

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



СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОГО ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

«Технічна термодинаміка»

Мова навчання – *українська*

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

Код та найменування спеціальності *142 «Енергетичне машинобудування»*

Освітньо-професійна програма **Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря**

Ступінь вищої освіти *бакалавр*

Затверджено на засіданні

Методичної Ради зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія»
« 19 » вересня 2024 р. протокол № 1.

Реєстраційний номер в навчальному відділі
R31-07/2024-25

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 курсах у 1 семестрі

Кількість: кредитів — 4,5, годин – 135

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	практичні
денна	60	30	30
заочна	18	10	8
Самостійна робота, годин	Денна –	75	Заочна – 117

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент «Технічна термодинаміка» базується на знаннях, отриманих здобувачем вищої освіти в результаті вивчення освітніх компонент «Українська мова», «Іноземна мова», «Вища математика». *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 № 142 Енергетичне машинобудування та освітньо-професійній програмі «Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря» підготовки бакалаврів.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК4. Знання та розуміння предметної області професійної діяльності
- ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК6. Здатність використовувати іноземну мову у професійній діяльності.
- ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК10. Здатність працювати у команді.
- ЗК11. Навички міжособистньої взаємодії.
- ЗК14. Навички здійснення безпечної діяльності.
- ЗК15. Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- ЗК18. Прагнення працювати згідно сценарію сталого розвитку до проєктування холодильних установок з метою зниження впливу на навколишнє середовище.
- ЗК19. Здатність використовувати найкращі практики при розробці систем кондиціонування повітря.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- ФК1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій розвитку галузі енергетичного машинобудування.
- ФК2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і

вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.

ФК6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

ФК7. Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових енергетичних об'єктів та систем.

ФК8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

ФК10 Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

ФК11 Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

ФК13. Здатність використовувати Європейські стандарти ISO та американські стандарти ASHRAE при розробці холодильних установок.

ФК14. Здатність визначати режими експлуатації систем кондиціонування повітря та застосовувати способи раціонального використання енергетичних носіїв.

Програмні результати навчання:

РН1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

РН2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

РН3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

РН6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

РН7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосовувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.

РН11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень.

РН13. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних занять

Тема	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 кондиціонування повітря. Історія розвитку технічної термодинаміки як загальної науки про енергію. Основні особливості технічної термодинаміки як науки емпіричної, дедуктивної та феноменологічної.	1	0.5
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 $P - V$.	2	0.5
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 речовини як функція процесу. Теплоємність ідеального газу. Рівняння першого закону через окремі похідні. Перший закон термодинаміки для стаціонарного потоку.	2	1
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.	1	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.	1	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	2	0.5

	Клаузіуса для необоротних процесів. Принцип зростання ентропії системи в реальних процесах. Зростання ентропії системи та страта робото 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.		
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).	2	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 $P-V$, $T-S$, $h-S$. Політропічні процеси з ідеальними газами та їх аналіз . Аналіз процесів в газових компресорах.	2	0.5
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	2	0.5
13.	Теорія потоку газів та парів. Практичне використання в енергетичних та холодильних системах. Рівняння нерозривності потоку. Взаємне перетворення потенційної та кінетичної енергій в соплах та дифузорах. Швидкість потоку на виході із сопла. Аналіз процесу в соплах. Критична швидкість. Сопла та дифузори Лавалю. Критерій Маха. Вплив сили тертя на швидкість.	2	0.5
14.	Калоричні властивості речовин Взаємозв'язок між термічними та калоричними параметрами. Характеристичні та потенційні функції. Диференційні співвідношення термодинаміки. Рівняння Максвелла. Способи розрахунку калоричних величин	2	0.5
15.	Цикли енергетичних установок. Проблеми виробництва та споживання енергії. Енергетичні кризи. Пряме перетворення енергії. Термоелектричний, електрохімічний та магнітогідродинамічний способи. Термоядерний синтез. Використання природних не рівноваги. Перетворення теплової енергії в механічну за допомогою циклічних процесів. Практична	2	0.5

	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		
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	0.5
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	2	1
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. Поняття про негативні (від’ємні) абсолютні температури	1	0.5
Разом за ОК:		30	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	4	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	4	0.5
7.	Реальні гази. Діаграми стану реальних газів.	2	0.5
8.	Термодинаміка потоку. Процеси в соплах та дифузорах	2	0.5
9.	Аналіз прямих оборотних циклів. Цикл паросилової установки	4	0.5
10.	Аналіз адіабатного процесу в турбіні (детандері)	2	0.5
11.	Цикл паросилової установки. Цикли двигунів внутрішнього згоряння	2	0.5

12.	Ексергія. Застави ексергетичного аналізу. Діаграма потоків ексергії	2	1
Всього за ОК:		30	8

5.3 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу та підготовка до практичних занять	25	39
2	Теорія термодинамічної подоби речовин. Приведені координати. Методи побудови характеристичних рівнянь речовин. Характеристичні функції та термодинамічні потенціали. Диференційні рівняння термодинаміки	25	39
3	Методи побудови характеристичних рівнянь речовин. Вологе повітря. Суха та «мокра» температури. Діаграма вологого повітря	25	39
Всього за ОК:		75	117

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 – *диф. залік*.

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	Денна	Заочна
Змістовний модуль 1. Технічна термодинаміка		
Лекційний курс*	-	-
Практичні роботи*	60	60
Самостійна робота*	9	9
Тестування	31,0	31,0
Всього за змістовний модуль 1	100	100
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 – тестування

25-31 балів	<i>90 - 100 % правильних відповідей. 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>
19-24 балів	<i>74 – 89% правильних відповідей. Здобувач виявляє децю обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки й неточності</i>	<i>дуже добре</i>
10-18 балів	<i>60 – 73% правильних відповідей. 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>
4-9 балів	<i>35 – 59 % правильних відповідей. 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 - 3 бали	<i>0-35 % правильних відповідей. якщо здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу; володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів</i>	<i>незадовільно</i>

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

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

Самостійна робота

6,5 – 9 балів	<i>Самостійні роботи відпрацьовані та вчасно захищені, надані повні обґрунтовані відповіді</i>	<i>відмінно</i>
4,4 – 6,4 бали	<i>Самостійні роботи відпрацьовані та вчасно захищені, при відповіді допущені неточності</i>	<i>дуже добре</i>
2,1 – 4,3 бали	<i>Самостійні роботи відпрацьовані, відповіді неповні, допущені помилки</i>	<i>добре</i>
1,1 – 2 бали	<i>Самостійні роботи відпрацьовані, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки</i>	<i>достатньо</i>
0 – 1 балів	<i>Самостійні роботи не відпрацьовані або дані незадовільні відповіді</i>	<i>незадовільно</i>

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. Методи термодинамічного аналізу термомеханічних систем: основи теорії, приклади та завдання [Електронний ресурс] : підручник / В. М. Арсеньєв, С. О. Шарапов ; Сум. держ. ун-т. — Суми : СумДУ, 2022. — 322 с. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/87551>
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. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1769140>
3. 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. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1586185>
4. Термодинаміка, тепломасообмін і теплопередача [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів спец. 101 "Екологія", 144 "Теплоенергетика" всіх форм навчання / Б. А. Кутний, О. В. Череднікова. — Полтава : Нац. ун-т "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка", 2022. — 182 с. URL: <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PolNTU/11263>
5. Introduction to Engineering Thermodynamics [Електронний ресурс] = Вступ до інженерної термодинаміки / Claire Yu Yan. — Canada : BCcampus, 2022. — 430 p. URL: <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/introduction-to-engineering-thermodynamics>
6. Methodical instructions for laboratory work in the course of physics "Molecular Physics, Thermodynamics" [Електронний ресурс] : for bachelors / S. N. Fedosov, A. E. Sergeeva ; Responsible for the release of the A. E. Sergeeva ; Department of Physical and Mathematical Sciences. — Odessa : ONTU, 2022. — 68 p. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1868320>
7. Lecture notes Physics course "Mechanics, Molecular Physics, Thermodynamics, Liquids" [Електронний ресурс] : for undergraduate students / A. E. Sergeeva, S. N. Fedosov ; Responsible for the release of the A. E. Sergeeva ; Department of Physics and Mathematics Sciences. — Odessa : ONAFT, 2020. — 53 p. URL: <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHT.1387193>

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 2024 р. № 1.

Завідувач кафедри /ПІДПИСАНО/ Юрій СЕМЕНЮК

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП «Холодильні машини,
установки і кондиціонування повітря»
к.т.н., доцент каф. ХМіКП

/ПІДПИСАНО/ Володимир ТРАНДАФІЛОВ