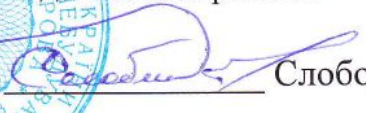


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА РЕФРИЖЕРАЦІЇ



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи

 Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Системи автономного енерго-, тепло-
та холодопостачання**

AUTONOMOUS ENERGY, HEATING AND COOLING SYSTEMS

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

тип дисципліни: вибіркова

мова(и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" як вибіркового курсу є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування".

01 вересня 2021 року. – 15 с.

Розробник:

Радченко М.І., завідувач кафедри кондиціювання та рефрижерації, д-р техн. наук, професор.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" розглянуто на засіданні кафедри кондиціювання та рефрижерації.

Протокол № 10 від « 23 » 06 2021 р.

Завідувач кафедри



Радченко М.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" розглянуто Методичною комісією Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 01 від « 26 » 08 2021 р.

Голова



Сербін С.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 7 від « 26 » 08 2021 р.

Голова НМР НУК



Трушляков Є.І.

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	14
10. Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на надання високого рівня знань з конструкції, теплових схем та принципів використання в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі систем автономного енерго-, тепло- та холодопостачання.

В процесі навчання аспіранти повинні одержати знання щодо сучасних методів конструювання систем автономного енерго-, тепло- та холодопостачання, отримати навички інноваційної діяльності, здатність до реалізації одержаних знань у науковій та практичній роботі.

В процесі вивчення дисципліни аспіранти ознайомлюються з найбільш поширеними та перспективними схемами систем автономного енерго-, тепло- та холодопостачання, критеріями оцінки їх ефективності, теоретичними основами розрахунку характеристик і параметрів процесів та методами визначення раціональних характеристик цих систем, шляхами їх реалізації при вирішенні завдань у наукових дослідженнях, при проектуванні та експлуатації.

Ключові слова: енергопостачання, теплопостачання, холодопостачання, холодоносії, трансформація теплоти, теплове навантаження.

Abstract

The discipline is aimed at providing basic knowledge of design, thermal schemes and principles of use in industry, energy and agro-industrial complex of autonomous energy, heat and refrigeration systems.

In the process of training graduate students must gain knowledge of modern methods of designing autonomous energy, heat and cold supply systems, gain skills of innovation, the ability to implement the acquired knowledge in scientific and practical work.

In the process of studying the discipline graduate students get acquainted with the most common and promising schemes of autonomous energy, heat and cold supply, criteria for evaluating their efficiency, theoretical foundations of calculating the characteristics and parameters of processes and methods of determining the rational characteristics of these systems. research, design and operation.

Keywords: energy supply, heat supply, cold supply, refrigerant, heat transformation, heat load.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія" Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" (освітня програма "Енергетичне машинобудування")	Вибіркова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Електроний адрес РПНД на сайті Університету:			
Загальна кількість годин – 120		Семестри	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5.	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий)	3-й	3-й
		Лекції	
		30 год	30 год
		Практичні заняття	
		15 год	15 год
		Самостійна робота	
		75 год	75 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
Вид контролю: залік			
Форма контролю: комбінована			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" є отримання високого рівня знань з конструкції, теплових схем та принципів використання в енергетичному машинобудуванні систем автономного енерго-, тепло- та холодопостачання.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни:

- "Методологія наукових досліджень";
- "Актуальні проблеми енергетичного машинобудування";
- "Раціональні та екологічно чисті методи перетворення енергії в машинобудуванні".

4. Очікувані результати навчання

Дисципліна "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" навчає студентів ставити та розв'язувати комплексні задачі в галузі енергетичного машинобудування та дослідницько-інноваційної діяльності, пов'язані з розробкою, проектуванням та експлуатацією систем автономного енерго-, тепло- та холодопостачання.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Системи автономного енерго- та теплопостачання

Тема 1. Класифікація систем енерго- та теплопостачання за видом палива та місцем встановлення [2]. стор. 137-178, [5]. стор. 68-78.

Тема 2. Високотемпературні та низькотемпературні системи енерго- та теплопостачання [2]. стор. 18-36, [5]. стор. 79-125.

Тема 3. Класифікація систем енерго- та теплопостачання за типом теплоносія [5]. стор. 125-144.

Тема 4. Основні теплові схеми систем енерго- та теплопостачання [5]. стор. 145-168.

Тема 5. Системи парового та водяного теплопостачання [1]. стор. 125-146, [4]. стор. 91-123.

Тема 6. Системи повітряного теплопостачання [4]. стор. 21-43, [5]. стор. 111-130.

Тема 7. Системи променевого теплопостачання [4]. стор. 57-69, [5]. стор. 48-80.

Змістовий модуль 2. Системи автономного холодопостачання

Тема 8. Напрями використання систем холодопостачання [2]. стор. 70-89, [3]. стор. 29-36.

Тема 9. Основні теплові схеми та конструктивні особливості систем автономного холодопостачання [4]. стор. 27-44.

Тема 10. Принципи конструювання систем автономного холодопостачання [1]. стор. 44-68, [3]. стор. 80-104.

Тема 11. Принципи експлуатації та технічного обслуговування систем холодопостачання [1]. стор. 178-215.

Тема 12. Критерії оцінення ефективності систем холодопостачання [2]. стор. 121-140, [6]. стор. 46-67.

Тема 13. Теоретичні основи розрахунку характеристик систем холодопостачання [1]. стор. 67-78, [3]. стор. 23-80.

Тема 14. Методи визначення раціональних характеристик систем холодопостачання [1]. стор. 146-167.

Тема 15. Перспективи досліджень систем автономного енерго, тепло- та холодопостачання [5]. стор. 228-289.

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. Системи автономного енерго- та теплопостачання										
Тема 1. Класифікація систем енерго- та теплопостачання за видом палива та місцем встановлення.	8	2	–	–	4	8	2	2	–	4
Тема 2. Високотемпературні та низькотемпературні системи енерго- та теплопостачання.	8	2	–	–	4	8	2	2	–	4
Тема 3. Класифікація систем енерго- та теплопостачання за типом теплоносія.	9	2	–	–	5	9	2	2	–	5
Тема 4. Основні теплові схеми систем енерго- та теплопостачання.	9	2	2	–	5	9	2	2	–	5
Тема 5. Системи парового та водяного теплопостачання.	9	2	2	–	5	9	2	2	–	5
Тема 6. Системи повітряного теплопостачання.	9	2	2	–	5	9	2	2	–	5
Тема 7. Системи променевого теплопостачання.	8	2	–	–	4	8	2	2	–	4
Разом за змістовим модулем 1	60	14	6	–	32	60	14	14	–	32

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 2. Системи автономного холодопостачання										
Тема 8. Напрями використання систем холодопостачання.	11	2	–	–	7	11	2	2	–	7
Тема 9. Основні теплові схеми та конструктивні особливості систем автономного холодопостачання.	11	2	2	–	7	11	2	2	–	7
Тема 10. Принципи конструювання систем автономного холодопостачання.	12	2	2	–	8	12	2	2	–	8
Тема 11. Принципи експлуатації та технічного обслуговування систем холодопостачання.	12	2	3	–	8	12	2	2	–	8
Тема 12. Критерії оцінення ефективності систем холодопостачання.	11	2	2	–	7	11	2	2	–	7
Тема 13. Теоретичні основи розрахунку характеристик систем холодопостачання.	11	2	–	–	7	11	2	2	–	7
Тема 14. Методи визначення раціональних характеристик систем холодопостачання.	11	2	–	–	7	11	2	2	–	7
Тема 15. Перспективи досліджень систем автономного енерго, тепло- та холодопостачання.	11	2	–	–	7	11	2	2	–	7
Разом за змістовим модулем 2	60	16	9	–	58	90	16	16	–	58
Усього годин	120	30	15	–	75	120	30	15	–	75

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Основні теплові схеми систем енерго- та теплопостачання	2	2
2	Системи парового та водяного теплопостачання	2	2
3	Системи повітряного теплопостачання	2	2
4	Основні теплові схеми та конструктивні особливості систем автономного холодопостачання	2	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
5	Принципи конструювання систем автономного холодопостачання	2	2
6	Принципи експлуатації та технічного обслуговування систем холодопостачання	3	3
7	Критерії оцінення ефективності систем холодопостачання	2	2
РАЗОМ		15	15

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної форм навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. 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 роботи 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	15
2	Підготовка до практичних занять	14	14
3	Підготовка рефератів/аналітичних оглядів	16	16
4	Підготовка до заліку	30	30
РАЗОМ		75	75

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 "Системи автономного енерго-, тепло- та холодопостачання" є:

- усні 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 заліку. 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.

Залік відбувається у усній формі шляхом відповіді на 4 питання залікового білету. За відповідь на кожне питання студент може отримати максимум 10 балів.

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

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

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	7 x 5 бали = 35 балів	7 x 5 бали = 35 балів
Підготовка реферату/аналітичного огляду	1 x 25 балів = 25 балів	1 x 25 балів = 25 балів
Залік	4 x 10 балів = 40 балів	4 x 10 балів = 40 балів
Всього	100	100

Відповіді на практичних заняттях	Критерії оцінювання
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
3	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
2	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія.
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.
0	Студент не дає відповіді.

Підготовка реферату/аналітичного огляду	Критерії оцінювання
25	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.
20	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано.
15	Зміст роботи відповідає обраній темі; але вона виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання.
10	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
5	Студент виявляє знання і розуміння більшості положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
0	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає пред'являємим вимогам. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.

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

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T4	Практичне заняття №1	5	Практичне заняття №1	5
	T5	Практичне заняття №2	5	Практичне заняття №2	5
	T6	Практичне заняття №3	5	Практичне заняття №3	5
ЗМ2	T9	Практичне заняття №4	5	Практичне заняття №4	5
	T10	Практичне заняття №5	5	Практичне заняття №5	5
	T11	Практичне заняття №6	5	Практичне заняття №6	5
	T12	Практичне заняття №7	5	Практичне заняття №7	5
ЗМ1, ЗМ2		Підготовка реферату / аналітичного огляду	25	Підготовка реферату / аналітичного огляду	25
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

У спеціальних засобах навчання потреби немає.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

- Інноваційні технології комбінованого виробництва енергії для переробних підприємств: за ред. проф. М.І. Радченка / "Повноцінне харчування: інноваційні аспекти технологій, енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу" (колективна монографія) за ред. В.В. Євлаш, В.О. Потапова, М.І. Радченка, Н.Л. Савицької. Харків: Світ книг, 2016. 546 с.
- Куделя П.П., Соломаха А.С. Низькоексергетичні опалювальні системи. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 153 с.

3. Радченко М.І., Радченко А.М., Коновалов Д.В., Радченко Р.М. Теплообмінники суднових систем кондиціонування та рефрижерації: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2014. 260 с.
4. Радченко М.І., Лехмус О.О. Суднові холодильні машини: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2015. 390 с.
5. Радченко М.І., Дорош В.С., Радченко А.М., Радченко Р.М., Літош О.В. Герметичні парокомпресорні холодильні машини суднових систем кондиціонування та рефрижерації: монографія. Миколаїв: НУК, 2011. 400 с.

Допоміжна література

1. Долінський А.А., Басок Б.І., Коломейко Д.А. Аналіз енергетичної ефективності когенераційних схем. *Техногенна безпека*: Наукові праці МДГУ ім.П. Могили. Миколаїв: МДГУ, 2006. Т. 49. Вип. 36. С. 65 – 67.
2. Долінський А.А., Басок Б.І., Коломейко Д.А. Ефективність когенераційних теплових схем. *Техногенна безпека*: Наукові праці МДГУ ім.П.Могили. Миколаїв: МДГУ, 2007. Т. 61. Вип. 48. С. 30–38.
3. Radchenko, A., Trushliakov, E., Kosowski, K., Mikielewicz, D., Radchenko, M. Innovative turbine intake air cooling systems and their rational designing. *Energies* 13(23), 6201 (2020), doi:10.3390/en13236201
4. Radchenko, M., Radchenko, A., Radchenko, R., Kantor, S., Konovalov, D., Kornienko, V.: Rational loads of turbine inlet air absorption-ejector cooling systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*. (2021). <https://doi.org/10.1177/09576509211045455>
5. Konovalov, D., Radchenko, M., Kobalava, H., Kornienko, V., Maksymov, V., Radchenko, A., Radchenko, R. Research of characteristics of the flow part of an aerothermopressor for gas turbine intercooling air. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/09576509211057952>
6. 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* 25(1, Part B), 791-800 (2021), doi: 10.2298/TSCI200116154K
7. 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, 2020, OnLine-First Issue 00, Pages: 344-344.
<https://doi.org/10.2298/TSCI200711344R>

8. 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.
9. Radchenko, N.I. On reducing the size of liquid separators for injector circulation plate freezers. International Journal of Refrigeration. 1985, Vol. 8, no. 5, pp. 267–269.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Каталог нормативних документів України. URL: <http://csm.kiev.ua>.
2. Сайт International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/>.
3. Сайт World Nuclear Association. URL: <https://www.world-nuclear.org/>.
4. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. URL: <http://znp.nuos.mk.ua/>.
5. Сайт науково-технічного журналу "Turbomachinery International". URL: <https://www.turbomachinerymag.com/>.
6. Сайт науково-технічного журналу "Power Technology". URL: <https://www.power-technology.com/?cf-view>.
7. Сайт журналу "Компресорне і енергетичне машинобудування". URL: <http://mikem.com.ua/zhurnal.html>.
8. Сайт журналу "Проблеми машинобудування". URL: <https://journal-me.com>.
9. Сайт журналу "Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: "Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування". URL: <http://etpo.khpi.edu.ua>.
10. Сайт журналу "Вісник Вінницького політехнічного інституту". URL: <https://journals.vntu.edu.ua/uk.html#visnyk>.
11. Сайт журналу "Вісник Приазовського державного технічного університету". Серія: "Технічні науки". URL: http://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech.
12. Сайт журналу "Техніка та енергетика". URL: <https://technicalscience.com.ua/uk>.