

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

T7520



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

ОСНОВИ ТРИГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Basics of thri-generation technologies

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни "Основи тригенераційних технологій" для здобувачів вищої освіти з галузі знань 14 "Електрична інженерія", спеціальність 142 "Енергетичне машинобудування", Освітньо-професійна програма "Холодильні машини і установки".

"09" листопада 2023 року. – 23 с.

Розробники:

Радченко М.І., доктор технічних наук, професор (кафедра КІР НУК);

Калініченко І.В., кандидат технічних наук, доцент (кафедра теплотехніки ХННІ НУК).

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Основи тригенераційних технологій" *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми:

"Холодильні машини і установки "

канд. техн. наук, доцент



І.В. Калініченко

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Основи тригенераційних технологій" *розглянуто на засіданні кафедри теплотехніки Херсонського навчально-наукового інституту НУК*

Протокол № 04 від "14" листопада 2023 р.

В.о. завідувача кафедри

канд. техн. наук, доцент



Г.О. Кобалава

Робоча програма навчальної дисципліни "Основи тригенераційних технологій" *затверджена методичною радою Херсонського навчально-наукового інституту НУК*

Протокол № 04 від "16" листопада 2023 року

Голова МР Херсонського ННІ НУК,

канд. техн. наук, професор НУК



О.М. Дудченко

© Радченко М.І., 2023 рік

© Калініченко І.В., 2023 рік

© ХННІ НУК, 2023 рік

Зміст

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	17
7. Форми поточного та підсумкового контролю	18
8. Критерії оцінювання результатів навчання	21
9. Засоби навчання.....	21
10. Рекомендовані джерела інформації	22
11. Інформаційні джерела.....	23

ВСТУП

Анотація

Робочою програмою навчальної дисципліни "Основи тригенераційних технологій" підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти передбачено набуття здобувачами вищої освіти здатності самостійно формулювати цілі та ставити конкретні завдання наукових та прикладних проектів у фундаментальних і прикладних областях тригенераційних технологій холодильних установок та систем кондиціонування і вирішувати їх за допомогою сучасних дослідницьких методів з використанням новітнього досвіду із застосуванням сучасного обладнання та інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни "Основи тригенераційних технологій" розрахована на здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми "Холодильні машини і установки" і передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач з енергетичного машинобудування.

Ключові слова: тригенерація, когенерація, холодильне устаткування, тепловий насос, системи кондиціонування.

Annotation

The educational program "Basics of thri-generation technologies" for prepare the *first (bachelor's)* level of higher education provides applicants by students of higher education be able to formulate their own purposes and set specific tasks for research and applied projects in fundamental and practical production, Thri-generation technologies of refrigerating units and air conditioning systems and resolve them using modern research methods by the latest experience applying modern equipment and information technology.

The program of the discipline "Basics of thri-generation technologies" is supposed to be for students of higher education of the first (bachelor's) level of the educational and professional program "Refrigerating machines and plants" and envisage for the integrated application of obtained abilities to solve applied problems of energy and resource saving in energetic.

Keywords: tri-generation, cogeneration, refrigerating equipment, heat pump, air conditioning systems.

1. Опис навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни наведений в табл. 1.

Таблиця 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	<i>обов'язкова</i>	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті ХННІ НУК http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/refrigerating-machines-and-installations-b.html	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування"	Семестр	
		7-й	7-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: -	Освітньо-професійна програма: "Холодильні машини і установки"	Лекції	
		45 годин	10 годин
Загальна кількість годин – 150		Лабораторні роботи	
		-	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних - 5,0; самостійної роботи здобувача вищої освіти - 5,0	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Практичні заняття	
		30 годин	10 годин
		Самостійна робота	
		75 годин	130 годин
		Індивідуальне завдання	
		-	-
		Вид контролю	
		екзамен	екзамен, контрольна робота
		Форма контролю	
		письмово	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою освоєння дисципліни "Основи тригенераційних технологій" є освоєння практичних знань з тригенерації в судновій енергетиці та енергетичному машинобудуванні і формування у здобувача вищої освіти таких компетентностей

Інтегральна компетентність:

ІК1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні 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;

ЗК9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК14. Навички здійснення безпечної діяльності;

ЗК16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування;

ФК2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії;

ФК3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності;

ФК5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання;

ФК12. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: "Теоретичні основи холодильної техніки" та "Нагнітальні, компресорні, розширювальні машини", що викладаються здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувача вищої освіти таких результатів навчання:

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;

ПР7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати 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;

ПР9. Застосовувати нормативні документи і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань;

ПР15. Розуміння нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідків інженерної практики;

ПР21. Аналізувати розвиток науки і техніки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Технології використання скидної теплоти в енергоустановках стаціонарної та суднової енергетики

Тема 1. Технології комбінованого виробництва енергії з утилізацією скидної теплоти енергоустановок. Аналіз технологій кондиціонування робочого тіла (циклового повітря) енергоустановок.

Література: [1], стор. 8 – 34; [7], стор. 6 – 15; 167 – 175.

Тема 2. Шляхи використання скидної теплоти енергоустановок в тригенераційних технологіях. Використання теплових насосів.

Література: [4], стор. 128 – 145; [5], стор. 109 – 115.

Змістовий модуль 2. Теоретичні основи трансформації енергії в холод

Тема 3. Класифікація холодильних машин. Парокомпресорні холодильні машини (ПКХМ). Повітряні холодильні машини. Вологий та сухий хід компресора. Холодоагенти ПКХМ. Аналіз процесів і циклів ПКХМ. Переохолодження рідкого холодоагенту.

Література: [3], стор. 35 – 65; [5], стор. 44 – 63;

Тема 4. Термодинамічні та фізичні основи зворотних процесів та циклів. Загальний принцип охолодження. Зворотні цикли та їхні характеристики в області помірного охолодження. Зовнішня і внутрішня незворотність в циклі, вплив регулюючого клапана.

Література: [5], стор. 64 – 115.

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Дати класифікацію технологій комбінованого виробництва енергії.
2. Переваги внутрішньоциклової тригенерації щодо виробництва основного виду енергії (електричної, механічної) базовим двигуном порівняно з традиційною когенерацією та тригенерацією.
3. Наведіть приклади застосування термоелектричних охолоджуючих пристроїв.
4. Холодоагенти ПКХМ. Аналіз процесів і циклів ПКХМ.
5. Різниця між когенерацією та тригенерацією.
6. Які фізичні процеси використовують для зниження температури? Які з них застосовують в комерційних холодильних машинах і чому?
7. Особливості внутрішньоциклової тригенерації.
8. В чому полягає загальний принцип охолодження? Наведіть приклади, які ілюструють «загальний принцип охолодження».
9. Як змінюється температура при дроселюванні газу?
10. Назвіть основні одиниці виміру температури, поясніть їх походження?
11. Дайте класифікацію зворотних циклів в залежності від призначення і температурних рівнів роботи теплотрансформаторів?
12. Що є спільного у визначеннях холодильного коефіцієнта, опалювального коефіцієнта та коефіцієнта теплофікаційного циклу?
13. Наведіть приклади застосування теплофікаційних циклів в реальних проектах?
14. Для чого інструкції побутових приладів охолодження вимагають відтаювання снігової «шуби» і очищення задньої поверхні приладів (конденсаторів) від забруднень?
15. Обґрунтуйте доцільність використання показника «ступінь термодинамічної досконалості циклу»?
16. Назвіть переваги і недоліки повітряних холодильних машин?
17. Наведіть приклади економічно доцільного використання вихрових труб?
18. Які перспективи розвитку термоелектричних холодильних машин?
19. Класифікація холодильних машин.
20. Покажіть фізичну природу зовнішніх втрат в циклі ПКХМ та їх вплив на витрати електроенергії?
21. Покажіть практичну користь вивчення розділу «Аналіз процесів і циклів ПКХМ»?
22. В яких випадках доцільна регенерація в циклах ПКХМ?

23. У чому небезпека «вологого ходу компресора»?
24. Чи немає порушення закону збереження енергії при поясненні принципу дії теплового насоса?
25. Поясніть роботу теплового насоса на прикладі хатнього кондиціонера.
26. У чому переваги та недоліки каскадних ХМ?
27. Аналіз технологій кондиціювання робочого тіла (циклового повітря) енергоустановок.
28. Повітряні холодильні машини.
29. Вологий та сухий хід компресора.
30. Зовнішня і внутрішня незворотність в циклі, вплив регулюючого клапана.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3. Тепловикористовуючі холодильні машини

Тема 5. Водоаміачні абсорбційні холодильні машини (АХМ). Принцип дії, побудова циклу та визначення основних характеристик водоаміачної абсорбційної холодильної машини з регенеративним теплообмінником і ректифікатором. Розрахунок основних показників АХМ. Рівняння визначення параметрів водоаміачного розчину.

Література: [2], стор. 302 – 318; [5], стор. 183 – 191.

Тема 6. Бромистолітєві холодильні машини. Теоретичні та дійсні процеси бромистолітєвої АХМ. Конструкції апаратів. Водяні ежекторні холодильні машини. Хладонові ежекторні холодильні машини. Турбодетандерні холодильні машини. Біагентні холодильні машини.

Література: [2], стор. 295 – 301; [5], стор. 201 – 215; [6], стор. 47 – 69.

Змістовий модуль 4. Технології комбінованого виробництва енергії в стаціонарній енергетиці

Тема 7. Тригенераційна технологія автономного енергопостачання. Тригенераційні технології автономного енергопостачання з акумуляцією холоду та отриманням прісної води.

Література: [1], стор. 216 – 233; [5], стор. 124 – 163.

Тема 8. Внутрішньоциклова тригенерація в суднових головних двигунах внутрішнього згоряння. Тригенераційні технології охолодження циклового повітря суднових головних двигунів із акумуляцією холоду.

Альтернативні тригенераційні технології отримання прісної води в суднових умовах. Оцінка паливної ефективності головного двигуна транспортного судна з охолодженням циклового повітря.

Література: [1], стор. 235 – 256; [5], стор. 164 – 181; [8], стор. 74 – 81.

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Вплив температури повітря на вході теплових двигунів (ДВЗ і ГТД) на його витрату двигунами.
2. Вплив температури повітря на вході на потужність теплових двигунів (ДВЗ і ГТД).
3. Вплив температури повітря на вході на питому витрату палива теплових двигунів (ДВЗ і ГТД).
4. Вплив температури повітря на вході на потужність теплових двигунів (ДВЗ і ГТД).
5. Вплив температури повітря на вході теплових двигунів (ДВЗ і ГТД) на кількість теплоти відхідних газів.
6. Шляхи використання скидної теплоти енергоустановок в тригенераційних технологіях.
7. Області найбільш ефективного застосування тригенераційних технологій.
8. Переваги застосування тригенераційних технологій в судновій енергетиці.
9. Переваги застосування тригенераційних технологій в малій енергетиці (муніципальній).
10. Автономне енергозабезпечення об'єктів різного призначення.
11. Переваги застосування тригенераційних технологій при модернізації діючих енергоустановок.
12. Водоаміачні абсорбційні холодильні машини (АХМ).
13. Принцип дії, побудова циклу та визначення основних характеристик водоаміачної абсорбційної холодильної машини з регенеративним теплообмінником і ректифікатором.
14. Розрахунок основних показників АХМ.
15. Рівняння визначення параметрів водоаміачного розчину.
16. Бромистолітєві холодильні машини.
17. Теоретичні та дійсні процеси бромистолітєвої АХМ. Конструкції апаратів.
18. Водяні ежекторні холодильні машини.
19. Хладонові ежекторні холодильні машини.
20. Турбодетандерні холодильні машини.
21. Біагентні холодильні машини.
22. Технології комбінованого виробництва енергії в стаціонарній енергетиці
23. Тригенераційна технологія автономного енергопостачання.
24. Тригенераційні технології автономного енергопостачання з акумуляцією холоду та отриманням прісної води.
25. Внутрішньоциклова тригенерація в суднових головних двигунах внутрішнього згоряння.
26. Тепловикористовуючі холодильні машини.
27. Тригенераційні технології охолодження циклового повітря суднових головних двигунів із акумуляцією холоду.
28. Альтернативні тригенераційні технології отримання прісної води в суднових умовах.

29. Внутрішньоциклова трансформація теплоти відхідних газів ГТУ газоперекачувальних станцій із кондиціонуванням циклового повітря.
30. Оцінка паливної ефективності головного двигуна транспортного судна з охолодженням циклового повітря.

5.1 Структура навчальної дисципліни

Структура навчальної дисципліни наведена в табл. 2.

Таблиця 2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	п.р.	с.р.		л	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1.								
<i>Змістовий модуль 1. Технології використання скидної теплоти в енергоустановках стаціонарної та суднової енергетики</i>								
Тема 1. Технології комбінованого виробництва енергії з утилізацією скидної теплоти енергоустановок. Аналіз технологій кондиціонування робочого тіла (циклового повітря) енергоустановок	15	6	-	9	15	1	-	14
Тема 2. Шляхи використання скидної теплоти енергоустановок в тригенераційних технологіях. Використання теплових насосів	15	4	4	7	15	1	2	12
Разом за змістовим модулем 1	30	10	4	16	30	2	2	26
<i>Змістовий модуль 2. Теоретичні основи трансформації енергії в холод</i>								
Тема 3. Класифікація холодильних машин. Парокомпресорні холодильні машини (ПКХМ). Повітряні холодильні машини. Вологий та сухий хід компресора. Холодоагенти ПКХМ. Аналіз процесів і циклів ПКХМ. Переохолодження рідкого холодоагенту	15	6	6	3	15	1	2	12

Тема 4. Термодинамічні та фізичні основи зворотних процесів та циклів. Загальний принцип охолодження. Зворотні цикли та їхні характеристики в області помірною охолодження. Зовнішня і внутрішня незворотність в циклі, вплив регулюючого клапана	15	6	-	9	15	1	-	14
Разом за змістовим модулем 2	30	12	6	12	30	2	2	26
Разом за модулем 1	60	22	10	28	60	4	4	52
Модуль 2								
<i>Змістовий модуль 3. Тепловикористовуючі холодильні машини</i>								
Тема 5. Водоаміачні абсорбційні холодильні машини (АХМ). Принцип дії, побудова циклу та визначення основних характеристик водоаміачної абсорбційної холодильної машини з регенеративним теплообмінником і ректифікатором. Розрахунок основних показників АХМ. Рівняння визначення параметрів водоаміачного розчину	30	6	6	18	30	2	2	26
Тема 6. Бромистолітєві холодильні машини. Теоретичні та дійсні процеси бромистолітєвої АХМ. Конструкції апаратів. Водяні ежекторні холодильні машини. Хладонові ежекторні холодильні машини. Турбодетандерні холодильні машини. Біагентні холодильні машини	30	6	6	18	30	2	2	26
Разом за змістовим модулем 3	60	12	12	36	60	4	4	52
<i>Змістовий модуль 4. Технології комбінованого виробництва енергії в стаціонарній енергетиці</i>								
Тема 7. Тригенераційна технологія автономного енергопостачання. Тригенераційні технології автономного енергопостачання з акумуляцією холоду та отриманням прісної води	15	6	4	5	15	1	1	13

<p>Тема 8. Внутрішньоциклова тригенерація в судових головних двигунах внутрішнього згорання. Тригенераційні технології охолодження циклового повітря судових головних двигунів із акумуляцією холоду.</p> <p>Альтернативні тригенераційні технології отримання прісної води в судових умовах. Оцінка паливної ефективності головного двигуна транспортного судна з охолодженням циклового повітря</p>	15	5	4	6	15	1	1	13
Разом за змістовим модулем 4	30	11	8	11	30	2	2	26
Разом за модулем 2	90	23	20	47	90	6	6	78
Усього годин з курсу	150	45	30	75	150	10	10	130

Примітка: л – лекції; пр – практичні заняття; с.р. – самостійна робота студента

5.2 Теми практичних занять

Метою практичних занять є доповнення лекційного матеріалу. На практичних заняттях здобувачі вищої освіти знайомляться з теоретичним матеріалом (відповідно до складу змістових модулів), що наводяться науково-педагогічним працівником (НПП), та практичним його застосуванням. Теми практичних занять представлені в табл. 3.

Таблиця 3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин, форма навчання	
		денна	заочна
Модуль 1			
1	Використання теплових насосів Література: [1], стор. 193 – 209.	4	2
2	Термодинамічні властивості холодоагентів. Теплофізичні властивості ХА. Фізіологічні якості холодинних агентів. Фізико-хімічні властивості ХА Література: [3], стор. 54 – 65.	6	2
Модуль 2			
3	Аналіз процесів і циклів ПКХМ. Зовнішня і внутрішня незворотність в циклі, вплив регулюючого клапана Література: [3], стор. 89 – 100.	6	2
4	Розрахунок основних показників АХМ Література: [5], стор. 183 – 191.	6	2
5	Водяні ежекторні холодильні машини Література: [2], стор. 295 – 298; [5], стор. 201 – 210.	4	1
6	Хладонові ежекторні холодильні машини Література: [2], стор. 298 – 301; [5], стор. 211 – 220.	4	1
Разом		30	10

5.3 Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти передбачає проробку ним лекційного матеріалу, підготовку до проведення та захисту практичних робіт, опрацювання окремих питань тем змістових модулів, підготовку до модульних контролів знань, а також виконання модульних контрольних робіт. Темі самостійних робіт для опрацювання та доповнення лекційного матеріалу наведені в табл. 4.

Таблиця 4. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	8	4
2	Підготовка до практичних робіт	підготовка до практичних робіт – до 2 год. на 1 роб.	7	6
3	Виконання модульної контрольної роботи	до 15 год. на 1 роб.	30	-
4	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	-	60
5	Підготовка до підсумкового контролю (залік)	до 30 годин	30	60
	Разом		75	130

5.4 Виконання модульних контрольних робіт.

Виконання контрольної роботи (для здобувачів заочної форми навчання)

Під час поточного модульного контролю здобувачі вищої освіти денної форми навчання виконують дві модульні контрольні роботи, які представляють собою письмові відповіді на два питання із кожного модуля. Здобувачі заочної форми навчання виконують дві контрольні роботи, які складаються з відповідей на два питання з кожного модуля.

Варіант питань обирається здобувачами із табл. 5 або задається НПП індивідуально. У відповідях мають бути продемонстровані знання здобувачі з навчальної дисципліни, його вміння відбирати і узагальнювати матеріал, супроводжуючи його необхідними схемами, графіками, формулами і поясненнями, обґрунтовувати свої висновки і пропозиції, логічно викладати думки, грамотно, ясно і дохідливо оформлювати текстовий матеріал.

Таблиця 5. Варіант питань поточного модульного контролю (контрольної роботи для здобувачів заочної форми навчання)

№ варіанту	Модуль 1 (Контрольна робота 1)		Модуль 2 (Контрольна робота 2)	
	Запитання 1	Запитання 2	Запитання 1	Запитання 2
1	1	16	1	21
2	2	17	2	22
3	3	18	3	23
4	4	19	4	24
5	5	20	5	25
6	6	21	6	26
7	7	22	7	27
8	8	23	8	28
9	9	24	9	29
10	10	25	10	30
11	11	26	11	1
12	12	27	12	2
13	13	28	13	3
14	14	29	14	4
15	15	30	15	5
16	16	1	16	6
17	17	2	17	7
18	18	3	18	8
19	19	4	19	9
20	20	5	20	10
21	21	6	21	11
22	22	7	22	12
23	23	8	23	13
24	24	9	24	14
25	25	10	25	15
26	26	11	26	16
27	27	12	27	17
28	28	13	28	18
29	29	14	29	19
30	30	15	30	20

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- дискусія - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх имвольному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

для практичних та семінарських занять:

- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей).

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді;
- виконання практичних робіт;
- поточний модульний контроль;
- тести;
- підсумковий контроль (екзамен);
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень та виступи на наукових заходах тощо.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача оцінюються за 100-бальною системою.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний екзамену дається здобувачу, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного екзамену набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Критерії оцінювання результатів навчальної діяльності здобувачів з практичної, поточної модульної або контрольної робіт наведені в табл. 6 та 7 відповідно. Форми контролю та розподіл балів результатів навчальної діяльності здобувачів наведені в табл. 8.

Таблиця 6. Критерії оцінювання результатів навчальної діяльності здобувачів з практичної роботи

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.

2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Таблиця 7. Критерії оцінювання результатів виконання поточного модульного контролю у формі модульної контрольної роботи (за виконання контрольної роботи для здобувачів заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання за відповіді на одну роботу (2 запитання)
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях та в інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності.
7	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності.
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки.
0	Роботу не виконано

Таблиця 8. Форми контролю та розподіл балів результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	6 роб. × 5 балів = 30 балів	6 роб. × 5 балів = 30 балів
Виконання контрольних робіт	-	2 роботи × 15 балів = 30 балів
Виконання поточного модульного контролю у формі модульної контрольної роботи	2 роботи × 15 балів = 30 балів	-
Всього	60	60

7.2 Підсумковий контроль у письмовій формі

Підсумковий контроль (екзамен) складається у письмовій формі. Максимальна кількість балів за підсумковий контроль – 40 балів. Здобувач відповідає на 4 контрольних запитання (контрольні питання 1 та 2 модулів) без використання навчальних посібників, довідників та мобільних девайсів, кожне з яких оцінюється максимально у 10 балів. За відповідь на питання без помилок здобувач отримує максимальну кількість балів. За неповні відповіді або відповіді з помилками, знижується кількість отриманих балів. При написанні неправильної відповіді або при її відсутності бали не нараховуються. Критерії оцінювання підсумкового контролю у письмовій формі наведені в табл. 9.

Таблиця 9. Критерії оцінювання підсумкового контролю

Бал	Критерії оцінювання за кожне питання
10	Відповідь на питання дано правильно, повно, логічно, містить аналіз, систематизацію, узагальнення та містить аргументовані висновки
7	Відповідь на питання дано правильно, достатньо повно, логічно, але допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
5	Відповідь на питання дано частково правильно, містить неточності, недостатньо обґрунтовано
3	Відповідь на питання дано з суттєвими помилками, аргументи не сформульовані, використовується невірна термінологія
0	Відповідь на питання не надана

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання результатів навчання представлені в табл. 10.

Таблиця 10. Критерії оцінювання результатів навчання

№ Модуля	№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
			Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
М1	ЗМ 1	T1	-	-	-	-
		T2	ПР № 1	0...5	ПР № 1	0...5
	ЗМ 2	T3	ПР № 2	0...5	ПР № 2	0...5
		T4	-	-	-	-
Поточний модульний контроль №1				0...15	-	-
			-	-	КР1	0...15
М2	ЗМ 3	T5	ПР № 3	0...5	ПР № 3	0...5
		T6	ПР № 4	0...5	ПР № 4	0...5
	ЗМ 4	T7	ПР № 5	0...5	ПР № 5	0...5
		T8	ПР № 6	0...5	ПР № 6	0...5
Поточний модульний контроль №2				0...15	-	-
			-	-	КР2	0...15
Підсумковий контроль			Екзамен (письмово)	40	Екзамен (письмово)	40
Сума				100		100

Примітка: М – модуль; ЗМ – змістовний модуль; Т – навчальна тема; ПР – практична робота; КР – Контрольна робота

9. Засоби навчання

Засоби навчання, завдяки яким досягається визначені цілі і результати навчання в межах освітнього процесу:

- Технічні засоби (відеореєстратори, звуко- і відеозаписи та ін.);
- Мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проєкційна апаратура (проєктори, екрани, тощо);
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, та ін.);
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література, тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

10.1. Основна література

1. **Герасимов Г.Г.** Енергоощадність в теплоенергетиці: навчальний посібник / Герасимов Г.Г. – Рівне: Червінко А.В., 2015. – 382 с. [Електронне видання].
2. **Загоруйко В.О.** Суднова холодильна техніка: підручник / В.О. Загоруйко, О.А. Голюков. – К.: Наукова думка, 2002. – 576 с.
3. **Лозовський А.П.** Основи холодильних технологій: навчальний посібник / А.П. Лозовський, О.М. Іванов. – Суми: Університетська книга, 2015. – 149 с. (Електронний варіант)
4. **Мелейчук С.С.** Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і тепло насосних установок: навчальний посібник/ С.С. Мелейчук, В.М. Арсеньєв. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 183 с. (Електронний варіант)
5. **Радченко М.І.** Суднові холодильні машини: навчальний посібник / М.І. Радченко, О.О. Лехмус. – Миколаїв: НУК. – 2015. – 392 с.
6. Теплообмінники суднових систем кондиціонування та рефрижерації: навчальний посібник / **М.І. Радченко**, А.М. Радченко, Д.В. Коновалов, Р.М. Радченко. – Миколаїв: НУК, 2014. – 260 с.
7. **Самохвалов В.С.** Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження на судах: навчальний посібник / В.С. Самохвалов, Д.В. Коновалов, М.Ю. Багненко та ін. / За заг. ред. В.С. Самохвалова. – Миколаїв: Іліон, 2016. – 430 с.
8. **Gorbov V.M., Serbin S.I., Mitienkova V.S.** Marine Engineering Encyclopedia: Study Guide / editing by V.M. Gorbov. — Mykolaiv: publisher Torubara V.V., 2017. — 200 p.

10.2. Додаткова література

9. **Артемів Г.А.** Суднові енергетичні установки: навчальний посібник / Г.А. Артемів, В.М. Горбов. – Миколаїв: УДМТУ. – 2002. – 356 с. (Електронний варіант).
10. **Калініченко І.В.** Методичні вказівки для виконання самостійних (розрахунково графічних) та контрольних робіт з дисципліни «Технології енерго та ресурсозбереження в енергетиці»/ І.В. Калініченко. – Миколаїв : НУК, 2021. – 36 с (Електронний варіант).
11. Розрахунки з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки». Навчальний посібник / **Луняка К.В.**, Димо Б.В., Андрєєва Н.Б., Калініченко І.В. – Херсон: ХНТУ, 2018. – 166 с (Електронний варіант).
12. Холодильні установки рефрижераторного рухомого складу: Навчальний посібник / **І.Є. Мартинов**, В.М. Іщенко, Н.С. Брайковська та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – 134 с. (Електронний варіант).
13. **Ялпачик В.Ф.** Практикум з курсу «Холодильне устаткування»: Навчальний посібник / Ялпачик В.Ф., Стручаєв М.І., Ялпачик Ф.Ю. – Мелітополь, 2014 – 111 с.

11. Інформаційні джерела

14. Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – Режим доступу: <http://www.kb.nuos.edu.ua> (дата звернення: 25.10.2023 р.).

15. Електронні інформаційні ресурси НБУВ. – Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25.10.2023р.).

16. Sabroe Products 2017. Creating customer confidens. – 01.2017. – 84 p. – Режим доступу <http://www.sabroe.com>. (дата звернення: 25.10.2023р.).

17. Viessmann Heat pumps up to 2000 kW. – 03.2016. – 42 p. – Режим доступу <http://www.viessmann.com>. (дата звернення: 25.10.2023р.).

18. MAN Energy Solutions. – Режим доступу: <https://www.man-es.com> (дата звернення: 25.10.2023 р.).

19. MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. – Режим доступу: <https://www.mhi.com/group/mhimme> (дата звернення: 25.10.2023 р.).

20. Wärtsilä. – Режим доступу: <https://www.wartsila.com> (дата звернення: 25.10.2023 р.).

Розробники:

д.т.н., професор
кафедри КіР НУК



М.І. Радченко

к.т.н., доцент кафедри
теплотехніки ХННІ НУК



І.В. Калініченко