

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



СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKOBOTO OCBITHЬOTO KOМПОНЕНТУ

«TEOPETИЧНІ OCHOBI XOЛOДИЛЬHOЇ TEХНІKИ»

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 НЦООП

1. Загальна інформація

Кафедра: Кріогенної техніки

Викладач: Соколовська-Єфименко Вікторія Вікторівна,

доцент кафедри кріогенної техніки, кандидат
технічних наук

Профайл: **Контакти:**

[kli24062006@gmail.com,](mailto:kli24062006@gmail.com)

(048)-720-91-16



Викладач: Мошкатюк Андрій Володимирович,

старший викладач кафедри кріогенної техніки,
кандидат технічних наук

Профайл: **Контакти:**

andryimoshkatyuk@gmail.com

(048) 720-91-16



Освітній компонент «Теоретичні основи холодильної техніки» викладається на 3 курсі в 5 семестрі для денної та заочної форм навчання

Кількість: кредитів - 6 годин – 180

Аудиторні заняття, годин:	всього	лекції	лабораторні	практичні
денна	70	30	10	30
заочна	24	10	4	10
Самостійна робота, годин	Денна – 110		Заочна – 156	

Розклад занять

2. Анотація освітнього компоненту

Освітній компонент «Теоретичні основи холодильної техніки» є тим базовим фундаментальним освітнім компонентом для подальших прикладних спеціальних компонентів, що необхідні для спеціалістів з низькотемпературної техніки. Предметом вивчення освітнього компонента є термодинамічні принципи проектування холодильних машин та теплових насосів.. Завдання освітнього компонента є теоретична підготовка здобувачів як складова частина його професійної компетентності з спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

Освітній компонент (ОК) «Теоретичні основи холодильної техніки» базується на знаннях з таких ОК як: «Фізика», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка».

3. Мета освітнього компоненти

Метою ОК «Теоретичні основи холодильної техніки» – є вивчення здобувачами освіти теорії холодильної техніки, яка втілює методи одержання низьких температур та штучного холоду, схеми та термодинамічні цикли систем охолодження з механічною компресією робочих речовин, газових холодильних машин, методи розрахунків схем, циклів та процесів, які відбуваються у системах холодильної техніки.

4. Компетентності та програмні результати навчання

У результаті вивчення ОК «Теоретичні основи холодильної техніки» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в Стандарті вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування», та освітньої програми «Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря» підготовки бакалаврів.

Інтегральна компетентність

ІК-1. 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
ЗК7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
ЗК9 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК12. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня.
ЗК16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
ЗК18*. Прагнення працювати згідно сценарію сталого розвитку до проектування 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 концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.
ФК2. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування
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.
ФК11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.
ФК12. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності
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:

ПР1 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.
ПР2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях
ПР3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».
ПР4. Здатність розуміти інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
ПР7 Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосовувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.
ПР8. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування.

ПР10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.
 ПР14 Застосовувати норми інженерної практики у сфері енергетичного машинобудування
 ПР17. Управляти професійною діяльністю у роботі над проектами принаймні в одному з напрямів енергетичного, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень..
 ПР21. Аналізувати розвиток науки і техніки.
 ПР22*. Здатність ефективно реалізувати новітні технології, стандарти, норми та вимоги до проєктування холодильних установок з метою зниження впливу на навколишнє середовище

5. Інформаційний обсяг освітнього компоненту

5.1 Перелік лекційних завдань

	Зміст теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Змістовний модуль 1. «Теоретичні основи машин які працюють за оборотними термодинамічними циклами»			
1	Історична довідка застосування холоду. Основі поняття холодильної науки. Термодинамічні основи машин які працюють за зворотними термодинамічними циклами.	3	1
2	Методи отримання холоду і низьких температур.	2	1
3	Термодинамічний аналіз циклу холодильної машини.	2	-
4	Цикли одноступеневих паро-компресорних холодильних машин. Методи підвищення ефективності	4	2
5	Робочі речовини холодильної техніки.	2	-
6	Поршневий холодильний компресор.	3	1
Змістовний модуль 2. «Складні схеми парокомпресорних холодильних машин»			
5	Причини переходу до багатоступеневого стиснення.	2	1
6	Цикли двоступеневих парокомпресорних холодильних машин.	4	2
7	Складні схеми і цикли парокомпресорних холодильних машин..	6	2
8	Повітряні холодильні машини	2	-
Разом за ОК:		30	10

5.2 Перелік лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Інструктаж з техніки безпеки. Ознайомлення з лабораторним обладнанням кафедри кріогенної техніки	1	1
2	Схема одноступінчастої холодильної машини. Випробування одноступінчастої холодильної машини	2	1
3	Дійсний поршневий компресор. Вимірювання мертвого простору компресора	4	1
4	Випробування головних теплообмінних апаратів холодильних машин	2	-
5	Схема двоступеневої лабораторної холодильної машини. Допоміжні елементи. Особливості експлуатації.	1	1
Всього за ОК:		10	4

5.3 Перелік практичних робіт

№ з/п	Назва практичної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Визначення основних параметрів і характеристик термодинамічних процесів за допомогою діаграм стану «Т-s» для робочих речовин холодильних машин	3	1
2	Розрахунок основних параметрів і характеристик зворотного циклу Карно: за зміною температур підведення та відведення тепла.	1	-
3	Кипіння рідини при зниженому стиску. Пряма напруги агентів: зв'язок температури та тиску на лінії розділу фаз в діаграмі «Т-s». Визначення	2	-

	основних параметрів робочих речовин холодильних машин при дроселюванні: крива інверсії, дросель-ефект; при розширенні газу з одержанням зовнішньої роботи.		
4	Аналіз процесів парокомпресорної машини. Навики роботи з діаграмою «p-h».	4	2
5	Цикл простої холодильної машини у діаграмі «lgP-h». Питомі характеристики циклу. Розрахунок питомих характеристик для різноманітних робочих речовин.	2	2
6	Класифікація робочих речовин за хімічним складом, температурою та тиском. Визначення термодинамічних, теплофізичних, екологічних властивостей різних робочих речовин з ціллю використання їх для конкретної холодильної машини.	2	-
7	Тепловий розрахунок одноступеневої аміачної холодильної машини. Тепловий розрахунок одноступеневої регенеративної холодильної машини. Тепловий розрахунок одноступеневої регенеративної холодильної машини з герметичним компресором. Теплові розрахунки одноступеневої холодильної машини при зміні температурних режимів. Побудова теоретичної індикаторної діаграми поршневого компресора	6	3
8	Тепловий розрахунок двоступеневої холодильної машини з різними робочими речовинами.	6	2
9	Розрахунок каскадної холодильної машини.	2	-
10	Розрахунок теоретичних циклів повітряної холодильної машини.	2	-
Всього за ОК:		30	10

5.4 Перелік завдань до самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10	10
2	Опрацювання матеріалів лабораторних робіт: «Вимірювання мертвого простору компресора»	20	16
3	Опрацювання матеріалів практичних робіт: «Варіантні розрахунки одноступеневих холодильних машин».	20	30
4	Опрацювання тем, не винесених на лекції: «Машина Бадилькеса», Двоступенева холодильна машина з герметичним компресором, що працює за циклом Ворхіса.	10	100
5	Опрацювання тем, не винесених на лекції: Вихрова труба. Машина "Філіпс". Машина. Компресорні холодильні машини та теплові насоси, що використовують суміші робочих речовин.	50	-
Всього за ОК:		110	156

6. Система оцінювання та вимоги

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

Вхідний контроль якості навчання здійснюється на початку курсу проведенням перевірки залишкових знань студентів з освітніх компонент, що забезпечують вивчення даної ОК «Холодильні машини» (діагностика первинних знань здобувачів).

Формами поточного контролю є:

- виконання і захист практичних/лабораторних робіт;
- письмові контрольні роботи за окремими темами або модульні контрольні роботи;
- усне опитування.

Підсумковий контроль – **екзамен**

Нарахування балів:

Вид роботи, що підлягає контролю	Максимальна кількість оціночних балів	
	денна	заочна
Змістовний модуль 1. «Теоретичні основи машин, які працюють за оборотними термодинамічними циклами»		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи*	10	10
Лабораторні роботи*	10	10
Самостійна робота*	10	10
Всього за змістовний модуль 1	35	35
Змістовний модуль 2. «Складні схеми парокомпресорних холодильних машин»		
Лекційний курс*	5	5
Практичні роботи*	10	10
Лабораторні роботи*	10	10
Самостійна робота*	10	10
Всього за змістовний модуль 2	35	35
Екзамен	30,0	30,0
Всього	100,0	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

27-30 балів	якщо здобувач демонструє повні й глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, високу комунікативну культуру	відмінно
23-26 балів	якщо здобувач виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки й неточності	дуже добре
18-22 бали	якщо здобувач засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними умінями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури	задовільно
0-17 балів	якщо здобувач не володіє необхідними знаннями, умінями й навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури	незадовільно

Лекційний курс

8 - 10 балів	Здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі і всебічні знання відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий	відмінно
--------------	---	----------

5 – 7,9 балів	Здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту	добре
2 – 4,9 балів	Здобувач в основному опанував теоретичними знаннями навчальної теми або дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, додаткові питання викликають у студента невпевненість або відсутність стабільних знань	достатньо
0-2 балів	Здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутні наукове мислення	незадовільно

Лабораторні і роботи (оцінювання однієї роботи)

Денна	Заочна		
3,4 - 4 балів	3,4 - 5 балів	Лабораторна відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
3,0 - 3,4 балів	3,0 - 3,4 балів	Лабораторна відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	дуже добре
2,5 – 2,9 балів	2,5 – 2,9 балів	Лабораторна відпрацьована, відповіді неповні, допущені помилки	добре
2,1 – 2,4 балів	2,1 – 2,4 балів	Лабораторна відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0-2 балів	0-2 балів	Лабораторна не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Практичні роботи (оцінювання однієї роботи)

Денна	Заочна		
1,5 – 2 балів	3,0 – 4,0 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	відмінно
1,0 – 1,4 балів	2,0 – 2,9 балів	Практична робота відпрацьована та вчасно захищена, при відповіді допущені неточності	добре
0,5 – 0,9 балів	0,9 – 1,9 балів	Практична робота відпрацьована, відповіді незадовільні, допущені грубі помилки	достатньо
0 – 0,4 балів	0 – 0,8 балів	Практична робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незадовільно

Самостійна робота

6 – 10 балів	Самостійна робота відпрацьована та вчасно захищена, надані повні обґрунтовані відповіді	зараховано
0 – 5 балів	Самостійна робота не відпрацьована або дані незадовільні відповіді	незараховано

7. Засоби діагностики успішності навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять, а також самостійних робіт за дисципліною:

- наочні: ілюстративний, та демонстраційний матеріал;
- інтерактивні: використання комп'ютерної техніки, офісних і спеціалізованих програм

- під час проведення лекцій, практичних занять ;
- словесні: лекції у традиційному їх викладі;
- практичні: практична робота, з виконанням завдань згідно вимогам дисципліни.
- лабораторні: виконання лабораторних дослідів з наступним захистом результатів досліджень.

8.Інформаційні ресурси

Базові (основні):

1. Теоретичні основи холодильної техніки [Електронний ресурс] : конспект лекцій. Ч. 1 / Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, Б. Г. Грудка, А. В. Мошкатюк ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Навч.-наук. ін-т холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського. — Одеса, 2021. — Електрон. текст. дані: 120 с <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1646899>.
2. Теоретичні основи холодильної техніки [Електронний ресурс] : конспект лекцій. Ч. 2 / Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, Б. Г. Грудка, А. В. Мошкатюк ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Навч.-наук. ін-т холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського. — Одеса, 2021. — Електрон. текст. дані: 77 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1647003>.
3. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В, Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Теоретичні основи холодильної техніки: посібник для практичних і лабораторних занять та самостійної роботи. Ч1. – Одеська національна академія харчових технологій, 2018– 39 с.
4. Морозюк Л.І., Соколовська-Єфименко В.В, Гайдук С.В., Грудка Б.Г. Теоретичні основи холодильної техніки: посібник для практичних занять та самостійної роботи. Ч2. – Одеська національна академія харчових технологій, 2018 – 65 с
5. Вассерман, О. А. Технічна термодинаміка і теплообмін : підручник / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько. - Одеса : Фенікс, 2019. - 496 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1596075>

Додаткові:

1. Драганов Б.Х. та ін. Теплотехніка. Підручник. — 2-е вид., перероб. і доп. — Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. — 400 с. — ISBN: 966-8347-12-9. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT-cnv.BibRecord.75009>
2. Петраш В.Д., Нікульшин Р.К., Морозюк Т.В., Кравченко М.Б. Термодинаміка в задачах і розв'язаннях: Навчальний посібник. — Одеса: «ВМВ», 2007. — 207 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.35117>
3. Balmer, R. (1990) Modern engineering thermodynamics. Elsevier Inc, 827. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2154668>
4. Арсеньєв, В. М. Методи термодинамічного аналізу термомеханічних систем: основи теорії, приклади та завдання : підручник / В. М. Арсеньєв, С. О. Шарапов. — Суми : СумДУ, 2022. — 322 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.2059345>
5. SWEP. Refrigeration handbook. 7.2 Sub-cooling. Retrieved September 30, 2022, from <https://www.swep.net/refrigerant-handbook/7.-condensers/asd4/>.
6. Метод експериментального дослідження повітряних конденсаторів малих холодильних машин і теплових насосів / Морозюк Л. І. та ін. // Холодильна техніка та технологія. — 2017., вип. 3, Т. 53. — С. 4-11. DOI: <https://doi.org/10.15673/ret.v53i3.674>
7. Термодинамічні процеси та цикли в реальному газі [Текст] : навч. посіб. для ВНЗ / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько ; [за ред. О. А. Вассермана] ; Одес. нац. мор. ун-т. - Одеса : Фенікс, 2015. - 193 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 191. - 300 прим. - ISBN 978-966-438-869-3. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdOAH.BibRecord.43265>
8. Інноваційні термодинамічні цикли енергетичних установок [Текст] / О. А. Вассерман, О. Г. Слинько, М. А. Шутенко ; за ред. О. А. Вассермана. — Одеса : Фенікс, 2020. — 184 с. <https://elc.library.ontu.edu.ua/library-w/DocumentDescription?docid=OdONAHNT.1597263>

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



Вікторія СОКОЛОВСЬКА-ЕФИМЕНКО

Викладач



Андрій МОШКАТЮК

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри кріогенної техніки

Протокол від «30» серпня 2024 р. № 1

Завідувач кафедри



Юрій СИМОНЕНКО

ПОГОДЖЕНО:

Гарант ОП «Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря», доцент кафедри холодильних установок і кондиціонування повітря



Ольга ЯКОВЛЕВА