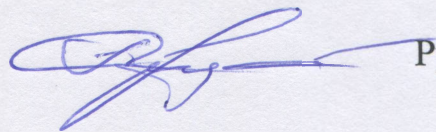


Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавр галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол № 9 від 15 червня 2022 р.

Робочу програму склав доцент кафедри, к.е.н., доцент,
Микола ГОРЛАЧУК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри бізнес-аналітики та інноваційного інжинірингу, протокол № 1 від 28 серпня 2023 р.

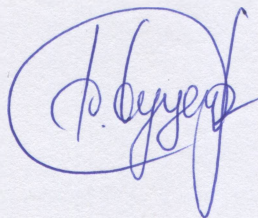
Завідувач кафедри,
д.е.н., професор



Руслан БРУХАНСЬКИЙ

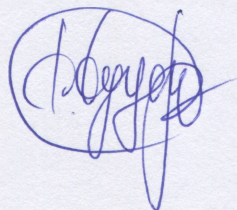
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності,
д.е.н., професор



Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

Гарант ОПІ
«Енергетичний аудит»,
д.е.н., професор



Петро ПУЦЕНТЕЙЛО

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Основи термодинаміки і теплотехніки»

1. Опис дисципліни

Дисципліна – «Основи термодинаміки і теплотехніки»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS: - 5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Статус дисципліни – дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів <i>Денна форма навчання</i> – 4	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки – 2 <i>Денна</i> – 2 Семестр: <i>Денна</i> – 4
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна</i> – 28 год. Практичні заняття: <i>Денна</i> – 28 год.
Загальна кількість годин -150	Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит»	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 83, у тому числі <i>тренінг</i> – 8. Індивідуальна робота <i>Денна</i> – 3
Тижневих годин <i>денна форма</i> - 11 <i>з них аудиторних</i> :- 4		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета і завдання дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки»

2.1 Мета дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» полягає у засвоєнні студентами методів утримання, перетворення, передачі і використання теплоти в енергетичних установках, а саме – набуття майбутніми фахівцями компетенції щодо сучасних методів перетворення, передачі та використання теплової енергії з максимальною економією, інтенсифікацією (гальмуванням) процесів теплообміну, ефективним захистом навколишнього середовища від теплового забруднення.

Однією з основних проблем сучасного розвитку України є надійне забезпечення потреб господарського комплексу в енергетичних ресурсах на базі науково-технічного прогресу та розвитку концепції активного енергозбереження. Важливу роль у вирішенні цієї задачі відіграє підготовка

кваліфікованих інженерних фахівців, здатних ефективно використовувати теплоенергетичні установки і системи в галузі виробництва та технології, формування наукового мислення, що неможливо без засвоєння необхідного обсягу теоретичних знань при вивченні термодинамічних параметрів, законів перетворення теплової енергії в механічну і навпаки, процесів тепло- і масопереносу в процесі виробничої діяльності.

Базові знання і навички, одержані при вивченні даної дисципліни будуть використовуватися студентами при вивченні та засвоєнні інших спеціальних дисциплін.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» є:

- отримання знань і розуміння для визначення, формулювання і вирішення завдань щодо перетворення теплової енергії в теплоенергетичних системах;
- засвоєння знань основних законів перетворення теплоти у роботу, передачі теплоти, роботи з теплотехнічними пристроями, устаткуванням на рівні вмінь, що достатні для практичної діяльності за спеціальністю;
- формування навичок застосовувати основні закони термодинаміки та теплопередачі на рівні знань, які необхідні для засвоєння системи взаємозв'язаних профілюючих дисциплін;
- ознайомлення з методами ефективного використання теплоти у сучасних теплоенергетичних установках на рівні уявлення, що розширює професійний кругозір фахівця;
- отримання знань і розуміння теплотехнічної термінології, фізичної сутності та змісту основних законів термодинаміки; методів аналізу термодинамічних процесів; методів аналізу ефективності використання теплоти у теплових двигунах; термодинамічних основ стиснення газів у компресорах; основних законів теплообміну та передачі теплоти у теплообмінних апаратах на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми;
- формування навичок застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності;
- обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи, правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує вивчення дисципліни:

Дисципліна формує такі фахові компетентності як:

- здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні схем теплоенергетичних систем, пристроїв, комплексів та устаткування, традиційної та відновлюваної енергетики.

- забезпечувати технічне оснащення робочих місць із розміщенням технологічного обладнання і устаткування теплоенергетичних систем і об'єктів;
- здатність перевіряти технічний стан, організовувати обслуговування та ремонт теплоенергетичних систем, пристроїв, комплексів та устаткування традиційної та відновлюваної енергетики;
- здатність до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду з відповідного профілю підготовки;
- здатність застосовувати стандартизовані методи розрахунку при проектуванні теплоенергетичних систем, пристроїв, технологій та устаткування енергоємних виробництв;
- здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі;
- здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі;
- здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) при вивченні особливостей функціонування теплоенергетичного обладнання та окремих вузлів в умовах сучасних вимог до енергозбереження та енергоефективності.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» доцільне після оволодіння студентами знаннями з таких дисциплін як фізика, хімія, вища математика, інженерна графіка, та набуття ними відповідних фахових компетенцій.

2.5. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни «Основи термодинаміки та теплотехніки» передбачається одержання таких програмних результатів навчання як:

- уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи теплоенергетичних систем;
- знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність;
- розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни;
- демонструвати знання та розуміння фундаментальних, природничих і інженерних дисциплін, зокрема фізики, електротехніки, схемотехніки та мікропроцесорної техніки на рівні, необхідному для аналізу функціонування та безпечної експлуатації теплоенергетичних систем;

– застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні;

– володіти методами організації проведення моніторингу, оцінювання, експертизи енерговикористання та розроблення організаційно-технічних інноваційних заходів, спрямованих на підвищення ефективності енергоспоживання;

– володіти методами техніко-економічного обґрунтування енергоощадних проєктів, організації професійної діяльності і планування в управлінні енергетичними ресурсами;

– володіти методами пошуку, обґрунтування та використання нетрадиційних та відновлюваних інноваційних енергозберігаючих технологій для впровадження на об'єктах енергоспоживання.

3. Зміст дисципліни

«Основи термодинаміки і теплотехніки»

Змістовий модуль 1. Основи термодинаміки

Тема 1. Основні поняття та визначення термодинаміки

Зміст програми, її зв'язок з іншими дисциплінами. Предмет і методи дисципліни, її місце і функції в підготовці фахівців. Визначення понять «технічна термодинаміка» та «технічна теплотехніка». Внесок вітчизняних вчених у розвиток теплотехніки. Поняття «робоче тіло». Параметри робочого тіла: тиск, температура, питомий об'єм, одиниці їх вимірювання. Поняття про термодинамічний процес. Внутрішня енергія, теплота, робота, ентальпія. Термодинамічна система. Робочі тіла. Основні параметри, які характеризують стан термодинамічної системи.

Тема 2. Перший та другий закони термодинаміки

Внутрішня енергія. Механічна робота, PV - діаграма. Робота розширення і стиснення газів. Сутність першого закону термодинаміки і його аналітичне вираження. Основні формулювання першого закону термодинаміки. Ентальпія як параметр стану. Поняття термічного коефіцієнту корисної дії. Цикл Карно прямий. Цикл Карно зворотній. Поняття про ентропію і її зміну в термодинамічних процесах. Ентропія і працездатність ізольованої системи. Ексергія. Тепловий баланс паротурбінної установки. $T - S$ діаграма. 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. Основні формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія системи. TS - діаграма. Кругові термодинамічні процеси і цикли. Межі використання другого закону термодинаміки.

Тема 3. Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів

Поняття про ідеальні і реальні гази. 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. Класифікація основних термодинамічних процесів ідеальних газів. Рівняння і графічне зображення основних термодинамічних процесів ідеальних газів: ізохорного, ізотермічного, адіабатного, політропного. Робота розширення і стиснення газу в термодинамічних процесах ідеальних газів. Поведінка ідеальних та реальних газів у суміші. Визначення фізичної суті парціального тиску, об'ємної та молярної долей. Газова стала суміші газів. Середня молярна маса суміші газів. Закон Дальтона. Співвідношення між масовою і об'ємними долями. Уявна молекулярна маса суміші газів.

Тема 4. Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку

Поняття кругового процесу. Зображення кругового процесу в $P - V$ діаграмі. Поняття термічного коефіцієнту корисної дії. Цикл Карно прямий. Цикл Карно зворотній. Поняття про ентропію і її зміну в термодинамічних процесах. Ентропія і працездатність ізольованої системи. Ексергія. Тепловий баланс паротурбінної установки. $T - S$ діаграма. Таблиці термодинамічних властивостей води і водяної пари. $I - S$, $T - S$ діаграми водяної пари і їх практичне застосування. Вологе повітря і параметри його стану: вологовміст, температура, абсолютна і відносна вологість, парціальний тиск. $I - d$ діаграма вологого повітря, її структура, призначення. Визначення параметрів вологого повітря по $I - d$ діаграмі. Змішування потоків вологого повітря. Швидкість і витрата газу при течії його через сопло, яке звужується. Критична швидкість потоку і максимальні витрати робочого тіла. Сопло Лавалю. Дроселювання газів і пари.

Змістовий модуль 2. Основи теплотехніки

Тема 5. Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача

Теплотехніка, вагомість та значимість дисципліни. Основні поняття теплообміну. Способи перенесення теплоти. Температурне поле. Температурний градієнт. Закон Фур'є. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності. Конвективний теплообмін. Основні поняття і визначення. Рівняння Ньютона-Ріхмана. Основні закони теплового випромінювання. Види променевих теплових потоків. Класифікація палива за фізичним станом, за способом його отримання.

Тема 6. Енергетичне паливо. Процес горіння палива

Паливо, основні поняття і визначення. Основні характеристики і хімічний склад палива. Теплота згорання палива, коефіцієнт надлишку повітря. Склад твердого і рідкого палива і його характеристики. Теплота згорання палива. Умовне паливо. Переробка твердого палива. Коротка характеристика процесу горіння палива при шаровому, факельному і вихровому спалюванні. Основні стадії процесу горіння. Визначення кількості повітря на спалювання. Теоретична і дійсна витрата кисню і повітря. Коефіцієнт надлишку повітря. Об'єм продуктів спалювання. Спалювання рідкого і газоподібного палива.

Тема 7. Топочні пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок

Основи теорії горіння. Класифікація топок. Особливості спалювання газоподібного палива. Особливості спалювання рідкого палива. Спалювання твердого палива. Парові котли (ПК) і котельні установки електричних станцій. Класифікація парових котлів. Основні технічні характеристики ПК. Низькотемпературні і високотемпературні поверхні нагрівання. Техніко-економічні показники і ККД парових котлів. Парові турбіни. Основні поняття, визначення. Класифікація парових турбін. Втрати енергії і ККД турбінної ступені. Багатоступеневі парові турбіни. Енергетичні показники і характеристики ПТ. Паротурбінні установки (ПТУ). Тепловий цикл ПТУ.

Тема 8. Теплообмінні апарати

Призначення та класифікація теплообмінних апаратів за принципом дії. Класифікація рекуперативних теплообмінників за схемою руху теплоносіїв – типи теплообмінних апаратів: поверхневі, змішуючі, регенеративні. Напрямки руху теплоносія в теплообмінних апаратах та їх характеристика. Середній температурний напір. Розрахунок теплообмінних апаратів. Конструктивний розрахунок рекуперативних теплообмінників. Основи перевірного розрахунку рекуперативних теплообмінників. Порівняння проточного і протитечійного рекуператорів.

**4. Структура залікового кредиту дисципліни
«Основи термодинаміки і теплотехніки»
(денна форма)**

Тема	Кількість, годин, в т.ч.					
	Лекції	Практичні	Самостійна робота	КПЗ і тренінг	Індивідуальна робота студентів	Контрольні заходи
Змістовий модуль «Основи термодинаміки»						
Тема 1. Основні поняття та визначення термодинаміки	2	2	10	1	-	Поточне оцінювання
Тема 2. Перший та другий закони термодинаміки	2	2	10	1	-	Поточне оцінювання
Тема 3. Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів	4	4	11	1	1	Поточне оцінювання
Тема 4. Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку	4	4	11	1		Поточне оцінювання
Модульна робота 1						Письмова робота
Змістовий модуль 2 «Основи теплотехніки»						
Тема 5. Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача	4	4	10	1	-	Поточне оцінювання
Тема 6. Енергетичне паливо. Процес горіння палива	4	4	10	1	1	Поточне оцінювання
Тема 7. Топочні пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок	4	4	11	1	-	Поточне оцінювання
Тема 8. Теплообмінні апарати	4	4	10	1	1	Поточне оцінювання
Модульна робота 2						Письмова робота
Екзамен						Підсумкове оцінювання
Разом	28	28	83	8	3	

**Структура залікового кредиту дисципліни
«Основи термодинаміки і теплотехніки»
(заочна форма)**

Тема	Кількість, годин, в т.ч.		
	Лекції	Практичні	Самостійна робота
Змістовий модуль 1 «Основи термодинаміки»			
Тема 1. Основні поняття та визначення термодинаміки	1	2	18
Тема 2. Перший та другий закони термодинаміки	1		18
Тема 3. Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів	1		19
Тема 4. Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку	1		20
Змістовий модуль 2 «Основи теплотехніки»			
Тема 5. Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача	1	2	18
Тема 6. Енергетичне паливо. Процес горіння палива	1		18
Тема 7. Топочні пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок	1		19
Тема 8. Теплообмінні апарати	1		20
Разом	8	4	138

5. Тематика практичних занять

Змістовий модуль 1. Основи термодинаміки Практичне заняття 1

Тема: Основні поняття та визначення термодинаміки

Мета: ознайомитися з предметом і завданням дисципліни, засвоїти категоріальний апарат, з'ясувати особливості енергетичної галузі, сформулювати розуміння енергетичного виробництва.

Питання для обговорення:

1. Предмет і завдання дисципліни.
3. Методологія термодинаміки.
4. Основні поняття та визначення термодинаміки.
5. Визначення гідростатичного, абсолютного, надлишкового, вакуумного тисків.
6. Поняття про термодинамічну систему.
7. Сутність понять «внутрішня енергія», «теплота», «робота», «ентальпія».
8. Робоче тіло. Параметри стану. Рівноважний стан.
9. Термічне рівняння стану.

Практичне заняття 2

Тема: Перший та другий закони термодинаміки

Мета: з'ясувати сутність закону збереження і перетворення енергії, ознайомитися з аналітичними вираженнями першого та другого законів термодинаміки та практичними межами їх застосування

Питання для обговорення:

1. Фізична сутність першого та другого законів термодинаміки.
2. Внутрішня енергія. Механічна робота, PV -діаграма.
3. Поняття термічного коефіцієнту корисної дії. Цикл Карно прямий. Цикл Карно зворотній.
4. Поняття про ентропію і її зміну в термодинамічних процесах.
5. Ентропія і працездатність ізольованої системи. Ексергія.
6. Кругові термодинамічні процеси і цикли.
7. Межі використання другого закону термодинаміки.

Практичне заняття 3

Тема: Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів

Мета: ознайомитися з основними законами ідеальних газів, з'ясувати властивості ідеальних газів та ознайомитися із їх сумішами, засвоїти показники і рівняння стану ідеальних газів, оволодіти навиками графічного зображення основних термодинамічних процесів ідеальних газів.

Питання для обговорення:

1. Поняття про ідеальні і реальні гази.
2. Властивості ідеальних газів. Властивості реальних газів.
3. Основні закони ідеальних газів.
4. Рівняння стану ідеальних газів. Універсальна газова постійна.
5. Поведінка ідеальних та реальних газів у суміші.

6. Газова стала суміші газів. Середня молярна маса суміші газів.
7. Закон Дальтона.
8. Співвідношення між масовою і об'ємними долями. Уявна молекулярна маса суміші газів.

Практичне заняття 4

Тема: Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку

Мета: з'ясувати основні термодинамічні процеси, ознайомитися із проблемами термодинаміки вологого повітря і потоку, набуття навиків розрахунку показників термодинамічних процесів, параметрів вологого повітря, дроселювання газів і пари.

Питання для обговорення:

1. Поняття кругового процесу і циклу.
2. Послідовність зображення прямого і зворотнього циклу в $P - V$ діаграмі.
3. Поняття термічного коефіцієнту корисної дії циклу Карно.
4. Величина термічного коефіцієнту корисної дії циклу Карно.
5. Тепловий баланс паротурбінної установки.
6. Правила побудови $T - S$ діаграми.
7. . Визначення параметрів вологого повітря по $I - d$ діаграмі.
8. Змішування потоків вологого повітря.
9. Критична швидкість потоку і максимальні витрати робочого тіла.
10. Сопло Лавалю. Дроселювання газів і пари.

Змістовий модуль 2. Основи теплотехніки

Практичне заняття 5

Тема: Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача

Мета: з'ясувати сутність основних теорій теплообміну, теплопровідності та теплопередачі, ознайомитися зі способами перенесення теплоти, умовами однозначності та основними законами теплового випромінювання.

Питання для обговорення:

1. Вагомість і значимість теплотехніки як прикладної сфери наукових досліджень.
2. Основні теорії та поняття теплообміну.
3. Теплота і способи її перенесення.
4. Температурне поле. Температурний градієнт.
5. Закон Фур'є. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності.
6. Конвективний теплообмін. Основні поняття і визначення.
7. Види променевих теплових потоків.
8. Класифікація палива за фізичним станом, за способом його отримання.

Практичне заняття 6

Тема: Енергетичне паливо. Процес горіння палива

Мета: з'ясувати основні поняття про паливо, його визначення, характеристики та хімічний склад, ознайомитися із короткою характеристикою

процесу горіння при різних видах спалювання, засвоїти основні стадії процесу горіння.

Питання для обговорення:

1. Паливо, основні поняття і визначення.
2. Класифікація палива за фізичним станом, за способом його отримання.
3. Склад твердого і рідкого палива і його характеристики.
4. Теплота згорання палива. Умовне паливо. Переробка твердого палива.
5. Характеристика процесу горіння палива при шаровому, факельному і вихровому спалюванні.
6. Основні стадії процесу горіння.
7. Визначення кількості повітря на спалювання. Теоретична і дійсна витрата кисню і повітря.
8. Об'єм продуктів спалювання. Спалювання рідкого і газоподібного палива.

Практичне заняття 7

Тема: Топочні пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок

Мета: з'ясувати основні типи топок для спалювання палива, ознайомитися з основними характеристиками топочних пристосувань, схемами та їх роботою.

Питання для обговорення:

1. Основи теорії горіння.
2. Класифікація топок. Особливості спалювання основних видів палива.
3. Парові котли і котельні установки.
4. Типи котлів. Принципова схема котельної установки.
5. Техніко-економічні показники і ККД парових котлів.
6. Втрати енергії і ККД турбінної ступені.
7. Визначення економічності котельного агрегату.
6. Енергетичні показники і характеристики парових турбін.
7. Паротурбінні установки (ПТУ). Тепловий цикл ПТУ.

Практичне заняття 8

Тема: Теплообмінні апарати

Мета: ознайомитися з призначенням та класифікацією теплообмінних апаратів за принципом дії, їх типами, з'ясувати способи розрахунку теплообмінних апаратів, оволодіти порівнянням проточного і протитечіного рекуператорів.

Питання для обговорення:

1. Призначення та класифікація теплообмінних апаратів за принципом дії.
2. Типи теплообмінних апаратів: поверхневі, змішуючі, регенеративні.
3. Напрямки руху теплоносія в теплообмінних апаратах та їх характеристика.
4. Середній температурний напір. Розрахунок теплообмінних апаратів.
5. Основи перевірного розрахунку рекуперативних теплообмінників.
6. Порівняння проточного і протитечіного рекуператорів.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки»

Згідно зі структурою навчального кредиту дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» передбачається виконання комплексного практичного індивідуального завдання (КПЗ). Захищене і зараховане завдання є допуском студента до здачі іспиту з курсу. КПЗ виконується студентом особисто в окремому робочому зошиті. Мета виконання (КПЗ) – закріплення теоретичних основ економіки та організації енергетичного виробництва, оволодіння методикою та практичними навичками розподілу і споживання енергетичних ресурсів, планування діяльності, розрахунку ефективності та організації виробничої діяльності підприємств енергетичної галузі.

КПЗ побудоване у вигляді теоретичних і практичних завдань за основними темами курсу з використанням реальних ситуацій господарської практики. Кожен студент виконує свій варіант завдання.

Теоретичне завдання. За допомогою пакету програми Power Point (MS OFFICE) графічно відобразити і розкрити теоретичне питання згідно запропонованого варіанта (15-20 слайдів на кожне питання).

Практичне завдання. Задачі слід розв'язувати самостійно, пояснюючи розв'язання необхідними формулами й розрахунками. Зроблені до кожної задачі техніко-економічні розрахунки повинні супроводжуватися висновками про можливі причини відхилень параметрів, пропозиціями щодо покращання ефективності діяльності.

Для кращого засвоєння курсу та якісного виконання роботи рекомендується така послідовність опрацювання.

1. Ознайомлення з навчальною програмою, змістом теми та методичними вказівками щодо вивчення матеріалу.

2. Опрацювання конспекту лекції за темою.

3. Робота над розділом посібника чи підручника, що стосується теми.

4. Розв'язання задач згідно з визначеними для всіх варіантів завданнями.

При виконанні КПЗ необхідно дотримуватись таких вимог:

– КПЗ слід виконати та подати у встановлені кафедрою терміни.

– Задачі розв'язувати у визначеній послідовності.

– Перед розв'язуванням задач повністю подати їх умови.

– Завдання, в яких вказані лише відповіді без розрахунків і пояснень, вважатимуться не виконаними.

– Роботи, списані частково або повністю, не зараховуватимуться.

– КПЗ слід відповідно оформити: записи здійснювати охайно, сторінки скріпити і пронумерувати, залишити поля для зауважень рецензента, навести перелік використаної літератури.

– У кінці роботи слід поставити особистий підпис та дату її виконання.

У разі неможливості студента самостійно виконати КПЗ через труднощі, що виникли у процесі засвоєння навчального матеріалу, слід звернутися на кафедру за консультацією. При цьому слід конкретизувати, що саме не зрозуміло, якими літературними джерелами студент користувався.

7. Самостійна робота студентів з дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки»

Основним завданням самостійної роботи студентів є опрацювання спеціальної літератури та оволодіння теоретико-методичними та прикладними аспектами основ термодинаміки і теплотехніки.

Денна форма навчання

№	Тематика самостійної роботи	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Основи термодинаміки		
1	Основні поняття та визначення термодинаміки	10
2	Перший та другий закони термодинаміки	10
3	Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів	11
4	Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку	11
Змістовий модуль 2. Основи теплотехніки		
5	Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача	10
6	Енергетичне паливо. Процес горіння палива	10
7	Топочні пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок	11
8	Теплообмінні апарати	10
	Разом	83

Заочна форма навчання

№	Тематика самостійної роботи	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Основи термодинаміки		
1	Основні поняття та визначення термодинаміки	18
2	Перший та другий закони термодинаміки	18
3	Основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів	19
4	Термодинамічні процеси. Термодинаміка вологого повітря. Термодинаміка потоку	20
Змістовий модуль 2. Основи теплотехніки		
5	Основні теорії теплообміну. Теплопровідність. Теплопередача	18
6	Енергетичне паливо. Процес горіння палива	18
7	Топочні пристосування. Котельні установки. Цикли теплосилових установок	19
8	Теплообмінні апарати	20
	Разом	138

8. Організація і проведення тренінгу з дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки»

Тематика: Робота з термодинамічними показниками та їх розрахунками

Методична доцільність проведення тренінгу полягає у забезпеченні студентів знаннями і навичками, які в подальшому можуть використовуватися при вирішенні комплексних спеціалізованих задач і практичних проблем, пов'язаних із експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання у майбутній професійній діяльності.

У процесі проведення тренінгу студентам пропонуються ситуації, у яких вони зможуть продемонструвати набуті знання і вміння аналізувати технічні, інженерні та організаційні параметри діяльності енергетичного виробництва, застосовувати методи розрахунку в умовах практичного використання енергетичного і теплотехнологічного обладнання, застосовувати прогресивні методи використання теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування і тестування;
- підсумкове тестування у розрізі змістових модулів;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- оцінювання результатів розв'язування задач;
- оцінювання результатів ректорської контрольної роботи;
- оцінювання комплексного практичного індивідуального завдання (у тому числі проходження тренінгу);
- оцінювання результатів самостійної роботи студентів;
- виступи та презентації на наукових заходах;
- екзамен.

Політика оцінювання

Політика щодо граничних термінів і перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу керівництва факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Основи термодинаміки і теплотехніки» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Структура залікового кредиту для студентів (екзамен) %:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3 (КПЗ і Тренінг)	Заліковий модуль 4 (екзамен)	Разом
20%	20%	20%	40%	100%
1. Усне опитування на заняттях: 4 теми по 5 балів – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 80 балів.	1. Усне опитування на заняттях: 4 теми по 5 балів – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 80 балів.	1. Підготовка КПЗ – мах 40 балів. 2. Захист КПЗ – мах 40 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів.	1. Тестові завдання (10 тестів по 3 бали) – мах 30 балів. 2. Теоретичне питання – мах 30 балів. 3. Задачі (2 задачі по 20 балів) мах 40 балів.	

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A (відмінно)
85–89	Добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	Задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проектор	1-8
2.	Екран проєкційний	1-8
	Комп'ютеризована аудиторія, доступ до мережі Інтернет	1-8
3.	Базове програмне забезпечення: ОС Windows 10 – згідно ліцензії Microsoft IT Academy та Microsoft DreamSpark for Students. Стандартне програмне забезпечення базових інформаційних технологій: MS Office (Excel), телекомунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox, ZOOM, MOODLE, Viber)	1-8
4.	Форми звітності суб'єктів господарювання	1-8

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління. Монографія. Вінниця: ВНТУ, 2014. 346 с.
2. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В. Теплотехніка: Підручник. Київ: «ІНКОС», 2005. 504 с.
3. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 150 с.
4. Константинов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки: Підручник. Київ: «Золоті ворота», 2012. 592 с.
5. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. 136 с.
6. Основи енерго- і ресурсозбереження: навчальний посібник / Канюк Г.І., Пугачова Т.М., Без'язичний В.Ф., Близниченко О.М., Шматков Д.І. Харків: Друкарня «Мадрид», 2016. 230 с.
7. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серп. 2017 р. № 605-р. Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
8. Al-Shemmeri T. Engineering Thermodynamics. BoBoCoAe, TAS & Ventus Publishing ApS, 2010. 107 p.
9. Babu V. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020. 440 p.
10. Baehr H.D., Kabelac S. Thermodynamik Grundlagen und technische Anwendungen. 14. Auflage. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2009. XIX, 667 S.
11. Bakshi B.R., Gutowski T., Sekulic D. (Eds.) Thermodynamics and the Destruction of Resources. Cambridge University Press, 2011. 522 p.
12. Balmer R.T. Modern Engineering Thermodynamics. Academic Press. 2011, 827 p.
13. Bejan A. Advanced Engineering Thermodynamics. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2016. 782 p.
14. Borgnakke C. Sonntag R.E. Fundamentals of Thermodynamics, 10th Edition. Wiley, Hoboken, 2019. 813 p.
15. Can Gulen S. Applied Second Law Analysis of Heat Engine Cycles. Boca Raton: CRC Press, 2023. 298 p.
16. Cengel Y.A., Boles M.A. Solutions Manual for Thermodynamics: An Engineering Approach. 7-th ed. McGraw-Hill, 2011. 2070 p.
17. Cengel Yunus A., Boles Michael A., Kanoglu Mehmet. Thermodynamics: An Engineering Approach. 10th Edition. McGraw-Hill, 2023. 977 p.

18. Colonna P., van der Stelt T.P. Thermodynamics: Fundamentals and Engineering Applications. Solution Manual. Cambridge University Press, 2019. 296 p.
19. Dam S.A. (Ed.) Heat Capacity: Theory and Measurement. Nova, 2020. 179 p.
20. Dehli M., Doering E., Schedwill H. Fundamentals of Technical Thermodynamics: Textbook for Engineering Students. Wiesbaden: Springer, 2022. 622 p.
21. Desmet B. Thermodynamics of Heat Engines. London: Wiley-ISTE, 2022. 258 p.
22. Di Bella Francis A. Applying Engineering Thermodynamics: A Case Study Approach. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2021. 581 p.
23. Di Vita A. Non-equilibrium Thermodynamics. Springer, 2022. 239 p.
24. Dincer I. Thermodynamics: A Smart Approach. Wiley, 2021. 674 p.
25. Dincer I., Rosen M.A. (eds.) Exergy. Energy, Environment and Sustainable Development. 3rd edition. Boston: Elsevier Science, 2020. 698 p.
26. El-Awad. M.M. Computer-Aided Thermofluid Analyses using Excel. Sohar: University of Technology and Applied Sciences College of Applied Sciences, 2021. 280 p.
27. Feidt M. Finite Physical Dimensions Optimal Thermodynamics 1: Fundamentals. ISTE Press Elsevier, 2017. 263 p.
28. Feidt M. Finite Physical Dimensions Optimal Thermodynamics 2: Complex Systems. ISTE Press - Elsevier, 2018.
29. Foust H.C. III Thermodynamics, Gas Dynamics, and Combustion. Cham: Springer, 2022. 408 p.
30. Gaskell D.R., Laughlin D.E. Introduction to the Thermodynamics of Materials. 6th Edition. — CRC Press, 2018. 715 p.
31. Gicquel Renaud. Energy Systems: A New Approach to Engineering Thermodynamics. 2nd edition. CRC Press, 2021. 565 p.
32. Gill S.P.A. Thermodynamics, Kinetics and Microstructure Modelling. IOP Publishing Ltd., 2022. 174 p.
33. Granet I., Alvarado J., Bluestein M. Thermodynamics and Heat Power. 9th edition. CRC Press, 2021. 864 p.
34. Helal M. Graphical Thermodynamics and Ideal Gas Power Cycles: Ideal Gas Thermodynamics in Brief. Momentum Press, 2017. 303 p.
35. Kassim M. Engineering Thermodynamics. Mercury Learning & Information, 2022. 1441 p.
36. Kaushik S.C., Tyagi S.K., Kumar P. Finite Time Thermodynamics of Power and Refrigeration Cycles. Capital Publishing Company, New Delhi, India, 2017. 330 p.
37. Mantelli M.B.H. Thermosyphons and Heat Pipes: Theory and Applications. New York: Springer, 2021. 429 p.

38. McGraw-Hill Education. Engineering Thermodynamics: Pixel- Exam Guide. McGraw-Hill, 2018. — 306 p.
39. Moran M.J., Shapiro H.N., Boettner D.D., Bailey M.B. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. 9th Edition. Wiley, 2018. XII, 864 p.
40. Moran Michael J. et al. Moran's principles of engineering thermodynamics, by Michael J. Moran. SI Version, Global Edition. Wiley, 2023. 783 p.