МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра морського приладобудування
(повна назва кафедри)

Код РНПД

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ
HEAT PUMPS INSTALLATION

рівень вищої освіти — перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни — вибіркова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання — українська
українська/англійська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни
«Встановлення теплових насосів»,
(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

яка є дисципліною вільного вибору при підготовці фахівців

" 2 " 10 2025 року. – 11 с.

Розробник: к.т.н. Козлов М.О.

Проект робочої програми навчальної дисципліни *«Встановлення теплових насосів»* розглянуто на засіданні кафедри *морського приладобудування*

Протокол № 2 від « 2 » 10 2025 р.
Завідувач кафедри морського приладобудування

_____ (Гайдай Г.Ю.)

Проект робочої програми навчальної дисципліни *«Встановлення теплових насосів»* розглянуто Навчально-методичною комісією *навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки*

Протокол № 9 від « 15 » 10 2025 р.

Заступник Голови НМР ННІАЕ _____ (Новогрецький С.М.)

Проект робочої програми навчальної дисципліни *«Встановлення теплових насосів»* погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

Робоча програма навчальної дисципліни *«Встановлення теплових насосів»* затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 8 від « 29 » 10 2025 р.

Голова НМР НУК

© НУК, 2025

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 6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 9
7. Форми поточного та підсумкового контролю 9
8. Критерії оцінювання результатів навчання 10
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 11
10. Рекомендовані джерела інформації 11

ВСТУП

Анотація

Даний курс надає студентам глибоке розуміння принципів функціонування, застосування та монтажу теплових насосів. Студенти долучаються до теоретичного вивчення теплових процесів, роботи різних типів теплових насосів та їхніх ефективних застосувань у промисловості та побуті. Курс також охоплює проблеми екології та сталих джерел енергії, надаючи учасникам інструменти для розробки енергоефективних та екологічно чистих систем опалення та охолодження.

Учасники отримають практичні навички в області монтажу теплових насосів. Предметом навчальної дисципліни є особливості застосування теплових насосів як джерела енергії в системах теплопостачання і промислових теплотехнологіях, основні схеми теплонасосних установок, конструкції устаткування цих установок і принципи встановлення цих установок і обладнання, що входить до їх складу.

Даний курс відноситься до дисциплін вільного вибору студентів та використовує сучасні технології навчання.

Ключові слова: тепловий насос; енергоефективність; теплова енергія; система опалення; монтаж насосів.

Abstract

This course provides students with a deep understanding of the operation principles, application and installation of heat pumps. Students are involved in the theoretical study of thermal processes, the operation of various types of heat pumps and their effective applications in industry and everyday life. The course also covers environmental issues and sustainable energy sources, providing participants with tools for developing energy-efficient and environmentally friendly heating and cooling systems.

Participants will gain practical skills in the field of heat pump installation. The subject of the course is the features of the heat pumps use as an energy source in heat supply systems and industrial heat technologies, the main schemes of heat pump installations, the design of equipment for these plants and the principles of installation of these plants as well as the equipment that is part of them.

This course refers to the disciplines of free choice of students and uses modern teaching technologies.

Keywords: heat pump; energy efficiency; thermal energy; heating system; pump installation.

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"></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>4-й</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="6">Всі спеціальності та освітні програми за якими ведеться підготовка в НУК</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>7-й</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання –</td><td colspan="2">Лекцій</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 150</td><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 45;

самостійної роботи студента – 105;</td><td rowspan="6">Освітній рівень:
<u>Перший (бакалаврський)</u></td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>105 год.</td><td>–</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: письмова</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Встановлення теплових насосів» є:

- розробка можливості виконання робіт для стабільної роботи інженерної системи та мінімізації споживання енергоресурсів будівлею;
- навчання практичним навичкам встановлення та обслуговування теплових насосів;
- аналіз впливу використання теплових насосів на довкілля та розвиток навичок для створення енергоефективних систем опалення.

В результаті вивчення даної дисципліни студентами можуть бути набуті наступні компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- володіння навичками розробки систем та їхніх компонент з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію;
- вміння застосовувати знання математики, фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Немає.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті;
- якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики;
- вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.
Змістовий модуль 1. Потреба будівель в тепловій енергії
Тема 1. Потреба будівель в тепловій енергії [2] стр. 10-24.
Тема 2. Низькопотенційні джерела теплової енергії [1] стр. 3-5, [5] стр. 11-15.
Тема 3. Оцінювання доступних низкотемпературних джерел [8] стр. 9-13, [9] стр. 1-6.

Тема 4. Основні компоненти теплового насосу. Вибір системи опалення, оптимальної для теплового насосу [3] стр. 15-17, [6] стр. 18-19.

Змістовий модуль 2. Встановлення теплових насосів

Тема 5. Типи теплових насосів. Найбільш уживані гідравлічні схеми встановлення тепло насосних систем [1] стр. 8-14.

Тема 6. Включення теплових насосів у опалювальну систему. Уведення теплонасосної системи в експлуатацію [2] стр. 9-13.

Тема 7. Технічне обслуговування та усунення несправностей [8] стр. 12-25.

Тема 8. Забезпечення охорони праці, охорони здоров'я, протипожежного захисту та охорони навколишнього середовища [4] стр. 10-26.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Потреба будівель в тепловій енергії					
Тема 1. Потреба будівель в тепловій енергії	23	4	4		17
Тема 2. Низькопотенційні джерела теплової енергії	23	4	4		17
Тема 3. Оцінювання доступних низкотемпературних джерел	22	4	4		16
Тема 4. Основні компоненти теплового насосу. Вибір системи опалення, оптимальної для теплового насосу	22	4	4		16
Разом за змістовим модулем 1	90	16	16		66
Змістовий модуль 2. Встановлення теплових насосів					
Тема5. Типи теплових насосів. Найбільш уживані гідравлічні схеми встановлення тепло насосних систем	12	4	2		8
Тема 6. Включення теплових насосів у опалювальну систему. Уведення теплонасосної системи в експлуатацію	14	4	4		8
Тема 7. Технічне обслуговування та усунення несправностей	14	4	4		8
Тема 8. Забезпечення охорони праці, охорони здоров'я, протипожежного захисту та охорони навколишнього середовища	20	2	4		15
Разом за змістовим модулем 2	60	14	14		39
Усього годин					
Разом за курсом	150	30	30		105

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Денна форма
1	«Розрахунок коефіцієнта продуктивності для різних типів теплових насосів»	4
2	«Розрахунок оптимального об'єму резервуару для накопичення тепла та подальшого його використання»	4
3	«Розрахунок параметрів циклу повітряного теплового насосу»	4
4	«Розрахунок грунтового теплообмінника для геотермального теплового насосу»	4
5	«Підбір і розрахунок основних параметрів теплового насосу «повітря-вода»»	4
6	«Визначення коефіцієнта перетворення електричної енергії в теплову для різних температур випаровувача і конденсатора»	2
7	«Перевірка роботи теплового насоса та його дозаправка»	4
8	«Визначення залежності потужності теплового насоса від температури середовища»	4
	Разом	30

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – ***0,5 год/1 год. занять (1 год. на 1 лекцію)***;
- підготовка до практичних занять – ***1-2 год/1 заняття***;
- написання рефератів(обсяг однієї роботі 10-20 аркушів А4) – ***мінімум 15 годин на 1 роботу***;
- підготовка до контрольних заходів – (***15-30) год. на 1 захід***.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
		Денна форма
1	Підготовка до лекцій	8
2	Підготовка до практичних робіт	30
3	Реферат	15
4	Підготовка до модульних контрольних робіт	52
	Разом	105

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

Методи навчання:

- лекції;
- практичні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- залік;
- стандартизовані тести;
- реферати;
- звіти практичних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань.

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. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, виконання завдань та інше).

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) та набутих практичних навичок 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.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Практичні роботи	Критерії оцінювання
7	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і раціонально виконує його. Може розв’язувати комбіновані завдання. Звіт відповідає встановленим вимогам.
6	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і виконує його. Звіт відповідає встановленим вимогам.
5	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і виконує його з незначними помилками. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і виконує його з незначними помилками. Складений звіт

	містить неточності.
3	Роботу виконано самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає умови завдання і виконує його з незначними помилками. Складений звіт містить неточності.
2	Роботу виконано з порушенням встановлених термінів. Студент виконує завдання лише за готовим алгоритмом. Складений звіт містить помилки.
1	Студент виконує завдання лише за готовим алгоритмом та зі значними неточностями. Складений звіт містить помилки.
0	Студент не виконав завдання.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 56 балів (8 робіт по 7 балів).

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей,%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	22	20	18	16	14	12	8	6	4	2

Форма контролю	**Максимальна кількість балів**
	Денна форма
Виконання практичних завдань	8х7 бали = 56 балів
Поточний модульних контроль	2х22 бали = 44 бали
Всього	**100**

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практична робота № 1	7
	Т2	Практична робота № 2	7
	Т3	Практична робота № 3	7
	Т4	Практична робота № 4	7
ПМК1		Тест № 1	22
ЗМ2	Т5	Практична робота № 5	7
	Т6	Практична робота № 6	7
	Т7	Практична робота № 7	7
	Т8	Практична робота № 8	7

ПМК2	Тест № 2	22
Сума		**100**

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість здобувачам вищої освіти не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Встановлення теплових насосів».

Комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Встановлення теплових насосів» та методичні вказівки до виконання практичних робіт.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

[1] ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Проектування систем опалення проектвання систем опалення будівель з тепловими насосами.

[2] EN378-1:2008 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Part1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria (Системи охолодження та теплові насоси – Вимоги з безпеки і екології – Частина 1: Основні вимоги, визначення, класифікація і критерії відбору).

[3] EN 12828:2003 Heating systems in buildings – Design for water-based heating systems (Системи опалення будівель – Проектування систем водяного опалення).

[4] EN 12831:2003 Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load (Системи опалення будівель – Методи розрахунку проектних теплових навантажень).

[5] EN 13831:2007 Closed expansion vessels with built-in diaphragm for installation in water (Закриті розширювальні баки з вбудованими мембранами для використання у водному середовищі).

[6] EN 14336:2004 Heating systems in buildings – Installation and commissioning of water based heating systems (Системи опалення будівель – Установка та пуск в експлуатацію систем водяного опалення).

[7] EN 14511-1:2004 Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling – Part 1: Terms and definitions (Кондиціонери, компактні пристрої охолоджування рідини та теплові насоси з компресорами з електричним приводом для опалення та охолодження приміщень – Частина 1: Терміни та визначення).

[8] EN 15316-4-2:2008 Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump systems (Системи опалення будівель – Метод розрахунку енергетичних потреб системи і ефективності системи – Частина 4-2: Теплогенеруючі системи опалення приміщень, теплонасосні системи).

[9] EN 60730-2-9 Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls (IEC 60730-2-9:2000, modified) (Автоматичний електричний контроль для побутового і подібного призначення – Частина 2-9. Особливі вимоги до здійснення контролю температури).

Допоміжна література

[1] Пояснення основних принципів роботи теплових насосів:
https://www.youtube.com/watch?v=QykwWs3L1W8
https://www.youtube.com/watch?v=iQaycSD5GWE
[2] Огляд основних компонентів теплових насосів:
https://www.youtube.com/watch?v=Kb4W8QviQjQ
https://www.youtube.com/watch?v=vQohvbck0pw
[3] Монтаж теплових насосів:
https://www.youtube.com/watch?v=JQkth-AM5CE
https://www.youtube.com/watch?v=LJ8oRGvVCNM
https://www.youtube.com/watch?v=qmWRN3Ob1Po