МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ І СУДНОВИХ ПАРОВИРОБНИХ УСТАНОВОК (ТТ І СПУ)

Код РНПД

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
Проректор з науково-
педагогічної роботи
_____ Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline
Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок
INNOVATIVE HEAT EXCHANGERS FOR TRANSPORT AND STATIONARY ENERGY PLANTS

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
тип дисципліни: вибіркова
мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" є вибірковою складовою комплексної підготовки фахівців будь якої галузі знань на першому (бакалаврському) рівні.
"14" 03 2024 року. 15 с.

Розробник:
Кузнецов В. В., доцент кафедри ТТ і СПУ, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" розглянуто на засіданні кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок
Протокол №7 від «15» 03 2024 р.

Завідувач кафедри Борис ДИМО

Проект робочої програми навчальної "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол №2 від «15» 05 2024 р.

Голова Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" затверджено 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 5
4. Очікувані результати навчання 6
5. Програма навчальної дисципліни 6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування ..... .10
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 13
9. Рекомендовані джерела інформації 14

ВСТУП

Анотація

Підвищення ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок здійснюється за рахунок вдосконалення процесів перетворення теплоти і маси в їх елементах. Ці процеси визначаються законами термодинаміки, гідрогазодинаміки, тепломасообміну і впливають на ефективний ККД, рівень теплових та шкідливих викидів, ресурс та компактність установок. Значний вплив на ці показники мають їх теплообмінні апарати як елементи енергетичних установок.

В процесі вивчення дисципліни студенти знайомляться з основними видами теплообмінних апаратів, які використовуються у дизельних та газотурбінних енергетичних установках. Розглядаються способи досягнення кращих техніко-економічних та масогабаритних показників теплообмінників для вдосконалення енергетичних установок у цілому. Опановується методологія 3-*D* моделювання теплообмінних процесів в теплообмінних апаратах як сучасний напрямок у проектуванні.

Ключові слова: енергетична установка, теплообмінний апарат, процес, модель

Abstract

Increasing the efficiency of transport and stationary power plants is carried out by improving the processes of heat conversion in their elements. These processes are determined by the laws of thermodynamics, hydrodynamics, heat and mass transfer and affect the effective efficiency, the level of thermal and harmful emissions, resource and compactness of plants. Significant influence on these indicators have their heat exchanges as elements of power plants.

During the study of the discipline students get acquainted with the main types of heat exchangers used in diesel and gas turbine power plants. The ways of achieving the best technical-economic and mass-size indicators of heat exchangers for the improvement of power plants in general are considered. The methodology of 3-D modelling of heat exchange processes in heat exchangers as a modern direction in design is mastered.

Keywords: power plant, heat exchanger, process, model

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">Галузь знань:
Будь яка</td><td colspan="2">Нормативна</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="6">Спеціальність
Будь яка

Освітня програма підготовки
Будь яка</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>7-й</td><td>7-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання – Не передбачено</td><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин 150</td><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4;

самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="5">Освітній рівень:
Перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>138 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="3">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" є ознайомлення студентів з сучасними високоефективними теплообмінними апаратами енергетичних установок, інноваційними способами підвищення ефективності процесів перенесення теплоти в теплообмінниках, способах оцінки їх ефективності безпосередньо та у складі енергетичних установок та з програмними засобами для створення подібних теплообмінників.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами для вивчення курсу є обізнаність студентів в основних положеннях вищої математики, фізики, основ інформаційних технологій та програмування, математичних методах і моделях в інженерних розрахунках, технічної термодинаміки та теплопередачі, англійської мови за професійним спрямуванням.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає ознайомлення студентів з конструктивними особливостями сучасних інноваційних теплообмінних апаратів для транспортних та стаціонарних енергетичних установок, способами підвищення їх ефективності, набуття практичних навичок роботи з програмними засобами для створення подібних теплообмінників.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1

Змістовий модуль 1. "Теоретичні основи створення інноваційних теплообмінників".

Тема 1. Загальна характеристика теплообмінних апаратів у складі транспортних та стаціонарних енергетичних установок. Класифікація теплообмінних апаратів. [1] стор. 55…59; [2] стор. 7…22; [3], стор. 39…58; [4], стор. 17…43.

Тема 2. Загальні положення теплового і гідравлічного розрахунків теплообмінних апаратів. Основні критеріальні залежності. [1], стор. 55…75; [4], стор. 43…89

Тема 3. Критерії оцінки теплогідравлічної ефективності іноваційних теплоообмінних апаратів. [5], стор. 28…38

Тема 4. Основні напрямки підвищення ефективності теплообмінників транспортних та стаціонарних енергетичних установок. [6], стор. 30…32

Тема 5. Інноваційні способи підвищення теплогідравлічної ефективності при внутрішньої течії в каналах теплообмінників. [7], стор. 6…48

Тема 6. Інноваційні способи підвищення теплогідравлічної ефективності при зовнішньому обтіканні теплопередавальних поверхонь теплообмінників. [8], стор. 150…152

Тема 7. Оцінка комплексної ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок з урахуванням інноваційних теплообмінних апаратів. [9], стор. 19…27

Тема 8. Іноваційні теплообмінні апарати провідних світових компаній-виробників [1], стор. 55…61; [3], стор. 39…58

Змістовий модуль 2. "Програмні засоби створення інноваційних теплообмінників".

Тема 9. Програмні продукти для створення інноваційних теплообмінників. Загальна характеристика [10], стор. 3…5; [11], стор. 5…6; [12], стор. 5…7

Тема 10. Програмний комплекс ANSYS Workbench. Загальна характеристика. Модулі для розрахунків, що входять у комплекс [11], стор. 7…12; [12], стор. 7…19

Тема 11. Основи роботи в ANSYS Workbench. Загальні принципи [11], стор. 10…16; [12], стор. 20…34

Тема 12. Розрахунки теплогідравлічних характеристик інноваційних теплообмінників в ANSYS. Загальні принципи. Математичний апарат. [10], стор. 33…36, 53…56; [11], стор. 90…100

Тема 13. Розрахунки міцності інноваційних теплообмінників в ANSYS. Загальні принципи. Математичний апарат. [11], стор. 49…56

Тема 14. Програмне середовище MathCad. Загальна характеристика. Вбудовані функції. Порядок побудови програми. [11], стор. 131…149

Тема 15. Реалізація моделі комплексної ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок з урахуванням інноваційних теплообмінних апаратів у програмному середовищі MathCad. [11], стор. 150…172

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лр.	пр.	с.р.		л	лр.	пр.	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
МОДУЛЬ 1 **Змістовий модуль 1. Теоретичні основи створення інноваційних теплообмінників**										
Тема 1. Загальна характеристика теплообмінних апаратів у складі транспортних та стаціонарних енергетичних установок. Класифікація теплообмінних апаратів	9	2	–	–	7	11	2	–	–	9
Тема 2. Загальні положення теплового і гідравлічного розрахунків теплообмінних апаратів. Основні критеріальні залежності	9	2	–	–	7	9	–	–	–	9
Тема 3. Критерії оцінки теплогідравлічної ефективності іноваційних теплоообмінних апаратів.	9	2	–	–	7	9	–	–	–	9
Тема 4. Основні напрямки підвищення ефективності теплообмінників транспортних та стаціонарних енергетичних установок.	9	2	–	–	7	9	–	–	–	9
Тема 5. Інноваційні способи підвищення теплогідравлічної ефективності при внутрішньої течії в каналах теплообмінників	9	2	–	–	7	10	1	–	–	9
Тема 6. Інноваційні способи підвищення теплогідравлічної ефективності при зовнішньому обтіканні теплопередавальних поверхонь теплообмінників.	9	2	–	–	7	9	–	–	–	9
Тема 7. Оцінка комплексної ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок з урахуванням інноваційних теплообмінних апаратів.	9	2	–	–	7	9	–	–	–	9
Тема 8. Іноваційні теплообмінні апарати провідних світових компаній-виробників	12	1	–	–	11	9	–	–	–	9
Разом за змістовим модулем 1	**75**	**15**	–	–	**60**	**75**	**3**	–	–	**72**
Змістовий модуль 2. Програмні засоби створення інноваційних теплообмінників										
Тема 9. Програмні продукти для створення інноваційних теплообмінників. Загальна характеристика	2	2	–	–	–	9	1	–	–	8
Тема 10. Програмний комплекс ANSYS Workbench. Загальна характеристика. Модулі для розрахунків, що входять у комплекс	11	2	–	4	5	10	2	–	2	8
Тема 11. Основи роботи в ANSYS Workbench. Загальні принципи	11	2	–	4	5	8	–	–	–	8
Тема 12. Розрахунки теплогідравлічних характеристик інноваційних теплообмінників в ANSYS. Загальні принципи. Математичний апарат.	11	2	–	4	5	8	–	–	–	8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 13. Розрахунки міцності інноваційних теплообмінників в ANSYS. Загальні принципи. Математичний апарат.	11	2	–	4	5	10	–	–	2	8
Тема 14. Програмне середовище MathCad. Загальна характеристика. Вбудовані функції. Порядок побудови програми	11	2	–	4	5	10	–	–	2	8
Тема 15. Реалізація моделі комплексної ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок з урахуванням інноваційних теплообмінних апаратів у програмному середовищі MathCad	11	2	–	6	3	8	–	–	–	8
Разом за змістовим модулем 2	7	1	–	4	2	10	–	–	–	10
Усього за модулем 1	**75**	**15**	–	**30**	**30**	**75**	**3**	–	**6**	**66**
Усього годин	**150**	**30**	–	**30**	**90**	**150**	**6**	–	**6**	**138**

***** Змістовий модуль кратний 15 годинам.

** За заочної формою проводяться оглядові лекції.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основи роботи в ANSYS Workbench.	4	2
2	Побудова геометричних моделей у DesignModeler	4	–
3	Розрахунки теплогідравлічних характеристик теплопередавальних поверхонь інноваційних теплообмінників в ANSYS.	4	–
4	Розрахунки гідравлічних характеристик підвідних та відвідних елементів інноваційних теплообмінників в ANSYS.	4	2
5	Розрахунки міцності теплопередавальних поверхонь інноваційних теплообмінників в ANSYS	4	2
6	Розрахунки міцності трубних дошок інноваційних теплообмінників в ANSYS	6	–
7	Реалізація моделі комплексної ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок з урахуванням інноваційних теплообмінних апаратів у програмному середовищі MathCad.	4	–
	Разом	30	6

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	60	72
2	Підготовка до практичних робіт	30	66
	Разом	90	138

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДІВ ЇХ ДЕМОНСТРУВАННЯ

Під час проведення занять використовуються наступні методи навчання:

- для лекційних занять– пояснювально-ілюстративний метод, що включає повідомлення готової інформації різними засобами, а саме словесним, наочним, практичним та усвідомлення і запам'ятовування цієї інформації здобувачами при написанні конспекту;
- для практичних занять крім пояснювально-ілюстративного методу також застосовується і проблемне викладання,що включає постановку викладачем перед здобувачами проблеми і визначення шляхів її розв'язання з приховуванням можливих пізнавальних суперечностей;
- для самостійної роботи застосовується як проблемний так і частково-пошуковий методи, що при визначеній проблемі за рахунок отриманих знань на лекційних та практичних заняттях, дозволяє їм розв’язувати, а приховані пізнавальні моменти вони вирішують самі з отриманням консультації від викладача.

Контроль та самоконтроль здійснюється оцінюванням якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни за результатами використання матеріалу вивченого під час лекційних та практичних занять при виконанні поточного модульного контролю (ПМК), що передбачено робочим навчальним планом згідно

робочій навчальній програмі під час проведення поточного контролю, самостійної роботи та підсумкової атестації.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання за дисципліною "Інноваційні теплообмінники для транспортних та стаціонарних енергетичних установок" є: ПМК та екзамен.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного модульного контролю (тестуванню) і оцінки заключного етапу – заліку.

Поточний модульний контроль проводиться у формі тестування: ПМК1 – 10 питань, ПМК2 – 10 питань. Сумарна кількість балів поточного модульного контролю – 36 (сумарно ПМК1 2,8×10 = 28 балів, ПМК2 0,8×10 = 8 балів). Виконання практичних завдань – 48 балів. Питома вага поточного контролю в загальній системі оцінок складає – ***84 бали***.

Питома вага заключного підсумкового контролю тестування (10 питань) в загальній системі оцінок – ***16 балів*** (1,6×10=16 балів). Право здавати залік надається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок та заключного тестування набирає не менше ***60 балів***. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок, оцінки заключного тестування на залік.

Поточний контроль проводиться на лекційних заняттях шляхом опитування студентів щодо засвоєння матеріалів лекційних, практичних занять, а також самостійної підготовки. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти зі зазначених у програмі тем (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на лекційних заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основи роботи в ANSYS Workbench.	7	16
2	Побудова геометричних моделей у DesignModeler	7	–
3	Розрахунки теплогідравлічних характеристик теплопередавальних поверхонь інноваційних теплообмінників в ANSYS.	7	–
4	Розрахунки гідравлічних характеристик підвідних та відвідних елементів інноваційних теплообмінників в ANSYS.	7	16
5	Розрахунки міцності теплопередавальних поверхонь інноваційних теплообмінників в ANSYS	7	16
6	Розрахунки міцності трубних дошок інноваційних теплообмінників в ANSYS	7	–
7	Реалізація моделі комплексної ефективності транспортних та стаціонарних енергетичних установок з урахуванням інноваційних теплообмінних апаратів у програмному середовищі MathCad.	6	–
	Разом	**48**	**48**

Кількість балів, денне/заочне	Критерії оцінювання
7/16	Результат правильний, повний, логічний; містить аналіз та додаткову інформацію, систематизацію, узагальнення, аргументовані висновки.
4…6/12…15	Результат здебільшого правильний; містить аналіз, узагальнення, та допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
2…3/7…11	Результат частково правильний, містить неточності, недостатньо обґрунтований.
0…1/0…6	Результат має суттєві помилки, використовуються невірна термінологія або студент не показує результат взагалі

Кількість балів	**Критерії оцінювання ПМК 1**
0,28	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
0,22…0,27	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
0,16…0,21	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
0,8…0,15	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0…0,7	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.

Кількість балів	**Критерії оцінювання ПМК 2**
0,8	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
0,6…0,7	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
0,4…0,5	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
0,2…0,3	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0…0,1	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.

Кількість	**Критерії оцінювання заключного тестування**

балів	
0,16	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
0,14…0,15	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
0,11…0,13	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
0,5…0,10	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0…0,5	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних завдань	48 балів	48 балів
Поточний модульних контроль	36 балів	36 балів
Підсумковий контроль	16 балів	16 балів
Всього	**100 балів**	**100 балів**

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота			
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Заключне тестування	Сума
ПМК 1	ПМК 2		
	Пр. 1-7		
28	8+48=56	16	100

Пр1– Пр 7 – практичні заняття змістовних модулів.

ПМК1, ПМК2 – поточний модульний контроль змістовних модулів.

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	ПМК1	Тестування за темами ЗМ1	28	Тестування за темами ЗМ1	28
ЗМ2	Т10	Практичне заняття №1	7	Практичне заняття №1	16
	Т11	Практичне заняття №2	7		
	Т12	Практичне заняття №3	7		
	Т13	Практичне заняття №4	7	Практичне заняття №2	16
	Т14	Практичне заняття №5	7	Практичне заняття №3	16
	Т15	Практичне заняття №6	7		
	Т16	Практичне заняття №7	6		
	ПМК2	Тестування за темами ЗМ2	8	Тестування за темами ЗМ2	8
Підсумковий контроль		Тестування	16	Тестування	16
Всього			100		100

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література:

1. Алексахін О.О. Теплообмінні апарати в системах теплопостачання: Навч. посіб. [Текст] / О. О. Алексахін, А. М. Ганжа, О. В. Круглякова. Харків: вид-во «Друкарня Мадрид», 2023. 249 с.

2. Горобець В.Г. Теплообмінне обладнання для когенераційних установок: Монографія. [Текст] / В.Г. Горобець, Ю.О. Богдан, В.І. Троханяк – К.: «ЦП «Компринт», 2017. – 198 с

3. Енергозберігаючі технології в теплоенергетиці: Навч. посіб. [Текст] / О. В. Кошельнік, Т. М. Пугачова, О. В. Круглякова, В. Г. Павлова. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 166 с

4. Христян, Є. В. Теплотехнологічні процеси та установки на залізничному транспорті: Навчальний посібник [Текст] / Є. В. Христян, І. В. Титаренко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 269 с.

5. Кузнецов В.В. Багаторівнева оцінка ефективності процесів перенесення теплоти в елементах енергетичних установок [Текст]/«Проблеми регіональної енергетики». – Молдова: АНРМ, Інститут Енергетики. – 2020. - №3(47). с. 28-38

6. Кузнецов В.В. Розвиток науково-технічних основ підвищення ефективності і компактності енергетичних установок інтенсифікацією теплопередачі в їх елементах [Текст] / В.В. Кузнецов// Матеріали XII МНТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», м. Миколаїв, НУК, Україна, 2021. С.30-32

7. Співак, О. Ю. Тепломасообмін. Методи інтенсифікації. [Електронний ресурс] / О. Ю. Співак., Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 112 с

8. Кузнецов В.В. Підвищення ефективності суднових енергетичних установок профілюванням трубних пучків теплообмінних апаратів лунковими системами [Текст] / В.В. Кузнецов, А.П. Шевцов // Матеріали XIV МНТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», м. Миколаїв, НУК, Україна, 2023. С.150-152.

9. Кузнецов В.В. Ефективність суднових енергетичних установок з теплообмінними апаратами з трубних пучків з лунковими системами [Текст] / В.В. Кузнецов, А.П. Шевцов // Авіаційно-Космічна Техніка і Технологія. 2023, № 4 спецвипуск 2 (190). С.19 -27.

10.Баранюк О.В. Математичне моделювання систем та процесів Комп'ютерний практикум: Навч. посіб. [Текст] / О. В. Баранюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 115 с.

11.Гришанова І. А. Розв'язок задач проєктування приладів та систем з використанням ANSYS і MATHCAD : Підручник [Текст] / І. А. Гришанова, Л. П. Згуровська, Ю. В. Киричук. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 180 с.

12.Основи ANSYS. Лабораторний практикум : Навч. посіб. [Текст] / В. М. Грищенко, О. А. Свіргун, Є. І. Калінін, В. Б. Савченко– Харків : ХНТУСГ, 2020. 168с

Допоміжна література:

13. Теплотехніка. Підручник. [Текст] / Б.Х. Драганов, О.С. Бесараб, А.А. Долінський, В.О., Лазоренко. За ред. Б.Х. Драганова. – 2-е вид. перероб. і доп. –К.: Фірма „ІНКОС”, 2005. – 400 с.

14. Кузнецов В.В. Енергетичні об′єкти морської інфраструктури:теплофізичні процеси і екологічні показники [Текст] / В.В. Кузнецов, С.С. Рижков, А.П. Шевцов. – Миколаїв: видавець Торубара В.В., 2016. – 288 с.