МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра кондиціювання та рефрижерації

Код РНПД _____

ЗАТВЕРДЖЕНО
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____ СЛОБОДЯН Сергій

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ТРИГЕНЕРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННІ

Trigeneration technologies in energymachinebuilding

рівень вищої освіти *другий* (*магістерський*)

тип дисципліни *вибіркова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" є вибірковою.

«21» Травня 2024 року. 20 с.

Розробник: Радченко М.І., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри кондиціювання та рефрижерації МННІ НУК

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" розглянуто на засіданні кафедри кондиціювання та рефрижерації МННІ НУК
Протокол № 11 від «21» травня 2024 р.

Завідувач кафедри Микола РАДЧЕНКО

Робоча програма навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" затверджена Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол № 3 від «10» червня 2024 р.

Голова Сергій СЕРБІН

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" затверджено Навчально-методичною радою НУК
Протокол № 5 від «26» 06 2024 р.

Голова НМР НУК Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

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 18
7. Форми поточного та підсумкового контролю 19
8. Критерії оцінювання результатів навчання 22
9. Рекомендовані джерела інформації 23

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння студентами сутності процесів трансформації енергії в енергетичних установках тригенераційного типу, ознайомлення з основними елементами тригенераційних установок, даними з впливу параметрів навколишнього середовища на показники ефективності установок. Внаслідок вивчення дисципліни студенти одержать професійні знання про процеси трансформації скидної теплоти теплових двигунів та енергетичних установок у холод. Будуть знати основні типи теплових двигунів та тригенераційних установок, особливості впливу тепловологісних параметрів навколишнього середовища на показники ефективності двигунів та енергетичних установок, параметри вторинних енергоресурсів та їх залежність від типу двигунів та режимів їх роботи. Студенти також будуть мати уяву щодо принципу і особливостей роботи типової енергетичної установки тригенераційного типу і термотрансформаторів, перспектив розвитку сучасних енергетичних установок та їх конвертації в установки комбінованого виробництва енергії (механічної, електичної), теплоти та холоду за тригенераційним принципом.

Ключові слова: тригенерація, когенерація, енергія механічна, електрична, теплота, холод, термотрансформатор.

Annotation

The discipline is aimed at students' knowledge of the essence of energy transformation processes in trigeneration type power plants, familiarization with the main elements of trigeneration plants, data on the influence of environmental parameters on the efficiency indicators of these plants. As a result of studying the discipline, students will gain professional knowledge about the processes of transformation of waste heat of heat engines and power plants into cold. They will know the main types of heat engines and trigeneration plants, the specifics of the influence of thermal and moisture parameters of the environment on the performance indicators of engines and power plants, the parameters of secondary heat sources and their dependence on the type of engines and their operation modes. Students will also have an idea about the principle and features of the operation of a typical power plant of trigeneration type and thermotransformers, the prospects for the development of modern power plants and their conversion into the plants for combined production of energy (mechanical, electric), heat and cold according to the trigeneration principle.

Keywords: trigeneration, cogeneration, mechanical, electrical power, heat, refrigeration, thermotransformer.

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="13">Усі спеціальності та освітні програми, за якими ведеться підготовка у Машинобудівному навчально-науковому інституті Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>1-й</td><td>1-й</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Електронна адреса РПНД на сайті Університету</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>10~~6~~ год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год</td><td>10~~6~~ год</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="6">Освітній рівень: другий (магістерський)</td><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="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" є одержання базових знань з основ тригенераційних технологій: процесів трансформації скидної теплоти теплових двигунів та енергетичних установок у холод, основних типів теплових двигунів та тригенераційних енергетичних установок, особливостей впливу тепловологісних параметрів навколишнього середовища на показники ефективності двигунів та енергетичних установок, параметри вторинних енергоресурсів та їх залежність від типу двигунів та режимів їх роботи.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумов для вивчення дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" немає.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни "Тригенераційні технології в енергомашинобудуванні" повинно надати студентам професійні знання щодо сутності процесів трансформації енергії в енергетичних установках тригенераційного типу. ознайомлення з основними елементами тригенераційних установок, даними щодо впливу параметрів навколишнього середовища на показники ефективності цих установок.

Вони будуть знати основні типи тригенераційних установок і базових теплових двигунів, особливості впливу тепловологісних параметрів навколишнього середовища на показники ефективності двигунів та енергетичних установок, параметри вторинних енергоресурсів та їх залежність від типу двигунів та режимів їх роботи. Студенти також будуть мати уяву щодо принципу роботи типової енергетичної установки тригенераційного типу і термотрансформаторів, перспектив розвитку сучасних енергетичних установок та їх конвертації в установки комбінованого виробництва енергії (механічної, електичної), теплоти та холоду за тригенераційним принципом.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні положення та основи трансформації енергії в холод.

Тема 1. Загальні положення комбінованої трансформації енергії: когенерація, тригенерація [1] стор.164-225, [11], [12], [15-17], [24], [33], [34]

Тема 2. Технології кондиціювання робочого тіла (повітря) енергоустановок. [1] стор.164-225, [2] стор.45-64, [4-7], [8-10], [11-14], [16], [15-17], [19], [20-26], [33], [34]

Тема 3. Вторинні енергоресурси енергоустановок і шляхи їх використання в тригенераційних технологіях. [4-7], [11], [12], [15-18], [27-32], [33], [34]

Тема 4. Термотрансформатори парокомпресійного типу. Парокомпресорні термотрансформатори (ПКТТ). Холодоагенти. Аналіз процесів і циклів ПКТТ. Термодинамічні та фізичні основи зворотних процесів та циклів. Загальний принцип охолодження. [1] стор. 17-27, 44-62, [3] стор. 31-57.

Тема 5. Енергетичні втрати від незворотності у холодильних циклах: зовнішня і внутрішня незворотність. Способи зменшення втрат від незворотності. [1] стор.[17-27], 44-62.

Тема 6. Ступеневі, біагентні парокомпресорні термотрансформатори. Аналіз процесів і циклів ПКТТ зі ступеневим дроселюванням і проміжними посудинами. [1] стор.[78-99], 44-62.

Тема 7. Каскадні парокомпресорні термотрансформатори (КПКТТ). Аналіз процесів і циклів КПКТТ. [1] стор.[99-103].

Тема 8. Турбодетандерні термотрансформатори. Повітряні холодильні машини. [1] стор.[27-30].

Змістовий модуль 2. Тепловикористовуючі термотрансформатори. Тригенераційні технології в стаціонарній і судновій енергетиці. Внутрішньоциклова тригенерація.

Тема 9. Водоаміачні термотрансформатори. Принцип дії, цикли та основні характеристики водоаміачних термотрансформаторів з регенеративним теплообмінником і ректифікатором. [1] стор.164-183, [3] стор. 427-431.

Тема 10. Бромистолітієві термотрансформатори. Принцип дії, цикли та основні характеристики. [1] стор.183-191, [3] стор.427-431.

Тема 12. Термотрансформатори струменевого типу: ежектори парові, двофазові, однофазові (струменеві помпи), термопресори випарні й конденсаційні. Хладонові ежекторні термотрансформатори. Водяні ежекторні термотрансформатори. Турбодетандерні термотрансформатори. [1] стор.191-215, [3] стор.432-446, [19], [26].

Тема 12. Ступеневі та каскадні тепловикористовуючі термотрансформатори. Схеми, принципи дії, робочі процеси та цикли, основні характеристики. Конструкції апаратів. [4-6], [11-14], [16], [24], [33]

Тема 13. Тригенераційні технології автономного енергопостачання. [4], [6], [7], [11-15], [17]

Тема 14. Внутрішньоциклова тригенерація в газотурбінних установках з охолодженням циклового повітря. Критерії та оцінка ефективності енергоустановок. [6], [7], [13], [14], [22], [33]

Тема 15. Внутрішньоциклова тригенерація в суднових двигунах внутрішнього згоряння з охолодженням циклового повітря. Критерії та оцінка ефективності енергоустановок. [4], [5], [15-17], [20], [21], [25], [33]

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.
Змістовий модуль 1. Загальні положення та основи трансформації енергії в холод.										
Тема 1. Загальні положення комбінованої трансформації енергії: когенерація, тригенерація	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 2. Технології кондиціювання робочого тіла (повітря) енергоустановок.	8	2	2	–	4	8	–	1	–	7
Тема 3. Вторинні енергоресурси енергоустановок і шляхи їх використання в тригенераційних технологіях.	8	2	2	–	4	8	1	–	–	7
Тема 4. Термотрансформатори парокомпресійного типу.	8	2	2	–	4	8	–	1	–	7

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.
Парокомпресорні термо-трансформатори (ПКТТ). Холодоагенти. Аналіз процесів і циклів ПКТТ. Термодинамічні та фізичні основи зворотних процесів та циклів. Загальний принцип охолодження										
Тема 5. Енергетичні втрати від незворотності у холодильних циклах: зовнішня і внутрішня незворотність. Способи зменшення втрат від незворотності.	8	2	2	–	4	8	1	–	–	7
Тема 6. Ступеневі, біагентні парокомпресорні термотрансформатори. Аналіз процесів і циклів ПКТТ зі ступеневим дроселюванням і проміжними посудинами.	12	2	2	–	8	8	–	1	–	7
Тема 7. Каскадні парокомпресорні термотрансформатори (КПКТТ). Аналіз процесів і циклів КПКТТ.	10	2	2	–	6	12	–	–	–	12
Тема 8. Турбодетандерні термотрансформатори. Повітряні холодильні машини.	10	2	2	–	6	8	–	1	–	7
Разом за змістовим модулем 1	75	15	15	–	45	75	5	5	–	65
Змістовий модуль 2. Тепловикористовуючі термотрансформатори. Тригенераційні технології в стаціонарній і судновій енергетиці. Внутрішньоциклова тригенерація.										
Тема 9. Водоаміачні термо-трансформатори. Принцип дії, цикли та основні характеристики водо-аміачних термотрансформаторів з регенеративним теплообмінником і ректифікатором.	10	2	2	–	6	12	–	–	–	12
Тема 10. Бромистолітієві термотрансформатори. Принцип дії, цикли та основні характеристики.	10	2	2	–	6	8	–	1	–	7
Тема 11. Термотрансформатори струменевого типу: ежектори парові, двофазові, однофазові (струменеві помпи), термопресори випарні й конденсайійні. Хладонові ежекторні термотрансформатори. Водяні ежекторні	12	2	2	–	8	8	1	–	–	7

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.
термотрансформатори. Турбодетандерні термотрансформатори.										
Тема 12. Ступеневі та каскадні тепловикористовуючі термотрансформатори. Схеми, принципи дії, робочі процеси та цикли, основні характеристики. Конструкції апаратів.	10	2	2	–	6	12	–	–	–	12
Тема 13. Тригенераційні технології автономного енергопостачання.	12	2	2	–	8	8	1	–	–	7
Тема 14. Внутрішньоциклова тригенерація в газотурбінних установках з охолодженням циклового повітря. Критерії та оцінка ефективності енергоустановок.	12	2	2	–	8	10	1	–	–	9
Тема 15. Внутрішньоциклова тригенерація в суднових двигунах внутрішнього згоряння з охолодженням циклового повітря. Критерії та оцінка ефективності енергоустановок.	12	2	2	–	8	12	–	–	–	12
Разом за змістовим модулем 2	75	15	15	–	45	75	5	5	–	65
Усього годин	150	30	30	–	90	150	10	10	–	130

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Аналіз технологій кондиціювання робочого тіла (циклового) енергоустановок	4	1
2	Термодинамічні, теплофізичні, фізико-хімічні властивості і фізіологічні якості холодильних агентів.	4	–
3	Аналіз застосування абсорбційних і адсорбційних термотрансформаторів у тригенераційних технологіях	4	1
4	Аналіз застосування ступеневих і каскадних термотрансформаторів у тригенераційних технологіях	6	1
5	Аналіз тригенераційних технологій автономного енергопостачання	4	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
6	Аналіз внутрішньоциклової тригенерації в газотурбінних установках з охолодженням циклового повітря.	4	1
7	Аналіз внутрішньоциклової тригенерації в суднових двигунах внутрішнього згоряння з охолодженням циклового повітря.	4	1
	РАЗОМ	**30**	**10~~6~~**

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної формнавчання:

– підготовка до лекційних занять – 1 година на 1 лекцію;

– підготовка до практичних занять – 2 год/1 заняття;

– написання рефератів, есе, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, домашньої контрольної роботи, перекладу, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботі 10-20 аркушів А4) – мінімум 15 годин на 1 роботу;

– підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	10
2	Підготовка до практичних занять	30	20
4	Підготовка рефератів/аналітичних оглядів	15	76
5	Підготовка до заліку	30	32
	РАЗОМ	**90**	**138**

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

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно в режимі відеоконференцій за допомогою онлайн-платформи Zoom.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Холодильні машини і установки та їх експлуатація" є:

– усні та письмові відповіді на практичних заняттях;

– підготовка реферату/аналітичного огляду;

– залік.

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. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається студенту, якій з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

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.

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

Відповіді на практичних заняттях	**Критерії оцінювання**
2	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
1	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
0	Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.
Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 30 для денної форми навчання та 12 за заочною формою навчання(відповідно 15 та 6 занять по 2 бали).	

Підготовка реферату/аналітичного огляду (у дужках для заочної форми)	**Критерії оцінювання**
15 (24)	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.
12 (18)	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 виконання курсової роботи.

Підготовка реферату/аналітичного огляду (у дужках для заочної форми)	**Критерії оцінювання**
8 (9)	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.
4 (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 вимогам, які пред'являються. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 30 для денної форминавчання (2 реферати по 15 балів) та 48 за заочною формою навчання (2 реферати по 24 бала).	

залік	**Критерії оцінювання**
40	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.
35	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.
30	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання.
25	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
20	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.
15	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
10	Студент демонструє задовільні знання з питань білету, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати свою відповідь.
5	Студент невпорядковано дає відповідь на питання білету, не спроможний аргументувати свою позицію.
0	Студент не дає відповіді на питання білету.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	15 х 2 балів = 30 балів	6 х 2 бали = `12 балів
Підготовка рефератів/аналітичного огляду	2 х 15 балів = 30 балів	2 х 24 балів = 48 балів
Залік	40 балів	40 балів
Всього	**100**	**100**

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	**Бали**	**Вид роботи**	**Бали**
ЗМ1	Т1-Т8	Підготовка реферату/ аналітичного огляду	15	Підготовка реферату/ аналітичного огляду	24
	Т1	Практичне заняття №1	2	Практичне заняття №1	2
	Т2	Практичне заняття №2	2	Практичне заняття №2	2
	Т3	Практичне заняття №3	2	–	–
	Т4	Практичне заняття №4	2	Практичне заняття №3	2
	Т5	Практичне заняття №5	2	–	–
	Т6	Практичне заняття №6	2	Практичне заняття №4	2
	Т7	Практичне заняття №7	2	–	–
	Т8	Практичне заняття №8	2	Практичне заняття №5	2
ЗМ2	Т9-Т15	Підготовка реферату/аналітичного огляду	15	Підготовка реферату/ аналітичного огляду	24
	Т9	Практичне заняття №9	2	–	–
	Т10	Практичне заняття №10	2	Практичне заняття №6	2

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	**Бали**	**Вид роботи**	**Бали**
	Т11	Практичне заняття №11	2	–	–
	Т12	Практичне заняття №12	2	–	–
	Т13	Практичне заняття №13	2	–	–
	Т14	Практичне заняття №14	2	–	–
	Т15	Практичне заняття №15	2	–	–
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			**100**		**100**

9. Засоби навчання

У ролі спеціальних засобів навчання використовуються мультимедійна техніка (проектори, екрани), графічні засоби (малюнки, креслення, схеми, плакати).

9. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Радченко М.І. Суднові холодильні машини: навчальний посібник / М.І. Радченко, О.О. Лехмус. – Миколаїв: НУК. – 2015. – 392 с.

2. 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.

3. Загоруйко В.О. Суднова холодильна техніка: підручник / В.О. Загоруйко, О.А. Голіков. – К.: Наукова думка, 2002. – 576 с.

4. Radchenko R., Radchenko A., Mikielewicz D., Radchenko M., Pavlenko A., Andreev A. Adaptable Management for Cooling Cyclic Air in Ship Power Plants by Heat Conversion – Part 1: Downsizing strategy for cogeneration plants. Energy 2024, EGY_133845. DOI: 10.1016/j.energy.2024.133845

5. Yang, Z., Radchenko, R., Radchenko, M., Radchenko, A., Kornienko, V. Cooling potential of ship engine intake air cooling and its realization on the route line. Sustainability 2022, 14, 15058. https://doi.org/10.3390/su142215058

6. Radchenko, A.; Trushliakov, E.; Kosowski, K.; Mikielewicz, D.; Radchenko, M. Innovative turbine intake air cooling systems and their rational designing. Energies 2020, 13(23), 6201. https://doi:10.3390/en13236201

7. Radchenko, M.; Yang, Z.; Pavlenko, A.; Radchenko, A.; Radchenko, R.; Koshlak, H.; Bao, G. Increasing the Efficiency of Turbine Inlet Air Cooling in Climatic Conditions of China through Rational Designing—Part 1: A Case Study for Subtropical Climate: General Approaches and Criteria. Energies 2023, 16, 6105. https://doi.org/10.3390/en16176105

8. Radchenko, M.; Radchenko, A.; Trushliakov, E.; Pavlenko, A.M.; Radchenko, R. Advanced method of variable refrigerant flow (VRF) systems designing to forecast on site operation–Part 1: General approaches and criteria. Energies 2023, 16, 1381. https://doi.org/10.3390/en16031381

9. Radchenko, M.; Radchenko, A.; Trushliakov, E.; Koshlak, H.; Radchenko, R. Advanced method of variable refrigerant flow (VRF) systems designing to forecast on site operation– Part 2: Phenomenological simulation to recuperate refrigeration energy. Energies 2023, 16, 1922. https://doi.org/10.3390/en16041922

10. Radchenko, M.; Radchenko, A.; Trushliakov, E.; Pavlenko, A.; Radchenko, R. Advanced Method of Variable Refrigerant Flow (VRF) System Design to Forecast on Site Operation–Part 3: Optimal Solutions to Minimize Sizes. Energies 2023, 16, 2417. https://doi.org/10.3390/en16052417

11. Radchenko, A.; Radchenko, M.; Koshlak, H.; Radchenko, R.; Forduy, S. Enhancing the efficiency of integrated energy system by redistribution of heat based of monitoring data. Energies 2022, 15, 8774. https://doi.org/10.3390/en15228774

12. Radchenko, A.; Radchenko, M.; Mikielewicz, D.; Pavlenko, A.; Radchenko, R.; Forduy, S. Energy saving in trigeneration plant for food industries. Energies 2022, 15, 1163. https://doi.org/10.3390/en15031163

13. Yang, Z.; Radchenko, M.; Radchenko, A.; Mikielewicz, D.; Radchenko, R. Gas turbine intake air hybrid cooling systems and a new approach to their rational designing. Energies 2022, 15, 1474. https://doi.org/10.3390/en15041474

14. Radchenko, M.; Radchenko, A.; Radchenko, R.; Kantor, S.; Konovalov, D.; Kornienko, V. Rational loads of turbine inlet air absorption-ejector cooling systems. Proc. Inst. Mech. Eng. Part A: J. Power Energy 2022, 236(3), 450-462, https://doi.org/10.1177/09576509211045455.

15. Radchenko A., Radchenko M., Fordui S., Khaldobin V., Sichko, V. Innovative approaches and modified criteria to improve a thermodynamic efficiency of trigeneration plants. Journal of Energy Systems 2024, 8(1), 27–39.

DOI: 10.30521/jes.1255747

16. Radchenko, A., Scurtu, I.-C., Radchenko, M., Forduy, S., Zubarev, A. Monitoring the efficiency of cooling air at the inlet of gas engine in integrated energy system. Thermal Science 2022, 26 (1 Part A), 185-194 https://doi.org/10.2298/TSCI200711344R

17. Radchenko, A.; Radchenko, M.; Mikielewicz, D.; Radchenko, R.; Andreev, A. A novel degree-hour method for rational design loading. Proc. Inst. Mech. Eng. Part A: Journal of Power and Energy 2022; 237 (3): 570-579. DOI: 10.1177/09576509221135659. https://doi.org/10.1177/09576509221135659

18. Yang, Z.; Korobko, V.; Radchenko, M.; Radchenko, R. Improving thermoacoustic low temperature heat recovery systems. Sustainability 2022, 14, 12306. https://doi.org/10.3390/su141912306

19. Radchenko, N. A concept of the design and operation of heat exchangers with change of phase. Archives of Thermodynamics 2004, no.4, vol.25, pp. 3−19.

Допоміжна література

20. Konovalov D., Kobalava H., Radchenko M., Løvås T., Pavlenko A., Radchenko R., Radchenko A. Experimental study of dispersed flow in the thermopressor of the intercooling system for marine and stationary power plants compressors. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences 2024, Vol. 72(1), 2024, p. e148439. DOI: 10.24425/bpasts.2023.148439

Bull. Pol. Acad. Sci. Tech. Sci., vol. 72, no. 1, p. e148439, 2024

21. Yang, Z.; Konovalov, D.; Radchenko, M.; Radchenko, R.; Kobalava, H.; Radchenko, A.; Kornienko, V. Analyzing the efficiency of thermopressor application for combustion engine cyclic air cooling. Energies 2022, 15, 2250. https://doi.org/10.3390/en15062250

22. Yu, Z.; Løvås, T.; Konovalov, D.; Trushliakov, E.; Radchenko, M.; Kobalava, H.; Radchenko, R.; Radchenko, A. Investigation of thermopressor with incomplete evaporation for gas turbine intercooling systems. Energies 2023, 16, 20. https://doi.org/10.3390/en16010020

23. Konovalov D., Kobalava H., Radchenko R., Radchenko M., Zubarev A., Tsaran F., Grych A., Anastasenko S. Research of hydrodynamic processes in the flow part of a low-flow thermopressor. Journal of Energy Systems 2024; 8(2): 89-100, DOI: 10.30521/jes.1283526

24. Konovalov, D., Kobalava, H., Radchenko, M., Karpoff, M., Shapovalov, Y. Energy Efficiency of Combined Heating Systems Based on Heat Pumps for Private Residential Buildings Under the Climatic Conditions of Ukraine. Lecture Notes in Mechanical Engineeringthis link is disabled, 2024,pp. 531–540.

25. Pyrysunko M., Radchenko R., Kornienko V., Shalapko D. Analysis of Cooling Air at the Inlet of Marine Engine with Exhaust Gas Recirculation by Ejector and Absorption Refrigeration. In book: Advances in Design, Simulation and Manufacturing VII. July 2024. DOI: 10.1007/978-3-031-63720-9_27

26. Konovalov, D.; Tolstorebrov, I.; Eikevik, T.M.; Kobalava, H.; Radchenko, M.; Hafner, A.; Radchenko, A. Recent Developments in Cooling Systems and Cooling Management for Electric Motors. Energies 2023, 16, 7006. https://doi.org/10.3390/en16197006

27. Kornienko V., Radchenko M., Radchenko R., Pavlenko A., Radchenko A. A new trend in combustion engine's deep waste heat recovery by application of condensing economizers in exhaust boilers. Applied Thermal Engineering 2024, 261(1):125150. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2024.125150

28. Kornienko, V., Radchenko, M., Radchenko, R., Konovalov, D., Andreev, A., Pyrysunko, M. Improving the efficiency of heat recovery circuits of cogeneration plants with combustion of water-fuel emulsions. Thermal Science 2021, 25

29. Yang, Z.; Kornienko, V.; Radchenko, M.; Radchenko, A.; Radchenko, R. Research of Exhaust Gas Boiler Heat Exchange Surfaces with Reduced Corrosion when Water-fuel Emulsion Combustion. Sustainability 2022, 14, 11927. https://doi.org/10.3390/su141911927

30. Kornienko, V.**;** Radchenko, M.; Radchenko, A.; Koshlak, H.; Radchenko, R. Enhancing the Fuel Efficiency of Cogeneration Plants by Fuel Oil Afterburning in Exhaust Gas before Boilers. Energies 2023, 16, 6743. https://doi.org/10.3390/en16186743

31. Kornienko, V., Radchenko, R., Radchenko, M., Radchenko, A., Pavlenko, A., Konovalov, D.: Cooling cyclic air of marine engine with water-fuel emulsion combustion by exhaust heat recovery chiller. Energies 15(1), 248 (2022). https://doi.org/10.3390/en15010248

32. Yang, Z., Kornienko, V., Radchenko, M., Radchenko, A., Radchenko, R., Pavlenko, A.: Capture of pollutants from exhaust gases by low-temperature heating surfaces. Energies 15(1), 120 (2022). https://doi.org/10.3390/en15010120

33. Contemporary Issues of Heat and Mass Transfer / Mongraphy №360 of the faculty of mechanical engineering of Koszalin University of Technology – Koszalin, Poland: Wydawnictwo Uniwersytety Koszalin, Vol. 1, 2019. – 534p. (1063 p., 51.76 p.s.). ISSN 0239-7129

34. Contemporary Issues of Heat and Mass Transfer / Mongraphy №360 of the faculty of mechanical engineering of Koszalin University of Technology– Koszalin, Poland: Wydawnictwo Uniwersytety Koszalin, Vol. 2, 2019. – 529p. (1063 p., 51.76 p.s.). ISSN 0239-7129.

Інформаційні ресурси в інтернет

14. Sabroe Products 2017. Creating customer confidens. – 01.2017. – 84 p. – Режим доступу http://www.sabroe.com. (Електронний варіант).

15. Viessmann Heat pumps up to 2000 kW. – 03.2016. – 42 p. – Режим доступу http://www.viessmann.com. (Електронний варіант).

Розробник:

М.І. Радченко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри кондиціювання та рефрижерації МННІ НУК

(підпис)