

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

T7519



ЗАТВЕРДЖЕНО

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

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

КОНДИЦІОНУЮЧА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ
Air conditioning equipment and cooling technology

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" для здобувачів вищої освіти з галузі знань 14 "Електрична інженерія", спеціальність 142 "Енергетичне машинобудування", освітньо-професійна програма " Холодильні машини і установки".

"24" червня 2024 р. – 28 с.

Розробники:

Литош О.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри КіР НУК

Калініченко І.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки ХННІ НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми

"Холодильні машини і установки"

к.т.н., доцент кафедри

теплотехніки ХННІ НУК




І.В. Калініченко

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" *розглянуто на засіданні кафедри теплотехніки Херсонського навчально-наукового інституту НУК*

Протокол № 13 від «01» липня 2024 р.

в.о. завідувача кафедри

канд. техн. наук, доцент



Г.О. Кобалава

Робоча програма навчальної дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" *затверджена методичною радою Херсонського ННІ НУК*

Протокол № 12 від «01» липня 2024 р.

Голова МР Херсонського ННІ НУК,

канд. техн. наук, професор НУК



О.М. Дудченко

© Литош О.В., 2024 рік,

© Калініченко І.В., 2024 рік

© ХННІ НУК, 2024 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	20
7. Форми поточного та підсумкового контролю	21
8. Критерії оцінювання результатів навчання	26
9. Засоби навчання	27
10. Рекомендовані джерела інформації	27
11. Інформаційні джерела.....	28

ВСТУП

Анотація

Робоча програма навчальної дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" розрахована на підготовку здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Холодильні машини і установки" за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти і зорієнтована на оволодіння поглибленими знаннями в галузі проектування та експлуатації систем комфортного та технічного кондиціонування необхідних для розробки, впровадження та експлуатації енергоефективних та екологічно збалансованих рішень.

Робоча програма навчальної дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем в галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки та методів відповідних наук за допомогою сучасних дослідницьких методів з використанням новітнього досвіду із застосуванням сучасного обладнання та інформаційних технологій.

Ключові слова: тепловологісна обробка повітря, кондиціонування повітря, холодильний агент, холодопродуктивність.

Annotation

The program of the discipline "Air conditioning equipment and cooling technology" is designed for the preparation of students of higher education under the educational and professional program "Refrigerating machines and installations" at the first (bachelor's) level of higher education and is aimed at mastering in-depth knowledge in the field of design and operation of comfort and technical air conditioning systems necessary for the development, implementation and operation of energy-efficient and ecologically balanced solutions.

The program of the discipline "Air conditioning equipment and cooling technology" provides for the comprehensive application of acquired competencies to solve complex specialized tasks and practical problems in the field of power engineering or in the learning process, which involves the application of theories of heat and mass transfer, technical thermodynamics, hydrogas dynamics, transformation (transformation) of energy, technical mechanics and methods of relevant sciences with the help of modern research methods using the latest experience with the use of modern equipment and information technologies.

Keywords: heat and humidity air treatment, air conditioning, refrigerant, refrigerating capacity.

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
Кількість кредитів – 7,0	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	<i>обов'язкова</i>
Модулів – 5		Рік підготовки
Змістових модулів – 8		4-й
Електронний адрес РПНД на сайті ХННІ НУК http://www.kb.nuos.edu.ua/ Licensing%20and%20accreditation%20specialties/refri- gerating-machines-and- installations-b.html	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування"	Семестр
		8-й
		Лекції
		60 годин
		Лабораторні роботи
Індивідуальне науково- дослідне завдання: -	Освітньо- професійна програма: "Холодильні машини і установки"	-
Загальна кількість годин – 210		Практичні заняття
		30 годин
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6,0; самостійної роботи здобувача – 8,0	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота
		30 годин
		Курсовий проект
		90 годин
		Вид контролю
		Екзамен, курсний проект
		Форма контролю
ПИСЬМОВО		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою освоєння дисципліни "Кондиціонуєча техніка та технологія" є оволодіння знаннями в галузі енергетичного машинобудування, освоєння сучасних та перспективних зразків техніки кондиціонування повітря та газових середовищ, основ їх конструювання, розрахунків та автоматизації для розробки, впровадження та експлуатації енергоефективних та екологічно збалансованих рішень та формування у здобувача вищої освіти відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

Інтегральна компетентність:

ІК 1. 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:

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

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

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

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: "Холодильна техніка та технологія", "Теоретичні основи кондиціонування" та "Теоретичні основи холодильної техніки", 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:

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР 4. Застосовувати 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.

ПР 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПР 8. 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.

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Вступ. Основні відомості щодо обладнання систем комфортного і технологічного кондиціонування

Тема 1. Обладнання систем комфортного і технічного кондиціонування. Основні поняття, визначення та термінологія систем кондиціонування повітря (СКП). Цілі і засоби кондиціонування повітря для стаціонарних та суднових умов. Принципові схеми комплексу кондиціонування із забезпечуючим теплоенергетичним обладнанням.

Література: [1], с. 301 – 310; [3], с. 6 – 10; [4], с. 6 – 10; [5], с. 336 – 340.

Тема 2. Класифікація систем кондиціонування за різними ознаками. Загальні відомості щодо обладнання та схем систем комфортного кондиціонування. Критерії теплового комфорту.

Література: [1], с. 313 – 321; [4], с. 11 – 19; [5], с. 340 – 349.

Змістовий модуль 2. Одноканальні та двоканальні системи кондиціонування

Тема 3. Одноканальні системи з випускними повітророзподільниками. Одноканальні системи з ежекційними доводочними водяними розподільниками. Одноканальні системи з прямоточними водяними розподільниками. процеси в d-I діаграмі, галузі застосування.

Література: [4], с. 33 – 38; [5], с. 383 – 399.

Тема 4. Двоканальна система зі змішувальним розподільником. Двоканальна система з повітряними осушувально-випарювальними

кондиціонерами. Двоканальна система з повітряним турбокомпресорним кондиціонером. Процеси в d-I діаграмі, особливості, галузі застосування.

Література: [2], с. 270 – 274; [5], с. 400 – 410.

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Схеми та обладнання систем технологічного кондиціювання

Тема 5. Технологічне кондиціювання повітря. Загальні відомості, зображення процесів в d-I діаграмі, галузі застосування. Фізико-механічні основи збереження якості вантажів, які перевозяться, запобігання корозії металевих поверхонь, забезпечення вибухо-, пожежобезпеки.

Література: [1], с. 376 – 384; [5], с. 436 – 450; [6], с. 22 – 30.

Тема 6. Технологічне кондиціювання інертних газів за допомогою скрубберної установки для димових газів парогенератора з додатковим вилужуванням; зі скруббернодопальною установкою вихлопних газів турбін, або ж автономних генераторів газу.

Література: [5], с. 451 – 477.

Тема 7. Технологічне кондиціювання повітря для осушувальних установок з абсорберами, адсорберами, механічними та термічними осушувачами.

Література: [2], с. 259 – 267; [5], с. 478 – 504.

Змістовий модуль 4. Схеми та компоновки кондиціонерів

Тема 8. Загальні принципи компоновки автономних та неавтономних кондиціонерів, їх конструкції, ряди та характеристики. Місцеві неавтономні кондиціонери, їх конструкції та характеристики. Принцип визначення аеродинамічного опору кондиціонерів. Принципи компоновки повітряних осушувально-випарних кондиціонерів, турбокомпресорних та термоелектричних.

Література: [2], с. 327 – 339; [5], с. 285 – 292.

Контрольні питання до 1-го та 2-го модулів

1. Вступ. Основні відомості щодо обладнання систем комфортного і технологічного кондиціювання.
2. Навести структурну схему комфортного кондиціювання повітря.
3. Яка структурна схема технічного кондиціювання повітря у трюмах?
4. Навести схему осушення повітря з твердим сорбентом.
5. Який вигляд має схема осушення з різним сорбентом?

6. Які елементи входять до складу теплоенергетичного комплексу для роботи системи кондиціонування?
7. Які основні споживачі тепла та електроенергії системи кондиціонування?
8. Узагальнена класифікація. Схеми та обладнання систем кондиціонування.
9. Навести загальну класифікацію систем кондиціонування.
10. Які особливості схеми одноканальної СКП з випускним розподільником повітря?
11. Які схеми використовують в СКП з доводочними розподільниками?
12. Навести процеси обробки на d,I діаграмі для одного типу СКП.
13. Як визначити теплове навантаження на апарати СКП для прийнятої технологічної схеми ?
14. Навести схему осушення повітря з використанням механічного та термічного засобу.
15. Навести склад обладнання для обробки димових газів котла та процеси обробки на d,I діаграмі.
16. Блок-схема комфортного кондиціонування.
17. Блок-схема технічного кондиціонування повітря.
18. Схема з термічним осушенням.
19. Схема з механічним осушенням.
20. Схема осушення твердим та рідинним сорбентом.
21. Основне теплоенергетичне обладнання для роботи
22. Основні споживачі тепла та електроенергії в кондиціонуючій техніці.
23. Класифікація СКП.
24. Схема та процеси в одно канальній СКП.
25. Схема та процеси у двоканальній.
26. Процеси обробки повітря на d,I діаграмі з використанням твердого, рідинного сорбента механічного та термічного осушення.
27. Визначення теплових навантажень в установках осушення заданого типу.
28. Схема та процес и обробки інертних газів.
29. Конструктивні схеми кондиціонерів та обладнання для спеціальної обробки газових сумішей.
30. Навести схеми центрального, місцевого та автономного кондиціонерів.

Модуль 3

Змістовий модуль 5. Тепло- та масообмінні процеси в обладнанні систем

Тема 9. Тепло-, масообмін непосувного шару матеріалу (насадки) з орошуванням газом. Нагрів газу перегрітою парою. Способи випарювання розчинів, тепловий баланс та енергетичні затрати.

Література: [2], с. 250 – 259; [5], с. 349 – 364.

Тема 10. Нагрівання та охолодження газу проміжним тепло холодоносієм без зміни та зі зміною агрегатного стану. Нагрівання електричним струмом, використання теплових труб та термосифонів.

Література: [2], с. 295 – 304; [5], с. 365 – 382.

Змістовий модуль 6. Апарати для тепловологісної обробки повітря та газових сумішей

Тема 11. Тепловологісна обробка повітря в поверхневих ребристих теплообмінниках, конструкції теплообмінників, особливості тепловіддачі від повітря до ребристої поверхні. Теплопередача через ребристу поверхню. Теплові та конструктивні розрахунки поверхневих теплообмінників.

Література: [5], с. 242 – 277; [9], с. 45 – 113.

Тема 12. Аеро- та гідродинамічні розрахунки охолоджувачів та нагрівачів. Тепловологісна обробка повітря та газів в контактних апаратах. Конструкції скрубєрів. Теплові та аеродинамічні розрахунки скрубєрів. Особливості розрахунку скрубєрів при обробці газових середовищ абсорберами.

Література: [5], с. 410 – 435; [9], с. 152 – 171;

Тема 13. Конструкції та розрахунок процесів в адсорбері з використанням d-I діаграми. Устрій та розрахунок зволожувачів повітря парою та водою. Основи розрахунку складових тепло- та волого припливів під час літнього режиму та тепловтрат та волого надлишків під час зимового режиму. Тепловологісний баланс.

Література: [2], с. 276 – 294; [6], с. 180 – 192.

Модуль 4

Змістовий модуль 7. Обладнання для спеціальної обробки повітря. Ізоляційні матеріали приміщень

Тема 14. Фільтри, апарати для адорації та дезодорації, їх характеристики та сфери застосування. Іонізація та стерилізація повітря, схеми та пристрої, особливості.

Література: [2], с. 304 – 326; [6], с. 130 – 142.

Тема 15. Ізоляційні матеріали приміщень та їх конструкції. Характеристики ізоляційних матеріалів суднових приміщень різного призначення та їх конструкція. Мінімальна товщина ізоляції.

Література: [5], с. 160 – 168, 560 – 565; [6], с. 159 – 168.

Змістовий модуль 8. Основи автоматизації роботи кондиціонуючої техніки

Тема 16. Основні показники роботи кондиціонерів. Принципи регулювання необхідних параметрів. Блок-схеми автоматизації роботи кондиціонерів та технологічного кондиціонування.

Література: [5], с. 292 – 310.

Контрольні питання до 3-го та 4-го модулів

1. Тепло- та масообмінні процеси в апаратах та обладнанні систем. Апарати для тепловологісної обробки повітря та газових сумішей.
2. Навести принципову схему конструкції поверхневого теплообмінного апарату.
3. Які особливості теплопередачі через поверхню з використанням робочої рідини без зміни агрегатного стану?
4. Особливості тепловіддачі при зміні агрегатного стану робочої рідини?
5. Схема контактної теплообмінника.
6. Як визначають умовний коефіцієнт теплопередачі для контактної теплообмінника?
7. Як проходять процеси нагріву повітря в вентиляторах та електронагрівачах на d, I діаграмі?
8. Яка схема роботи термосифона та рекуперативного теплообмінника?
9. Який вигляд має рівняння теплового балансу теплообмінника?
10. Як визначається аеродинамічний опір теплообмінника?
11. Які процеси використовують для обробки газів та подачі їх у трюм судна (на d, I діаграмі)?
12. Яке обладнання входить до складу систем спеціальної обробки повітря та ДГС у герметичних приміщеннях?
13. Ізоляційні матеріали приміщень та їх конструкції.
14. Вибір розрахункових параметрів та технологічних схем обробки газів та сумішей.
15. Які властивості суднової ізоляції?
16. Чим відрізняються конструкції ізоляції суден: нормальної, з повітряним прошарком, з обходом набору?
17. Як визначити мінімальну товщину ізоляції взимку?
18. Які складові входять до теплового навантаження на приміщення взимку?
19. Як вибрати технологічну схему системи комфортного кондиціонування?
20. Як визначається продуктивність систем інертних газів?
21. Як визначити теплові навантаження на водяний охолодник заборотної води при роботі у складі системи інертних газів?
22. Повітророзподілення в приміщеннях. Основи автоматизації роботи кондиціонуючої техніки.
23. Які існують типи розподільників для випуску повітря?
24. Які типи доводочних розподільників використовуються у СКП?
25. Як оцінюється якість роботи повітророзподільників?
26. Які існують схеми регулювання температури повітря за кондиціонером?
27. Навести схему регулювання відносної вологості одночасно з температурою від одного теплоносія – пари.
28. Схема регулювання вологості повітря за кондиціонером.
29. Блок-схема регулювання параметрів повітря за кондиціонером.
30. Які параметри підтримуються при роботі системи автоматики у обладнанні кондиціонування?

Модуль 5. (Курсовий проект)

Тема КП 1. Вихідні дані для виконання курсового проекту. Визначення параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря.

Література: [3], с. 10 – 15; [4], с. 19 – 23.

Тема КП 2. Розрахунок повітрообміну. Надходження тепла і вологи у приміщення

Література: [3], с. 16 – 24; [4], с. 23 – 32.

Тема КП 3. Розрахунок процесів нагріву та охолодження повітря. Побудова процесів обробки повітря на h-d діаграмі.

Література: [3], с. 25 – 44; [4], с. 33 – 37.

Тема КП 4. Теплові та конструктивні розрахунки апаратів та агрегатів

Література: [3], с. 45 – 57; [4], с. 38 – 39.

Тема КП 5. Аеродинамічне моделювання та балансування вентиляційних мереж. Підбір вентиляційного обладнання.

Література: [3], с. 58 – 68.

Тема КП 6. Опис схеми агрегату та його пристроїв для автоматизації роботи.

Література: [5], с. 292 – 310.

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			
	усього	у тому числі		
л		пр	ср	
1	2	3	4	5
Модуль 1				
<i>Змістовий модуль 1. Вступ. Основні відомості щодо обладнання систем комфортного і технологічного кондиціонування</i>				
Тема 1. Обладнання систем комфортного і технічного кондиціонування. Основні поняття, визначення та термінологія систем кондиціонування повітря (СКП). Цілі і засоби кондиціонування повітря для стаціонарних та суднових умов. Принципові схеми комплексу кондиціонування із забезпечуючим теплоенергетичним обладнанням	10	4	4	2
Тема 2. Класифікація систем кондиціонування за різними ознаками. Загальні відомості щодо обладнання та схем систем комфортного кондиціонування. Критерії теплового комфорту	5	4	-	1
Разом за змістовим модулем 1	15	8	4	3
<i>Змістовий модуль 2. Одноканальні та двоканальні системи кондиціонування</i>				
Тема 3. Одноканальні системи з випускними повітророзподільниками. Одноканальні системи з ежекційними доводочними водяними розподільниками. Одноканальні системи з прямоточними водяними розподільниками. процеси в d-I діаграмі, галузі застосування	10	4	4	2
Тема 4. Двоканальна система зі змішувальним розподільвачем. Двоканальна система з повітряними осушувально-випарювальними кондиціонерами. Двоканальна система з повітряним турбокомпресорним кондиціонером. Процеси в d-I діаграмі, особливості, галузі застосування	5	4	-	1
Разом за змістовим модулем 2	15	8	4	3
Разом за модулем 1	30	16	8	6

Модуль 2				
<i>Змістовий модуль 3. Схеми та обладнання систем технологічного кондиціонування</i>				
Тема 5. Технологічне кондиціонування повітря. Загальні відомості, зображення процесів в d-I діаграмі, галузі застосування. Фізико-механічні основи збереження якості вантажів, які перевозяться, запобігання корозії металевих поверхонь, забезпечення вибухо-, пожежобезпеки	10	4	4	2
Тема 6. Технологічне кондиціонування інертних газів за допомогою скрубберної установки для димових газів парогенератора з додатковим вилужуванням; зі скруббернодопальною установкою вихлопних газів турбін, або ж автономних генераторів газу	6	4	-	2
Тема 7. Технологічне кондиціонування повітря для осушувальних установок з абсорберами, адсорберами, механічними та термічними осушувачами	4	2	-	2
Разом за змістовим модулем 3	20	10	4	6
<i>Змістовий модуль 4. Схеми та компоновки кондиціонерів</i>				
Тема 8. Загальні принципи компоновки автономних та неавтономних кондиціонерів, їх конструкції, ряди та характеристики. Місцеві неавтономні кондиціонери, їх конструкції та характеристики. Принцип визначення аеродинамічного опору кондиціонерів. Принципи компоновки повітряних осушувально-випарних кондиціонерів, турбокомпресорних та термоелектричних	10	4	4	2
Разом за змістовим модулем 4	10	4	4	2
Разом за модулем 2	30	14	8	8
Модуль 3				
<i>Змістовий модуль 5. Тепло- та масообмінні процеси в обладнанні систем</i>				
Тема 9. Тепло-, масообмін непосувного шару матеріалу (насадки) з орошуванням газом. Нагрів газу перегрітою парою. Способи випарювання розчинів, тепловий баланс та енергетичні затрати	10	4	4	2
Тема 10. Нагрівання та охолодження газу проміжним тепло холодоносієм без зміни та зі зміною агрегатного стану. Нагрівання електричним струмом, використання теплових труб та термосифонів	5	4	-	1
Разом за змістовим модулем 5	15	8	4	3

<i>Змістовий модуль 6. Апарати для тепловологісної обробки повітря та газових сумішей</i>				
Тема 11. Тепловологісна обробка повітря в поверхневих ребристих теплообмінниках, конструкції теплообмінників, особливості тепловіддачі від повітря до ребристої поверхні. Теплопередача через ребристу поверхню. Теплові та конструктивні розрахунки поверхневих теплообмінників	10	4	4	2
Тема 12. Аеро- та гідродинамічні розрахунки охолоджувачів та нагрівачів. Тепловологісна обробка повітря та газів в контактних апаратах. Конструкції скрубєрів. Теплові та аеродинамічні розрахунки скрубєрів. Особливості розрахунку скрубєрів при обробці газових середовищ абсорберами	5	4	-	1
Разом за змістовим модулем 6	15	8	4	3
Разом за модулем 3	30	16	8	6
Модуль 4				
<i>Змістовий модуль 7. Обладнання для спеціальної обробки повітря. Ізоляційні матеріали приміщень</i>				
Тема 13. Конструкції та розрахунок процесів в адсорбері з використанням d-I діаграми. Устрій та розрахунок зволожувачів повітря парою та водою. Основи розрахунку складових тепло- та волого припливів під час літнього режиму та тепловтрат та волого надлишків під час зимового режиму. Тепловологісний баланс	6	4	-	2
Тема 14. Фільтри, апарати для адорації та дезодорації, їх характеристики та сфери застосування. Іонізація та стерилізація повітря, схеми та пристрої, особливості	4	2	-	2
Тема 15. Ізоляційні матеріали приміщень та їх конструкції. Характеристики ізоляційних матеріалів суднових приміщень різного призначення та їх конструкція. Мінімальна товщина ізоляції	10	4	2	4
Разом за змістовим модулем 7	20	10	2	8
<i>Змістовий модуль 8. Основи автоматизації роботи кондиціонуєчої техніки</i>				
Тема 16. Основні показники роботи кондиціонерів. Принципи регулювання необхідних параметрів. Блок-схеми автоматизації роботи кондиціонерів та технологічного кондиціонування	10	4	4	2
Разом за змістовим модулем 8	10	4	6	2
Разом за модулем 4	30	14	14	10

Модуль 5				
Курсовий проект «Кондиціонуюча техніка та технологія»				
Тема КП 1. Вихідні дані для виконання курсового проекту. Визначення параметрів внутрішнього та зовнішнього повітря	2	-	-	2
Тема КП 2. Розрахунок повітрообміну. Надходження тепла і вологи у приміщення	4	-	-	4
Тема КП 3. Розрахунок процесів нагріву та охолодження повітря. Побудова процесів обробки повітря на h-d діаграмі	24	-	-	24
Тема КП 4. Теплові та конструктивні розрахунки апаратів та агрегатів	24	-	-	24
Тема КП 5. Аеродинамічне моделювання та балансування вентиляційних мереж. Підбір вентиляційного обладнання	24	-	-	24
Тема КП 6. Опис схеми агрегату та його пристроїв для автоматизації роботи	12	-	-	12
Разом за модулем 5	90	-	-	90
Усього годин з курсу	210	60	30	120

Примітка: л – лекції; пр – практичні заняття; ср – самостійна робота

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 НПП, та практичним його застосуванням. Теми практичних занять представлені в табл. 3.

Таблиця 3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення основних відомостей щодо обладнання систем комфортного та технологічного кондиціонування, у тому числі – для суден Література: [4], с. 6 – 10; [5], с. 336 – 340	4
2	Вивчення існуючих та перспективних схем та обладнання систем кондиціонування різного призначення Література: [4], с. 33 – 38; [5], с. 383 – 399	4
3	Вивчення конструкцій та розрахунку спеціального обладнання для обробки повітря на судах Література: [1], с. 376 – 384; [5], с. 436 – 450	4
4	Вивчення схем конструктивних компоновок кондиціонерів та агрегатів для різнобічної обробки повітря Література: [2], с. 327 – 339; [5], с. 285 – 292	4
5	Вивчення особливостей тепломасообмінних процесів в обладнанні систем кондиціонування Література: [5], с. 242 – 277; [9], с. 45 – 113	4
6	Ознайомлення з конструкціями компресорно-конденсаторних агрегатів. Розрахунок і вибір холодильної установки. Тепловий, гідравлічний, конструктивний розрахунок конденсаторів та розрахунок на міцність Література: [5], с. 185 – 195; [8], с. 22 – 51	4
7	Вивчення ізоляційних конструкцій приміщень, що охолоджуються та за рахунок теплової ізоляції. Розрахунок теплових втрат через ізоляційні конструкції Література: [5], с. 160 – 185; [6], с. 159 – 168	2
8	Вивчення основ та схем автоматизації роботи кондиціонуючої техніки комфортного та технологічного призначення Література: [5], с. 292 – 310	4
Разом		30

5.3 Самостійна робота

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

Таблиця 4. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	4
2	Підготовка до практичних робіт	підготовка до практичних робіт – до 1 год. на 1 роб.	6
3	Виконання модульної контрольної роботи (реферат)	до 5 год. на 1 роб.	10
4	Підготовка до підсумкового контролю (залік)	до 10 год. на 1 роб.	10
5	Курсовий проект	до 90 год. на 1 роб.	90
Разом			120

5.4 Виконання модульних контрольних робіт

Під час поточного модульного контролю здобувачі вищої освіти денної форми навчання виконують одну модульну контрольну роботу у вигляді реферату, в якому дають вичерпну відповідь на 1 запитання згідно варіанту. Варіант питань обирається здобувачами із табл. 5 або задається НПП індивідуально. У відповідях мають бути продемонстровані знання здобувача з навчальної дисципліни, його вміння відбирати і узагальнювати матеріал, ясно і дохідливо оформлювати текстовий матеріал.

Таблиця 5. Варіант питань поточного модульного контролю

№ варіанту	Питання 1 (з контрольних питань до 1 та 2 модулів)	Питання 2 (з контрольних питань до 3 та 4 модулів)
1	1	16
2	2	17
3	3	18
4	4	19
5	5	20
6	6	21
7	7	22
8	8	23
9	9	24
10	10	25
11	11	26
12	12	27
13	13	28
14	14	29
15	15	30
16	16	1
17	17	2
18	18	3
19	19	4
20	20	5
21	21	6
22	22	7
23	23	8
24	24	9
25	25	10
26	26	11
27	27	12
28	28	13
29	29	14
30	30	15

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 лабораторних і практичних 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;
- підсумковий контроль (екзамен);
- виконання курсового проекту;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень та виступи на наукових заходах тощо.

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 екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний екзамен 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 здобувача з лабораторної, практичної, поточної модульної роботи та курсового проєкту наведені в табл. 6 – 8 відповідно. Форми контролю та розподіл балів результатів навчальної діяльності здобувачів наведені в табл. 9.

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

Бал	Критерії оцінювання за відповідь на одне питання
10	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
7	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
5	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
2	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. Критерії оцінювання результатів виконання курсового проекту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання
Пояснювальна записка	40	Зміст проекту відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі;

		<p>визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; дотримання методики розрахунку та адекватність отриманих результатів, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення проекту; відповідність висновків меті та завданням курсового проекту.</p> <p>Проект виконувався систематично та вчасно подана на перевірку керівнику у відповідності із планом виконання курсового проекту</p>
	35	<p>Зміст проекту відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; дотримання методики розрахунку та адекватність отриманих результатів, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення проекту; відповідність висновків меті та завданням курсового проекту.</p> <p>Проект виконувався систематично, але подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту</p>
	30	<p>Зміст проекту відповідає обраній темі, але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано; не дотримано методики розрахунку, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення проекту; відповідність висновків меті та завданням курсового проекту.</p> <p>Проект виконувався не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту</p>
	20	<p>Проект оформлений за вимогами, які пред'являються до курсових проектів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези проекту розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.</p> <p>Проект виконувався не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту</p>
	10	<p>Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки,</p>

		серед яких є значна кількість суттєвих. В проєкті немає конкретних висновків. Проєкт виконувався не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проєкту
	0	Проєкт не виконувався
Графічна частина	20	Розроблено конструктивну схему та побудовано процеси відповідно до завдань проєкту без помилок. Графічна частина проєкту виконана у відповідності до вимог ЄСКД
	15	Розроблено конструктивну схему та побудовано процеси відповідно до завдань проєкту без помилок. Графічна частина проєкту виконана з незначними невідповідностями до вимог ЄСКД
	10	Конструктивна схема та графіки процесів побудовано з незначними помилками. Графічна частина проєкту виконана з незначними невідповідностями до вимог ЄСКД
	5	Конструктивна схема та графіки процесів побудовані з помилками. Графічна частина проєкту виконана на низькому рівні та не відповідає вимогам ЄСКД
	0	Проєкт не виконувався
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати виконання проєкту, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі проєкту, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання проєкту, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює
	20	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання проєкту але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення проєкту
	10	Студент невпорядковано викладає основні результати виконання проєкту, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби

		аргументувати положення проєкту
	5	Студент демонструє задовільні знання з теми виконання проєкту, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення проєкту

Таблиця 9. Форми контролю та розподіл балів результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання практичних робіт	8 робіт × 5 балів = 40 балів
Виконання поточного модульного контролю у формі модульної контрольної роботи (реферат)	2 запитання × 10 балів = 20 балів
Всього	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 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. 10.

Таблиця 10. Критерії оцінювання підсумкового контролю

Бал	Критерії оцінювання
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. 11, а захисту курсового проекту в табл. 12.

Таблиця 11. Критерії оцінювання результатів навчання

№ Модуля	№№ змістового модуля і теми		Денна форма	
			Вид роботи	Кількість балів
М1	ЗМ 1	T1	ПР № 1	0...5
		T2	-	-
	ЗМ 2	T3	ПР № 2	0...5
		T4	-	-
М2	ЗМ 3	T5	ПР № 3	0...5
		T6	-	-
		T7	-	-
	ЗМ 4	T8	ПР № 4	0...5
Поточний модульний контроль №1 (реферат)				0...10
М3	ЗМ 5	T9	ПР № 5	0...5
		T10	-	-
	ЗМ 6	T11	ПР № 6	0...5
		T12	-	-
М4	ЗМ 7	T13	-	-
		T14	-	-
		T15	ПР № 7	0...5
	ЗМ 8	T16	ПР № 8	0...5
Поточний модульний контроль №2 (реферат)				0...10
Підсумковий контроль			Екзамен (письмово)	0...40
Сума				100

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

Таблиця 12. Критерії оцінювання результатів захисту курсового проекту

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист проекту	Кількість балів разом
0...40	0...20	0...40	100

9. Засоби навчання

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

- Технічні засоби (відеоролики, звуко- і відеозаписи та ін.);
- Мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура (проектори, 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. **Hundy G.F.** Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps. / G.F. Hundy, A.R. Trott and T.C. Welch. – Butterworth-Heinemann: Elsevier Ltd, March 2, 2016 (5th Edition). – 510 p. [Електронний варіант]
2. **Боженко М.Ф.** Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навчальний посібник / М.Ф. Боженко. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с. [Електронний ресурс]
3. **Джеджула В.В.** Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів: навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 71 с.
4. **Дубровська В.В.** Теплотехніка та енергетичні машини. Розрахунок системи кондиціонування: Розрахункова робота. Навч. посіб. / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 56 с. [Електронний ресурс]
5. **Загоруйко В.О.** Суднова холодильна техніка: підручник / В.О. Загоруйко, О.А. Голіков. – К.: Наукова думка, 2002. – 576 с. [Електронний варіант]
6. Опалення, Вентиляція та Кондиціонування. **ДБНВ.2.5-67:2013.** Чинний від 2014-01-01. – Київ: Мінрегіонбуд та ЖКГ України, 2013. – 232 с.
7. Програма, методичні вказівки до виконання курсового проекту та питання до екзамену з дисципліни "Кондиціонуюча техніка та технологія" / **О.В.Литош**, Є.І.Трушляков. – Миколаїв : НУК, 2019. – 40 с.
8. 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]
9. 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.

10.2. Додаткова література

10. **Лозовський А.П.** Основи холодильних технологій: навчальний посібник / А.П. Лозовський, О.М. Іванов. – Суми: Університетська книга, 2015. – 149 с. [Електронний варіант]
11. **Мелейчук С.С.** Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і тепло насосних установок: навчальний посібник / С.С. Мелейчук, В.М. Арсеньєв. – Суми: СДУ, 2011. – 183 с. [Електронний варіант]
12. **Радченко М.І.** Суднові холодильні машини: навчальний посібник / М.І. Радченко, О.О. Лехмус. – Миколаїв: НУК. – 2015. – 392 с.
13. Розрахунок суднової холодильної установки / А.А.Андреев, І.П.Есін, Ю.В.Захаров, А.О.Моря, М.І.Радченко; За редакцією доктора технічних наук, професора **Ю.В.Захарова**. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 88 с. [Електронний варіант]

11. Інформаційні джерела

14. Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – Режим доступу: <http://www.kb.nuos.edu.ua> (дата звернення: 25.08.2024 р.).
15. **CoolPack IPU.** – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.ipu.dk/products/coolpack/> (дата звернення 17.08.2024 р.)
16. **Sabroe Products 2024.** Creating customer confidens. – 84 р. – Режим доступу <http://www.sabroe.com>. (дата звернення: 18.08.2024 р.).
17. **Viessmann** Heat pumps up to 2000 kW. – 42 р. – Режим доступу <http://www.viessmann.com>. (дата звернення: 18.08.2024 р.).

Розробники:

к.т.н., доцент кафедри
КіР НУК

О.В. Литош

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

І.В. Калініченко