

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

**Д. О. ШАЛАПКО, В. І. СВИРИДОВ,  
А. А. АНДРЕЄВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання самостійної роботи з дисципліни  
«Конструювання та проєктування  
двигунів внутрішнього згоряння»**

*Рекомендовано Методичною радою НУК*



**ВИДАВНИЦТВО**  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2022

УДК 622.691.4.052

Ш53

*Автори:*

Д. О. Шалапко, канд. техн. наук, старший викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК;

В. І. Свиридов, канд. техн. наук, викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК;

А. А. Андрєєв, канд. техн. наук, доцент без вченого звання кафедри теплоенергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК

*Рецензент* О. А. Гогоренко, канд. техн. наук, в. о. завідувача кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації НУК

*Рекомендовано Методичною радою НУК*

### **Шалапко Д. О.**

Ш53      Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Конструювання та проектування двигунів внутрішнього згоряння» / Д. О. Шалапко, В. І. Свиридов, А. А. Андрєєв. – Миколаїв : НУК, 2022. – 52 с.

Уміщено рекомендації щодо виконання самостійних та контрольних робіт в області випробування та дослідження двигунів внутрішнього згоряння, передбачених програмою дисципліни. До вказівок включені теоретичні матеріали, які необхідно використовувати для теоретичного розрахунку відповідних завдань, порядок виконання робіт і складання звітів, питання для захисту та самоконтролю, а також завдання до курсового проекту та екзаменаційні білети.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти з галузі знань 14 «Електрична інженерія», спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування», освітньо-професійної програми «Двигуни внутрішнього згоряння».

УДК 622.691.4.052

© Шалапко Д. О., Свиридов В. І.,  
Андрєєв А. А., 2022

© Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова, 2022

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Опис навчальної дисципліни .....	6
2. Мета та завдання навчальної дисципліни .....	8
3. Передумови для вивчення дисципліни .....	8
4. Очікувані результати навчання .....	9
5. Програма навчальної дисципліни.....	10
6. Структура навчальної дисципліни .....	13
7. Практичні заняття .....	17
8. Самостійна робота .....	18
9. Контрольна робота.....	20
10. Курсове проектування та наукова робота.....	21
11. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	22
12. Форми поточного та підсумкового контролів.....	24
13. Критерії оцінювання результатів навчання.....	33
14. Рекомендована література.....	43
Додаток 1.....	39
Додаток 2.....	41

# ВСТУП

## Анотація

Освітньо-професійною програмою «Двигуни внутрішнього згоряння» підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти передбачено формування здобувачами вищої освіти (ЗВО) уявлення щодо особливостей створення на всіх етапах двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) і практичних навичок щодо конкретних дій з конструювання і проєктування ДВЗ та окремих деталей, а також систем, що обслуговують ДВЗ. Це завдання вирішується шляхом надання ЗВО знань конструкцій сучасних ДВЗ та методів проєктування і конструювання двигунів та їх складових елементів на підставі системного підходу задля забезпечення максимальної функціональної придатності створених конструкцій.

Програма навчальної дисципліни «Конструювання та проєктування двигунів внутрішнього згоряння» передбачає комплексне застосування набутих компетентностей для розв'язання прикладних задач в області конструювання, проєктування та вдосконалення конструкції сучасних ДВЗ.

Дисципліна «Конструювання та проєктування двигунів внутрішнього згоряння» має міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку ЗВО до виконання відповідних розділів випускної магістерської роботи.

**Ключові слова:** двигун внутрішнього згоряння, конструювання, проєктування, системи двигунів.

## Abstract

The educational and professional program «Internal Combustion Engines» for the preparation of applicants for the second (master's) level of higher education provides for the formation of applicants for higher education (HER) ideas about the features of creating at all stages of internal combustion engines (ICE) and practical skills specific actions for the design

and engineering of internal combustion engines and individual parts, as well as systems that serve internal combustion engines. This task is solved by providing ZVO knowledge of the designs of modern internal combustion engines and methods of design and construction of engines and their components based on a systematic approach to ensure maximum functionality of the created structures.

The curriculum of the discipline «Design and engineering of internal combustion engines» provides a comprehensive application of the acquired competencies to solve applied problems in the field of design, engineering, and design of modern internal combustion engines.

The discipline «Design and engineering of internal combustion engines» is interdisciplinary in nature, it provides preparation for the implementation of the relevant sections of the master's thesis.

**Key words:** internal combustion engine, construction, design, engine systems.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів: денна форма – 8	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Цикл професійних дисциплін Нормативна навчальна дисципліна	
Модулів – 3	Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування»	Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		5-й	5-й
<a href="http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/engineering-sector.html">http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/engineering-sector.html</a>			
Індивідуальне науково-дослідне завдання «Аналіз сучасних способів удосконалення конструкції елемента двигуна»		Семестр	
Загальна кількість годин – 240		9, 10-й	9, 10-й

Продовження таблиці

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Тижневих годин для денної форми навчання: 9-й семестр: аудиторних – 3; самостійної роботи – 2; 10-й семестр: аудиторних – 2; самостійної роботи – 9	Рівень вищої освіти: (другий) магістерський	Лекції	
		9 семестр – 30 годин; 10 семестр – 15 годин	9 семестр – 10 годин; 10 семестр – 8 годин
		Практичні заняття	
		9 семестр – 15 годин; 10 семестр – 15 годин	9 семестр – 4 години; 10 семестр – 4 години
		Самостійна робота	
		165 годин	214 годин
		Форми контролю	
		9 семестр – залік; 10 семестр – екзамен, курсова робота	9 семестр – контрольна робота, залік; 10 семестр – екзамен, курсова робота, контрольна робота
		Вид контролю	
		письмовий	

## **2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Метою вивчення навчальної дисципліни «Конструювання та проектування двигунів внутрішнього згоряння» є формування у ЗВО згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України № 427 від 16.04.2021 р., та освітньо-професійною програмою «Двигуни внутрішнього згоряння» таких компетентностей.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру в галузі енергетичного машинобудування.

Загальні компетентності:

ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

Спеціальні компетентності:

СК01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері енергетичного машинобудування;

СК04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування;

СК06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

## **3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: теорія двигунів внутрішнього згоряння; системи двигунів внутрішнього згоряння; міцність двигунів внутрішнього згоряння; конструкція та динаміка двигунів внутрішнього згоряння; основи комп'ютерного проектування двигунів внутрішнього згоряння.



## 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

РН3. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проєктування, виготовлення й експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проєктах;

РН4. Розробляти і реалізовувати проєкти в галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проєкти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів;

РН5. Створювати новітні технології та процеси й обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях;

РН6. Використовувати методи моделювання, а також методи експериментальних досліджень з метою детального вивчення тепло- і масообмінних, гідравлічних та інших процесів, які відбуваються в технологічному обладнанні та об'єктах енергетичного машинобудування;

РН8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування;

РН10. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів досліджень та інновацій;

РН11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

## **5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Семестр 9**

#### **Модуль 1**

**Змістовий модуль 1. Значення ДВЗ, вимоги до ДВЗ, порядок створення двигуна. Конструювання та моделювання деталей, вузлів і механізмів остова**

**Тема 1.** Значення ДВЗ. Переваги та недоліки ДВЗ. Вимоги, що висувають до ДВЗ.

Джерела інформації: [1] – с. 8–16; [3] – с. 31–34, 306–315.

**Тема 2.** Порядок створення нових двигунів. Типорозмірні ряди. Вибір типу двигуна та його конструктивної схеми. Визначення кількості циліндрів та їх основних розмірів.

Джерела інформації: [1] – с. 13–26; [3] – с. 315–326.

**Тема 3.** Конструктивні вузли ДВЗ. Склад вузлів. Умови роботи. Особливості.

Джерела інформації: [1] – с. 66–70; [3] – с. 35–36, 281–289.

**Тема 4.** Конструктивні схеми остова та картери двигунів, циліндри. Особливості. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили.

Джерела інформації: [1] – с. 288–324; [4] – с. 36–53.

**Тема 5.** Фундаментні рами. Кришки циліндрів. Особливості конструкції. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили.

Джерела інформації: [1] – с. 324–335; [4] – с. 54–70.

**Змістовий модуль 2. Конструктивні особливості кривошипно-шатунного механізму та механізму газорозподілу**

**Тема 6.** Конструктивні схеми кривошипно-шатунних механізмів (КШМ) двигунів. Шатунна група. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили. Вибір схеми. Склад поршневої групи. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили.

Джерела інформації: [1] – с. 117–173; [3] – с. 53–69.

**Тема 7.** Конструктивні особливості поршневої групи. Проектування та конструювання деталей.

Джерела інформації: [5] – с. 108–126, 149–187.

**Тема 8.** Механізм газорозподілу. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили. Розрахунки. Вибір конструктивної схеми. Способи приводу розподільчих валів.

Джерела інформації: [1] – с. 244–259; [4] – с. 72–79; [5] – с. 236–262.

**Змістовий модуль 3. Системи, що обслуговують двигун. Паливна система двигуна**

**Тема 9.** Системи, що обслуговують ДВЗ. Призначення. Особливості. Вимоги до систем.

Джерела інформації: [2] – с. 117–173; [15] – с. 15–46.

**Тема 10.** Система паливоподачі. Класифікація. Вибір схеми. Вимоги. Склад системи. Фази паливоподачі. Способи регулювання подачі. Параметри системи. Паливні насоси високого тиску (ПНВТ). Класифікація. Вибір конструктивної схеми ПНВТ. Проектування та моделювання ПНВТ.

Джерела інформації: [2] – с. 126–161; [4] – с. 80–88; [5] – с. 323–336.

**Тема 11.** Трубопровід охолодження форсунок. Розрахунок.

Джерела інформації: [2] – с. 161–183; [4] – с. 88–91; [5] – с. 336–348.

## **Семестр 10**

### **Модуль 2**

**Змістовий модуль 4. Система змащення, охолодження, пуску, повітропостачання та газовипуску**

**Тема 12.** Масляна система. Призначення. Вибір схеми. Склад. Примусове змащення підшипників двигуна. Способи подачі масла до вузлів змащення. Схема.

Джерела інформації: [2] – с. 94–99; [4] – с. 408–426.

**Тема 13.** Гравітаційна система змащення. Умови роботи. Елементи систем. Розрахунки їх параметрів.

Джерела інформації: [2] – с. 56–57; [4] – с. 426–438.

**Тема 14.** Система охолодження. Схема системи. Умови роботи. Склад. Проектування системи охолодження.

Джерела інформації: [2] – с. 270–285; [4] – с. 439–458.

**Тема 15.** Охолодження втулок і кришок робочих циліндрів ДВЗ. Вибір конструктивних рішень.

Джерела інформації: [2] – с. 285–292; [4] – с. 458–464.

**Тема 16.** Системи пуску. Вимоги. Способи пуску. Схеми систем. Склад. Конструктивні особливості.

Джерела інформації: [2] – с. 248–262.

**Тема 17.** Пневмо- та електростартерні способи пуску двигуна. Особливості. Схеми. Склад систем. Конструктивні особливості елементів.

Джерела інформації: [2] – с. 260–264.

**Тема 18.** Система повітропостачання. Призначення, класифікація. Вимоги. Конструктивні схеми. Елементи. Компоновка повітряних каналів у кришках робочих циліндрів. Повітряні ресивери. Компоновка елементів системи на двигуні.

Джерела інформації: [2] – 264–272; [18] – с. 103–107.

**Тема 19.** Система газовипуску. Система керування та контролю. Призначення. Схеми систем. Елементи систем. Розрахунки.

Джерела інформації: [2] – с. 238–242; [3] – с. 598–624; [4] – с. 107–115.

**Тема 20.** Тенденції розвитку ДВЗ.

Джерела інформації: [3] – с. 12–30; [23] – с. 418–424.

### **Модуль 3**

#### **Курсова робота**

Виконання курсової роботи на тему: «Розробка конструкції елемента двигуна» відповідно до завдання, виданого заздалегідь при виконанні випускної бакалаврської роботи.

Джерела інформації: [2] – с. 117–173; [15] – с. 15–46.

Індивідуальне науково-дослідне завдання (ІНДЗ) є невід’ємною частиною курсової роботи.

## 6. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	усього	денна форма навчання			усього			заочна форма навчання		
		у тому числі			у тому числі			у тому числі		
		лекції	практична робота	самостійна робота	лекції	практична робота	самостійна робота	лекції	практична робота	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9 семестр										
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Значення ДВЗ, вимоти до ДВЗ, порядок створення двигуна. Конструювання та моделювання деталей, вузлів і механізмів остова										
Тема 1. Значення ДВЗ. Переваги та недоліки ДВЗ. Вимоти, що висувають до ДВЗ	3	2	-	1	3	-	-	3		
Тема 2. Порядок створення нових двигунів. Типорозмірні ряди. Вибір типу двигуна та його конструктивної схеми. Визначення кількості циліндрів та їх основних розмірів	6	2	-	4	6	2	-	4		
Тема 3. Конструктивні вузли ДВЗ. Склад вузлів. Умови роботи. Особливості	6	2	2	2	6	-	-	6		
Тема 4. Конструктивні схеми остова та картери двигунів, циліндри. Особливості. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили	6	2	2	2	6	-	-	6		
Тема 5. Фундаментні рами. Кришки циліндрів. Особливості конструкції. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили	6	2	2	2	6	-	-	6		

## 14 Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Змістовий модуль 2. Конструктивні особливості кривошипно-шатунного механізму та механізму газорозподілу								
Тема 6. Конструктивні схеми КШМ двигунів. Шатунна група. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили. Вибір схеми. Склад поршневої групи. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили	6	4	3	–	6	2	2	2
Тема 7. Конструктивні особливості поршневої групи. Проектування та конструювання деталей	6	2	4	2	6	–	2	4
Тема 8. Механізм газорозподілу. Умови роботи. Вимоги. Діючі сили. Розрахунки. Вибір конструктивної схеми. Способи приводу розподільчих валів	6	2	2	2	6	–	–	6
Змістовий модуль 3. Системи, що обслуговують двигун. Паливна система двигуна								
Тема 9. Системи, що обслуговують ДВЗ. Призначення. Особливості. Вимоги до систем	10	4	–	6	10	–	–	10
Тема 10. Система паливopодачі. Класифікація. Вибір схеми. Вимоги. Склад системи. Фази паливopодачі. Способи регулювання подачі. Параметри системи. Паливні насоси високого тиску. Класифікація. Вибір конструктивної схеми ПНВТ. Проектування та моделювання ПНВТ	10	6	–	1	10	4	–	6
Тема 11. Трубопровід охолодження форсунок. Розрахунок	10	2	–	8	10	–	–	10
Разом за модулем 1	75	30	15	30	75	8	4	63

## 10 семестр

## Модуль 2

## Змістовий модуль 4. Система змащення, охолодження, пуску, повітропостачання та газопуску

Тема 12. Масляна система. Призначення. Вибір схеми. Склад. Примусове змащення підшипників двигуна. Способи подачі масла до вузлів змащення. Схема	9	2	4	3	9	2	2	5
Тема 13. Гравітаційна система змащення. Умови роботи. Елементи систем. Розрахунки їх параметрів	9	2	4	5	9	–	–	9
Тема 14. Система охолодження. Схема системи. Умови роботи. Склад. Проектування системи охолодження	9	2	4	3	9	2	2	5
Тема 15. Охолодження втулок і кришок робочих циліндрів ДВЗ. Вибір конструктивних рішень	9	2	–	7	9	–	–	9
Тема 16. Системи пуску. Вимоги. Способи пуску. Схеми систем. Склад. Конструктивні особливості	9	2	–	7	9	2	–	7
Тема 17. Пневно- та електростартерні способи пуску двигуна. Особливості. Схеми. Склад систем. Конструктивні особливості елементів	9	–	3	6	9	–	–	9
Тема 18. Система повітропостачання. Призначення, класифікація. Вимоги. Конструктивні схеми. Елементи. Компоновка повітряних каналів у кришках робочих циліндрів. Повітряні ресивери. Компоновка елементів системи на двигуні	9	3	–	6	9	2	–	7

*Продовження таблиці*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 19. Система газовипуску. Система керування та контролю. Призначення. Схеми систем. Елементи систем. Розрахунки	9	2	2	5	9	2	–	7
Тема 20. Тенденції розвитку ДВЗ	3	–	–	3	3	–	–	3
Разом за модулем 2	75	15	15	45	75	10	4	61
Модуль 5								
Курсова робота								
Технічна характеристика двигуна	10	–	–	10	10	–	–	10
Опис конструкції двигуна та систем, що його обслуговують	10	–	–	10	10	–	–	10
Вимоги, що висувають до двигунів даного типу	10	–	–	10	10	–	–	10
Визначення основних розмірностей циліндро-поршневої групи	10	–	–	10	10	–	–	10
Визначення розмірів основних вузлів і деталей двигуна	10	–	–	10	10	–	–	10
Обґрунтування вибору матеріалів розрахункових деталей	10	–	–	10	10	–	–	10
Розрахунок міцності елементів двигуна	10	–	–	10	10	–	–	10
Модельовання основних елементів двигуна	10	–	–	10	10	–	–	10
ІНДЗ: Аналіз сучасних способів удосконалення конструкції елемента двигуна	10	–	–	10	10	–	–	10
Разом за курсову роботу	90	–	–	90	90	–	–	90
Усього годин	240	45	30	165	240	18	8	214



## 7. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Кожне завдання з практичної роботи виконується ЗВО індивідуально за консультативною допомогою науково-педагогічного працівника (НПП). Усі практичні роботи виконуються з використанням практичного та оглядового матеріалу. Темі практичних робіт наведено в таблиці.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
<b>9 семестр</b>			
1	Практична робота № 1. Визначення кількості циліндрів та їх основних розмірів	2	-
2	Практична робота № 2. Розрахунок основних конструктивних відношень елементів двигуна	2	-
3	Практична робота № 3. Розрахунок розмірів деталей остова двигуна	2	-
4	Практична робота № 4. Розрахунок кривошипно-шатунного механізму	3	2
5	Практична робота № 5. Розрахунок розмірів деталей поршневої групи двигуна	4	2
6	Практична робота № 6. Розрахунок елементів механізму газорозподілу	2	-
<b>Разом за 9 семестр</b>		<b>15</b>	<b>4</b>
<b>10 семестр</b>			
7	Практична робота № 7. Розрахунок параметрів паливної системи	2	2
8	Практична робота № 8. Розрахунок паливного насоса високого тиску	2	-
9	Практична робота № 9. Розрахунок елементів системи змащення	2	-

### Продовження таблиці

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
11	Практична робота № 11. Розрахунок елементів системи пуску	3	-
12	Практична робота № 12. Розрахунок елементів системи газовипуску	2	-
<b>Разом за 10 семестр</b>		<b>15</b>	<b>4</b>
<b>Разом</b>		<b>30</b>	<b>8</b>

## 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

Під час самостійної роботи ЗВО закріплює теоретичний (лекційний) та практичний матеріали, вчиться самостійно працювати з літературою та іншими інформаційними ресурсами.

До складу самостійної роботи входять:

- робота над конспектом лекцій та опанування навчально-методичної літератури;
- підготовка до виконання та захисту практичних робіт;
- робота над курсовою роботою (з індивідуальним науково-дослідним завданням) із даної навчальної дисципліни;
- виконання контрольних робіт (для ЗВО заочної форми навчання);
- підготовка до складання проміжних і підсумкових модульних контролів.

## Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма	заочна форма
<b>9 семестр</b>				
1	Підготовка до лекційних занять	0,5 (1) години на 1 лекцію	8	2
2	Підготовка до практичних робіт	до 1 (2) години на 1 роботу	7	1
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів	–	–
4	Підготовка до заліку	– 15 (30) годин на 1 захід	15	30
5	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	–	30
			<b>Разом за семестр</b>	<b>63</b>
<b>10 семестр</b>				
1	Підготовка до лекційних занять	0,5 (1) години на 1 лекцію	7	4
2	Підготовка до практичних робіт	до 1 (2) години на 1 роботу	8	2
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів	15	–
4	Підготовка до екзамену	– 15 (30) годин на 1 захід	15	30
5	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	–	25
6	Виконання курсової роботи з ІНДЗ		90	90
			<b>Разом за семестр</b>	<b>135</b>
			<b>Разом за дисципліну</b>	<b>214</b>

*Примітка.* У дужках для заочної форми навчання.

## 9. КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Контрольна робота виконується ЗВО заочної форми навчання в кожному семестрі й передбачає підготовку ними письмових відповідей на питання з кожного змістового модуля (Додаток 2) відповідно до номера варіанта ЗВО (за журналом академічної групи). Відповідність номера варіанта і контрольних питань наведено нижче в таблиці.

Відповідність номера варіанта ЗВО і питань контрольної роботи (9 семестр, питання для модуля № 1)

Номер варіанта	Номер питання	Номер варіанта	Номер питання
1	1, 31, 61	16	16, 46, 76
2	2, 32, 62	17	17, 47, 77
3	3, 33, 63	18	18, 48, 78
4	4, 34, 64	19	19, 49, 79
5	5, 35, 65	20	20, 50, 80
6	6, 36, 66	21	21, 51, 81
7	7, 37, 67	22	22, 52, 82
8	8, 38, 68	23	23, 53, 83
9	9, 39, 69	24	24, 54, 84
10	10, 40, 70	25	25, 55, 85
11	11, 41, 71	26	26, 56, 84
12	12, 42, 72	27	27, 57, 83
13	13, 43, 73	28	28, 58, 82
14	14, 44, 74	29	29, 59, 81
15	15, 45, 75	30	30, 60, 80

Відповідність номера варіанта ЗВО і питань контрольної роботи (10 семестр, питання для модуля № 2)

Номер варіанта	Номер питання	Номер варіанта	Номер питання
1	1, 31, 61	16	16, 46, 76
2	2, 32, 62	17	17, 47, 77

### *Продовження таблиці*

Номер варіанта	Номер питання	Номер варіанта	Номер питання
3	3, 33, 63	18	18, 48, 78
4	4, 34, 64	19	19, 49, 79
5	5, 35, 65	20	20, 50, 80
6	6, 36, 66	21	21, 51, 81
7	7, 37, 67	22	22, 52, 80
8	8, 38, 68	23	23, 53, 79
9	9, 39, 69	24	24, 54, 78
10	10, 40, 70	25	25, 55, 77
11	11, 41, 71	26	26, 56, 76
12	12, 42, 72	27	27, 57, 75
13	13, 43, 73	28	28, 58, 74
14	14, 44, 74	29	29, 59, 73
15	15, 45, 75	30	30, 60, 72

## **10. КУРСОВЕ ПРОЄКТУВАННЯ ТА НАУКОВА РОБОТА**

Курсова робота із навчальної дисципліни «Конструювання та проєктування двигунів внутрішнього згоряння» складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини з двох аркушів (формат А1). Тема та зміст роботи можуть бути пов'язані з тематикою, яка може бути продовженням теми випускної бакалаврської роботи. Основою для курсової роботи можуть слугувати проєктні дані будь-якого транспортного, або іншого двигуна, відомості з фахових періодичних видань, спеціальної літератури тощо.

Курсова робота захищається наприкінці 10-го семестру.

До складу курсової роботи входить також індивідуальне науково-дослідне завдання. Тема на виконання наукової роботи ЗВО узгоджується з керівником курсової роботи.

Загалом, робота ЗВО над ІНДЗ полягає у поглибленому вивченні ним окремих питань даної дисципліни відповідно до

її робочої навчальної програми. У рамках ІНДЗ він консультиється з питань майбутньої випускної магістерської роботи щодо початкової інформації, методів і методики для її виконання.

Розрахункова та графічна частини курсової роботи виконуються згідно з вимогами ЄСКД та іншими нормативними документами й оформлюються як конструкторська документація.

Зразок завдання на курсову роботу наведено в Додатку 1. Завдання видається ЗВО на початку 9-го семестру.

## **11. МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ДЕМОНСТРУВАННЯ**

Методи навчання – способи, якими забезпечується набуття здобувачами відповідних компетенцій через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу, а саме (обрати необхідне):

для всіх видів занять:

– робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

– пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

для лекційних занять:

– лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

для практичних, лабораторних та семінарських занять:

– практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

– інструктаж – ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

– спостереження – тривале цілеспрямоване сприймання об'єктів чи явищ із фіксацією змін, які в них відбуваються, і виявлення на цій основі внутрішніх зв'язків і залежностей, розкриття сутності явищ;

методи контролю і самоконтролю:

– контрольні роботи, письмові заліки;

– контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей).

Альтернативно може застосовуватися наступна класифікація методів навчання:

– пояснювально-ілюстративний метод – повідомлення готової інформації різними засобами (словесними, наочними, практичними) та усвідомлення і запам'ятовування цієї інформації здобувачами;

– проблемного викладу – постановка викладачем перед здобувачами проблеми і визначення шляхів її розв'язання з приховуванням можливих пізнавальних суперечностей;

– дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

• підсумковий контроль (залік у 9-му семестрі та екзамен у 10-му семестрі);

• поточні модульні контролю;

• практичні заняття;

• контрольні роботи (для ЗВО заочної форми навчання);

• курсова робота (разом з ІНДЗ).

Для ЗВО денної форми навчання оцінювання рівня засвоєння матеріалу, викладеного на лекціях і закріпленого й розширеного на практичних заняттях і внаслідок самостійної роботи, здійснюється поточним модульним контролем (ПМК): співбесідами на практичних заняттях, оцінюванням індивідуального конспекту в аспекті подання інформації, її якості та повноти, а також за результатами виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Найважливішими методами контролю для всіх ЗВО є залік у 9-му семестрі й екзамен та захист курсової роботи у 10-му семестрі.

ЗВО вважається допущеним до складання:

– у 9-му семестрі: заліка, якщо отримав за поточні контролю (з урахуванням контрольної роботи для здобувачів заочної форми навчання) не менше, ніж 50 балів;

– у 10-му семестрі: екзамену, якщо отримав за поточні контролю (з урахуванням контрольної роботи для здобувачів заочної форми навчання) не менше, ніж 50 балів і успішно захистив курсову роботу.

## 12. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛІВ

Досягнення ЗВО оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального семестру включає в себе оцінки з поточного контролю й оцінки підсумкового контролю (екзамену чи заліку).

Питома вага заключного екзамену чи заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право складати заключний екзамен чи залік надається ЗВО, який набирає за семестр з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного екзамену чи заліку не менше **60 балів**. У 10-му семестрі умовою



допуску до екзамену є також успішний захист курсової роботи. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою поточних оцінок за 10-й семестр та оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки ЗВО із зазначеної теми (у тому числі самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт. Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих робочою програмою навчальної дисципліни, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

## **Форми контролю результатів навчальної діяльності ЗВО та їх оцінювання**

### **Практична робота**

<b>Кількість балів</b>	<b>Критерії оцінювання за одну роботу</b>
5	Робота виконана в установлений термін. Виконана самостійно, чітко, розрахунки відповідають установленим нормативам. Застосовувалися коректні методи розрахунку. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів
4	Робота виконана в установлений термін. ЗВО виконує задану роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації з НПП; описує розрахунки та отримані результати; в цілому правильно складає звіт і робить висновки
3	Робота виконана з порушенням установлених термінів. ЗВО виконує роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках і помилки
2	Робота виконана з порушенням установлених термінів. ЗВО виконує завдання під керівництвом НПП; складений звіт містить неточності у висновках і помилки
0	Робота не виконувалася

## Контрольна робота (для ЗВО заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання за одну роботу
50	Робота виконана в установлений термін. Матеріал викладено в достатньому обсязі, аргументовано й у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені в періодичних виданнях та інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО вільно орієнтується в матеріалах
40	Робота виконана в установлений термін. Матеріал викладено в достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
25	Робота виконана з порушенням установлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
12	Робота виконана з порушенням установлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

### Поточний модульний контроль

Поточний модульний контроль у формі МКР полягає у письмових відповідях на поставлені у кожній МКР три питання з попередньо вивченого навчального матеріалу. Перелік контрольних питань наведено у Додатку 2.

Бал	Критерії оцінювання за одне питання
5	ЗВО вільно володіє матеріалом відповідного модуля, здатен описати конструкцію двигуна та його складових, охарактеризувати особливості, пояснити умови роботи зазначеного обладнання, може назвати всі складові вказаного елемента конструкції двигуна, вміє підібрати матеріал для виготовлення елемента конструкції двигуна
4	ЗВО гарно володіє матеріалом відповідного модуля, здатен описати конструкцію двигуна, охарактеризувати певні особливості конструкції його елементів, має уявлення про умови роботи зазначеного обладнання, може назвати більшість складових вказаного елемента конструкції двигуна, орієнтується в матеріалах для виготовлення певних елементів конструкції двигуна
3	ЗВО достатньо володіє матеріалом відповідного модуля, здатен описати конструкцію двигуна, назвати його елементи і дати певну характеристику їх конструкції, має уявлення про умови роботи зазначеного обладнання, може назвати складові вказаного елемента конструкції двигуна з деякими зауваженнями, орієнтується в матеріалах для виготовлення певних елементів конструкції двигуна з підручником
2	ЗВО достатньо володіє матеріалом відповідного модуля, задовільно описує конструкцію двигуна, називає більшість його елементів, проте не може дати характеристику їх конструкції, слабо орієнтується в умовах роботи зазначеного обладнання, не може назвати складові вказаного елемента конструкції двигуна, достатньо орієнтується в матеріалах для виготовлення певних елементів конструкції двигуна з підручником та підказками НПП
1	ЗВО задовільно володіє матеріалом відповідного модуля, в питаннях конструкції орієнтується дуже погано, не здатен описати елементи двигуна та їх конструкцію, матеріали для виготовлення характеризує загальними назвами
0	ЗВО не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

## Розподіл поточних балів за семестр

Форма контролю	Максимальна кількість балів за семестр	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
9 семестр і 10 семестр		
Виконання практичних робіт	6 робіт × 5 балів = = 30 балів	2 роботи × 5 балів = = 10 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 15 балів = = 30 балів	–
Виконання контрольної роботи	–	1 робота × 50 балів = = 50 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

### Підсумковий контроль у формі заліку та екзамену

Підсумковий контроль складається з письмової відповіді на 4 контрольних питання, кожне з яких оцінюється максимально у 10 балів.

### Письмова відповідь

Бал	Критерії оцінювання за одне питання
10	ЗВО вільно володіє матеріалом, здатен описати конструкцію двигуна, його елементів та систем, охарактеризувати особливості конструкції, пояснити умови роботи зазначеного обладнання, може назвати всі складові вказаного елемента конструкції двигуна або його систем, вміє підібрати матеріал для виготовлення конструктивних елементів двигуна
8	ЗВО гарно володіє матеріалом, здатен описати конструкцію двигуна, охарактеризувати певні особливості конструкції його елементів, має уявлення про умови роботи зазначеного обладнання, може назвати більшість складових вказаного елемента конструкції або систем двигуна, орієнтується в матеріалах для виготовлення конструктивних елементів двигуна
5	ЗВО достатньо володіє матеріалом, здатен описати конструкцію двигуна, його систем, назвати складові елементи і дати певну характеристику їх конструкції, має уявлення про умови роботи зазначеного обладнання, може назвати складові вказаного елемента конструкції двигуна з деякими зауваженнями, орієнтується в матеріалах для виготовлення певних елементів конструкції двигуна з підручником

### Продовження таблиці

Бал	Критерії оцінювання за одне питання
3	ЗВО достатньо володіє матеріалом, задовільно описує конструкцію двигуна, називає більшість його елементів, проте не може дати характеристику їх конструкції, слабо орієнтується в умовах роботи зазначеного обладнання, не може назвати складові вказаного елемента конструкції двигуна, достатньо орієнтується в матеріалах для виготовлення певних елементів конструкції двигуна з підручником та підказками викладача
1	ЗВО задовільно володіє матеріалом, у питаннях конструкції орієнтується дуже погано, не здатен описати елементи двигуна та їх конструкцію, матеріали для виготовлення характеризує загальними назвами
0	ЗВО не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

### Курсова робота

Параметри оцінювання	Бал	Критерії оцінювання
<b>Пояснювальна записка</b>	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); відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність

Продовження таблиці

Параметри оцінювання	Бал	Критерії оцінювання
		<p>посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи</p>
	30	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи</p>
	20	<p>Робота, оформлена за вимогами, які висувають до курсової роботи, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції та рекомендації</p>
	15	<p>ЗВО 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</p>
	5	<p>Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які висувають до курсової роботи. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер</p>
<b>Графічна частина</b>	20	<p>Графічна частина виконана акуратно, повнота зображення відповідає поставленим вимогам, забезпечена відповідність вимогам ЄСКД до технічного зображення</p>

*Продовження таблиці*

<b>Параметри оцінювання</b>	<b>Бал</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
	15	Графічна частина виконана акуратно, проте з невеликими зауваженнями, повнота зображення відповідає поставленим вимогам, забезпечена відповідність вимогам ЄСКД до технічного зображення
	10	Графічна частина виконана з зауваженнями, графічне зображення недостатньо висвітлює поставлене завдання, відповідність вимогам ЄСКД до технічного зображення має не критичні зауваження
	5	Графічна частина виконана з помилками, графічне зображення висвітлює поставлене завдання в недостатній мірі, відповідність вимогам ЄСКД до технічного зображення має серйозні зауваження
<b>Захист роботи</b>	40	Доповідь логічно побудована, ЗВО чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції з теми дослідження, під час доповіді вміло використовує графічну частину, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	35	ЗВО 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	ЗВО спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання
	25	ЗВО спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи

*Продовження таблиці*

<b>Параметри оцінювання</b>	<b>Бал</b>	<b>Критерії оцінювання</b>
	20	ЗВО неупорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи
	15	ЗВО неупорядковано викладає основні результати дослідження, робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхневі, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
	10	ЗВО демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії та належно обґрунтувати положення роботи
	5	ЗВО неупорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію



### 13. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Можливі поточні бали за опанування матеріалу кожної теми та виконання кожної лабораторної та практичної робіт наведені в наступній таблиці.

Номер модуля	Номер змістового модуля	Номер теми	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
			Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
<b>9 СЕМЕСТР</b>						
1	ЗМ1	T1	–	–	–	–
		T2	–	–	–	–
		T3	Практична робота № 1	0...5	–	–
		T4	Практична робота № 2	0...5	–	–
		T5	Практична робота № 3	0...5	–	–
		МКР 1	0...15	–	–	
		T6	Практична робота № 4	0...5	Практична робота № 4	0...5
		T7	Практична робота № 5	0...5	Практична робота № 5	0...5
		T8	Практична робота № 6	0...5	–	–
			МКР 2	0...15	–	–
		T9	–	–	–	–
	T10	–	–	–	–	
	T11	–	–	–	–	
		–	–	Контрольна робота	0...50	

*Продовження таблиці*

Номер модуля	Номер змістового модуля	Номер теми	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
			Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
			Сума	<b>0...100</b>	–	<b>0...100</b>
<b>10 СЕМЕСТР</b>						
2	ЗМ4	T12	Практична робота № 7	0...5	Практична робота № 7	0...5
		T13	Практична робота № 8	0...5	–	–
		T14	Практична робота № 9	0...5	–	–
		T15	Практична робота № 10	0...5	Практична робота № 10	0...5
			МКР 1	0...15	–	–
		T16	–	–	–	–
		T17	Практична робота № 11	0...5	–	–
		T18	–	–	–	–
		T19	Практична робота № 12	0...5	–	–
		T20	–	–	–	–
			МКР 2	0...15	–	–
					Сума	–
Підсумковий контроль		Екзамен		0...40	Екзамен	0...40
			Сума	<b>0...100</b>		<b>0...100</b>

Курсова робота оцінюється в балах:

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист проєкту	Підсумок
до 40	до 20	до 40	до 100

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену та курсової роботи	
		для заліку	для екзамену та курсової роботи
90–100	A	зараховано	відмінно
82–89	B		добре
74–81	C		задовільно
64–73	B		
60–63	E		
35–59	EX	не зараховано	незадовільно з можливістю повторного складання
0–34	P		незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна література

1. Шалапко Д. О. Конспект лекцій з дисципліни «Конструювання та проектування двигунів внутрішнього згоряння» [Текст] : навч. наоч. посібник / Д. О. Шалапко; МОН України, НУК ім. адмірала Макарова. – Миколаїв : Торубара В. В., 2021. – 100 с. (електронний варіант).

2. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підручник / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський, С. Г. Ткаченко. – Миколаїв : Торубара В. В., 2015. – 332 с. (електронний варіант).

3. Woodyard D. Pounder's marine diesel engines and gas turbines. – Butterworth-Heinemann, 2009. 934 p. (електронний варіант).

4. Двигуни внутрішнього згоряння : Серія підручників у 6 томах. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків : Видавн. центр НТУ «ХП», 2004. – 493 с. (електронний варіант).

5. Двигуни внутрішнього згоряння : Серія підручників. Т. 4. Основи САПР ДВЗ / за ред. проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків : Видавн. центр НТУ «ХП», 2004. – 428 с. (електронний варіант).

6. Двигуни внутрішнього згоряння : Серія підручників у 6 томах. Т. 2. Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / за редакцією проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків : Видавн. центр НТУ «ХП», 2004. – 367 с. (електронний варіант).

7. Судовые главные двигатели с электронным управлением / Э. В. Корнилов, А. А. Фока, П. В. Бойко, Э. И. Голофастов. – Одеса : РПП «Експрес-Реклама», 2010. – 224 с. (електронний варіант).

8. Белоусов Е. В. Дизельные двигатели современных морских судов. – Херсон : Видавництво «ХДМА», 2011. – 68 с. (електронний варіант).

9. Шалапко Д. О., Андреев А. А., Свиридов В. І. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Конструювання, моделювання та проектування двигунів внутрішнього згоряння». – Миколаїв : Ілліон, 2015. – 22 с. (електронний варіант).

10. Конструктивні вузли та системи суднових двигунів внутрішнього згоряння : навч. посібник / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський. – Миколаїв : НУК, 2013. – 100 с. (електронний варіант).

### Допоміжна література

11. Танатар Д. Б. Компоновка и расчет. – Л. : Морской транспорт, 1963. – 440 с.

12. Добровольский В. В. Оценка технического уровня проектируемого двигателя: методические указания по курсовому и дипломному проектированию. – Николаев : НКИ, 1985. – 30 с.

13. Добровольский В. В., Лукин А. И. Методические указания по конструированию судовых ДВС : учебное пособие. – Николаев : НКИ, 1986. – 86 с.

14. Добровольский В. В., Лукин А. И. Конструктивные схемы судовых ДВС и их элементов : учебное пособие. – Николаев : НКИ, 1983. – 78 с.

15. Лукин А. И., Добровольский В. В. Конструктивные схемы систем судовых ДВС : учебное пособие. – Николаев : НКИ, 1983. – 56 с.

16. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Конструювання, проектування та моделювання ДВЗ» / В. С. Наливайко, Г. О. Степанов, С. Г. Ткаченко, В. С. Хоменко. – Миколаїв : НУК, 2007. – 84 с.

17. Семенов В. С., Фомин Ю. Я. Расчеты на прочность деталей судовых дизелей : учебное пособие. – М. : В/о «Мортехинформреклама», 1985. – 32 с.

18. Райков И. Я., Рывинский Г. Н. Конструкция автомобильных и тракторных двигателей : учебник. – М. : Высшая школа, 1986. – 352 с.

19. Артамонов М. Д., Морин М. М., Скворцов Г. А. Основы теории и конструирования автотракторных двигателей. Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей : учебник для вузов. – М. : Вышш. школа, 1978. – 133 с.

20. Лукін А. І. Конструкції суднових двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник. – Миколаїв : УДМТУ, 1999. – 54 с.

21. Моделирование процессов в судовых поршневых двигателях и машинах / В. В. Лаханин, О. Н. Лебедев, В. С. Семенов, К. Е. Чуешко. – Л. : Судостроение, 1967. – 271 с.

22. Kuiken K., Diesel engines for ship propulsion and power plants. Part 1. – Onnen, The Netherlands, July 2008. – 509 p.

23. Kuiken K., Diesel engines for ship propulsion and power plants. Part 2. – Onnen, The Netherlands, July 2008. – 442 p. – ISBN 978-90-79104-02-4.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. <https://www.wingd.com/en/>
2. <https://man-es.com/marine>

## Додаток 1

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Суднобудівний факультет Херсонської філії НУК  
Кафедра суднового машинобудування та енергетики

Галузь знань 14 «Електрична інженерія» \_\_\_\_\_  
Спеціальність «Енергетичне машинобудування» \_\_\_\_\_  
Освітньо-професійна програма «Двигуни внутрішнього згоряння» \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри СМЕ  
\_\_\_\_\_ А.А. Андрєв  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_р

### ЗАВДАННЯ

до виконання курсової роботи з дисципліни

«Конструювання та проектування двигунів внутрішнього згоряння»

Здобувач вищої освіти гр. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема: \_\_\_\_\_

Вхідні дані до роботи \_\_\_\_\_

### Зміст роботи

#### *1. Розрахунково-пояснювальна записка*

Вступ

1. Загальний опис двигуна
  - 1.1 Технічна характеристика двигуна
  - 1.2 Опис конструкції двигуна та систем, що його обслуговують
  - 1.3 Вимоги, що висувають до двигунів даного типу
2. Проектування конструкції двигуна
  - 2.1 Визначення основних розмірностей циліндро-поршневої групи
  - 2.2 Визначення розмірів основних вузлів і деталей двигуна
  - 2.3 Обґрунтування вибору матеріалів розрахункових деталей
  - 2.4 Розрахунок міцності елементів двигуна
  - 2.5 Моделювання основних елементів двигуна
3. Індивідуальне науково-дослідне завдання: Аналіз сучасних способів удосконалення конструкції елемента двигуна

Висновок

Перелік використаних джерел

***II. Графічна частина***

1. Поперечний розріз двигуна (формат А\_\_\_)
2. Складальне креслення розрахункового вузла (формат А\_\_\_)
3. Робоче креслення деталі двигуна (формат А\_\_\_)

Виконавець \_\_\_\_\_

Керівник курсової роботи \_\_\_\_\_



**Контрольні питання  
до модульного контролю знань з дисципліни  
«Конструювання та проєктування двигунів  
внутрішнього згоряння»**

**Перелік питань до модуля № 1**

1. Який існує порядок створення ДВЗ?
2. Призначення показників якості.
3. Які двигуни вибирають для порівняння з двигуном, що проєктують?
4. Які вимоги висувають до двигунів?
5. Як складаються типорозмірні ряди двигунів?
6. Як визначається діаметр циліндра двигуна?
7. Як визначається хід поршня для двигунів: малообертових (МОД), середньообертових (СОД) та високообертових (ВОД)?
8. Які показники впливають на компоновку двигуна?
9. Що таке питома потужність та її рівні для двигунів різних поколінь?
10. Які вимоги висуваються до питомої витрати палива двигуна транспортного засобу?
11. Які вимоги висуваються до вагогабаритних показників двигунів транспортних засобів?
12. Які вимоги висуваються до пускових якостей двигунів транспортних засобів?
13. Що таке контроле- й ремонтоздатність ДВЗ?
14. Які вимоги висуваються щодо технологічності та уніфікації двигунів транспортних засобів?
15. За якими параметрами порівнюють двигуни транспортних засобів?
16. Поясніть зміни рівнів середнього ефективного тиску й середньої швидкості поршня за останні 50 років.

17. Що розуміється під поняттям динамічної навантаженості?

18. Які критерії оцінювання навантаженості поршневої групи використовуються при аналізі двигунів транспортних засобів?

19. Наведіть визначення стендової, об'єктової, гальмівної потужностей.

20. Наведіть критерії вагогабаритних характеристик двигунів транспортних засобів.

21. Поясніть технологічність конструкції та зробіть її оцінку стосовно дизелів транспортних засобів.

22. З яких конструктивних вузлів і систем складаються ДВЗ?

23. Деталі остова. Призначення. Конструктивні особливості остова СОД.

24. Деталі остова. Призначення. Конструктивні особливості остова ВОД.

25. Деталі остова. Призначення. Конструктивні особливості остова МОД.

26. Які сили діють на деталі остова?

27. Які з'єднуються між собою деталі остова ВОД, СОД і МОД?

28. Конструктивні особливості фундаментних рам СОД, МОД.

29. Циліндри двигуна. Умови роботи. Конструювання.

30. Конструктивні особливості втулок робочих циліндрів.

31. Наведіть приклади конструктивних схем кришок робочих циліндрів ВОД, СОД, МОД.

32. Наведіть класифікацію блоків ДВЗ.

33. Які вимоги до конструкції блоків циліндрів?

34. Які блоки обираються для двигунів транспортних засобів?

35. Які типи гільз застосовуються для чотири- та двотактних форсованих двигунів транспортних засобів?

36. Наведіть вимоги до матеріалів, обробки, охолодження гільз циліндрів.

37. Які заходи боротьби з кавітацією гільз застосовуються в конструкціях двигунів транспортних засобів?

38. З якого матеріалу виконують гільзи циліндрів?

39. Як розрізняють фундаментні рами за конструктивним виконанням?

40. З якого матеріалу виконують вкладиші рамових підшипників?

41. Які існують типи втулок за конструктивним виконанням?

42. Особливості конструктивних схем кривошипно-шатунного механізму.

43. Призначення та умови роботи деталей шатунної групи. Охарактеризуйте діючі сили.

44. Які конструктивні особливості мають елементи шатунів двигунів різних типів?

45. Наведіть конструктивні схеми колінчастих валів.

46. Охарактеризуйте сили, що діють на колінчасті вали, та виникаючі при цьому деформації.

47. Які існують конструктивні схеми механізму газорозподілу у ВОД, СОД і МОД?

48. Що впливає на вибір конструктивної схеми та складових елементів механізму газорозподілу?

49. Конструкція крейцкопфів МОД; сили, що діють на крейцкопф.

50. Яке призначення та функції поршневої групи?

51. Які умови роботи поршневої групи двигунів транспортних засобів та вимоги до конструкції поршня?

52. Способи охолодження поршня.

53. Як обґрунтувати вибір зовнішньої геометрії корпусу поршня?

54. Які типи кілець використовуються для поршнів форсованих дизелів?

55. Яке призначення та особливості конструкції жарового кільця?

56. Сформулюйте особливості конструкції ущільнювальних поршневих кілець.

57. Охарактеризуйте вібрації ущільнювальних кілець.

58. Які конструктивні особливості маслзбірних кілець?

59. Яке призначення теплозахисних покриттів поршнів форсованих дизелів?

60. Яке призначення й умови роботи шатунів?

61. Які можливі конструктивні варіанти шатунів рядних та V-подібних форсованих дизелів для транспортних засобів?

62. Які вимоги до конструкції колінчастого валу?

63. Охарактеризуйте матеріали та особливості форми колінчастих валів форсованих дизелів.

64. Які конструктивні співвідношення елементів колінчастого валу?

65. Які запаси міцності характеризують надійність колінчастих валів?

66. Які існують конструктивні схеми ПНВТ?

67. Фази паливоподачі. Способи регулювання подачі палива ПНВТ.

68. Паливні форсунки. Вибір схем. Розрахунки.

69. Які системи обслуговують ДВЗ?

70. Наведіть основну арматуру систем ДВЗ.

71. Які з'єднання застосовують у системах ДВЗ?

72. З яких матеріалів виготовляють трубопроводи систем ДВЗ?

73. Яке призначення системи паливоподачі?

74. Які функції контурів низького та високого тиску палива на двигуні?

75. Сформулюйте та обґрунтуйте вимоги до паливних систем двигунів транспортних засобів.

76. Сформулюйте методи дозування циклових подач палива та регулювання кута початку паливоподачі.

77. Які особливості конструювання плунжерних пар?
78. Обґрунтуйте характеристики розпилювання палив для двигунів транспортних засобів.
79. Який вплив мають шкідливі об'єми форсунки на екологію двигуна?
80. Сформулюйте заходи підвищення надійності паливної апаратури форсованих дизелів.
81. Які переваги має насос-форсунка?
82. Які основні функції системи паливоподачі?
83. Що таке акумуляторна система впорскування палива?
84. Яким чином регулюється об'ємна подача палива?
85. Яких типів бувають елементи очищення палива?

### **Перелік питань до модуля №2**

1. Як подають масло до вузлів тертя ДВЗ?
2. Способи подачі масла для охолодження поршнів.
3. Як компонуються порожнини охолодження втулок і кришок робочих циліндрів?
4. Наведіть призначення гравітаційних цистерн ДВЗ.
5. Наведіть особливості двигуна з «сухим картером».
6. Наведіть особливості двигуна з «мокрим картером».
7. Які фізико-хімічні показники масел, що застосовуються для двигунів транспортних засобів?
8. Сформулюйте вимоги до масляної системи.
9. Які засоби очищення масел застосовуються для двигунів транспортних засобів?
10. Сформулюйте принципи вибору центрифуг.
11. Який клапан у системі змащення підтримує заданий тиск масла в ній?
12. Який клапан забезпечує неможливість розриву головної масляної магістралі?
13. За допомогою чого перевіряють рівень масла в піддоні картера двигуна?
14. Які існують типи сепараторів?

15. Назвіть основні складові системи змащення автомобільного двигуна.

16. Якого типу насоси використовують у системі змащення?

17. Яким чином охолоджується масло відповідно до типу двигуна?

18. Які існують типи систем змащення?

19. Де знаходиться запас циркуляційного масла в залежності від типу системи змащення двигуна?

20. Що входить у лубрикаторну систему змащення?

21. Наведіть параметри масла й охолоджувальної води до і після охолоджувача масла.

22. Основні типи систем охолодження відповідно до типу двигуна.

23. Які охолоджувачі використовують у системах охолодження сучасних ДВЗ?

24. Якими робочими середовищами охолоджують ДВЗ та чим це обумовлено?

25. Сформулюйте вимоги до систем охолодження.

26. Які конструктивні особливості відрізняють системи охолодження двигунів транспортних засобів?

27. Сформулюйте способи підвищення кавітаційного запасу ДВЗ.

28. Наведіть, чим охолоджують двигун та його окремі елементи.

29. Наведіть насосне обладнання, що використовується в системах охолодження.

30. Наведіть основи розрахунку охолоджувачів ДВЗ.

31. Як влаштована система охолодження V-подібних двигунів?

32. Опишіть конструкцію охолоджувачів суднових двигунів.

33. З якого матеріалу виготовляють трубопроводи систем охолодження?

34. Описати типи багатоконтурних систем охолодження.
35. Описати схему двоконтурної системи охолодження.
36. Описати схему триконтурної системи охолодження.
37. Що таке термостат і для чого його використовують?
38. Які типи насосів використовують у системах охолодження?
39. Описати конструкцію кожухотрубного охолоджувача.
40. Описати схему охолодження суднового двотактного двигуна.
41. Способи пуску двигунів. Їх особливості.
42. Порівняйте пуск двигуна стиснутим повітрям зі стартерним пуском.
43. Наведіть конструктивні особливості пускових клапанів.
44. Як компонуються елементи системи повітропостачання на двигуні?
45. Особливості роботи системи повітропостачання на перемінних режимах.
46. Із яких умов визначають місткість балонів пускового повітря на суднах?
47. З яких етапів складається процес пуску ДВЗ?
48. Які способи пуску використовуються для двигунів транспортних засобів?
49. Сформулюйте вимоги до регуляторів двигунів транспортних засобів.
50. Які характеристики регулювання треба забезпечити для двигунів транспортних засобів?
51. Які критерії характеризують оптимальність режимів роботи двигунів транспортних засобів?
52. Сформулюйте переваги електронних регуляторів ДВЗ.
53. Описати конструкцію головного пускового клапана дизеля.
54. Описати принцип дії золотникового повітророзподільвача.

55. Описати конструкцію системи стартерного пуску двигуна.
56. Описати конструкцію пускового клапана МОД.
57. Описати конструкцію та тип матеріалів, що використовують у балонах пускового повітря.
58. Описати схему системи пуску сучасних МОД.
59. Описати спосіб пуску двигуна від приводного двигуна.
60. Як регулюється необхідна кількість повітря для пуску двигуна?
61. Як компонується елементи системи газовипуску на двигуні?
62. Які способи газовідведення застосовують на судах?
63. Які компенсатори застосовують на трубопроводах газовипуску?
64. Як визначається товщина ізоляції на трубопроводах газовипуску?
65. Наведіть призначення системи керування та контролю ДВЗ.
66. Які тенденції розвитку ДВЗ були відмічені останнім часом?
67. Конструкція та особливості системи «Альфа-Лубрикатор»?
68. Система подачі палива «Common-rail» двигунів «Wartsila».
69. Принципова відмінність у конструкції двигунів фірми «MAN» серії ME та двигунів фірми «Wartsila» серій RT-flex і W-X.
70. Особливості конструкції нової G-серії двигунів фірми «MAN».
71. Відмінності системи газовипуску в СОД, МОД і ВОД.
72. Описати існуючі системи керування судновим двигуном.
73. Описати гідравлічну систему керування двигуном.



74. Описати електронну систему керування двигуном.
75. Навести розрахунок відхідних трубопроводів системи газовідведення.
76. З яких матеріалів виготовляють елементи системи газовідведення?
77. Що таке імпелер і для чого його використовують?
78. Способи форсування двигуна.
79. Сучасні системи турбонаддуву та їх основні елементи.
80. Описати принцип дії газодизельних двигунів.
81. Основні вимоги до розрахунку системи газовідведення.



***ДЛЯ ЗАДАТОК***



***ДЛЯ ЗАДАТОК***

Навчальне видання

**ШАЛАПКО** Денис Олегович  
**СВИРИДОВ** В'ячеслав Іванович  
**АНДРЕЄВ** Артем Андрійович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання самостійної роботи з дисципліни**  
**«Конструювання та проєктування**  
**двигунів внутрішнього згорання»**

Комп'ютерне верстання *В. В. Москаленко*  
Коректор *О. Є. Вакула*

---

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 3,0. Тираж 100 прим. Вид. № 39. Зам. № 0902-07.  
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025  
E-mail : [publishing@nuos.edu.ua](mailto:publishing@nuos.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.