

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

(повна назва підрозділу)

Двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

(повна назва кафедри)

T82015

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи



Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**ПРОЄКТУВАННЯ АПАРАТІВ ТА СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ
ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**Design of Devices and Cooling Systems
for Internal Combustion Engines**

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

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво
(шифр і назва)

спеціальності G11 Машинобудування
(шифр і назва)

спеціалізації G11.02 Двигуни та енергетичні установки
(шифр і назва)

освітня програма Двигуни внутрішнього згоряння
(зазначаються повна назва освітньої програми)

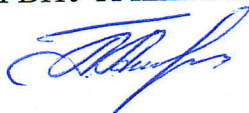
«19» травня 2025 року. – 18 с.

Розробники: Мошенцев Юрій Леонідович, канд. техн. наук, професор,
Гогоренко Олексій Анатолійович, канд. техн. наук, доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ»

канд. техн. наук, доцент



Олексій ГОГОРЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» розглянуто на засіданні кафедри ДВЗ, У та ТЕ

Протокол № 10 від «19» травня 2025 р.

Завідувач кафедри



Олексій ГОГОРЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол № 05 від «12» червня 2025 р.

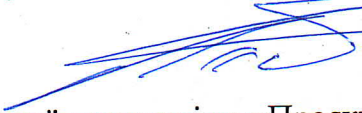
Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

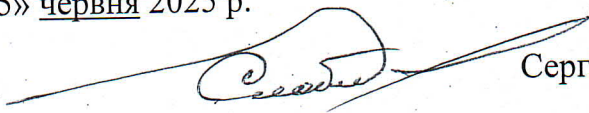


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 06 від «25» червня 2025 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	8
5. Програма навчальної дисципліни	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	16
10. Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

Дисципліна належить до циклу професійних дисциплін освітньо-професійної програми. Дисципліна навчає проєктуванню систем охолодження ДВЗ та їх теплообмінних апаратів. Окреме вивчення цих елементів обумовлене тим, що система охолодження має найбільші габарити, найбільшу масу і найбільшу вартість серед усіх систем ДВЗ, а також відбирає в двигуна найбільшу частину потужності для забезпечення своєї роботи.

Слід зауважити, що неякісне знання з цього питання веде до створення неякісних систем охолодження. Це відповідно шкідливо і істотно впливає на конкурентну спроможність енергетичних установок з ДВЗ різного типу, бо система охолодження та її елементи надто суттєво впливають на показники цих установок. У даній програмі передбачається більш сучасне, не традиційне викладення цього питання, бо його традиційне вивчення є порівняно примітивним на рівні сучасного стану проєктування і рівня показників самих двигунів. Зрозуміло, що сучасні двигуни повинні мати всі системи відповідного рівня. Особливо це стосується системи охолодження через ті якості системи, про яке вже було сказано вище.

Ключові слова: система охолодження ДВЗ, теплообмінні апарати, параметри робочих тіл, термодинаміка, тепломасообмін.

Abstract

The discipline belongs to the cycle of professional disciplines of the educational-professional program. The discipline teaches the design of cooling systems for internal combustion engines and their heat exchangers. The separate study of these elements is due to the fact that the cooling system has the largest dimensions, largest weight and highest cost among all internal combustion engine systems, as well as takes away from the engine most of the power to ensure its operation.

It should be noted that poor knowledge on this issue leads to the creation of poor-quality cooling systems. Accordingly, this has a detrimental and significant effect on the competitiveness of power plants with different types of internal combustion engines, because the cooling system and its elements have a very significant impact on the perfor-

mance of these plants. This program provides a more modern, non-traditional presentation of this issue, because its traditional study is relatively primitive at the level of the current state of design and the level of performance of the engines themselves. It is clear that modern engines must have all systems of the appropriate level. This is especially true of the cooling system because of the qualities of the system mentioned above.

Keywords: IC engine cooling system, heat exchangers, parameters of working bodies, thermodynamics, heat and mass transfer.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво	Обов’язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-dviguni-vnutrishnogo-zgoryannya-magistr/	Спеціальність G11 Машинобудування Спеціалізація G11.02 Двигуни та енергетичні установки Освітньо-професійна програма «Двигуни внутрішнього згоряння»	Семестр	
Індивідуальне науково- дослідне завдання (Курсовий проєкт)		1-й	1-й
		Лекцій	
		30 год.	14 год.
		Практичні, семінарські	
		30 год.	14 год.
Загальна кількість годин – 210		Лабораторні	
		0 год.	0 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 10;	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		150 год.	182 год.
		Індивідуальні завдання: 90 год.	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК-1. Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі енергетичного машинобудування.

СК 01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК 06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

СК 07. Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентноздатності та охорони праці.

СК 08. Здатність до усвідомлення принципів та норм академічної доброчесності.

СК 10. Здатність виконувати розрахунки, проектувати та налагоджувати системи ДВЗ та апарати, що входять до їх складу.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна пов'язана з більшістю дисциплін професійного циклу, бо потребує знання параметрів робочих тіл, які генерує двигун, а також потребує визначення реакції двигуна на зміну параметрів робочих тіл, яку забезпечують апарати та агрегати при їх роботі у системах ДВЗ. Вона частково забезпечує ці дисципліни, а частково базується на них. Дисципліна синтетична комплексна, тому вона взагалі базується на знанні всього циклу професійно-орієнтованих дисциплін бакалаврату, головним чином таких дисциплін, як: "Тепломасообмін", "Технічна термодинаміка", "Теоретична механіка", "Теорія механізмів і машин", "Опір матеріалів", "Деталі машин", а також усіх інших, потрібних для розуміння фізичних процесів, виконання креслень і обчислень параметрів теплообмінників і систем охолодження двигунів.

4. Очікувані результати навчання

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

РН 01. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 03. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах.

РН 11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

РН 15. Виконувати технічні, економічні та експлуатаційні розрахунки теплообмінних апаратів та систем охолодження двигунів з метою забезпечення конструювання, дослідження та експлуатації відповідних елементів на виробництві, в різноманітних енергетичних установках з ДВЗ і у дослідницьких установах.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Теплообмінні апарати і системи охолодження ДВЗ

Тема 1. Конструкції теплообмінних апаратів ДВЗ, їх призначення та основні параметри. [3, Лекц. 1].

Тема 2. Умови роботи теплообмінників в системах охолодження ДВЗ. [3, Лекц. 2].

Змістовний модуль 2. Розрахунки та проектування теплообмінних апаратів ДВЗ

Тема 3. Теоретичні основи розрахунків теплообмінників ДВЗ. [3, Лекц. 3, 4]

Тема 4. Методи розрахунків охолоджувачів наддувного повітря та радіаторів ДВЗ. [3, Лекц. 4]

Тема 5. Розрахунки охолоджувачів води та масла ДВЗ. [3, Лекц. 5]

Змістовний модуль 3. Розрахунки та проектування систем охолодження

Тема 6. Рекуперативні системи охолодження ДВЗ. Можливі схеми систем. [3, Лекц. 6]

Тема 7. Методики розрахунків систем охолодження. [3, Лекц. 1]

Тема 8. Оптимізація та регулювання систем. [3, Лекц. 7].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усь ого	у тому числі				усьо го	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р.		л*	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1.										
Змістовий модуль 1. Теплообмінні апарати і системи охолодження ДВЗ										
Тема 1. Конструкції теплообмінних апаратів ДВЗ, їх призначення та основні параметри.	8	2	2	–	4	7	2	2	–	3
Тема 2. Умови роботи теплообмінників в системах охолодження ДВЗ.	7	2	2	–	3	8	2	2	–	4
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	15	4	4	–	7	15	4	4	–	7
Змістовий модуль 2. Розрахунки та проектування теплообмінних апаратів ДВЗ										
Тема 3. Теоретичні основи розрахунків теплообмінників ДВЗ.	22	6	6	–	10	16	4	4	–	8
Тема 4. Методики розрахунків охолоджувачів наддувочного повітря та радіаторів ДВЗ.	16	4	4	–	8	14	2	2	–	10
Тема 5. Розрахунки охолоджувачів води та масла ДВЗ.	22	6	6	–	10	15	2	2	–	11
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	60	16	16	–	28	45	8	8	–	29
Змістовий модуль 3. Розрахунки та проектування систем охолодження										
Тема 6. Рекуперативні системи охолодження ДВЗ. Можливі схеми систем.	18	2	2	–	2	17	2	2	–	13
Тема 7. Методики розрахунків систем охолодження	5	4	4	–	4	14	0	0	–	14
Тема 8. Оптимізація та регулювання систем	6	4	4	–	4	14	0	0	–	14
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	30	10	10	–	10	45	2	2	–	41
<i>Усього годин</i>	105	30	30	–	45	105	14	14	–	77
Модуль 2.										
Курсовий проєкт	90	–	–	–	90	90	–	–	–	90
Підготовка до екзамену	15	–	–	–	15	15	–	–	–	15
<i>Разом за курсом</i>	210	30	30	–	150	210	14	14	–	182

* За заочною формою проводяться оглядові лекції

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Практичне заняття 1. Вивчення принципів класифікації, конструктивних схем та параметрів теплообмінних апаратів ДВЗ.	2	2
2	Практичне заняття 2. Вивчення умов роботи теплообмінних апаратів в системах охолодження ДВЗ.	2	2
3	Практичне заняття 3. Вивчення схем рекуперативних систем охолодження та основних параметрів теплообмінників.	6	4
4	Практичне заняття 4. Виконання розрахунків повітроводяних охолоджувачів наддувного повітря.	4	2
5	Практичне заняття 5. Опанування методики розрахунків кожухотрубних охолоджувачів масла і води.	6	2
6	Практичне заняття 6. Опанування програм розрахунку прямої та зворотної задачі для сучасної системи охолодження.	6	2
7	Практичне заняття 7. Оптимізація систем. Побудова графіків	2	–
8	Практичне заняття 8. Опанування методів оптимізації та регулювання систем охолодження	2	–
	Разом	30	14

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	34
3	Підготовка до практичних робіт	30	43
4	Виконання курсового проекту	90	90
5	Підготовка до екзамену	15	15
	Разом	150	182

Завдання на виконання курсового проекту

Спроекувати рекуперативну систему охолодження для двигуна типу... (параметри двигуна надаються у персональному завданні). Вимоги до виконання роботи, приклад виконання та методики розрахунку надано у [2]. Початкові дані для розрахунку системи та всіх теплообмінників задаються у вигляді, наданому у табл. 1.

Таблиця 1. Параметри двигунів*, для яких потрібно спроектувати рекуперативну систему охолодження

№ з/п	Типи двигунів та їх основні параметри
1	Судновий дизель-генератор типу 8ЧН 21/31 (MAN 8L21/31), $N_e = 1760$ кВт, $n = 900$ об/хв, $P_k = 4,45$, $g_e = 192$ г/(кВт·год)
2	Судновий двигун типу 12ЧН 28/33 (MAN V28/33D STC), $N_e = 5460$ кВт, $n = 1000$ об/хв, $P_k = 4,5$, $g_e = 189$ г/(кВт·год)
3	Судновий двигун типу 6ЧН 25,5/40 (MAK M25C), $N_e = 1900$ кВт, $n = 720$ об/хв, $P_k = 4,1$, $g_e = 186$ г/(кВт·год)
4	Судновий двигун типу 9ДКРН 90/326 (MAN S90MU-C), $N_e = 54900$ кВт, $n = 84$ об/хв, $P_k = 3,8$, $g_e = 168,5$ г/(кВт·год)
5	Судновий двигун типу 5ЧН 22,5/30 (MAN B&W 5L23/30), $N_e = 800$ кВт, $n = 900$ об/хв, $P_k = 4,0$, $g_e = 191$ г/(кВт·год)
6	Розрахунок суднового двигуна типу 8ЧН 32/42 (MAK 43C), $N_e = 2400$ кВт, $n = 600$ об/хв, $P_k = 4,0$, $g_e = 193$ г/(кВт·год)
7	Судновий двигун типу 6ДКРН 70/325,6 (MAN G70ME-C10.5), $N_e = 18200$ кВт, $n = 83$ об/хв, $P_k = 3,8$, $g_e = 168$ г/(кВт·год)
8	Судновий двигун типу 9ЧН 34/40 (Wärtsilä 9L34DF), $N_e = 4500$ кВт, $n = 750$ об/хв, $P_k = 3,8$, $g_e = 175$ г/(кВт·год)
9	Судновий двигун типу 8ЧН 35/44 (MAN 8L35/44DF), $N_e = 4240$ кВт, $n = 750$ об/хв, $P_k = 3,8$, $g_e = 174$ г/(кВт·год)
10	Судновий двигун типу 9ДКРН 26/98 (MAN S26MC), $N_e = 3200$ кВт, $n = 250$ об/хв, $P_k = 3,5$, $g_e = 177$ г/(кВт·год)
11	Судновий двигун типу Wartsila Rt-flex 96C (12ДКРН 96/250), $N_e = 68640$ кВт, $n = 102$ об/хв, $P_k = 3,7$, $g_e = 171$ г/(кВт·год)

*Список двигунів та їх параметрів постійно оновлюється

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

Методи навчання: робота з літературою; лекції (у тому числі проблемного викладу знань); практичні роботи.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: усні відповіді на практичних заняттях; виконання розділів курсового проєкту та його графічної частини; модульний контроль у формі тестування.

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Підсумковий контроль – 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 контролю і оцінки заключного екзамену.

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практичне заняття 1	5	Практичне заняття 1	5
	T2	Практичне заняття 2	5	Практичне заняття 2	5
ЗМ 2	T3	Практичні заняття 3	5	Практичні заняття 3	5
	T4	Практичні заняття 4	5	Практичні заняття 4	5
	T5	Практичні заняття 5	5	Практичні заняття 5	5
ЗМ3	T6	Практичне заняття 6	5	Практичне заняття 6	5
	T7	Практичне заняття 7	5		
	T8	Практичне заняття 8	5		
ПМК		Тест	20	Тест	30
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

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

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних завдань	40 балів	30 балів
Поточний модульних контроль	20 балів	30 балів
Всього	60	60

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 під час роботи на практичних заняттях.

Під час проведення екзамену із дисципліни студент повинен відповісти на три питання із екзаменаційного білету, які формуються із питань до кожного розділу лекційного курсу. Відповідь на запитання студентам пропонується надавати у письмовій формі із подальшими усними поясненнями та уточненнями. Під час

складання екзамену можливе використання власних конспектів із дозволу викладача.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний екзамен дається здобувачеві освіти, якій із урахуванням проміжних оцінок і максимального балу заключного екзамену набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заключного екзамену.

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

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1. Контроль та оцінювання знань на практичних заняттях

Практичне заняття	Критерії оцінювання
5	Глибоке розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом, активна участь у роботі семінару, виступ у дискусії
4	Розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом
3	Розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
2	Неповне розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
0	Незадовільне розкриття питання теми

8.2. Контроль та оцінювання знань за виконання курсового проєкту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40	до 20	до 40	100

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.

	35	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 та виконання курсової роботи.
	30	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації
	20	Здобувач освіти 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.
	10	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	Презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями.
	10	Ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається невпевненість.
	5	Ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, здобувач освіти чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.

	15	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	Здобувач освіти демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

8.3. Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал для денної форми	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
Бал для заочної форми	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3

8.4. Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти під час екзамену

30...40 балів ставиться здобувачу, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, вміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, високу комунікативну культуру;

20...29 балів ставиться здобувачу, який виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

10...19 балів ставиться здобувачу, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стандартних завдань, проте, при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури;

0...9 балів ставиться здобувачу, який не володіє необхідними знаннями, вміннями, навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачається навчальною дисципліною

Вивчення дисципліни передбачає застосування плакатів з різними видами теплообмінників та схем систем охолодження, а також електронні зображення і креслення з відповідними видами та розрізами теплообмінних апаратів та їх елементів, як зразково – виробничих, так і демонстраційних (зроблених у довільних масштабах та без жорсткого дотримання відповідних вимог). Електронні зображення демонструються на моніторах персональних комп'ютерів та екранах за допомогою мультимедійних проєкторів.

Електронні зображення відповідають рисункам з курсів лекцій [1, 2], а також рисункам та кресленням, підготованими для усіх інших видів робіт з дисципліни [4].

Крім цих матеріалів для вивчення конструкції використовуються натурні деталі, вузли, розрізи натурних теплообмінних апаратів та їх діючі стендові зразки. Серед зазначених основними є:

- Розібрані повністю і частково натурні типові теплообмінники, що вивчаються у дисципліні.
- Теплообмінники на двигунах в лабораторії каф. ДВЗ, У та ТЕ які входять до складу систем охолодження цих двигунів.
- Системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння лабораторії каф. ДВЗ, У та ТЕ.
- Плакати з теплообмінниками і системами охолодження двигунів в лабораторії кафедри.
- Стенд для випробування теплообмінників системи охолодження ДВЗ (розташований у лабораторії).

Робота системи охолодження двигунів вивчається в лабораторії кафедри ДВЗ, У та ТЕ на натурних об'єктах у вигляді зазначених вище зразків теплообмінників та систем охолодження.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Мошенцев Ю. Л. Теплообмінні апарати ДВЗ. Навчальний посібник / Ю. Л. Мошенцев. – Миколаїв: НУК, 2006. – 431 с.
2. Мошенцев Ю. Л. Повний комплект матеріалів для вивчення дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження ДВЗ». – 2021.
3. Мошенцев Ю. Л. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування апаратів та систем охолодження ДВЗ». – 2021.
4. Мошенцев Ю. Л. Системи охолодження та теплообмінні апарати двигунів внутрішнього згоряння : Навчальний посібник / Ю. Л. Мошенцев, О. А. Гогоренко, Д. С. Мінчев. – Миколаїв: видавець Торубара В. В., 2020. – 234 с.
5. Мошенцев Ю. Л. Програми розрахунків теплообмінників і систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння: Навчальний посібник / Ю. Л. Мошенцев, О. А. Гогоренко. – Миколаїв: НУК, 2016. – 94 с.
6. Мошенцев Ю. Л. Розрахунки охолоджувачів наддувочного повітря ДВЗ: Методичні вказівки / Ю. Л. Мошенцев, О. А. Гогоренко. – Миколаїв: Миколаївська обласна друкарня, 2008. – 24 с.
7. Kuppan T. Heat exchanger design handbook. 2000. – 1119 p.
8. Heat Exchanger Design Handbook. 2013. – 1245 p.
9. Thulukkanam K. Heat Exchanger Design Handbook. Second Edition. New York: CRC Press. – 2013. – 1186 p.

Додаткова література

1. Hesselgreaves J.E. Compact heat exchangers. Selection, design and operation. 2001. – 417 p.
2. Holman J.P. Heat transfer. 2010. – 758 p.
3. Kakac S. Heat exchangers selection rating and thermal desig. 2012. – 522 p.
4. Bott T. R. Fouling of Heat Exchangers. 1995. – 529 p.
5. Compact Heat Exchangers a Training Package for Engineers. 2000. – 255 p.
6. Donatello A. Handbook for heat exchangers and tube banks design. 2010. – 185 p.
7. Gupta J.P. Working with heat exchangers. Questions and answer. 1990, 312 p.

8. Kakac S. Heat exchangers: selection, rating and thermal design / Sadik Kakac, Hongian Liu. 2002. – 522 p.
9. Kakac S. Heat transfer enhancement of heat exchangers. 1999. – 684 p.
10. Kays W.M. Convective heat and mass transfer / W.M Kays, M. E. Crawford. 1993. – 635 p.
11. Теплотехніка: підручник / Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. А. Долінський та ін. (за ред. Б. Х. Драганова). – Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
12. Caterpillar. Cooling system guide. 2006. – 129 p.
13. Cooling, Heating, and Power for Instructional Module. 2004. – 168 p.
14. Standards of TEMA 9th edition. 2007. – 298 p.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>
2. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Режим доступу: <http://lib.nuos.edu.ua>
3. Харківська державна наукова бібліотека імені В. Г. Короленка. Режим доступу: <http://korolenko.kharkov.com>