

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

**В. С. Наливайко, Р. Ю. Авдюнін,
О. В. Дрозд**

СИСТЕМИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

**Методичні вказівки
до самостійної роботи здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння»**

Рекомендовано Методичною радою НУК



2025

УДК 621.431(076)
Н23

Автори:

В. С. Наливайко, канд. техн. наук, професор НУК, професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації НУК;
Р. Ю. Авдюнін, викладач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК;
О. В. Дрозд, канд. техн. наук, доцент, в.о. директора Херсонського навчально-наукового інституту НУК

Рецензент

А. А. Андрєєв, канд. техн. наук, професор НУК, завідувач кафедри суднового машинобудування та енергетики Херсонського навчально-наукового інституту НУК

Рекомендовано Методичною радою НУК

Наливайко В. С.

Н23

Системи двигунів внутрішнього згоряння : методичні вказівки до самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння» / В. С. Наливайко, Р. Ю. Авдюнін, О. В. Дрозд. – Миколаїв : НУК, 2025. – 48 с.

Наведено загальні відомості про дисципліну, зміст лекційних занять, теми практичних занять і лабораторних робіт, контрольні питання до опанування курсу, перелік завдань для самостійної роботи здобувачів вищої освіти, питання організації поточного і підсумкового модульних контролів успішності, а також список рекомендованої літератури.

Призначено для здобувачів вищої освіти Херсонського ННІ НУК денної та заочної форм навчання, що здобувають перший (бакалаврський) освітній рівень та навчаються за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (освітня програма «Двигуни внутрішнього згоряння»).

УДК 621.431(076)

- © В. С. Наливайко, Р. Ю. Авдюнін,
О. В. Дрозд, 2025
- © Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2025

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою «Двигуни внутрішнього згоряння» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти передбачено набуття ними знань у сфері обладнання двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) різного призначення. Завдання, що вирішуються при вивченні дисципліни, передбачають вивчення систем ДВЗ та їх обладнання, а також опанування методиками розрахунку елементів систем ДВЗ.

Базою для вивчення дисципліни «Системи двигунів внутрішнього згоряння» є знання, отримані здобувачами вищої освіти (ЗВО) при вивченні наступних курсів: «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Теплотехнічні вимірювання та прилади», «Газова динаміка та агрегати наддуву».

Програма навчальної дисципліни складена на підставі аналізу необхідних знань, якими повинен володіти фахівець, з урахуванням останніх науково-технічних досягнень у галузі двигунобудування.

Навички, отримані при вивченні дисципліни «Системи двигунів внутрішнього згоряння», ЗВО будуть використувати при виконанні курсових проєктів і робіт зі спеціальних дисциплін та під час розробки випускної бакалаврської роботи.

Ключові слова: двигун внутрішнього згоряння, система, принципова схема, надійність, трубопровід, арматура.

Annotation

The “Internal Combustion Engines” educational program trains students at the first (bachelor's) level of higher education. It provides them with knowledge in the field of internal combustion engine (ICE) equipment for various purposes. The tasks solved in the studied discipline involve studying internal combustion engine systems and their equipment and mastering methods of calculating elements of internal combustion engine systems.

The basis for studying the discipline “Internal Combustion Engines’ Systems” is the knowledge obtained by students of higher education during the study of the following courses: “Higher Mathematics”, “Physics”, “Chemistry”, “Technical Thermodynamics”, “Heat and Mass Transfer”, “Thermomechanical Measurements and Devices”, “Gas Dynamics and Supercharging Units”.

The educational discipline program is compiled based on an analysis of the necessary knowledge that a specialist should possess, considering the latest scientific and technical achievements in engine construction.

The skills acquired during the study of the “Internal combustion engine systems” discipline will be used by higher education students when completing course projects and works in special disciplines and during the development of a final bachelor's thesis.

Keywords: internal combustion engine, system, schematic diagram, reliability, pipeline, fittings.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	2	3	4
Кількість кредитів – 3	галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	<i>Обов'язкові компоненти освітньої програми</i>	
Модулів – 1		Цикл професійної підготовки	
Змістових модулів – 3	спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування» освітня програма: «Двигуни внутрішнього згоряння»	Рік підготовки	
URL-адреса сторінки РПНД: http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/internal-combustion-engines-b.html		2-й*, 3-й**, 4-й	2-й*, 3-й**, 4-й
		Семестр	
		3-й*, 5-й**, 7-й	3-й*, 5-й**, 8-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: «Підвищення надійності систем дизелів різного призначення»		Лекції	
		15 годин	6 годин
		Практичні заняття	
		15 годин	2 години
		Лабораторні роботи	
		15 годин	2 години
Загальна кількість годин – 90		Самостійна робота	
		45 годин	80 годин

Продовження таблиці

1	2	3	4
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –3; самостійної робіт ЗВО – 3	освітній рівень: перший (бакалаврський)	Вид контролю	
		залік	залік, контрольна робота
		Форма контролю	
		комбінована (письмова, тестування)	

Примітки:

* – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом двох років і 10 місяців (вступ на основі ОКР «молодший спеціаліст»);

** – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом трьох років і 10 місяців (вступ на основі ОКР «фаховий молодший бакалавр»).

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи двигунів внутрішнього згоряння» є формування у ЗВО згідно зі Стандартом вищої освіти України, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України № 1136 від 19.10.2018 р., та освітньо-професійною програмою «Двигуни внутрішнього згоряння» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких компетентностей.

Інтегральна компетентність – ІК-1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невідомістю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;

ЗК 8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК 14. Прагнення до збереження навколишнього середовища;

ЗК 17. Здатність оцінювати технічну та економічну доцільність технічних рішень у галузі енергетичного машинобудування.

Спеціальні компетентності:

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування;

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії;

ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності;

ФК 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проєктуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання;

ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проєктування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання;

ФК 6. Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту, комунально-побутового та аграрного секторів економіки;

ФК 8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання і застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів;

ФК 9. Здатність виконувати роботи зі стандартизації, уніфікації та технічної підготовки до сертифікації технічних засобів, систем, процесів, устаткування й матеріалів, організовувати метрологічне забезпечення теплотехнологічних

процесів з використанням типових методів контролю якості продукції у галузі енергетичного машинобудування;

ФК 10. Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів;

ФК 15. Здатність організовувати виробництво двигуна, його основних деталей та систем, уміти розробляти технологічні процеси виробництва основних деталей двигуна, складання двигуна, його агрегатів та апаратів, а також процес монтажу двигунів внутрішнього згоряння.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Теплотехнічні вимірювання та прилади», «Газова динаміка та агрегати наддуву».

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях;

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»;

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи й обладнання відповідно до спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;

ПР 6. Розробляти і проєктувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє

середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проєктування;

ПР 7. Проєктувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі;

ПР 8. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування;

ПР 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки;

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проєктування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень;

ПР 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень;

ПР 14. Застосовувати норми інженерної практики у сфері енергетичного машинобудування.

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні положення про системи ДВЗ. Паливна система

Тема 1. Системи ДВЗ, основні поняття, склад систем та основні вимоги, що висуваються до них.

Джерела інформації: [1] с. 65–75; [3] с. 1–17.

Тема 2. Система паливоподачі. Призначення. Умови роботи. Класифікація систем. Витратний трубопровід високов'язкого палива. Трубопровід охолодження форсунок. Принципові схеми витратного трубопроводу моторного палива. Умови роботи. Особливості. Склад.

Джерела інформації: [1] с. 65–75; [3] с. 52–63; [4] с. 55–71;
[5] с. 46–105; [7] с. 242–284.

Змістовий модуль 2. Системи змащення та охолодження

Тема 3. Система змащення. Призначення. Класифікація систем змащення ДВЗ. Складові елементи. Циркуляційні системи змащення та охолодження елементів ДВЗ. Принципові схеми систем: «мокрый» та «сухий» картер. Особливості. Вибір схеми.

Джерела інформації: [1] с. 75–78; [2] с. 279–281; [4] с. 71–77;
[5] с. 132–148.

Тема 4. Лінійна система змащення ДВЗ. Принципова схема. Особливості. Склад. Способи охолодження маслом елементів двигуна. Гравітаційні системи змащення. Класифікація. Вибір принципової схеми. Конструктивні особливості елементів систем. Розрахунки їх параметрів.

Джерела інформації: [1] с. 75–78; [3] с. 281–289; [4] с. 71–77; [7] с. 355–366.

Тема 5. Система охолодження. Призначення системи охолодження. Класифікація. Охолоджуючі рідини. Принципові схеми системи. Переваги та недоліки рідинних систем охолодження.

Джерела інформації: [1] с. 78–82; [2] с. 555–557; [4] с. 77–80; [5] с. 107–108.

Тема 6. Об'єднані циркуляційні системи охолодження. Принципові схеми. Особливості. Розрахунки параметрів механізмів та обладнання системи. Елементи системи водяного охолодження.

Джерела інформації: [1] с. 78–82; [2] с. 557–563; [4] с. 81–82; [5] с. 112–125.

Змістовий модуль 3. Системи повітропостачання, газовідведення, пуску, керування і контролю

Тема 7. Система повітропостачання. Призначення системи. Класифікація систем. Схеми систем повітропостачання. Розрахунки.

Джерела інформації: [1] с. 82–83; [3] с. 30–40; [4] с. 82–84; [7] с. 285–327.

Тема 8. Система газовідведення. Призначення системи. Класифікація систем. Склад. Принципові схеми системи. Елементи.

Джерела інформації: [1] с. 83–84; [2] с. 569–597; [4] с. 84–86;
[7] с. 339–355.

Тема 9. Система пуску двигунів. Призначення систем. Способи пуску. Умови роботи. Класифікація систем повітряного пуску. Принципові схеми. Особливості пуску ДВЗ різних типів. Електростартерний та пневмостартерний способи пуску та їх схеми. Розрахунки параметрів елементів систем. Системи керування і контролю.

Джерела інформації: [1] с. 84–91; [4] с. 86–93;
[5] с. 150–164, 179–198.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин									
		денна форма навчання					заочна форма навчання				
		у тому числі					усього				
		усього	л.	п.	лаб.	с.р.	усього	л.	п.	лаб.	с.р.
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1											
Змістовий модуль 1. Загальні положення про системи ДВЗ. Паливна система											
Тема 1. Системи ДВЗ, основні поняття, склад систем та основні вимоги, що висуваються до них	9	2	2	–	5	9	1	–	–	8	
Тема 2. Система паливоподачі. Призначення. Умови роботи. Класифікація систем. Витратний трубопровід високого тиску. Трубопровід охолодження форсунок. Принципові схеми витратного трубопроводу моторного палива. Умови роботи. Особливості. Склад	21	2	4	7	8	21	1	1	1	18	
Разом за змістовим модулем 1	30	4	6	7	13	30	2	1	1	26	
Змістовий модуль 2. Системи змащення та охолодження											
Тема 3. Система змащення. Призначення. Класифікація систем змащення ДВЗ. Складові елементи. Циркуляційні системи змащення та охолодження елементів ДВЗ. Принципові схеми систем: «мокрый» та «сухий» картри. Особливості. Вибір схеми	11	2	2	2	5	11	1	1	–	9	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 4. Лінійна система змащення ДВЗ. Принципова схема. Особливості. Склад. Способи охолодження маслом елементів двигуна. Гравітаційні системи змащення. Класифікація. Вибір принципової схеми. Конструктивні особливості елементів систем. Розрахунки їх параметрів	8	1	2	–	5	8	–	–	–	8
Тема 5. Система охолодження. Призначення системи охолодження. Класифікація. Охолоджуючі рідини. Принципові схеми системи. Переваги та недоліки рідинних систем охолодження	11	2	2	2	5	11	1	–	–	10
Тема 6. Об'єднані циркуляційні системи охолодження. Принципові схеми. Особливості. Розрахунки параметрів механізмів та обладнання системи. Елементи системи водяного охолодження	10	1	2	2	5	10	–	–	1	9
Разом за змістовим модулем 2	40	6	8	6	20	40	2	1	1	36
Змістовий модуль 3. Системи повітропостачання, газовідведення, пуску, керування і контролю										
Тема 7. Система повітропостачання. Призначення системи. Класифікація систем. Схеми систем повітропостачання. Розрахунки	6	2	–	–	4	6	1	–	–	5
Тема 8. Система газовідведення. Призначення системи. Класифікація систем. Склад. Принципові схеми системи. Елементи	7	1	–	2	4	7	–	–	–	7

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 9. Система пуску двигунів. Призначення систем. Способи пуску. Умови роботи. Класифікація систем повітряного пуску. Принципові схеми. Особливості пуску ДВЗ різних типів. Електростартерний та пневмостартерний способи пуску та їх схеми. Розрахунки параметрів елементів систем. Системи керування і контролю	7	2	1	–	4	7	1	–	–	6
Разом за змістовим модулем 3	20	5	1	2	12	20	2	–	–	18
Усього	90	15	15	15	45	90	6	2	2	80

Примітки:

- 1) л. – лекції; п. – практичні роботи; лаб. – лабораторні роботи; с.р. – самостійна робота ЗВО;
- 2) для ЗВО заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів у обсягах відповідно до наведеної вище таблиці.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Загальні положення про системи ДВЗ. Паливна система			
1	Аналіз умовних позначень конструктивно-технологічних елементів трубопроводів. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 65–91; [3] с. 1–17	2	–
2	Визначення основних розмірів паливних насосів високого тиску (ПНВТ). <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 65–75; [4] с. 55–71; [5] с. 46–105; [7] с. 242–284	2	1
3	Визначення основних розмірів паливних форсунок. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 65–75; [4] с. 55–71; [5] с. 46–105; [7] с. 242–284	2	–
Змістовий модуль 2. Системи змащення та охолодження			
4	Розрахунок і вибір обладнання системи змащення. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 75–78; [4] с. 71–77; [5] с. 132–148	2	1
5	Розрахунок параметрів шестеренного масляного насоса. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 75–78; [4] с. 71–77; [5] с. 132–148	2	–
6	Розрахунок і вибір обладнання системи охолодження. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 78–82; [4] с. 81–82; [5] с. 112–125	2	–

1	2	3	4
7	Визначення подачі та гідравлічних характеристик відцентрового насоса системи охолодження. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 78–82; [4] с. 81–82; [5] с. 112–125	2	–
Змістовий модуль 3. Системи повітропостачання, газовідведення, пуску, керування і контролю			
8	Розробка принципової схеми системи електростартерного пуску. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 84–91; [4] с. 86–93; [5] с. 150–164, 179–198	1	–
	Усього	15	2

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Загальні положення про системи ДВЗ. Паливна система			
1	Вивчення конструктивних особливостей паливних систем ДВЗ та їх елементів. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 65–75; [4] с. 55–71; [5] с. 46–105; [7] с. 242–284	3	1
2	Визначення кута випередження подачі палива для двигуна 2Ч10,5/13. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 65–75; [4] с. 55–71; [5] с. 46–105; [7] с. 242–284	2	–
3	Вивчення принципу роботи та випробування паливної апаратури з використанням спеціалізованого стенду. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 65–75; [4] с. 55–71; [5] с. 46–105; [7] с. 242–284	2	–
Змістовий модуль 2. Системи змащення та охолодження			
4	Принцип роботи та тарування реле тиску РКС. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 75–78; [4] с. 71–77; [5] с. 132–148	2	–
5	Гідравлічні випробування запірної арматури. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 78–82; [4] с. 81–82; [5] с. 112–125	2	–
6	Ознайомлення з конструкцією та визначення площі поверхні радіатора системи охолодження дизельного двигуна. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 78–82; [4] с. 81–82; [5] с. 112–125	2	1

Продовження таблиці

1	2	3	4
Змістовий модуль 3. Системи повітропостачання, газовідведення, пуску, керування і контролю			
7	Вивчення конструктивних особливостей та тарування дросельних пристроїв трубопроводів. <i>Джерела інформації:</i> [1] с. 83–84; [4] с. 84–96; [7] с. 339–355	2	–
	Усього	15	2

Самостійна робота

До основних форм самостійної роботи ЗВО при вивченні даної дисципліни відносяться:

- самостійне опрацювання окремих розділів дисципліни за допомогою рекомендованих джерел інформації;
- самостійне опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до виконання, оформлення та захисту лабораторних і практичних робіт;
- виконання контрольних робіт (для ЗВО заочної форми навчання);
- підготовка до поточного модульного контролю;
- підготовка до підсумкового модульного контролю (заліку).

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма навчання	заочна форма навчання
1	Підготовка до лекційних занять	до 1 години на 1 лекцію	7	3
2	Підготовка до лабораторних робіт	до 1 години на 1 роботу	7	2
3	Підготовка до практичних робіт	до 1 години на 1 роботу	8	2
4	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – до 15 годин на 1 захід	12	–
5	Підготовка до заліку		11	15
6	Самостійне опрацювання окремих тем	до 2 годин на 1 тему	–	28
7	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	–	30
Разом			45	80

На самостійну роботу виноситься поглиблене вивчення таких питань:

№ з/п	Завдання для самостійної роботи	Джерела інформації
1	2	3
Змістовий модуль 1. Загальні положення про системи ДВЗ. Паливна система		
1	Арматура, елементи трубопроводів	[1] с. 65–91; [3] с. 1–17
2	Регулювання паливної системи високого тиску	[4] с. 55–71; [5] с. 46–105
3	Елементи систем паливоподачі	[3] с. 52–63; [7] с. 242–284
4	Огляд сучасного обладнання для налаштування форсунок і насос-форсунок дизелів	[3] с. 52–63; [7] с. 242–284
5	Огляд сучасного обладнання для налаштування паливних насосів високого тиску	[4] с. 55–71; [5] с. 46–105
Змістовий модуль 2. Системи змащення та охолодження		
6	Обладнання цистерн запасу масла	[2] с. 279–281; [4] с. 71–74
7	Класифікація систем змащення двигунів різних типів та їх порівняльна оцінка	[3] с. 281–289
8	Перспективи удосконалення систем змащення	[4] с. 74–77; [7] с. 355–366
9	Огляд сучасних технологій та матеріалів, які застосовують у системах охолодження двигунів	[1] с. 78–82; [2] с. 555–557
10	Визначення подачі насосів системи охолодження	[4] с. 81–82; [5] с. 112–125
Змістовий модуль 3. Системи повітропостачання, газовідведення, пуску, керування і контролю		
11	Схеми системи повітропостачання з регулюванням тиску і температури наддувного повітря	[3] с. 30–40; [4] с. 82–84; [7] с. 285–327
12	Визначення температурних подовжень трубопроводів системи газовідведення	[2] с. 569–597; [4] с. 84–96; [7] с. 339–355

Продовження таблиці

1	2	3
13	Дослідження змін параметрів відхідних газів під час руху у випускній системі	[2] с. 569–597; [4] с. 84–96; [7] с. 339–355
14	Розрахунки місткості балонів пускового повітря	[4] с. 86–93
15	Огляд сучасних напрямків розвитку автоматичного керування двигунами	[5] с. 150–164, 179–198

Контрольна робота

Опанування навчальної дисципліни ЗВО заочної форми навчання передбачає виконання ними контрольної роботи.

Контрольна робота виконується у години самостійної роботи ЗВО після вивчення відповідного блоку змістових модулів.

Контрольна робота складається з письмових відповідей на три питання, перелік яких наведений у додатку. Нижче надається таблиця з переліком питань для ЗВО відповідно до його номеру в академічній групі.

Питання контрольної роботи

Номер ЗВО у групі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номер питання контрольної роботи															
Змістовий модуль 1	15	6	1	10	3	11	2	4	13	12	14	7	9	8	5
Змістовий модуль 2	4	13	5	14	7	9	8	12	15	6	1	10	3	11	2
Змістовий модуль 3	12	15	6	1	10	3	11	2	4	13	5	14	7	9	8
Номер ЗВО у групі	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Номер питання контрольної роботи															
Змістовий модуль 1	7	9	8	12	15	6	1	10	3	11	2	4	14	5	13
Змістовий модуль 2	13	5	14	7	9	8	12	15	6	1	10	3	11	2	4
Змістовий модуль 3	6	1	10	3	11	2	4	13	5	14	7	9	8	15	12

6. 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:

для всіх видів занять:

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок;
- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусія – обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;
- демонстрування – наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

для лекційних занять:

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- бесіда – питально-відповідний метод, завдання якого – спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень;

для практичних і лабораторних занять:

- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;
- лабораторна робота – вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- виконання та захист практичних і лабораторних робіт;
- поточний модульний контроль;
- виконання та захист контрольної роботи (для ЗВО заочної форми навчання);
- підсумковий контроль (залік).

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Досягнення ЗВО оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю й оцінки заключного заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному та лабораторному заняттях і за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки ЗВО із зазначеної теми (у тому числі самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання модульних контрольних робіт (МКР). Максимальна кількість балів поточного контролю складає **60 балів**. Його результати (поточна успішність) є основною інформацією для проведення заліку.

Підсумковий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді заліку в терміни, встановлені графіком навчального процесу, та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою даної навчальної дисципліни

Максимальна кількість балів заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**.

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 здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Лабораторна робота

Кількість балів	Критерії оцінювання за одну роботу
2	Робота виконана самостійно у встановлений термін. ЗВО виконав завдання у повному обсязі, без помилок. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. Правильно сформульовані висновки. Звіт відповідає встановленим вимогам
1	Робота виконана самостійно з порушенням установлених термінів. ЗВО виконує роботу згідно з методикою, іноді після консультації з науково-педагогічним працівником (НПП). Звіт відповідає встановленим вимогам
0	Робота не виконувалася

Практична робота

Кількість балів	Критерії оцінювання за одну роботу
2	Робота виконана у встановлений термін. ЗВО самостійно визначає тип задачі та раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам
1	Робота виконана з порушенням установлених термінів. ЗВО наводить потрібні формули. Розв'язує задачу, користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках і помилки
0	ЗВО не розв'язує задачі

Контрольна робота (для заочної форми навчання)

Кількість балів	Критерії оцінювання
52	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано й у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у 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
39	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у 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
26	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
13	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 у формі тестування

На кожну з трьох модульних контрольних робіт вино-ситься по 10 тестових завдань. Як тестові завдання вико-ристовується Пакет комплексних контрольних робіт для оці-нювання якості підготовки бакалаврів з дисципліни «Системи двигунів внутрішнього згоряння».

Кількість правильних відповідей	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Виконання лабораторних робіт	7 робіт $\times$ 2 бали = = 14 балів	2 роботи $\times$ 2 бали = = 4 бали
Виконання практичних робіт	8 робіт $\times$ 2 бали = = 16 балів	2 роботи $\times$ 2 бали = = 4 бали
Поточний модульний контроль	3 МКР $\times$ 10 балів = = 30 балів	—
Виконання контрольних робіт	—	1 робота $\times$ 52 бали = = 52 бали
Усього	60	60

Підсумковий контроль у формі заліку

Підсумковий контроль складається з двох частин: теоре-тичної та практичної.

Теоретична частина складається з письмових відповідей на 3 контрольних питання (по одному з кожного змістового модуля). Перелік контрольних питань наведено у додатку.

Письмова відповідь (1 питання – 8 балів)

Бал	Критерії оцінювання
8	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки
6	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
4	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована
2	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовується невірна термінологія
0	ЗВО не дає відповіді

У практичній частині пропонується виконати завдання з розробки принципових схем систем (паливна, змащення, охолодження, повітропостачання) у відповідності до призначення та конструктивних особливостей двигунів різного типу. Розробка систем виконується для двигуна, марка якого вказана у завданні на випускню бакалаврську роботу, затверджену на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики ХННІ НУК.

Практичне завдання

Бал	Критерії оцінювання
16	Завдання виконано у повному обсязі, без помилок. ЗВО виявив всебічне системне та глибоке знання матеріалу; повністю володіє методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вміє використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій
10	Усі пункти завдання виконані повністю, але з помилками. ЗВО належно засвоїв навчальний матеріал дисципліни; володіє необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вміє використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій, допускає окремі незначні помилки
4	Завдання виконано не повністю, з помилками. ЗВО неналежно засвоїв навчальний матеріал дисципліни; не володіє всіма необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; допускає значну кількість помилок
0	Завдання не виконано

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Номер змістового модуля	Номер теми	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
1	2	3	4	5	6
ЗМ 1	T1	Практична робота № 1	0...2	–	–
	T2	Практична робота № 2	0...2	Практична робота № 2	0...2
		Практична робота № 3	0...2	–	–
		Лабораторна робота № 1	0...2	Лабораторна робота № 1	0...2
		Лабораторна робота № 2	0...2	–	–
		Лабораторна робота № 3	0...2	–	–
Поточний контроль		МКР № 1	0...10	–	–
ЗМ 2	T3	Практична робота № 4	0...2	Практична робота № 4	0...2
		Лабораторна робота № 4	0...2	–	–
	T4	Практична робота № 5	0...2	–	–
		Практична робота № 6	0...2	–	–
	T5	Лабораторна робота № 5	0...2	–	–

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6
	Т6	Практична робота № 7	0...2	–	–
		Лабораторна робота № 6	0...2	Лабораторна робота № 6	0...2
Поточний контроль		МКР № 2	0...10	–	–
ЗМЗ	Т7	–	–	–	–
	Т8	Лабораторна робота № 7	0...2	–	–
	Т9	Практична робота № 8	0...2	–	–
Поточний контроль		МКР № 3	0...10	–	–
				Контрольна робота	0...52
Підсумковий контроль		Залік (письмова відповідь, практичне завдання)	0...40	Залік (письмова відповідь, практичне завдання)	0...40
Сума			0...100	–	0...100

9. ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

При вивченні даної дисципліни використовуються такі засоби навчання:

- технічні засоби (мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проєкційна апаратура);
- графічні засоби (схеми, плакати);
- програмне забезпечення (CAD/CAM-системи автоматизованого проєктування/системи автоматизованого виробництва; програмні рішення відкритого доступу; WinGD's General Technical Data (GTD) application provides information to plan the layout of WinGD low-speed engines; MAN CEAS engine calculations);
- бібліотечні фонди (зокрема ресурси віддаленого доступу наукової бібліотеки Національного університету кораблебудування до електронної бібліотечної системи та наукових, науково-метричних баз даних).

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДжЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. **Наливайко, В. С.** Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підручник для студентів ВНЗ / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський, С. Г. Ткаченко. – Миколаїв : Торубара В. В. [вид.], 2015. – 331 с.
2. **Basshuysen, R.** Internal Combustion Engine Handbook. Basics, Components, Systems, and Perspectives. Edited by Richard van Basshuysen and Fred Schäfer, Vieweg Verlag, Wiesbaden, Germany, 2002. – 874 p.
3. **Lino Guzzella, Christopher H.** Onder Introduction to Modeling and Control of Internal Combustion Engine Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004. – 303 p.
4. **Наливайко, В. С.** Конструктивні вузли та системи суднових двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський. – Миколаїв : НУК, 2013. – 100 с.
5. **Тимченко, І. І.** Системи ДВЗ : навчальний посібник / за заг. редакцією проф. І. І. Тимченка. – Харків : ХНАДУ, 2007. – 204 с.
6. **Дьяченко, В. Г.** Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія : підручник / В. Г. Дьяченко ; за ред. А. П. Марченка. – Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – 488 с.

Допоміжна література

7. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / за ред. проф. А. П. Марченка,

засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків : Вид. центр НТУ «ХПІ», 2004. – 489 с.

8. **Горбов, В. М.** Енергетичні палива : навчальний посібник / В. М. Горбов. – Миколаїв : УДМТУ, 2004. – 325 с.

9. **Наливайко, В. С.** Системи ДВЗ : методичні вказівки до виконання курсового проекту / В. С. Наливайко, Г. О. Степанов, С. Г. Ткаченко. – Миколаїв : НУК, 2005. – 68 с.

10. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 264 с.

11. **Степанов, Г. О.** Системи ДВЗ : методичні вказівки до виконання практичних занять / Г. О. Степанов. – Херсон : ХФ НУК, 2008. – 52 с.

12. **Бороденко, Ю. М.** Проектування та розрахунок систем електростартерного пуску ДВЗ : навч.-метод. посіб. / Ю. М. Бороденко, С. А. Серіков, О. А. Дзюбенко; Харк. нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Х. : ХНАДУ, 2008. – 149 с.

13. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні). Принцип роботи та особливості будови : навч. посібник / Ю. Ф. Гутаревич, Л. П. Мержиєвська, О. В. Сирота, Д. М. Трифонов. – К. : НТУ, 2014. – 240 с.

14. **Willard, W.** Pulkrabek Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine. Prentice Hall, Upper Sadle River, new Jersey. – 426 p.

15. **George, W.** Casey, JR Marine Engineman's Handbook. Headquarters department of the army. Washington, D.C., 2009. – 478 p.

Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування: <http://lib.nuos.edu.ua/> (інструкції з доступу):

1.1 Підручники, навчальні посібники:

- видавництво «Олді+»: <http://ebooks.oldiplus.ua/> (за IP-адресами НУК, ХФ НУК);

- видавництво Bentham Science на платформі Edanz: <https://www.edanz.com/>
- 1.2 Міжнародні наукові та науково-метричні бази:
- Access Global News Bank 2021: <https://infoweb.newsbank.com/apps/news/easy-search?p=AWGLNB>
 - Elsevier: <https://www.elsevier.com/>
 - Web of Science: <http://webofknowledge.com>
 - EBSCOhost: <http://search.ebscohost.com>
 - Springer: <https://link.springer.com/>
2. WorldScientificOpen is in full compliance with the latest open access mandates so authors can ensure their research is freely available online, freely redistributed and reused: <http://www.worldscientific.com/>
 3. Сайт Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова: <http://www.nuos.edu.ua/>
 4. Репозитарій НУК: <http://eir.nuos.edu.ua/xmlui/>
 5. Конференції НУК: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/>
 6. Сайт ХННІ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua/>
 7. Сайт НТУ ХПІ: <http://www.kpi.kharkov.ua/>
 8. Репозитарій НТУ ХПІ: <https://repository.kpi.kharkov.ua/>

Морські класифікаційні товариства:

9. Класифікаційне товариство Регістр судноплавства України (каталог видань): <http://shipregister.ua/books/index.html>
10. Lloyds Register of Shipping: <http://www.lr.org/en/>
11. China Classification Society: <http://www.ccs.org.cn/ccswz/>
12. Germanischer Lloyd: <https://www.dnvg1.de/>
13. Polski Rejestr Stratkow – Polish Register of Shipping: <https://www.prs.pl/>
14. Міжнародна морська організація (International Maritime Organization): <http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>
15. National Marine Manufacturers Association (NMMA): <https://www.nmma.org/>

Провідні двигунобудівні фірми:

16. Society of Automotive Engineers (SAE): <http://www.sae.org/>
17. Сайт Wärtsilä: <https://www.wartsila.com/>
18. Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology:
<https://www.wartsila.com/encyclopedia>
19. General Technical Data is an engine simulation tool:
<https://www.wingd.com/en/media/general-technical-data/>
20. Сайт MAN Diesel: <https://www.man-es.com/>
21. MAN Two-stroke project guides:
<https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/project-guides/two-stroke>
22. CEAS engine calculations: <https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/ceas-engine-calculations>
23. Сайт Caterpillar: <http://www.caterpillar.com/ru.html>
24. Сайт Mitsubishi: <http://www.mhi.co.jp/>
25. Сайт Akasaka Diesels Ltd: <http://www.akasaka-diesel.jp/en/>
26. Сайт Daihatsu Diesel: <http://www.dhtd.co.jp/ja/index.html>
27. Сайт Niigata: <http://www.niigata-power.com/english/index.html>
28. Сайт Hyundai: <http://www.hyundai-engine.com/>

Питання до модульного контролю

Змістовий модуль 1. Загальні положення про системи ДВЗ. Паливна система

1. Які основні вимоги висувають до систем, що обслуговують суднові двигуни?
2. Класифікація трубопроводів ДВЗ за функціональним призначенням.
3. Класифікація систем ДВЗ.
4. Класифікація арматури систем ДВЗ.
5. Вимоги, що висувають до арматури систем ДВЗ.
6. Елементи трубопроводів ДВЗ.
7. Які функції виконує паливна система?
8. Призначення паливної системи низького тиску.
9. Привести класифікацію паливних систем високого тиску.
10. Схема паливної системи низького тиску.
11. Основні способи та засоби паливopідготовки.
12. Паливна система високого тиску.
13. Паливні клапанні насоси високого тиску.
14. Паливні золотникові насоси високого тиску.
15. Форсунки і способи їх охолодження.
16. Регулювання паливної системи. Методи.
17. Паливopідготовка. Призначення. Методи.
18. Теплова обробка палива.
19. Гомогенізація палива.
20. Відстоювання палива.
21. Фільтрація і сепарування палива.
22. Хімічна обробка і сепарування палива.
23. Призначення системи паливopодачі та її функції.
24. Станції приймання та видавання палива.

25. Паливні цистерни основного та аварійного запасів.
26. Витратні, відстійні та переливні цистерни системи палива.
27. Пояснити будову ПНВТ клапанного та золотникового типів.
28. Які переваги дає застосування насос-форсунки?
29. Визначення основних розмірів форсунки.
30. Визначення основних розмірів d_n і h_n паливних поршневих насосів.

Змістовий модуль 2. Системи змащення та охолодження

1. Призначення масляної системи.
2. Класифікація масляних систем.
3. У чому сутність лубрикаторної системи змащення?
4. Система перекачування і сепарування масла.
5. Обладнання цистерн запасу масла.
6. Очищення масла. Методи.
7. Очищення масла фільтрами.
8. Схема циркуляційної системи змащення.
9. У чому особливість системи змащення з «мокрим» картром? Наведіть схему.
10. Елементи системи змащення.
11. Насоси змащення і лубрикатори. Особливості роботи альфа-лубрикаторів фірми «MAN».
12. Масляні фільтри. Типи.
13. Охолодження масла.
14. Масляні цистерни.
15. Розрахунки фільтруючих елементів.
16. Розрахунки охолоджувачів масла.
17. Визначення основних розмірів шестеренчастого масляного насоса.
18. Вивчення основних параметрів системи змащення.
19. Розрахунки мінімальної товщини масляного шару в підшипниках.

20. Призначення системи водяного охолодження ДВЗ.
21. Вимоги класифікаційних товариств до системи охолодження суднових ДВЗ.
22. Класифікація систем охолодження.
23. Необхідність застосування центральної системи охолодження.
24. Рециркуляція забортної води. Призначення.
25. Матеріали труб і арматури трубопроводів системи охолодження.
26. Основні елементи системи охолодження забортною водою.
27. Способи прийняття забортної води у систему охолодження.
28. Схема системи прісної води та умовні позначення її елементів.
29. Розрахунки водяних охолоджувачів.
30. Розрахунки потужності насосів системи охолодження.
31. Визначення подачі насосів системи охолодження.
32. Корозійні та ерозійні процеси у зарубашковому просторі циліндра ДВЗ.
33. Використання цинкових протекторів у системах охолодження ДВЗ.

Змістовий модуль 3. Системи повітропостачання, газовідведення, пуску, керування і контролю

1. Призначення системи повітропостачання.
2. Класифікація систем повітропостачання.
3. Схеми системи повітропостачання з регулюванням тиску і температури наддувного повітря.
4. Схема компоновки системи повітропостачання.
5. Способи охолодження повітря в системах повітропостачання.
6. Розрахунки ізоляції трубопроводів системи газовідведення.

7. Призначення системи газовідведення.
8. Основні елементи системи газовідведення та пояснити їх призначення.
9. Гідравлічні втрати у системі газовідведення. Розрахунки.
10. Визначення температурних подовжень трубопроводів системи газовідведення.
11. Витрати повітря для згоряння палива.
12. Призначення системи пуску.
13. Класифікація систем пуску.
14. Які вимоги класифікаційних товариств до систем пуску судових ДВЗ?
15. Принципова схема системи пускового повітря.
16. Конструктивні особливості балонів для зберігання стиснутого повітря.
17. Засоби розкручування двигунів при їх пусках.
18. Розрахунки місткості балонів пускового повітря.
19. Визначення міцності стінки балонів пускового повітря.
20. Гідравлічні випробування балонів та запобіжної арматури системи пускового повітря.
21. Особливості пуску двигунів різних типів.
22. Призначення та принцип роботи плавкої вставки на балонах пускового повітря.
23. Принцип роботи механічного та клапанного повітророзподілювачів у системі пуску ДВЗ.
24. Призначення перепуску пускового повітря в пускових балонах.
25. Поясніть роботу пневматично-керованого пускового клапана.
26. Призначення системи регулювання.
27. Призначення системи електронного керування двигунами.
28. Параметри повітря в системі керування і контролю ДВЗ.
29. Особливості забезпечення стартерного пуску ДВЗ різного призначення.
30. Які основні переваги електронного керування паливоподачею та газовипуском?

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	10
4. Очікувані результати навчання.....	10
5. Програма навчальної дисципліни.....	12
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	26
7. Форми поточного та підсумкового контролю	28
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	34
9. Засоби навчання.....	36
10. Рекомендовані джерела інформації.....	37
<i>Додаток. Питання до модульного контролю.....</i>	<i>41</i>

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Навчальне видання

НАЛИВАЙКО Василь Степанович
АВДЮНІН Роман Юрійович
ДРОЗД Оксана Володимирівна

**СИСТЕМИ
ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**Методичні вказівки
до самостійної роботи здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння»**

Комп'ютерне верстання *Н. М. Ковальчук*
Коректор *О. Є. Вакула*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,79. Тираж 100 прим. Вид. № 7. Зам. № 3101-07.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.