

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



СИЛАБУС ВИБІРКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«Технічна термодинаміка»

Мова навчання – *українська*

Шифр та найменування галузі знань *14 «Електрична інженерія»*

Код та найменування спеціальності *141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*

Освітньо-професійна програма *Екоенергетика та інтелектуальна електромеханіка*

Ступінь вищої освіти *бакалавр*

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 «Електрична інженерія»
« 01 » вересня 2024 р. протокол № 1.

Реєстраційний номер в навчальному відділі НЦООП

1. Загальна інформація

Кафедра: Екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології

Викладач: Халак В'ячеслав Федорович, викладач кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології, доктор філософії

Профайл **Контакти:**
khalak@cloud.ontu.edu.ua,
068-060-03-94



Освітній компонент викладається на 2 курсі у 1 семестрі

Кількість: кредитів — 5, годин — 150

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні
денна	50	26	24
заочна	18	10	8
Самостійна робота, годин	Денна –	100	Заочна – 132

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Технічна термодинаміка в самому загальному виді вивчає закономірності в процесах взаємного перетворення тепла і роботи та властивості робочих тіл за допомогою яких такі перетворення відбуваються. Технічна термодинаміка являється наукою феноменологічною (емпіричною), в основі якої лежать три закони або принципи, що були узагальнені на основі аналізу різноманітних явищ природи. Провідне місце займають перші два принципи, які являються основою для аналізу усіх перетворювань енергії в теплотехнічному та холодильному устаткуванні. Третій принцип знаходить практичне застосування в хімічній термодинаміці та при аналізі процесів, які відбуваються в криогенній техніці в близько до абсолютного термодинамічного нуля температур. Технічна термодинаміка являється наукою теоретичною, незважаючи в її основні закони лежать емпіричні узагальнення, і тому надає відповідний математичний апарат для вивчення енергетичних перетворювань в різних процесах з макроскопічних позицій. Вона не базує свої висновки на атомістичній структурі тіла та аналізі мікроскопічних процесів, що є предметом статистичної термодинаміки. Закони технічної термодинаміки розповсюджуються тільки на макросистеми, які складаються з великої кількості атомів та молекул. *Технічна термодинаміка* являється наукою дедуктивною, оскільки її узагальнення (закони термодинаміки) використовується для аналізу та розрахунків будь-яких процесів та явищ, що відбуваються в навколишньому середовищі. *Технічна термодинаміка* переважно займається дослідженням та вивченням систем, які знаходяться в стані рівноваги. Однак апарат технічної термодинаміки може бути суттєво розширений для аналізу не тільки рівноважних систем, але й для нерівноважних систем, що розглядаються в *термодинаміці нерівноважних систем*.

3. Мета освітнього компоненту

Основною метою та завданням навчальної дисципліни являється надання студентам комплексу теоретичних навичок та знань для проектування, розрахунку, оптимізації та експлуатації теплоенергетичних та холодильних систем.

Для цього треба глибоко розуміти та знати основні закони (принципи) технічної термодинаміки за якими здійснюються процеси енергетичних перетворювань та відповідний аналітичний апарат. Це дає змогу для студентів засвоїти термодинамічні методи розрахунку

та аналізу основних процесів, які мають місце в теплоенергетичних та холодильних системах, та визначати термодинамічні властивості робочих тіл за допомогою яких здійснюються циклічні процеси в найбільш відомих циклах теплосилових установок, теплових двигунів, холодильних машин та теплових насосів.

Основним завданням термодинаміки та її математичного апарату являється надання студентам комплексу знань для розуміння основних напрямків та положень енергетичних та екологічних програм, які втілюються в життя в Україні, методів побудови та розрахунку розімкнутих та циклічних процесів в енергетичних та холодильних системах; способів визначення термодинамічної ефективності систем взаємного перетворювання енергії для енергетичних та холодильних систем на основі ентропійного та ексергетичного методів з можливістю прогнозувати способи підвищення термодинамічної ефективності

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення освітнього компоненту «Технічна термодинаміка» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності № 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та освітньо-професійній програмі «Екоенергетика та інтелектуальна електромеханіка» підготовки бакалаврів.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК 04. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК 05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК 07. Здатність працювати в команді.
- ЗК 08. Здатність працювати автономно.

ЗК 09. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК 10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК 11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

СК 12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

СК 13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми,

пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

СК 14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

СК 15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

СК 16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

СК 18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

СК 19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

СК 21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Програмні результати навчання:

ПРН 01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН 02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПРН 03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН 04. Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПРН 05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН 06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН 07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРН 08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПРН 09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРН 10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРН 11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефхівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.

ПРН 12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів

електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРН 13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПРН 14. Розуміти принципи європейської демократії та поваги до прав громадян, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРН 15. Розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.

ПРН 16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПРН 17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проєктування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПРН 18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПРН 19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних занять

Тем	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Вступ. Предмет курсу технічна термодинаміка. Практичне застосування та значення для техніки. Місце дисципліни в підготовці фахівців з теплоенергетики, холодильної та криогенної техніки та кондиціювання повітря. Історія розвитку технічної термодинаміки як загальної науки про енергію. Основні особливості технічної термодинаміки як науки емпіричної, дедуктивної та феноменологічної.	1	1
2.	Метод технічної термодинаміки та поняття рівноважного стану. Термодинамічні системи і їх різновидності. Параметри стану термодинамічної системи. Емпірична температура та нульовий закон термодинаміки. Інтенсивні та екстенсивні параметри стану. Зв'язок між параметрами стану. Характеристичні рівняння стану та методи їх узагальнення	1	0.5
3.	Термодинамічна поверхня та квазістатичний процес. Діаграми стану речовини та їх практичне застосування. Внутрішня енергія та її особливості. Теплота та робота як форми передачі енергії. Реакція термодинамічної системи на зовнішні дії. Узагальнена робота. Деформаційна робота та її графічне зображення в $P - V$ діаграмі. Ентальпія. Технічна робота. Графічне зображення технічної роботи в діаграмі $P - V$.	1	1
4.	Перший закон термодинаміки Перший закон термодинаміки як закон збереження та перетворення енергії термомеханічних систем. Аналітичні форми запису першого закону та основні формулювання. Круговий процес та принцип еквівалентності. Функції процесу та функції стану. Математичні особливості функцій стану. Теплоємність	2	1

	речовини як функція процесу. Теплоємність ідеального газу. Рівняння першого закону через окремі похідні. Перший закон термодинаміки для стаціонарного потоку.		
5.	Властивості речовин Фізичні уявлення про різний агрегатний стан речовини. Ідеальний газ та його особливості. Закони ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу. Властивості внутрішньої енергії та ентальпії ідеального газу. Експериментальні досліди Джоуля та Томсона. Ентропія ідеального газу. Ентропійна діаграма $T-S$ та її властивості.	2	0.5
6.	Реальний газ та його особливості. насичена пара. Ступінь сухості пари. Критична точка. Аналіз процесу пароутворення. Волога насичена пара. Рівняння Клапейрона – Клаузіуса для фазового переходу. Діаграми $P-V$, $T-S$ та їх використання. Таблиці насиченої та перегрітої пари. Теорія подібності речовин. Рівняння реального газу Ван-дер-Ваальса в приведених координатах.	2	0.5
7.	Другий закон термодинаміки. Проблема теплового двигуна. Необхідні та достатні умови для реалізації циклічних процесів. Поняття оборотних та необоротних процесів. Нерівновага, як джерело необоротності. Формулювання другого закону. Еквівалентність різних формулювань. Оборотний цикл Карно та його особливості. Теорема Карно та висновки з неї. Інтеграл Клаузіуса та поняття ентропії. Абсолютна термодинамічна температура та термодинамічна шкала Кельвіна. Об'єднане рівняння першого та другого законів	2	0.5
8.	Другий закон термодинаміки для необоротних процесів. Інтеграл Клаузіуса для необоротних процесів. Принцип зростання ентропії системи в реальних процесах. Зростання ентропії системи та страта роботи здатності. Теорема Гюї – Стодола. Принцип зростання ентропії адіабатично ізольованої системи. Теорія теплової смерті Всесвіту та її критика. Статистична трактовка другого закону термодинаміки. Термодинамічна можливість. Рівняння Больцмана. Особливості ентропії та її визначення.	2	0.5
9.	Оборотні цикли термотрансформаторів тепла. Коефіцієнти перетворення енергії (термотрансформації). Цикли прямі та зворотні. Ступінь термодинамічної стійкості реальних циклів. Відношення робіт розширення та стиснення оборотного циклу, як критерій ступені термодинамічного рівню реальних циклів. Еквівалентний та відповідний цикли Карно. Середньо планіметрична температура.	2	0.5
10.	Ексергетичний метод термодинамічного аналізу Максимальна робота в процесах при переході з нерівноважного стану в рівноважний. Ексергія теплоти, холоду, стану речовини. Необоротність реальних процесів та втрати ексергії. Ексергія та Анергія. Ексергетичний аналіз енергетичних та холодильних систем. Діаграма потоків ексергії (Сенкі - Грасмана).	1	0.5
11.	Дослідження термодинамічних процесів з реальними та ідеальними газами. Загальні застави дослідження термодинамічних процесів. Аналіз ізобарного, ізохорного, ізотермічного та адіабатного процесів з ідеальним та реальним газом. Графічне зображення процесів в діаграмах стану $P-V$, $T-S$, $h-S$.	1	0.5

	Політропічні процеси з ідеальним газами та їх аналіз . Аналіз процесів в газових компресорах.		
12.	Аналіз процесу адіабатного дроселювання. Теоретичні засади та практичне використання. Диференційний та інтегральний ефекти Джоуля – Томсона. Температура інверсії та крива інверсії. Графічне відображення процесу в діаграмах стану. Суміші ідеальних та реальних газів. Вологе повітря та його властивості. Діаграма $h - d$ волого повітря	1	
13.	Теорія потоку газів та парів. Практичне використання в енергетичних та холодильних системах. Рівняння нерозривності потоку. Взаємне перетворювання потенційної та кінетичної енергій в соплах та дифузорах. Швидкість потоку на виході із сопла. Аналіз процесу в соплах. Критична швидкість. Сопла та дифузори Лавала. Критерій Маха. Вплив сили тертя на швидкість.	2	
14.	Калоричні властивості речовин Взаємозв'язок між термічними та калоричними параметрами. Характеристичні та потенційні функції. Диференційні співвідношення термодинаміки. Рівняння Максвела. Способи розрахунку калоричних величин	2	0.5
15	Цикли енергетичних установок. Проблеми виробництво та споживання енергії. Енергетичні кризи. Пряме перетворювання енергії. Термоелектричний, електрохімічний та магнітогідродинамічний способи. Термоядерний синтез. Використання природних не рівноваги. Перетворення теплової енергії в механічну за допомогою циклічних процесів. Практична недоцільність використання циклу Карно. Цикли паросилових установок. Цикл Ренкіна – основний цикл теплової енергетики. Схема та графічне відображення в діаграмах стану. Методи підвищення термічного коефіцієнта корисної дії. Подвійний перегрів пари	1	
16.	Регенерація тепла, як загальний метод підвищення коефіцієнтів термотрансформації циклів. Регенеративний цикл Карно. Схема регенеративного циклу Ренкіна. Теплофікаційні, парогазові та бінарні. Цикли двигунів внутрішнього згоряння. Графічне відображення в діаграмах. Цикл Отто, Дизеля та Саботе–Трінклера. Коефіцієнти перетворювання енергії та їх порівняння. Цикли газотурбінних установок. Методи підвищення термічних коефіцієнтів корисної дії.	1	
17	Цикли холодильних та кріогенних установок. Практичне використання циклів. Цикл та схема газової холодильної установки. Схема та цикл Парової холодильної машини. Абсорбційна та парова ежекторна холодильні машини. Тепловий насос та його практичне застосування. Коефіцієнти перетворювання енергії та методи їх підвищення. Кріогенні установки. Мінімальна робота скраплення газу. Класичні цикли кріогенних установок. Методи досягнення понад низьких температур	1	2
18	Третій принцип термодинаміки Області практичного застосування третього закону термодинаміки. Теплова теорема Нернста та постулат Планка . Основні висновки. Властивості речовин при понад низьких температурах. Принцип недосяжності абсолютного термодинамічного нуля температур.	1	0.5

	Поняття про негативні (від'ємні) абсолютні температури		
Разом за ОК:		26	10

5.2 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної/лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Термодинамічні параметри стану та основні одиниці їх виміру	2	1
2.	Перший закон термодинаміки. Властивості ідеальних газів	2	1
3.	Деформаційна робота та її розрахунки Технічна робота та її графічне відображення	2	1
4.	Теплоємність реальних та ідеальних газів Теплова діаграма T-S та її властивості	2	0.5
5.	Процеси з ідеальними газами. Політропічні процеси	2	0.5
6.	Другий закон термодинаміки. Оборотні цикли термотрансформаторів	2	1
7.	Реальні гази. Діаграми стану реальних газів.	2	1
8.	Термодинаміка потоку. Процеси в соплах та дифузорах	2	
9.	Аналіз прямих оборотних циклів. Цикл паросилової установки	2	
10.	Аналіз адіабатного процесу в турбіні (детандері)	2	1
11.	Цикл паросилової установки. Цикли двигунів внутрішнього згоряння	2	
12.	Ексергія. Застави ексергетичного аналізу. Діаграма потоків ексергії	2	1
Всього за ОК:		24	8

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	35	40
2	Підготовка до практичних занять	25	30
3	Теорія термодинамічної подоби речовин. Приведені координати	10	15
4	Методи побудови характеристичних рівнянь речовин	10	15
5	Характеристичні функції та термодинамічні потенціали Диференційні рівняння термодинаміки	10	20
6	Вологе повітря. Суха та «мокра» температури. Діаграма вологого повітря	10	12
Всього за ОК:		100	132

6. Система оцінювання та вимоги

Контроль успішності навчання здобувача проводиться у формах вхідного, поточного і підсумкового контролів.

Вхідний контроль якості навчання здійснюється на початку курсу проведенням перевірки залишкових знань здобувачів за ОК, що забезпечують вивчення даного освітнього компоненту (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- письмові контрольні роботи за окремими темами або модульні контрольні роботи;
- тестування знань здобувачів з певних тем або з певних окремих питань ОК;
- виконання практичних робіт;
- усне опитування;

Підсумковий контроль – **екзамен**.

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	Денна	Заочна
Змістовний модуль 1. Технічна термодинаміка		
Лекційний курс*(**)	-	-
Практичні роботи*	50	50
Самостійна робота*	20	20
Екзамен	30,0	30,0
Всього за змістовний модуль 1	70,0	70,0
Всього	100,0	

*Є можливість визнання результатів неформальної освіти відповідно до п.2 Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в Одеському національному технологічному університеті.

Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів Підсумковий контроль – екзамен

23 - 30 балів	<i>Здобувач демонструє вичерпні та глибокі знання всього навчального матеріалу, вільно застосовує розвинені вміння та навички у стандартних і нестандартних ситуаціях, формулює чіткі й обґрунтовані висновки, приймає виважені рішення, вільно володіє науковою термінологією та демонструє високу комунікативну культуру.</i>	<i>відмінно</i>
18 - 22 балів	<i>якщо здобувач виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки й неточності</i>	<i>дуже добре</i>
15 - 17 балів	<i>якщо здобувач засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури</i>	<i>добре</i>
0 - 14 балів	<i>якщо здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих; володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий</i>	<i>достатньо</i>
0 - 18 балів	<i>якщо здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу; володіє матеріалом на рівні</i>	<i>незадовільно</i>

	елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів	
--	---	--

Практичні роботи (приклад оцінювання однієї роботи)

3,7 - 4,2 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно здана, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
3,4 - 3,6 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
3,1 - 3,3 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
2,5 - 3 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 - 2,4 балів	Практична робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Самостійна робота* (у випадку наявності балів за цей вид роботи у таблицях нарахування балів)

2,9 - 3,3 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
2,7 - 2,8 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
2,5 - 2,6 балів	Самостійна робота відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
2 - 2,4 балів	Самостійна робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 - 1,9 балів	Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

* Наповнення таблиці може змінюватися у залежності від форми самостійної роботи (реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо).

7. Засоби діагностики успішності навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять та самостійних робіт:

Лекційні заняття: Словесні методи: розповідь, пояснення, бесіда, дискусія; Наочні: ілюстрація, спостереження, демонстрація; пояснювально-демонстративний метод, проблемний виклад.

Практичні заняття: аналіз конкретних ситуацій (проблемних, звичайних, нетипових); групове обговорення питання; дискусії, виконання ситуаційно-розрахункових задач, інтерактивні методи навчання (проблемне навчання, робота в малих групах, кейс-метод, мозковий штурм, проєктний метод), тренінг, технології ситуативного моделювання, технології опрацювання дискусійних питань.

Самостійна робота (реферати, доповіді з презентаціями, індивідуальні навчально-дослідні завдання тощо): робота з навчально-методичними матеріалами, робота зі статистично-аналітичними звітами, складання планової та звітної документації, науково-дослідна робота студентів (методи пізнання, аналогії, оцінка, ілюстрація тощо), складання скетчів за темами лекцій, реферування, конспектування.

8. Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1 . Збірник задач з технічної термодинаміки [Текст] : навч. посіб. / О. Ф. Буляндра ; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : НУХТ, 2015. — 394 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 391. Мова: Українська Шифр: 621.1(076) Авторський знак: Б90

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT-cnv.BibRecord.156337>

2. Фізика. Термодинаміка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / В. Г. Мураховський ; Одес. нац. технол. ун-т. — Електрон. вид. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 118 с. — Електрон. текст. дані.

Мова: Українська Шифр: 53(075) Авторський знак: M91

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1769140>

4. Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи з курсу "Термодинаміка, теплопередача та теплосилові установки" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 185 "Нафтогазова інженерія і технології". Освітня програма 18 "Газонафтопроводи та газонафтохранилища" / Н. В. Волгушева ; відп. за вип. О. С. Тітлов ; Каф. нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики. — Одеса : ОНАХТ, 2020. — Електрон. текст. дані: 99 с. Мова: Українська Шифр: 536(07) Авторський знак: B67

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1586185>

5. Технічна термодинаміка і теплообмін [Текст] : підручник / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько. — Одеса : Фенікс, 2019. — 496 с.

Мова: Українська Шифр: 536(075) Авторський знак: B19

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1597263>

6. Методи аналізу ефективності теплоенергетичних систем [Електронний ресурс] : консп. лекцій: для студентів спеціальності 144 "Теплоенергетика" / О. Я. Хлієва. — Одеса : ОНАХТ, 2019. — Електрон. текст. дані: 80 с.

Мова: Українська Шифр: *622(075) Авторський знак: X56

<https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1445191>

7. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну [Текст] : навч. посіб. / С. М. Константинов, Р. В. Луцик ; Нац. техн. ун-т "Київський політехнічний інститут". — Київ : Освіта України, 2009. — 544 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT-cnv.BibRecord.58648>

8. Збірник задач з технічної термодинаміки [Текст] : навч. посіб. / С. М. Константинов, Р. В. Луцик. — Київ : Політехніка, 2002. — 380 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.43814>

Додаткові:

1. Bell, I. H., Wronski, J., Quoilin, S., & Lemort, V. (2014). Pure and Pseudo-pure Fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoolProp. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 53(6), 2498–2508. <https://doi.org/10.1021/ie4033999>. URL: <https://ibell.pythonanywhere.com/>

2. VDI Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC) (Ed.). (2010). VDI Heat Atlas (2nd ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77877-6>

9. Політика освітнього компоненту

Політика всіх освітніх компонент в ОНТУ є уніфікованою та визначена з урахуванням законодавства України, Корпоративному кодексу ОНТУ, Кодексу академічної доброчесності ОНТУ, Положення про організацію освітнього процесу ОНТУ, Положення про порядок перезарахування результатів навчання (навчальних дисциплін) в ОНТУ, вимог ISO 9001:2015 та роботодавців.

Викладач

/ПІДПИСАНО/

В'ячеслав ХАЛАК

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ЕТтаПЕ

Протокол від « 01 » вересня 2025 р. № 1.

Завідувач кафедри

/ПІДПИСАНО/

Юрій СЕМЕНЮК

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП «Екоенергетика та інтелектуальна електромеханіка»

к.т.н., доцент каф ЕТтаПЕ

/ПІДПИСАНО/

Дмитро ІВЧЕНКО