотермічному, адіабатному і політропному стисненні. Термодинамічне обґрунтування багатоступінчастого стиснення. Вплив шкідливого простору. Коефіцієнти, що характеризують роботу компресорів.		
12	Принцип роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ). Теоретичні цикли ДВЗ: Отто, Дизеля, Трінклера, Стірлінга. Зображення циклів у PV - та TS - діаграмах. Термічний ККД. Порівняння циклів. Потужність приводу.	2	6
13	Цикли газотурбінних установок (ГТУ). Принципова схема циклів з ізохорним та ізобарним підводом теплоти. Зображення циклів у PV - та TS - діаграмах, термічний ККД. Принципова схема паросилової установки. Цикл Ренкіна та його дослідження. Зображення циклу у PV -, hS та TS - діаграмах. Термічний ККД. Вплив початкових і кінцевих параметрів на термічний ККД. Шляхи підвищення економічності паросилових установок. Теплофікаційний цикл.	2	6
14	Призначення, область застосування і класифікація холодильних установок. Цикл повітряної компресорної холодильної установки. Парова компресійна холодильна установка, зображення її циклу у TS - діаграмі. Поняття про абсорбційні і паро ежекторні холодильні установки. Термотрансформатори: сутність термотрансформації, коефіцієнт перетворення теплоти.	2	4
15	Теплообмін випромінюванням: загальні поняття і визначення. Баланс променевого теплообміну, абсолютно чорне, абсолютно біле та діатермічне тіло, власне випромінювання і ефективний променевий потік. Закони випромінювання: Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Ламберта, Кірхгофа. Сіре випромінювання, ступінь чорноти. Теплообмін випромінювання між тілами. Випромінювання газів. Теплопередача. Теплопередача через одно- і багатошарову плоску і циліндричну стінки. Коефіцієнт теплопередачі. Інтенсифікація теплообміну. Складний теплообмін.	2	4
16	Призначення, класифікація і схеми теплообмінних апаратів. Рівняння теплового балансу і теплопередачі. Середня різниця температур. Принцип розрахунку теплообмінних апаратів. Конструктивний і перевірочний теплові розрахунки. Основи гідравлічного розрахунку теплообмінних апаратів.	2	4
Разом		36	82

10. ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАУКОВО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ. (не передбачене навчальним планом)

11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Для підготовки спеціалістів на належному рівні знань, вмінь і уявлень програмою дисципліни передбачений цикл лабораторних занять в поєднанні з самостійною роботою студентів.

Формування рівня вмінь майбутнього бакалавра здійснюється на основі раніше одержаних знань шляхом проведення практичних занять по основним темам дисципліни і розділам. Основною ціллю лабораторних занять є навчити студентів практичним навичкам по визначенню застосування основних законів гідравліки до вирішення конкретних прикладних задач, вимірювання параметрів гідродинамічних процесів, застосування сучасних засобів вимірювання параметрів рухомих рідин, використання методів подібності та математичного моделювання в гідромеханіці. Рівень уявлень студентів досягається їх самостійною роботою з конспектом лекцій, рекомендованими підручниками і посібниками з забезпеченням її консультаціями викладачів.

Поточний контроль знань проводиться за системою рейтинг-контролю.

Підсумкова звітність по дисципліні передбачена в формі тестування та екзамену.

12. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Методами контролю з дисципліни «Гідравліка та гідроаеромеханіка» є поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Формами проведення поточного контролю з дисципліни є: усні опитування; письмові контрольні роботи; поточне тестування; виконання самостійної роботи тощо.

Активна робота під час аудиторних занять також може оцінюватись викладачем певною кількістю додаткових балів по кожній темі.

Захист самостійних творчих робіт здійснюється у вигляді презентації роботи та усного опитування (захисту) за темою дослідження.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на освітньо-кваліфікаційному рівні бакалавра. Підсумковий контроль з дисципліни «Теоретичні основи теплотехніки» включає семестровий контроль у формі екзамену.

Загальний бал визначається сумуванням всіх балів отриманих при вивченні даної дисципліни. Результати підсумкового контролю фіксуються у балах та перераховуються в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

13. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Система оцінювання для студентів денної форми навчання

Система оцінювання для здобувачів вищої освіти денної форми навчання Для поточного та підсумкового контролю успішності здобувачів вищої освіти використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. Така система оцінювання виключає можливість суб'єктивного відношення викладача і орієнтує здобувача вищої освіти на підрахунок своїх балів за конкретні види робіт.

Розподіл балів з дисципліни

(макс. кількість балів)

Поточне оцінювання та самостійна робота													Залік	Сума				
Змістовний модуль 1						Змістовний модуль 2												
T1	T2	T3	T4	T5	KMP	T6	T7	T8	T9	T10	T11	KMP	12(T6, T7, T8, T9, T10, T11)	50	100			
3	3	3	3	3	(T1, T2, T3, T4, T5)	3	3	3	3	3	3	3						
15					10	18						7				50	100	

T1, T2... T11 - теми змістових модулів,

KMP - контрольна модульна робота

Система оцінювання для студентів заочної форми навчання

Система оцінювання для студентів заочної форми навчання передбачає здачу контрольної роботи (у вигляді оформленого конспекту за темами, що винесені на самостійну роботу та презентації) та підсумкового контролю (заліку у тестовій формі за всіма темами курсу).

Розподіл балів з дисципліни

(макс. кількість балів)

Контрольна робота (у вигляді оформленого конспекту за темами, що винесені на самостійну роботу та презентації)	Залік	Разом
Конспект за темами -256 ТВ - 256	50	100
50		

Розподіл балів при оцінюванні конспекту з відповідями по самостійній роботі студента заочної форми навчання:

Максимальна кількість балів за оцінюванні конспекту з відповідями по самостійній роботі студента							Всього ТВ
Своєчасність виконання		Своєчасність захисту		Якість ТВ	Захист ТВ	Самостійність виконання	
вчасно	невчасно	вчасно	невчасно				
2,5	0	2,5	0	10	10	5	

Розподіл балів при оцінюванні самостійної творчої роботи студентів заочної форми навчання:

Максимальна кількість балів за самостійну творчу роботу студентів					Всього ТВ	
Своєчасність виконання		Своєчасність захисту		Повнота відповідей		
вчасно	невчасно	вчасно	невчасно			
2,5	0	2,5	0	15		10

Якщо оцінка виконання та захисту ТВ нижче граничного рівня – 20 балів, то така робота вважається невиконаною або незахищеною. Бали за таку роботу нараховуються тільки після її доведення до відповідного (необхідного) рівня виконання.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

16. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

До методичного забезпечення дисципліни належать: опорний конспект лекцій, ілюстративний матеріал, методичні вказівки до самостійної роботи студентів, презентаційні матеріали, відеоматеріали.

17. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Буляндра О. Ф Технічна термодинаміка. - К.: Техніка, 2001. – 320 с.
2. Дідур В. А. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві/ В. А Дідур, М. І. Стручаєв/ за заг. ред. В. А. Дідура. – К.: Аграрна освіта, 2008. – 233с
3. Драганов Б. Х. Проектування систем теплопостачання сільського господарства: Навч. посіб/ Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. В. Міщенко, В. В. Шутюк; За ред. Б. Х. Драганова - Техніка, 2003. - 161 с
4. Драганов Б. Х. Теплоенергетичні установки і системи / Б.Х. Драганов, О.Ф. Буляндра, А.В. Міщенко / За ред. Б.Х. Драганова. - Київ, 1995. - 220 с.

Додаткова

1. Федоров В. Г., Виноградов-Салтиков В. О., Кепко О. І. Теплотехніка. Курс лекцій. Умань, Вид-во УНУС., 2010. 127 с.
2. Обертюх Р. Р. Теоретичні основи теплотехніки: навч. посібник / Р. Р. Обертюх. - Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. - 165 с.
3. Пеньков В. І. Технічна термодинаміка : навч. посібник / В. І. Пеньков. – Рівне : НУВГП, 2010. – 209 с.
4. Дубровська В.В. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб./ В. В. Дубровська, В.І.Шкляр.- К.: НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. – 152 с
5. Теплотехніка: підручник / Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. А. Долінський, В. О. Лазоренко, А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова ; за ред. Б. Х. Драганова ; 2-е вид., перероб. і доп. - К. : ІНКОС, 2005. - 400 с.