

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА РЕФРИЖЕРАЦІЇ

Код РПНД Т7714

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи



Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Теоретичні основи холодильної техніки
THEORETICAL FOUNDATIONS OF REFRIGERATION TECHNOLOGY

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" освітньої програми "Холодильні машини і установки".

1 вересня 2024 року. – 21 с.

Розробник:

Остапенко О.В., канд. техн. наук, доцент кафедри КіР.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми "Холодильні машини і установки"

к.т.н., доцент, доцент кафедри КіР

Олена ЛИТОШ

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" розглянуто на засіданні кафедри кондиціонування і рефрижерації.

Протокол № 9 від « 23 » 04 2024 р.

Завідувач кафедри

Микола РАДЧЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" розглянуто Методичною комісією Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 2 від « 15 » 05 2024 р.

Голова

Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" погоджено з навчальним відділом.

Начальник навчального відділу

Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 4 від « 29 » 05 2024 р.

Голова НМР НУК

Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	18
9. Засоби навчання.	19
10. Рекомендовані джерела інформації	19
Додаток А. Бланк завдання на курсовий проект	21

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на вивчення конструкції, основ проектування, експлуатації та технічного обслуговування суднових та стаціонарних холодильних машин та установок.

Внаслідок вивчення дисципліни студент ознайомиться з: основними принципами роботи холодильної машини; фізичною суттю процесів, що мають місце в холодильних установках; існуючими типами холодильних машин; будовою та різновидом основних елементів холодильних машин та установок; принципом побудови холодильного циклу, його розрахунку і підбору необхідного обладнання при проектуванні холодильної установки; сучасними програмами підбору холодильного обладнання

Ключові слова: холодильна машина, конструкція, основи проектування, холодильний цикл, підбор холодильного обладнання.

Abstract

The discipline is aimed at studying the design, basics of design, operation and maintenance of ship and stationary refrigeration machines and installations.

As a result of discipline, the student will become familiar with: basic principles of operation of the refrigeration machine; the physical nature of the processes that take place in refrigeration installations; existing types of refrigeration machines; structure and variety of basic elements of refrigeration machines and installations; the principle of encouraging the refrigeration cycle, its development and selection of the necessary equipment for the design of the refrigeration unit; with special programs for the selection of refrigeration equipment.

Keywords: refrigeration machine, construction, basics of design, refrigeration cycle, selection of refrigeration equipment.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання		заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 10	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова			
Модулів – 2		Рік підготовки:			
Змістових модулів – 4		3-й	3-й	3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" Освітня програма: "Холодильні машини і установки"	Семестр			
Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва) –		5-й	6-й	5-й	6-й
		Лекцій			
		15 год	45 год	6 год	38 год
Загальна кількість годин – 300		Практичні, семінарські			
		15 год	30год	6 год	–
		Лабораторні			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 3	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота			
		45 год	135год	72 год	146 год
		Індивідуальні завдання: –			
		Вид контролю			
		залік	Екзамен, КП	залік	Екзамен, КП
		Форма контролю			
		усна	письмов а	усна	письмова

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.

ФК 15. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і холодильного обладнання та систем кондиціювання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" є дисципліни:

- "Вища математика";
- "Фізика";
- "Тепломасообмін";
- "Технічна термодинаміка".

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни "Теоретичні основи холодильної техніки" передбачає формування та розвиток у студентів таких **програмних 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.

ПР 7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.

ПР 23. Знати основи теорії холодильної та кондиціонуючої техніки, методи розрахунку та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР 24. Здійснювати аналіз процесів в холодильному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР 25. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу холодильних систем із заданими показниками.

5. Програма навчальної дисципліни

5-й семестр

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Фізичні та термодинамічні основи штучного охолодження

Тема 1. Вступ. Роль холодильної та кріогенної техніки

Лекція 1.1 Роль холодильної та кріогенної техніки у машинобудуванні та металургії, нафтовій, газовій та хімічній промисловості, у будівельній техніці, збереженні харчових продуктів, транспорті, сільському господарстві та інших галузях діяльності людини. [2,6]

Тема 2. Фізичні основи штучного охолодження

Лекція 2.1. Зв'язок температури та ентропії. Загальний принцип охолодження. [2,6]

Лекція 2.2. Охолодження на різних температурних рівнях. Помірний, глибокий та холод наднизьких температур. Основні терміни та визначення. [1,2,6]

Лекція 2.3. Технічні та промислові способи зниження температур. Розширення газу з виробництвом зовнішньої роботи. Дроселювання газів та рідин. [1,2,6]

Лекція 2.4. Вихлоп з постійного об'єму. Вихровий ефект. Термоелектричний ефект. [1,2,6]

Лекція 2.5. Фізичні принципи та способи отримання глибокого холоду. Термомагнітне охолодження. Десорбційне охолодження. Лабораторні способи охолодження близько абсолютного нуля. [1,2,6]

Тема 3. Термодинаміка зворотних циклів

Лекція 3.1. Другий закон термодинаміки стосовно прямих та зворотних циклів. [1,2,5,6]

Лекція 3.2. Зворотні цикли Карно та Лоренца для незмінної та перемінної температури охолодження. Мінімальна робота циклу - зразка. [2,5,6]

6-й семестр

Змістовий модуль 2. Термодинамічні основи циклів холодильних машин

Тема 4. Необоротність зворотних циклів. Втрати в зворотних циклах

Лекція 4.1. Зовнішня та внутрішня необоротність у зворотному циклі. Холодильний коефіцієнт. [1,2,5]

Лекція 4.2. Міра втрат зворотного цикла – зростання ентропії. Оцінка термодинамічного удосконалення прямих та зворотних циклів теплотрансформаторів. [2,5]

Тема 5. Схеми та цикли парокомпресорних холодильних машин. Холодильні агенти та холодоносії.

Лекція 5.1. Схема та цикл одноступеневої парокомпресорної холодильної машини (ПКХМ). Вплив дросельного клапана. [1-3,5,6]

Лекція 5.2. Переохолодження рідкого холодильного агента. Вологий та сухий хід компресора. Внутрішня та зовнішня необоротність у циклі. [1,2,5,6]

Лекція 5.3. Робочі речовини парокомпресорних холодильних машин.

Тема 6. Схеми та цикли двоступеневої, каскадної та з регенерацією парокомпресорних холодильних машин

Лекція 6.1. Багатоступеневі ПКХМ. Схема та цикл двоступеневої ПКХМ. [1,2,5,11]

Лекція 6.2. Схема та цикл ПКХМ з регенеративним теплообміном. [1,2,11]

Лекція 6.3. Схема та цикли каскадних ПКХМ. [1,2,11]

Змістовний модуль 3. Тепловикористувальні холодильні машини. Робочі процеси в елементах холодильних машин [1,2,5,6]

Тема 7. Тепловикористувальні холодильні машини

Лекція 7.1. Тепловикористувальні пароежекторна холодильна машина, схема та цикл. Схема та цикл тепловикористувальної абсорбційної холодильної машини. [1,2,5,6,11]

Тема 8. Схеми, цикли та конструкції газових холодильних машин

Лекція 8.1. Ідеальні та реальні цикли газових холодильних машин. [1,2,6]

Лекція 8.2. Регенеративні цикли. Розімкнутий цикл з тепломасообміном. [1,7]

Лекція 8.3. Конструкції газових холодильних машин з детандерами та вихровою трубою. [1,8]

Тема 9. Робочі процеси в елементах парокомпресорних холодильних машин

Лекція 9.1. Характеристики та конструкції сучасних поршневих та гвинтових холодильних компресорів. [2,5,13]

Лекція 9.2. Поршневий компресор. Робочі процеси у поршневому компресорі. Об'ємні та енергетичні втрати. Основи розрахунку та підбір поршневого холодильного компресора. [1,2,5]

Лекція 9.3. Гвинтові холодильні компресори. Робочі процеси, об'ємні та енергетичні втрати. Основи розрахунку та підбір гвинтового холодильного компресора. [1,2,5]

Змістовний модуль 4. Теплообмінні апарати холодильних машин. Кріогенна техніка

Тема 10. Теплообмінні апарати холодильних машин.

Лекція 10.1. Характеристики та конструкції сучасних тепло – обмінних апаратів ПКХМ та допоміжного обладнання. [2,5]

Лекція 10.2. Конденсатори ПКХМ. Теплопередача в конденсаторах. Основи розрахунку та підбір конденсаторів. [2,5]

Лекція 10.3. Випарники ПКХМ. Теплопередача в випарниках. Основи розрахунку та підбір випарників. [2,5]

Лекція 10.4. Переохолоджувачі, допоміжні апарати (масловіддільники, маслозбірники, проміжні сосуди, ресивери, фільтри і т.і.) ПКХМ. [1,2,6,12]

Тема 11. Процеси скраплення газів

Лекція 11.1. Ідеальні процеси скраплення. Процеси Лінде, Клода, Гейтланда та Капіці. [2,10]

Лекція 11.2. Розділення повітря на компоненти. Отримання азоту, кисню та інертних газів. Процеси у ректифікаційній колоні. [2,10]

Лекція 11.3. Робочі речовини низько – температурних холодильних систем. Властивості робочих речовин та матеріалів при низьких температурах. Надпровідність. [2,10]

Тема 12. Перевезення зріджених газів на судах

Лекція 12.1. Зберігання та транспортування кріогенних рідин. Особливості конструкції та теплової ізоляції суден газозовів. Системи повторного зрідження газів. [2,10]

Модуль 2

Індивідуальне науково-дослідне завдання (ІНДЗ).
«Проект холодильної машини» – курсовий проект.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
5-й Семестр										
Змістовий модуль 1. Фізичні та термодинамічні основи штучного охолодження										
Тема 1. Вступ. Роль холодильної та кріогенної техніки	5	2	–	–	3	11	1	–	–	12
Тема 2. Фізичні основи штучного охолодження	58	9	9	10	30	55	3	4	4	36

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Тема 3. Термодинаміка зворотних циклів	27	4	6	5	12	24	2	2	2	24
Разом за змістовим модулем 1	90	15	15	15	45	90	6	6	6	72
6-й Семестр										
Змістовий модуль 2. Термодинамічні основи циклів холодильних машин										
Тема 4. Необоротність зворотних циклів. Втрати в зворотних циклах.	11	4	2	–	5	11	2	–	2	7
Тема 5. Схеми та цикли парокомпресорних холодильних машин. Холодильні агенти та холодоносії.	17	6	4	–	7	19	6	–	4	9
Тема 6. Схеми та цикли двоступеневої, каскадної та з регенерацією парокомпресорних холодильних машин.	17	6	4	–	7	15	4	–	2	9
Разом за змістовим модулем 2	45	16	10	–	19	45	12	–	8	25
Змістовий модуль 3. Тепловикористувальні холодильні машини. Робочі процеси в елементах холодильних машин										
Тема 7. Тепловикористовуючі холодильні машини	6	2	2	–	2	6	2	–	2	2
Тема 8. Схеми, цикли та конструкції газових холодильних машин.	11	6	2	–	3	12	6	–	4	2
Тема 9. Робочі процеси в елементах парокомпресорних холодильних машин.	13	6	4	–	3	12	6	–	4	2
Разом за змістовим модулем 3	30	14	8	–	8	30	14	–	10	6
Змістовий модуль 4. Теплообмінні апарати холодильних машин. Кріогенна техніка										
Тема 10. Теплообмінні апарати холодильних машин. Кріогенна техніка	20	8	6	–	6	22	6	–	4	12
Тема 11. Процеси скраплення газів.	15	5	4	–	6	14	4	–	2	8
Тема 12. Перевезення зріджених газів на судах.	10	2	2	–	6	9	2	–	2	5
Разом за змістовим модулем 4	45	15	12	–	18	45	12	–	8	25
Модуль 2										

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
ІНДЗ	90	–	–	–	90	90	–	–	–	90
Усього годин	300	60	45	15	180	300	44	6	32	218

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
5-й Семестр			
1	Рішення задач на калориметрію (зміну кількості отриманого та переданого тепла). Розрахунок питомої теплоємності рідин та твердих тіл	2	2
2	Рішення задач на перенос тепла випромінюванням та конвекцією	2	–
3	Рішення задач на теплопровідність. Вплив ізоляції на теплопровідність.	2	–
4	Рішення задач з побудовою теоретичного циклу парокомпресорної холодильної машини та розрахунок його основних параметрів. Розрахунок ефективності холодильної машини, поняття холодильного коефіцієнту	3	2
5	Ознайомлення з конструкцією теплообмінних апаратів та допоміжних елементів холодильної машини	2	1
6	Ознайомлення з конструкцією та принципом роботи поршневих та гвинтових компресорів	2	1
7	Ознайомлення з конструкцією та принципом роботи спіральних та ротоційних компресорів	2	–
6-й Семестр			
8	Розрахунок дійсного циклу холодильної машини поняття незворотних втрат. Розрахунок дійсного холодильного коефіцієнту	2	–
9	Розрахунок теоретичного циклу парокомпресорної машини на різних холодоносіях. Поняття холодильної машини безпосереднього охолодження	2	–
10	Розрахунок теоретичного циклу парокомпресорної машини з проміжним холодоносієм. Порівняння ефективності безпосереднього охолодження з охолодженням з проміжним холодоносієм.	2	–
11	Розрахунок теоретичного циклу з двоступеневим стискуванням. Поняття проміжного охолоджувача та його вплив на ефективність	2	–

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	роботи. Розрахунок ефективності на різних умовах в порівнянні з одноступеневим циклом		
12	Розрахунок циклу каскадної холодильної установки. Розрахунок регенеративного теплообмінника та його впливу на ефективність роботи.	2	—
13	Побудова циклу абсорбційної холодильної машини. та ознайомлення з конструкцією та принципом роботи основних її елементів.	2	—
14	Побудова циклу газової холодильної машини та ознайомлення з конструкцією та принципом роботи основних її елементів.	2	—
15	Принципи підбору основного та допоміжного обладнання парокомпресорної холодильної машини.	2	—
16	Розрахунок трубопроводу. Баланс швидкості руху та опору холодоносія. Поняття масляних петель та принцип їх роботи	2	—
17	Ознайомлення з конструкцією та принципами роботи різних типів конденсаторів та випарників. Основні вимоги при підборі повітряних та водяних теплообмінних апаратів	2	—
18	Ознайомлення з конструкцією, принципом роботи, та основними вимогами скоро-морозильних теплообмінних апаратів (апаратів шокової заморозки).	2	—
19	Ознайомлення з конструкціями, та розрахунок циклу холодильних установок для отримання наднизьких температур	2	—
20	Ознайомлення з конструкціями установок для отримання скрапленого газу	2	—
21	Ознайомлення з конструкцією ректифікаційної колони	2	—
22	Ознайомлення з конструкціями ємностей для перевезення скрапленого газу та принципом його зберігання в дорозі	2	—
РАЗОМ		45	6

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
5-й Семестр			
1	Вивчення основних способів, засобів та методів вимірювання при теплотехнічних та гідравлічних випробуваннях механізмів, апаратів та холодильних машин.	2	2
2	Дослідження охолодження розширенням газу з виробництвом зовнішньої роботи	2	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
3	Дослідження охолодження дроселюванням газів	2	1
4	Дослідження вихрового ефекту	2	–
5	Дослідження термоелектричного ефекту	2	–
6	Випробування холодильного агрегату з метою визначення його основних характеристик на різних режимах роботи.	3	2
7	Випробування холодильної машини кондиціонера та визначення її основних характеристик.	2	–
6-й Семестр			
8	Випробування холодильного агрегату з метою дослідження втрат енергії у зворотному циклі Карно.	–	2
9	Випробування холодильного агрегату безпосереднього охолодження з метою визначення його основних характеристик на різних холодоагентах при однакових умовах роботи	–	2
10	Випробування холодильного агрегату з проміжним холодоносієм з метою визначення його основних характеристик на різних режимах роботи	–	2
11	Випробування каскадної холодильної установки з метою визначення його основних характеристик	–	2
12	Випробування абсорбційної тепловикористовуючої холодильної машини з метою визначення його основних характеристик	–	2
13	Випробування регенеративного теплообміннику холодильної установки	–	2
14	Випробування холодильного агрегату з детандером	–	2
15	Дослідження роботи поршневого компресору. Об'ємні та енергетичні втрати при його роботі	–	2
16	Дослідження роботи гвинтового компресору. Об'ємні та енергетичні втрати при його роботі	–	2
17	Дослідження роботи водяного кожухотрубного конденсатору та повітряного конденсатору. Пристрої регулювання та підтримки тиску конденсації	–	2
18	Дослідження роботи випарника шокової заморозки. Пристрої для відтайки та усунення снігової «шуби»	–	2
19	Дослідження роботи ректифікаційної колони	–	2
20	Дослідження роботи установки для транспортування скраплених газів	–	2
РАЗОМ		15	32

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію);
- підготовка до практичних занять – 1-2 год/1 заняття;
- підготовка до семінарських занять – 2-4 год/1 заняття;
- підготовка до лабораторних робіт – 2-3 год/1 робота;
- написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – мінімум 10 годин на 1 роботу;
- підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Розподіл часу самостійної роботи

5-й Семестр

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	8	6
2	Підготовка до практичних занять	7	12
3	Підготовка рефератів	–	15
4	Підготовка до лабораторних робіт	15	12
5	Підготовка до заліку	15	27
РАЗОМ		45	72

6-й Семестр

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	20
2	Підготовка до практичних занять	15	–
3	Підготовка рефератів	–	10
4	Підготовка до лабораторних робіт	–	11
5	Виконання курсового проекту	90	90
6	Підготовка до складання іспиту	15	15
РАЗОМ		135	146

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

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни " Теоретичні основи холодильної техніки" є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- підготовка рефератів;
- залік;
- екзамен;
- курсовий проект.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок.

У **першому семестрі** навчального курсу у проміжних оцінках, тобто оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше), студент може набрати максимум **70 балів**. 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 роботи на практичних заняттях.

Питома вага заключного заліку першого семестру в загальній системі оцінок – **30 балів**. Право здавати заключний залік надається студенту, який з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**.

Підсумкова оцінка першого семестру навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

У **другому семестрі** навчального курсу у проміжних оцінках студент може набрати максимум **60 балів**.

Заключний контроль у вигляді екзамену відбувається у письмовій формі шляхом відповіді на 4 питання екзаменаційного білету. За відповідь на кожне питання студент може отримати максимум 10 балів. Право здавати заключний залік надається студенту, який з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і

заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**, та має захищений курсовий проект на момент складання іспиту.

За захист курсового проекту студент може отримати **100 балів**.

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

Підготовка реферату	Критерії оцінювання
20	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання.
15	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану здачі реферату.
10	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
5	Студент виявляє знання і розуміння більшості положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
0	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає пред'являємим вимогам. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Відповіді на практичних заняттях	Критерії оцінювання
10	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
8	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
6	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
3	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія.
0	Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.

Відповіді на питання заліку/екзамену	Критерії оцінювання
10	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання з питання білету, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
8	Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильну відповідь на запитання білету, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
6	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання.
4	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію, але надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
2	Студент невпорядковано дає відповідь на питання білету, не спроможний аргументувати свою позицію, не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії.

Захист курсового проекту	Критерії оцінювання
100	Зміст роботи відповідає завданню, наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність отриманих результатів меті та завданням проекту. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання.
80	Зміст роботи відповідає завданню; але має деякі неточності. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи. Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильну відповідь на запитання по проекту.
60	Зміст роботи відповідає завданню, але не відповідає пред'являємим вимогам. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер. Студент невпорядковано дає відповіді на питання по проекту і робить спроби аргументувати свою позицію, але надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді
Не захищено	Зміст роботи не відповідає завданню Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.

5-й семестр

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	7 x 10 балів = 70 балів	3 x 10 балів = 30 балів
Підготовка рефератів	–	2 x 20 балів = 40 балів
Залік	1 x 30 балів = 30 балів	1 x 30 балів = 30 балів
Всього	100	100

6-й семестр

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	15 x 4 балів = 60 балів	–
Підготовка рефератів	–	3 x 20 балів = 60 балів
Екзамен	1 x 40 балів = 40 балів	1 x 40 балів = 40 балів
Всього	100	100

ІНДЗ (Курсовий проєкт)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

5-й Семестр

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T1	–	–	–	–
	T2	Практичне заняття №1	10	Підготовка реферату №1	20
		Практичне заняття №2	10	Практичне заняття №1	10
		Практичне заняття №3	10	Практичне заняття №2	10
		Практичне заняття №4	10	–	–
	T3	Практичне заняття №5	10	Підготовка реферату №2	20
		Практичне заняття №6	10	Практичне заняття №3	10
		Практичне заняття №7	10	–	–
Підсумковий контроль		Залік	30	Залік	30
Сума			100		100

6-й Семестр

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ2	T4	Практичне заняття №1	4		
	T5	Практичне заняття №2	4		
		Практичне заняття №3	4		

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
	Т6	Практичне заняття №4	4		
		Практичне заняття №5	4	Підготовка реферату №1	20
ЗМ3	Т7	Практичне заняття №6	4		
	Т8	Практичне заняття №7	4		
	Т9	Практичне заняття №8	4		
		Практичне заняття №9	4	Підготовка реферату №2	20
ЗМ4	Т10	Практичне заняття №10	4		
		Практичне заняття №11	4		
		Практичне заняття №12	4		
	Т11	Практичне заняття №13	4		
		Практичне заняття №14	4		
	Т12	Практичне заняття №15	4	Підготовка реферату №3	20
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100
Курсовий проект		Захист курсового проекту	100	Захист курсового проекту	100

9. Засоби навчання

У ролі спеціальних засобів навчання використовуються мультимедійна техніка (проектори, екрани), графічні засоби (малюнки, креслення, схеми, плакати), моделі турбінних агрегатів та їх окремих елементів і систем.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Тітлов О.С. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості [Текст]: навчальний посібник /О.С. Тітлов, С.Ф. Горикін. – Львів: Новий Світ– 2000, 2012. – 286с.

2. Масліков, М. М. Кріогенна техніка і технологія : навч. посіб. / М. М. Масліков. – К.: НУХТ, 2010. – 178 с.
3. Гулієнко С.В. Холодильна техніка[Текст]: навчальний посібник/ Гулієнко С.В., Гусарова О.В. – Київ; КПІ ім.. Ігоря Сікорського, 2023. – 148с.
4. Степанов Д.В. Холодильна техніка та технологія: навчальний посібник/ Степанов Д.В. Степанов Н.Д. – Вінниця; ВНТУ, 2008. – 95с.

Допоміжна література

5. Єсін І.П., Радченко М.І. Програма, методичні вказівки до виконання курсової роботи та курсового проекту з дисципліни “Теоретичні основи холодильної техніки” [Текст]: / І.П. Єсін, М.І.Радченко. – Миколаїв, НУК, 2008. – 24 с.
6. Андрєєв А.А. Розрахунок суднової холодильної установки [Текст]: методичні вказівки /А.А. Андрєєв, І.П. Єсін, Ю.В. Захаров, А.О. Моря, М.І. Радченко. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім.. П. Могили, 2003. – 80 с.
7. Хмельнюк, М. Г. Холодильні установки спеціального призначення [Текст] : підручник / Хмельнюк М. Г., Подмазко О. С.; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Херсон : Вид. Грінь Д.С., 2013. - 488 с.
8. Хорольський, В.П., Заїкіна, Д.П. Теоретичні основи холодильної техніки [Текст]: метод. рек. до вивч. дисц. / В.П. Хорольський, Д.П. Заїкіна;. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2019. – 48.
9. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни “Холодильна техніка та технологія”, напрям підготовки “Теплоенергетика” / Уклад. Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 27 с.

Автор робочої програми

канд. техн. наук, доцент каф. КіР

О. В. Остапенко

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кафедра кондиціювання і рефрижерації

Завдання
на виконання курсового проекту з дисципліни
“ Теоретичні основи холодильної техніки ”

Тема: *Проект холодильної машини, призначеної для* _____

Холодопродуктивність машини	$Q_o =$	кВт	_____
Температура кипіння у випарнику	$t_o =$	°C	_____
Температура конденсації	$t_k =$	°C	_____
Тип холодоагенту	_____		
Додаткові умови	_____		

Зміст проекту та його обсяг:

1. Розрахунково-пояснювальна записка (25-30аркушів)

- 1.1. Вибір та обґрунтування типу та схеми холодильної машини.
- 1.2. Розрахунок холодильного циклу.
- 1.3. Вибір та обґрунтування прийнятої конструкції компресора, його розрахунок та підбір.
- 1.4. Вибір приводу компресора, системи змашування, способу охолодження, ущільнення валу та вибір способу регулювання холодопродуктивності.
- 1.5. Розрахунок конденсатора або випарника холодильної машини та їх підбір.
- 1.6. Підбір фільтрів, ресиверів та іншого допоміжного обладнання холодильної машини.
- 1.7. Компонування холодильної машини.

2. Графічна частина.

- 2.1. Принципова схема холодильної машини, або компоновку компресорно - конденсаторного агрегату , або холодильної машини (формат А1).
- 2.2. Креслення компресора (формат А1).
- 2.3. Креслення _____
- 2.4. Креслення конденсатора або випарника (формат А1).

Розрахункова – пояснювальна записка повинна містити необхідні малюнки та ескізи, повинна бути виконана з урахуванням вимог ЕСКД. Данні підібраної конструкції повинні мати посилку на літературу.

Завдання видано “ ” 20 р.

Термін виконання “ ” 20 р.

Виконавець: студент гр. _____

Керівник проекту _____

Завідуючий кафедрою
професор

Радченко М.І.