

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

ТКАЧЕНКО С. Г.
АВДІЮНІН Р. Ю.
ХОМЕНКО В. С.
МИСЬКО В. О.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи
з дисципліни «Теорія робочих процесів
двигунів внутрішнього згоряння»

для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
(спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння»)
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв
Видавець Торубара В. В.
2017

УДК 621.431.7.001.26:629.5.03(076)
ББК 39.455.5-016я81
М54

Автори: С. Г. Ткаченко, к. т. н., доцент;
Р. Ю. Авдюнін, викладач;
В. С. Хоменко, викладач;
В. О. Мисько, старший викладач

Рецензент: В. С. Наливайко, к. т. н., професор кафедри двигунів
внутрішнього згоряння Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теорія робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння» для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» (спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння») денної та заочної форм навчання / С. Г. Ткаченко, Р. Ю. Авдюнін, В. С. Хоменко, В. О. Мисько. — Миколаїв : видавець Торубара В. В., 2017. — 46 с.

У методичних вказівках наведено загальні відомості про дисципліну, зміст лекційних занять з посиланнями на рекомендовану літературу, теми практичних занять, самостійну та науково-дослідну роботу з орієнтовним переліком тематики цих робіт, контрольних питань, перелік завдань для самостійної роботи студентів, поточний і підсумковий модульний контроль успішності, а також список рекомендованої літератури.

Призначені для студентів Херсонської філії НУК денної та заочної форм навчання, що здобувають другий (магістерський) освітньо-професійний рівень та навчаються за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння»).

УДК 621.431.7.001.26:629.5.03(076)
ББК 39.455.5-016я81

© Ткаченко С. Г., Авдюнін Р. Ю., Хоменко В. С., Мисько В. О., 2017

Н а в ч а л ь н е в и д а н н я

ТКАЧЕНКО Станіслав Григорович
АВДЮНІН Роман Юрійович
ХОМЕНКО Вікторія Станіславівна
МИСЬКО В'ячеслав Олександрович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи з дисципліни
«Теорія робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння»

для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
(спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння»)
денної та заочної форм навчання

Комп'ютерне складання та верстання В. В. Торубара
Коректор О. С. Торубара

Формат 60×84^{1/16}. Умов. друк. арк. 3,7. Тираж 100 пр. Зам. № 19/17.

Видавець та виготовлювач Торубара В. В.
вул. Наваринська, 5–17, м. Миколаїв, 54001, тел.: (067) 800-70-70
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4626 від 9.10.2013

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів — 8	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	Цикл професійної підготовки	
Модулів — 3	Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»	Рік підготовки	
Змістових модулів — 7		5-й	5, 6-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: «Розробка та складання математичної моделі узагальненого робочого процесу ДВЗ»	Спеціалізація: «Двигуни внутрішнього згоряння»	Семестри	
Загальна кількість годин — 120		9-й, 10-й	10-й, 11-й
Тижневих годин для денної форми навчання: 9-й семестр: аудиторних — 1; самостійної роботи студента — 4; 10-й семестр: аудиторних — 3; самостійної роботи студента — 8	Освітньо-професійний рівень: (другий) магістерський	Лекції	
		9-й семестр — 15 годин 10-й семестр — 15 годин	10-й семестр — 8 годин 11-й семестр — 8 годин
		Практичні заняття	
		10-й семестр — 15 годин	11-й семестр — 8 годин
		Самостійна робота	
		9-й семестр — 60 годин 10-й семестр — 120 годин	10-й семестр — 67 годин 11-й семестр — 141 годин
		Види контролю	
		9-й семестр — залік; 10-й семестр — КП, екзамен	10-й семестр — залік; 11-й семестр — КП, екзамен

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| – для денної форми навчання: | – для заочної форми навчання: |
| 9-й семестр — 0,25:1; | 10-й семестр — 0,119:1; |
| 10-й семестр — 0,375:1; | 11-й семестр — 0,170:1. |

2 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета вивчення дисципліни полягає у поглибленому вивченні теорії робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) на основі математичних моделей робочих процесів турбопоршневого двигуна.

2.2 Завдання вивчення дисципліни — надати студентам навички розробки математичних моделей окремих процесів при дослідженні різних типів двигунів внутрішнього згоряння.

2.3 Після оволодіння дисципліною студент повинен:

знати:

- основи теорії робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння;
- основи розробки розрахункових схем кожного з процесів, що формують загальний робочий процес турбопоршневого двигуна;
- фізичну суть робочих процесів, які відбуваються в сучасних транспортних ДВЗ;
- методики розрахунку індикаторних показників та параметрів роботи двигуна;
- методи формування алгоритмів вирішення актуальних науково-технічних проблем, пов'язаних з покращенням основних показників роботи двигуна;

вміти:

- виконувати розрахунки процесів: повітропостачання до наддувного колектору; наповнення циліндра, стиснення, сумішоутворення, згоряння, розширення робочого тіла, випуску газів із циліндра та процесів газовідводу із випускного колектору двигуна;
- пов'язувати процеси в ДВЗ, включаючи процеси, що проходять у компресорі та газовій турбіні турбонагнітача;
- проводити дослідження впливу певних параметрів робочого тіла на підвищення індикаторного ККД, а також особливостей конструкції окремих деталей та вузлів двигуна;
- створювати математичні моделі за кожним із розглянутих процесів повного робочого циклу турбопоршневого двигуна;
- проводити дослідження зміни параметрів робочого тіла на основі моделі відокремленого індикаторного циклу;

- проводити оптимізацію індикаторного циклу, використовуючи математичне моделювання;
- самостійно вивчати і розуміти спеціальну (галузеву) наукову і методичну літературу, пов'язану з проблемами сучасних теплових двигунів;
- формулювати і вирішувати завдання, що виникають в ході виконання науково-дослідних робіт;
- вибирати необхідні методи дослідження (модифікувати існуючі, розробляти нові методи), виходячи із завдань конкретного дослідження;
- обробляти отримані результати, аналізувати і представляти їх у вигляді закінчених науково-дослідних розробок (звіту з науково-дослідної роботи, тез доповідей, наукової статті, курсової роботи тощо);

мати уяву:

- про вплив на ефективність роботи двигуна основних показників робочого тіла, особливостей конструкції ДВЗ, базуючись на результатах наукових досліджень із покращення еколого-економічної роботи різних типів ДВЗ;
- про формування основної проблематики науково-дослідних робіт у рамках навчальної дисципліни;
- про науково-технічну проблематику галузі в цілому.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Розрахункове дослідження процесів повітропостачання, проходження відокремленого індикаторного циклу, сумішоутворення для різних типів ДВЗ

Змістовий модуль 1. Створення математичної моделі повітропостачання до циліндра двигуна

Тема 1. Розробка розрахункової схеми процесу проходження повітря від вхідної частини компресора до робочого циліндра двигуна (від параметрів P_o та T_o до параметрів у продувному колекторі P_k , T_k). Створення комп'ютерної програми «Процес стиснення в компресорній частині турбопоршневих ДВЗ».

Джерела інформації: [1–4, 12].

Тема 2. Розробка розрахункової схеми процесу наповнення циліндра до початкових параметрів перед початком стиснення P_a , T_a . Створення комп'ютерної програми «Гідравлічний опір впускного тракту».

Джерела інформації: [1–4, 7, 12].

Змістовий модуль 2. Складання математичної моделі відокремленого індикаторного циклу

Тема 3. Теоретичні основи, на яких ґрунтується створення розрахунку індикаторного циклу. Розробка структурно-логічної схеми розрахунку на основі збереження балансу енергії.

Джерела інформації: [1–4, 8, 12].

Тема 4. Складання програми на основі розробленої структурно-логічної схеми розрахунку. Створення комп'ютерної програми розрахунку «Індикаторний процес».

Джерела інформації: [1–4, 8, 12].

Змістовий модуль 3. Складання математичної моделі найбільш поширених процесів сумішоутворення в ДВЗ

Тема 5. Аналіз існуючих способів сумішоутворення для різних камер стиснення. Створення розрахункових схем процесу сумішоутворення для різних форм камер згоряння ДВЗ.

Джерела інформації: [1–4, 12].

Тема 6. Створення комп'ютерної програми для розрахунку процесів сумішоутворення.

Джерела інформації: [1–4, 12].

Змістовий модуль 4. Математичне моделювання процесу згоряння палива для різних камер стиснення ДВЗ

Тема 7. Поняття про однозонні, двозонні та багатозонні моделі згоряння ДВЗ. Розробка розрахункової схеми для процесу згоряння палива. Складання розрахункової схеми згоряння для найбільш поширених камер згоряння ДВЗ.

Джерела інформації: [1–3, 5, 12].

Тема 8. Особливості однозонних, двозонних і багатозонних моделей процесу згоряння палива. Розробка комп'ютерної моделі програми для різних умов згоряння палива в циліндрі ДВЗ (для однозонної моделі).

Джерела інформації: [1–3, 8, 12].

Модуль 2. Розрахункове дослідження процесу згорання палива для різних типів ДВЗ, теплопередачі через стінки циліндра, випуску відпрацьованих газів і моделювання узагальненого робочого процесу в турбопоршневих двигунах

Змістовий модуль 5. Теплопередача через стінки циліндра для різних типів ДВЗ

Тема 9. Аналіз теплових втрат при різних умовах передачі теплоти від газів до охолоджуючої рідини. Складання розрахункової схеми процесу теплопередачі для двигунів різного типу.

Джерела інформації: [1, 2, 5, 8, 12].

Тема 10. Створення комп'ютерної програми для визначення теплових втрат із циліндра ДВЗ при різних конструкціях системи охолодження циліндру (за допомогою циліндричної порожнини охолодження; за рахунок каналів у верхній частині втулки; шляхом встановлення частково винесених втулок за межі блоку).

Джерела інформації: [1, 2, 5, 8, 12].

Змістовий модуль 6. Процес випуску відпрацьованих газів, визначення їх параметрів після газової турбіни

Тема 11. Вплив конструкції газовипускної системи двигуна на процес випуску відпрацьованих газів. Складання розрахункової схеми випуску газів та створення комп'ютерної програми для визначення основних параметрів газів у випускному газоході.

Джерела інформації: [1, 2, 7, 10, 12].

Тема 12. Складання комп'ютерної програми для розрахунків процесів випуску газів із циліндра.

Джерела інформації: [1, 2, 7, 10, 12].

Змістовий модуль 7. Моделювання робочого процесу як узагальненого турбопоршневих двигунів. Основні передумови створення. Загальні положення

Тема 13. Розробка структурно-логічної схеми узагальненого робочого процесу турбопоршневих ДВЗ.

Джерела інформації: [1, 2, 12].

Тема 14. Розробка комп'ютерної програми для узагальненого робочого процесу турбопоршневого ДВЗ.

Джерела інформації: [1, 2, 12].

Тема 15. Фактори, що впливають на утворення токсичних речовин у вихідних газах ДВЗ. Основи розрахунку вмісту токсичних речовин у вихідних газах різних типів двигунів. Використання комп'ютерного моделювання при розрахунках NO_x на прикладі моделі узагальненого робочого процесу ДВЗ.

Джерела інформації: [1, 2, 7–9].

Модуль 3. Курсовий проект

1. Аналіз літературних джерел та технічної документації відповідно теми курсового проекту.

Джерела інформації: [Інформаційні ресурси: 8–16].

2. Стислий опис двигуна внутрішнього згоряння. Діаметр і хід поршня. Форма камери згоряння. Конструкція остову двигуна (розміри втулки циліндра та її конструктивні особливості).

Джерела інформації: [Інформаційні ресурси: 8–16].

3. Вибір та обґрунтування вихідних даних для попереднього розрахунку робочого циклу за допомогою метода Грінєвського–Мазінга.

Джерела інформації: [Інформаційні ресурси: 8–16].

4. Розрахунок робочого процесу за методом Грінєвського–Мазінга.

Джерела інформації: [1, 4].

5. Вибір та обґрунтування вихідних даних для моделювання відокремленого індикаторного циклу двигуна.

Джерела інформації: [1, 4, 12].

6. Проведення моделювання з метою визначення оптимальних параметрів роботи двигуна згідно вказівки керівника проекту

Джерела інформації: [1, 4, 12].

7. Аналіз отриманих результатів розрахунку.

Джерела інформації: [1, 4, 12].

8. Порівняння отриманих результатів розрахунку з даними двигунобудівних фірм. Оцінка можливості корегування та оптимізації запропонованих способів розрахунку циклу ДВЗ.

Джерела інформації: [Інформаційні ресурси: 8–16].

9. Побудова креслень згідно отриманих результатів при моделюванні.

Джерела інформації: [Інформаційні ресурси: 8–16].

10. Оформлення пояснювальної записки.

11. Оформлення курсового проекту в цілому відповідно нормам ЄСКД. Його захист перед комісією.

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма					заочна форма							
	усього	у тому числі		усього		л.	пр.	лаб.	с.р.	л.	пр.	лаб.	с.р.
		л.	пр.	лаб.	с.р.								
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	10-й семестр		
	9-й семестр												
МОДУЛЬ 1. РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПОВІТРОПОСТАЧАННЯ, ПРОХОДЖЕННЯ ВІДОКРЕМЛЕНОГО ІНДИКАТОРНОГО ЦИКЛУ, СУМІШУВТВОРЕННЯ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ДВЗ													
Змістовий модуль 1. Створення математичної моделі повітропостачання до циліндра двигуна													
Тема 1. Розробка розрахункової схеми процесу проходження повітря від входної частини компресора до робочого циліндра двигуна (від параметрів P_0 та T_0 до параметрів у продувному колекторі P_e, T_e). Створення комп'ютерної програми «Процес стиснення в компресорній частині турбопоршневих ДВЗ»	9	2	-	-	7	9	1	-	-	-	8		
Тема 2. Розробка розрахункової схеми процесу наповнення циліндра до початкових параметрів перед початком стиснення P_e, T_e . Створення комп'ютерної програми «Гідравлічний опір впускного тракту» для процесу	10	2	-	-	8	10	1	-	-	-	9		
Разом за змістовим модулем 1	19	4	-	-	15	19	2	-	-	-	17		
Змістовий модуль 2. Складання математичної моделі відокремленого індикаторного циклу													
Тема 3. Теоретичні основи, на яких ґрунтується створення розрахунку індикаторного циклу. Розробка структурно-логічної схеми розрахунку на основі збереження балансу енергії	9	2	-	-	7	9	1	-	-	-	8		
Тема 4. Складання програми на основі розробленої структурно-логічної схеми розрахунку. Створення комп'ютерної програми розрахунку «Індикаторний процес»	10	2	-	-	8	10	1	-	-	-	9		
Разом за змістовим модулем 2	19	4	-	-	15	19	2	-	-	-	17		

<i>l</i>	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
	10-й семестр									
	11-й семестр									
Змістовий модуль 3. Складання математичної моделі найбільш поширених процесів сумішоутворення для ДВЗ										
Тема 5. Аналіз існуючих способів сумішоутворення для різних камер стиснення. Створення розрахункових схем процесу сумішоутворення для різних форм камер згоряння ДВЗ	9	2	-	-	7	9	1	-	-	8
Тема 6. Створення комп'ютерної програми для розрахунку процесів сумішоутворення	10	2	-	-	8	10	1	-	-	9
Разом за змістовим модулем 3	19	4	-	-	15	19	2	-	-	17
Змістовий модуль 4. Математичне моделювання процесу згоряння палива для різних камер стиснення ДВЗ										
Тема 7. Поняття про однозонні, двозонні та багатозонні моделі згоряння ДВЗ. Розробка розрахункової схеми для процесу згоряння палива. Складання розрахункової схеми згоряння для найбільш поширених камер згоряння ДВЗ	9	2	-	-	7	9	1	-	-	8
Тема 8. Особливості однозонних, двозонних і багатозонних моделей процесу згоряння палива. Розробка комп'ютерної моделі програми для різних умов згоряння палива в циліндрі ДВЗ (для однозонної моделі)	9	1	-	-	8	9	1	-	-	8
Разом за змістовим модулем 4	18	3	-	-	15	18	2	-	-	16
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 1	75	15	-	-	60	75	8	-	-	67
МОДУЛЬ 2. РОЗРАХУНКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ДВЗ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ЧЕРЕЗ СТІНКИ ЦИЛІНДРА, ВИПУСКУ ВІДРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ І МОДЕЛЮВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ В ТУРБОПОРШНЕВИХ ДВИГУНАХ										
Змістовий модуль 5. Теплопередача через стінки циліндра для різних типів ДВЗ										
Тема 9. Аналіз теплових втраг при різних умовах передачі теплоти від газів до охолоджуючої рідини. Складання розрахункової схеми процесу теплопередачі для двигунів різного типу	7	2	-	-	5	7	1	-	-	6

<i>1</i>	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Тема 10. Створення комп'ютерної програми для визначення теплових втрат із циліндра ДВЗ при різних конструкціях системи охолодження циліндру (за допомогою циліндричної порожнини охолодження; за рахунок каналів у верхній частині втулки; шляхом встановлення частково винесених втулок за межі блоку)	8	2	2	2	2	8	2	2	2	2
Разом за змістовим модулем 5	15	4	2	2	7	15	3	2	2	8
Змістовий модуль 6. Процес випуску відпрацьованих газів, визначення їх параметрів після газової турбіни										
Тема 11. Вплив конструкції газовипускної системи двигуна на процес випуску відпрацьованих газів. Складання розрахункової схеми випуску газів та створення комп'ютерної програми для визначення основних параметрів газів у випускному газоході	8	2	2	2	2	8	1	2	2	3
Тема 12. Складання комп'ютерної програми для розрахунків процесів випуску газів із циліндра	8	2	2	2	2	8	1	1	1	5
Разом за змістовим модулем 6	16	4	4	4	4	16	2	3	3	8
Змістовий модуль 7. Моделювання робочого процесу як узагальненого турбопоршневих двигунів. Основні передумови створення. Загальні положення										
Тема 13. Розробка структурно-логічної схеми узагальненого робочого процесу турбопоршневих ДВЗ	8	2	2	2	2	8	1	1	1	5
Тема 14. Розробка комп'ютерної програми для узагальненого робочого процесу турбопоршневого ДВЗ	9	2	4	3	–	9	1	1	1	6
Тема 15. Фактори, що впливають на утворення токсичних речовин у випускних газах ДВЗ. Основи розрахунку вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах різних типів двигунів. Використання комп'ютерного моделювання при розрахунках NO_x на прикладі моделі узагальненого робочого процесу ДВЗ	12	3	3	4	2	12	1	1	1	9
Разом за змістовим модулем 7	29	7	9	9	4	29	3	3	3	20
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 2	60	15	15	15	15	60	8	8	8	36

1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	
											10-й семестр
МОДУЛЬ 3. КУРСОВИЙ ПРОЕКТ											
1. Аналіз літературних джерел та технічної документації відповідно теми курсового проекту	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
2. Стислий опис двигуна внутрішнього згоряння. Діаметр і хід поршня. Форма камери згоряння. Конструкція остову двигуна (розміри втулки циліндра та її конструктивні особливості)	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
3. Вибір та обґрунтування вихідних даних для попереднього розрахунку робочого циклу за допомогою метода Гріневецького –Мазінга	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
4. Розрахунок робочого процесу за методом Гріневецького –Мазінга	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
5. Вибір та обґрунтування вихідних даних для моделювання відокремленого індикаторного циклу двигуна	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
6. Проведення моделювання з метою визначення оптимальних параметрів роботи двигуна згідно вказівки керівника проекту	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
7. Аналіз отриманих результатів розрахунку	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
8. Порівняння отриманих результатів розрахунку с даними двигунобудівних фірм. Оцінка можливості корегування та оптимізації запропонованих способів розрахунку циклу ДВЗ	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	
9. Побудова креслень згідно отриманих результатів при моделюванні	5	-	-	-	5	5	-	-	-	5	

<i>1</i>	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
10. Оформлення пояснювальної записки	5	—	—	—	5	5	—	—	—	5
11. Оформлення курсового проекту в цілому відповідно нормам ЄСКД. Його захист перед комісією	5	—	—	—	5	5	—	—	—	5
РАЗОМ ЗА МОДУЛЕМ 3	60	—	—	—	60	60	—	—	—	60
Науково-дослідна робота (НДР)	45	—	—	—	45	45	—	—	—	45
Усього	240	30	15	15	180	240	16	8	8	208

Примітки:

1) л. — лекції; п.р. — практичні заняття; с.р. — самостійна робота студента; лаб. — лабораторні роботи;

2) для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до вищенаведеної таблиці.

5 ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
<i>Модуль 2. Розрахункове дослідження процесу згоряння палива для різних типів ДВЗ, теплопередачі через стінки циліндра, випуску відпрацьованих газів і моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах</i>			
Змістовий модуль 5. Теплопередача через стінки циліндра для різних типів ДВЗ			
1	Створення комп'ютерної програми для визначення теплових втрат із циліндра ДВЗ при різних конструкціях системи охолодження. Джерела інформації: [1, 4, 5, 12, 13]	2	2
Змістовий модуль 6. Процес випуску відпрацьованих газів, визначення їх параметрів після газової турбіни			
2	Визначення температури і тиску газів перед турбіною. Визначення потужності газової турбіни. Джерела інформації: [1, 4, 5, 13]	2	2
3	Складання комп'ютерної програми для розрахунків процесів випуску газів із циліндра. Джерела інформації: [3, 6, 7, 13]	2	1
Змістовий модуль 7. Моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах. Основні передумови створення. Загальні положення			
4	Складання структурно-логічної схеми узагальненого робочого процесу турбопоршневого ДВЗ. Джерела інформації: [1, 8, 13]	2	1
5	Створення програми для розрахунку робочого процесу турбопоршневого ДВЗ. Розрахунок основних параметрів роботи двигуна на базі створеної програми розрахунку. Джерела інформації: [1, 8, 12, 13]	4	1
6	Створення комп'ютерної моделі утворення NO _x при різних режимах роботи ДВЗ. Джерела інформації: [1, 2, 8, 12, 13]	3	1
Усього за модулем 2		15	8
Усього		15	8

6 ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
<i>Модуль 2. Розрахункове дослідження процесу згоряння палива для різних типів ДВЗ, теплопередачі через стінки циліндра, випуску відпрацьованих газів і моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах</i>			
Змістовий модуль 5. Теплопередача через стінки циліндра для різних типів ДВЗ			
1	Аналіз визначення теплових втрат із циліндра двигуна при різних методах визначення коефіцієнта тепловіддачі від газу до стінки. Джерела інформації: [1, 4, 5, 12, 13]	2	2
Змістовий модуль 6. Процес випуску відпрацьованих газів, визначення їх параметрів після газової турбіни			
2	Аналіз отриманих результатів на основі створеної комп'ютерної програми для визначення основних параметрів газів у випускному газоході. Джерела інформації: [1, 3, 7, 13]	2	2
3	Визначення закону руху механічно вільного випускного клапана в системі газообміну двотактних двигунів. Джерела інформації: [1, 3, 11, 13]	2	1
Змістовий модуль 7. Моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах. Основні передумови створення. Загальні положення			
4	Аналіз отриманих результатів розрахунку на основі створеної програми розрахунку робочого процесу турбопоршневого ДВЗ. Джерела інформації: [1, 4, 11, 12, 13]	2	1
5	Дослідження впливу співвідношення S/D з метою підвищення ефективності роботи двигуна. Джерела інформації: [1, 2, 4, 13]	3	1
6	Дослідження утворення NO_x на різних режимах роботи ДВЗ. Джерела інформації: [1, 4, 19]	4	1
Усього		15	8

7 САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента — це самостійна діяльність та навчання студента, яку науково-педагогічний працівник планує разом зі студентом, але виконує її студент за завданнями та під керівництвом і контролем науково-педагогічного працівника без його прямої участі. Самостійна робота студентів забезпечується навчально-методичними засобами, необхідними для вивчення дисципліни: підручниками, навчальними та методичними посібниками (для самостійної роботи), конспектами лекцій, навчально-лабораторним обладнанням, ЕОМ тощо.

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

- самостійне опрацювання окремих розділів з рекомендованої літератури;
- самостійне опрацювання лекційного матеріалу;
- виконання етапів курсового проекту;
- підготовка до підсумкового модульного контролю.

Завдання, що виносяться на самостійну роботу, наведені у наступній таблиці.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Модуль 1. Розрахункове дослідження процесів повітропостачання, проходження відокремленого індикаторного циклу, сумішоутворення для різних типів ДВЗ			
Змістовий модуль 1. Створення математичної моделі повітропостачання до циліндра двигуна			
1	Визначення основних факторів, які впливають на якість наповнення циліндра свіжим повітрям. Фактори, що визначають температуру заряду циліндра перед стисненням (T_a). Джерела інформації: [1, 3, 7, 13]	8	9
2	Залежність втрат тиску повітря при вході в циліндр від його швидкості. Джерела інформації: [1, 3, 7, 8, 13]	7	8

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Змістовий модуль 2. Складання математичної моделі відокремленого індикаторного циклу			
3	Поясніть, на яких законах базується метод Гріневцького–Мазінга. Джерела інформації: [1, 4, 17]	7	8
4	Що покладено в основу створення розрахунку відокремленого індикаторного циклу за методом, що створений в ХФ НУК? Джерела інформації: [11, 13]	8	8
Змістовий модуль 3. Складання математичної моделі процесів сумішоутворення для ДВЗ			
5	Обґрунтуйте вплив основних факторів на якість сумішоутворення. Джерела інформації: [1, 4, 6, 7, 13]	7	8
6	Реалізація алгоритму процесу сумішоутворення у середовищі Microsoft Visual Basic for Applications. Джерела інформації: [1, 4, 6, 7, 12, 13]	8	9
Змістовий модуль 4. Математичне моделювання процесу згоряння палива для різних камер стиснення ДВЗ			
7	Вплив закону згоряння (метод Вібе) на точність розрахунку робочого циклу. Джерела інформації: [1, 3, 4, 7, 13]	7	8
8	Однозонні, двозонні та многозонні моделі. Відмінності. Джерела інформації: [1, 19]	8	9
Разом за модулем 1		60	67
<i>Модуль 2. Розрахункове дослідження процесу згоряння палива для різних типів ДВЗ, теплопередачі через стінки циліндра, випуску відпрацьованих газів і моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах</i>			
Змістовий модуль 5. Теплопередача через стінки циліндра для різних типів ДВЗ			
9	Поясніть процес передачі теплоти від газів до охолоджуючої рідини. Джерела інформації: [1, 4, 5, 12, 13]	2	5
10	Розрахунок теплового потоку від газів до охолоджуючої рідини. Джерела інформації: [1, 5, 7, 12, 13]	2	5
Змістовий модуль 6. Процес випуску відпрацьованих газів, визначення їх параметрів після газової турбіни			
11	Чинники, що впливають на проходження процесу випуску газів із циліндра. Джерела інформації: [1, 4, 7]	2	5

Закінчення таблиці

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
12	Наведіть рівняння (закони), які використовуються при розрахунку процесу випуску газів із циліндра. Джерела інформації: [1, 4, 7]	2	5
Змістовий модуль 7. Моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах. Основні передумови створення. Загальні положення			
13	Складові узагальненого робочого процесу. Джерела інформації: [1, 2, 4, 7]	2	5
14	Узагальнена модель робочого процесу турбопоршневого ДВЗ. Джерела інформації: [1, 2, 4, 7, 8]	2	6
15	Основні фактори, що впливають на кількість шкідливих викидів турбопоршневого двигуна. Джерела інформації: [1, 4, 19]	3	5
Разом за модулем 2		15	36
Усього		75	103

8 НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА

Науково-дослідна робота студентів інтегрована у навчальний процес і є одним із найважливіших засобів формування висококваліфікованого магістра. Вона передбачає участь у роботі наукових гуртків; проблемних груп, секцій, лабораторій; проведення досліджень у межах творчої співпраці кафедр Херсонської філії НУК, факультетів; написання статей, тез, доповідей, інших публікацій; отримання наукових результатів, впровадження результатів дослідження та подальших досліджень.

Однією з форм науково-дослідних робіт є участь у студентських конференціях, що проходять в НУК та Херсонській філії НУК. Метою наукової доповіді є формування у студентів вміння пов'язувати теорію з практикою, користуватися літературою, статистичними даними, популярно викладати складні питання. Присутні студенти отримують також завдання виступити із запитаннями, коментарями до доповіді, а згодом оцінити її. Найбільш досконалі доповіді подаються на конкурси студентських робіт.

Структура науково-дослідної роботи:

- титульний аркуш;
- анотація (актуальність дослідження; науково-прикладна задача дослідження; об'єкт дослідження, предмет дослідження; мета роботи; основні задачі дослідження; методи дослідження; основні наукові результати та їхня новизна; достовірність результатів дослідження, ключові слова);
- зміст (зміст повинен містити назви структурних елементів, заголовки із зазначенням нумерації та номери їх початкових сторінок);
- перелік умовних позначень;
- основна частина (вступ, загальна методика та методи досліджень, результати власних досліджень, узагальнення та обговорення досліджень);
- висновки (у висновках викладаються здобуті найбільш важливі наукові та практичні результати, які сприяли розв'язанню поставленої проблеми (завдання). У висновках необхідно наголосити на кількісних показниках одержаних результатів та обґрунтувати достовірність результатів);
- аналіз одержаних результатів та їх творче обґрунтування на предмет оформлення патентоспроможних рішень;
- додатки;

– список використаних джерел (згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання»).

Перелік тем для науково-дослідних робіт представлений в наступній таблиці.

№ з/п	Назва теми
1	Дослідження процесу вільного випуску газів при газообміні двотактного двигуна з прямоточно-клапанною продувкою. Порівняльний аналіз отриманих результатів з експериментальними даними фірм-виробників ДВЗ
2	Дослідження процесу примусового випуску газів при газообміні двотактного двигуна з прямоточно-клапанною продувкою. Зіставлення отриманих результатів з експериментальними даними фірм-виробників ДВЗ
3	Розрахункове дослідження процесу продувки при газообміні двотактного двигуна. Перевірка адекватності отриманих результатів на основі реальних даних фірм-виробників ДВЗ
4	Дослідження процесу вільного випуску газів при газообміні чотиритактного двигуна з клапанною продувкою. Порівняльний аналіз отриманих результатів з експериментальними даними фірм-виробників ДВЗ
5	Дослідження процесу примусового випуску газів при газообміні чотиритактного двигуна з клапанною продувкою. Зіставлення отриманих результатів з експериментальними даними фірм-виробників ДВЗ
6	Розрахункове дослідження процесу продувки при газообміні чотиритактного двигуна. Перевірка адекватності отриманих результатів на основі реальних даних фірм-виробників ДВЗ
7	Розрахункове дослідження втрат енергії робочого тіла при газообміні двотактного двигуна з прямоточно-клапанною продувкою на ділянці втрати заряду
8	Розрахункове дослідження вільного випуску газів при газообміні чотиритактного двигуна
9	Розрахункове дослідження примусового випуску газів при газообміні чотиритактного двигуна
10	Розрахункове дослідження втрати заряду робочого тіла при газообміні чотиритактного двигуна на ділянці перекриття клапанів
11	Розрахункове дослідження процесу сумішоутворення для різних типів ДВЗ
12	Розрахункове дослідження процесу горіння палива з урахуванням різних схем сумішоутворення
13	Розрахункове дослідження індикаторного циклу двигуна на базі енергетичного балансу. Аналіз отриманих результатів
14	Розробка уточненої методики розрахунку теплопередачі через поверхню циліндра
15	Розрахункове дослідження залежності індикаторного ККД процесу від кута випередження подачі палива
16	Дослідження залежності індикаторного ККД процесу в залежності від тривалості процесу згорання

9 КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Опанування навчальної дисципліни передбачає виконання контрольної роботи студентів заочної форми навчання.

Кожна контрольна робота виконується у години самостійної роботи студентів після вивчення відповідного блоку змістових модулів, до кожного з яких має бути підготований перелік номерів запитань, побудований на підставі наданого додатку у програмі. Нижче надається приклад такого переліку запитань для навчальної групи до першого та другого модулів. Згідно з таблицею кожен студент має відповісти на три питання із загального переліку питань до змістового модуля.

№ варіанту	Номер запитань (з переліку запитань)					
	Модуль 1			Модуль 2		
1	1	3	5	30	3	9
2	2	4	6	10	1	29
3	10	9	8	2	27	9
4	7	11	12	21	6	11
5	20	18	16	13	28	17
6	15	14	17	8	29	13
7	19	21	23	26	5	21
8	22	24	26	6	12	23
9	29	25	27	4	25	5
10	31	28	30	17	1	22
11	30	29	17	24	3	11
12	9	6	1	7	9	23
13	23	4	7	4	30	1
14	26	24	11	22	14	8
15	15	21	5	10	24	26
16	14	21	11	15	21	5
17	3	29	15	14	21	11
18	27	24	9	3	29	15
19	30	20	6	27	24	9
20	22	9	13	30	20	6
21	21	4	7	8	29	16

№ варіанту	Номер запитань (з переліку запитань)					
	Модуль 1			Модуль 2		
22	8	30	4	16	15	18
23	5	9	3	4	13	2
24	25	27	17	18	1	11
25	4	6	19	3	9	19
26	13	18	22	12	20	17
27	21	10	1	7	14	15
28	29	6	23	16	22	2
29	17	11	24	19	30	5
30	17	3	19	3	23	13

10 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Курсовий проект є самостійною роботою студента, яку він виконує, спираючись на знання, отримані в ході вивчення дисципліни «Теорія робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння». Курсовий проект виконується студентом згідно з індивідуальним завданням.

Курсовий проект умовно можна поділити на: вступну частину, основну частину, список використаних джерел, додатки (при необхідності).

Вступна частина повинна мати такі структурні елементи: титульний лист (додаток 2), завдання (додаток 3), зміст, перелік умовних скорочень.

Основна частина містить такі структурні одиниці: вступ, основний текст курсового проекту, висновки та рекомендації, перелік посилань.

Список використаних джерел оформлюється згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

Додатки розміщують після основної частини курсового проекту.

Теми курсового проекту та індивідуальної розрахункової науково-дослідної частини наведені у додатку 4.

11 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При опануванні дисципліни передбачаються усі види занять — лекції, практичні, лабораторні, самостійні, наукова робота студента й курсовий проект. У процесі викладання дисципліни використовуються технічні засоби навчання (особливо ЕОМ) для ознайомлення студентів із конструкціями двигунів, їх агрегатів, вузлів деталей; для освоєння розрахункових методів і формування навичок проектування основних деталей, систем і двигуна в цілому. У першу чергу ЕОМ планується застосовувати під час практичних робіт і курсового проектування.

Лабораторні роботи повинні забезпечити отримання студентами практичних навичок з випробування двигунів промислового зразку, складання необхідної технічної документації за даними випробувань і обробки їх результатів.

Метою науково-дослідної роботи є підготовка магістранта як до самостійної науково-дослідної роботи, основним результатом якої є написання і успішний захист магістерської дисертації, так і до проведення наукових досліджень у складі творчого колективу.

Курсовий проект виконується студентами на заключному етапі вивчення дисципліни з метою систематизації, поглиблення і закріплення отриманих теоретичних знань і практичних умінь, формування навичок самостійної роботи при вирішенні професійних завдань.

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях також використовуються плакати, креслення, діючі прилади та датчики. Лабораторні та науково-дослідні роботи виконуються на діючих установках і двигунах.

12 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Навчальний процес вивчення дисципліни складається з трьох модулів. При вивченні дисципліни проводяться поточні, проміжний та підсумковий модульні контролю, в процесі яких повинна забезпечуватись їх відкритість шляхом ознайомлення студентів на початку вивчення дисципліни з контрольними завданнями, з формами контрольних заходів і критеріями оцінювання. Оцінювання знань студентів денної та заочної форм навчання в університеті здійснюється за 100-бальною та національною шкалою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалою європейської кредитно-трансферної системи (European Credit Transfer System — ECTS).

12.1 Поточний контроль

Завданням поточного контролю є диференційований підхід до перевірки розуміння та засвоєння певного матеріалу, вироблення навичок проведення розрахункових робіт, умінь самостійно опрацювати тексти, здатність осмислити зміст теми чи розділу.

Поточний контроль знань здійснюється за допомогою тестів або в усній формі:

- тестування як система завдань специфічної форми і відповідного змісту є інструментом оцінювання знань, умінь і навичок студентів, допомагає здійснювати індивідуальний контроль результатів навчання кожного з них, інтенсифікувати та мобільно керувати навчально-виховним процесом;

- усне опитування надає можливості для корекції знань студентів, адже таким чином момент виявлення помилки та її виправлення є короткотривалими у часі. Основні інструменти опитування — наведення контрприкладів (базується на основі практичного досвіду) та прогнозування можливих помилок. Такий підхід, у свою чергу, підвищує ефективність та якість засвоєння матеріалу з дисципліни.

Поточний контроль включає:

- оцінювання якості опрацювання лекційного матеріалу та самостійних занять;

- оцінювання якості виконання та захисту лабораторних робіт;

- оцінювання якості виконання практичних робіт;

- оцінювання якості виконання етапів курсового проекту;

- врахування пропусків лекційних, практичних і лабораторних занять.

12.2 Підсумковий модульний контроль

Підсумковий модульний контроль проводиться після завершення вивчення усіх модулів поточного семестру. До підсумкового модульного контролю студент допускається за умов виконання усіх складових відповідних модулів та отримання не менше ніж 50 балів поточного контролю.

Якщо за результатами поточного контролю студент набрав не менше 60 балів, він може бути звільненим від складання підсумкового семестрового контролю.

Якщо студент бажає підвищити підсумкову оцінку, він має можливість виконати додаткові завдання.

Підсумковий модульний контроль складається з теоретичних та практичних питань. За відповідь на питання без помилок або відповідь з однією незначною помилкою студент отримує максимальну оцінку. За неповні відповіді або відповіді з помилками знижується кількість отриманих балів. При неправильній відповіді або при відсутності відповіді бали не нараховуються.

За всі контрольні заходи протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів.

13 РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

13.1 Бали за лабораторні роботи

Кількість залікових балів за виконання лабораторних робіт встановлюється відповідно складності й складає від 5 до 7 балів. Максимальна кількість балів відповідає виконанню лабораторної роботи та її захисту без помилок у встановлений термін, мінімальна — з допустимими помилками й з захистом пізніше встановленого терміну.

13.2 Бали за практичні роботи

Кількість залікових балів за виконання практичних робіт встановлюється відповідно складності й складає від 3 до 5 балів. Максимальна кількість балів відповідає виконанню лабораторної роботи та її захисту без помилок у встановлений термін, мінімальна — з допустимими помилками й з захистом пізніше встановленого терміну.

13.3 Бали за курсовий проект

При оцінюванні курсового проекту враховуються:

- теоретичний рівень знань студента, розкриття сутності та теми курсового проекту;
- набуття навичок щодо розробки й вирішення наукових проблем, вміння самостійно працювати з літературними джерелами, виділяти й аналізувати провідні дослідження, тощо;
- використання методів дослідження, самостійний і творчий підхід до аналізу явищ і процесів;
- планомірний і систематичний характер роботи студента над темою проекту;
- якість і правильність оформлення, своєчасність захисту курсового проекту.

Результат виконання та захисту студентом курсового проекту комплексно оцінюється окремо за такою шкалою:

– 91–100 балів: всі пункти завдання повністю виконані без помилок; відповідає виявленню студентом всебічного системного та глибокого знання матеріалу; засвоєнню основної та додаткової літератури; чіткому володінню математичним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій;

– 76–90 балів: всі пункти завдання повністю виконані без суттєвих помилок; відповідає належному засвоєнню студентом викладеного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій, допускаються окремі незначні помилки;

– 60–75 балів: більше 30% всіх пунктів завдання виконано не вірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

У випадку отримання студентом при захисті курсового проекту оцінки «незадовільно» рішенням кафедри йому пропонується нова тема та визначається новий термін виконання курсового проекту.

Курсовий проект до захисту не допускається, якщо він:

- поданий керівникові на перевірку зі значними порушеннями строків, встановлених календарним графіком;
- виконаний несамостійно;
- за структурою не відповідає вимогам;
- недбало оформлений.

13.4 Бали за науково-дослідну роботу

Критерії оцінювання студентських науково-дослідних робіт:

- 1) актуальність тематики (при виборі тематики НДР студентом самостійно);
- 2) чіткість визначення задач роботи;
- 3) ступінь новизни та оригінальність ідей, закладених в основу роботи, методів дослідження;
- 4) основні наукові результати;
- 5) практична значимість результатів та обґрунтованість їх формулювання;
- 6) повнота, коректність та структурованість подання матеріалу;
- 7) використовувана література;
- 8) ступінь самостійності виконання роботи;
- 9) відповідність до діючих стандартів та встановлених вимог до оформлення наукових робіт (див. розділ 8).

Розподіл балів при виконанні науково-дослідних робіт студентами:

- підготовка тез доповіді для науково-практичної конференції з міжнародною участю +12 балів;
- виступ з доповіддю на студентській науковій конференції +3 бали;
- виступ з доповіддю на науково-практичній конференції з міжнародною участю +6 балів;
- публікація статті у збірнику студентських наукових праць НУК +20 балів;
- публікація статті у фаховому виданні, що входить до наукометричних баз +40* балів.

* **Примітка.** На момент нарахування 40 балів студент повинен вже мати 60 балів за поточним контролем.

Розподіл балів, що отримують студенти денної форми навчання у 9-му семестрі

9-й семестр	Поточне тестування, практична, науково-дослідна та самостійна робота								Сума
	Модуль 1. Розрахункове дослідження процесів повітропостачання, проходження відокремленого індикаторного циклу, сумішоутворення для різних типів ДВЗ								
	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4		
Тема	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
Бали за поточний контроль	7...12	7...12	7...12	7...12	8...13	8...13	8...13	8...13	60...100
Разом	7...12	7...12	7...12	7...12	8...13	8...13	8...13	8...13	60...100

**Розподіл балів, що отримують студенти денної форми навчання
у 10-му семестрі**

10-й семестр	Поточне тестування, практична, науково-дослідна та самостійна робота							Сума	Екзамен	Сума
	Модуль 2. Розрахункове дослідження процесу згоряння палива для різних типів ДВЗ, теплопередачі через стінки циліндра, випуску відпрацьованих газів і моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах									
	Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6		Змістовий модуль 7					
Тема	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	55...74	26	100
Бали за поточний контроль	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2	1...2			
Бали за захист п.р.	–	п.р. №1	п.р. №2	п.р. №3	п.р. №4	п.р. №5	п.р. №6			
	–	3...4	3...4	3...4	3...4	3...4	3...4			
Бали за захист л.р.	–	л.р. №1	л.р. №2	л.р. №3	л.р. №4	л.р. №5	л.р. №6			
	–	5...6	5...6	5...6	5...6	5...6	5...6			
Разом	1...2	9...12	9...12	9...12	9...12	9...12	9...12			

Примітка. T1, T2, ..., T15 — теми змістових модулів.

Оцінка знань студентів у залежності від набраної суми балів формується у відповідності до наступної шкали, в якій представлено відповідність між набраними балами, оцінкою ECTS і оцінкою за національною шкалою.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка ECTS	Визначення	Сума балів	Оцінка за національною шкалою	
			Екзамен, курсовий проект	Залік
A	ВІДМІННО — відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90–100	відмінно	зараховано
B	ДУЖЕ ДОБРЕ — вище середнього рівня з кількома помилками	82–89	добре	
C	ДОБРЕ — в цілому правильна робота з певною кількістю помилок	74–81		
D	ЗАДОВІЛЬНО — непогано, але зі значною кількістю недоліків	64–73	задовільно	
E	ДОСТАТНЬО — виконання задовольняє мінімальному критерію	60–63		
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО — потрібно попрацювати перед тим, як досягти мінімального критерію	35–59	незадовільно	не зараховано
F	НЕЗАДОВІЛЬНО — необхідна серйозна подальша робота	1–34		

14 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова, за пріоритетом використання під час вивчення курсу

1. **Кавтарадзе Р.З.** Теория поршневых двигателей. Специальные главы : учебник для вузов [Электронный вариант] / Р.З. Кавтарадзе. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 720 с.
2. **Кухарёнок Г.М.** Теория рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания : методическое пособие для студентов заочной формы обучения специальности 1-370101 «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный вариант] / Г.М. Кухарёнок. — Минск : БНТУ, 2011. — 62 с.
3. **Дьяченко В.Г.** Двигуни внутрішнього згорання. Теорія : підручник [Електронний варіант] / В.Г. Дьяченко; за ред. А.П. Марченка. — Харків : НТУ «ХПИ», 2008. — 488 с.
4. **Наливайко В.С.** Суднові двигуни внутрішнього згорання : підруч. для студентів ВНЗ / В.С. Наливайко, Б.Г. Тимошевський, С.Г. Ткаченко. — Миколаїв : Торубара В.В. [вид.], 2015. — 332 с.
5. **Кавтарадзе Р.З.** Локальный теплообмен в поршневых двигателях : учебное пособие для вузов [Электронный вариант] / Р.З. Кавтарадзе. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. — 592 с.
6. **Ковылов Ю.Л.** Теория рабочих процессов и моделирование процессов ДВС : учебник [Электронный вариант] / Ю.Л. Ковылов. — Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. — 416 с.
7. **Шароглазов Б.А.** Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов : учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» [Электронный вариант] / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. — Челябинск : изд. ЮУрГУ, 2004. — 344 с.
8. **Глаголев Н.М.** Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания / Н.М. Глаголев. — Киев–Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностр. лит-ры, 1950. — 245 с.
9. **Фомин Ю.Я.** Судовые двигатели внутреннего сгорания : учебник / Ю.Я. Фомин, А.И. Горбань, В.В. Добровольский, А.И. Лукин и др. — Л. : Судостроение, 1989. — 344 с.
10. **Ваншейдт В.А.** Судовые двигатели внутреннего сгорания : учебник, 2-е изд. / В.А. Ваншейдт. — Л. : Судостроение, 1977. — 392 с.

11. **Ткаченко С.Г.** Вибір раціональних співвідношень розмірів деталей та розрахункове дослідження процесів двигуна за допомогою методів комп'ютерного проектування : методичні вказівки до курсової роботи / С.Г. Ткаченко, В.С. Хоменко, Р.Ю. Авдюнін. — Миколаїв : видавець Торубара В.В., 2016. — 32 с.
12. Основи комп'ютерного проектування ДВЗ : навчальний посібник для поглибленого вивчення курсу та отримання практичних навичок при створенні математичних моделей процесів ДВЗ та конструкції окремих вузлів і деталей для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» (спеціалізація «Двигуни внутрішнього згоряння») / В.С. Наливайко, С.Г. Ткаченко, В.С. Хоменко, Р.Ю. Авдюнін. — Миколаїв : видавець Торубара В.В., 2017. — 138 с.
13. **Андреев А.А.** Комп'ютерні технології у теплотехнічних розрахунках. Частина I : навчальний посібник / А.А. Андреев, О.М. Дудченко, С.А. Лой, В.В. Спіхтаренко, В.С. Цвікліс. — Херсон : Гринь Д.С., 2014. — 244 с.

Допоміжна, за пріоритетом використання під час вивчення курсу

14. **Соловьев Б.И.** Теплотехнические испытания и эксплуатация судовых дизелей / Б.И. Соловьев. — М. : Транспорт, 1973. — 135 с.
15. **Райков И.А.** Испытания двигателей внутреннего сгорания / И.А. Райков. — М. : Высшая школа, 1975. — 180 с.
16. **Попов Г.С.** Испытание двигателя 6ЧН13/14 по нагрузочной и винтовой характеристикам : методические указания к выполнению лабораторных работ / Г.С. Попов, В.С. Наливайко. — Николаев : НКИ, 1981. — 23 с.
17. **Наливайко В.С.** Судові двигуни внутрішнього згоряння : методичні вказівки / В.С. Наливайко, С.Г. Ткаченко, В.С. Хоменко. — Миколаїв : НУК, 2012. — 72 с.
18. **Вешкельский С.А.** Справочник моториста установок с ДВС / С.А. Вешкельский. — Л. : Машиностроение, 1985. — 211 с.
19. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ. — Підручник для студентів ВНЗ, що навчаються за напрямом «Інженерна механіка» / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. — Харків : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2004. — 466 с.
20. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 томах. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин [Електронний варіант] / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. — Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. — 468 с.
21. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 томах. Т. 6. Надійність ДВЗ [Електронний варіант] / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова. — Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. — 320 с.
22. **Mollenhauer K., Tsoeoe H.** Handbook of Diesel Engines. — Berlin : Springer-Verlag, 2010. — 636 p.

15 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Підручники
2. Навчальні посібники
3. Наукометричні бази (Web of Science, Scopus, eLibrary, Index Copernicus)
4. Сайт Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова: <http://www.nuos.edu.ua>
5. Сайт конференцій НУК: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/>
6. Сайт ХФ НУК: <http://kb.nuos.edu.ua>
7. Сайт НТУ ХПІ: <http://www.kpi.kharkov.ua>
8. Сайт DIESEL-RK is an engine simulation tool: <http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Rus/>
9. Сайт MAN Diesel: <http://dieselturbo.man.eu>
10. Сайт Wartsila: <http://www.wartsila.com/en/Home>
11. Сайт Caterpillar: <http://www.caterpillar.com/ru.html>
12. Сайт Mitsubishi: <http://www.mhi.co.jp>
13. Сайт Akasaka Diesels Ltd: <http://www.akasaka-diesel.jp/en/>
14. Сайт Daihatsu Diesel: <http://www.dhtd.co.jp/ja/index.html>
15. Сайт Niigata: <http://www.niigata-power.com/english/index.html>
16. Сайт Hyundai: <http://www.hyundai-engine.com>

ПИТАННЯ ДЛЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Модуль 1. Розрахункове дослідження процесів повітропостачання, проходження відокремленого індикаторного циклу, сумішоутворення та згоряння палива для різних типів ДВЗ

1. Дати визначення відкритої та ізольованої термодинамічної системи. Навести основні відмінності.
2. Поняття математичної моделі в розрахунках ДВЗ.
3. Які параметри впускного тракту впливають на опір впускного клапану?
4. Відокремлений індикаторний процес. На яких законах базується розрахунок проходження індикаторного циклу?
5. Дайте перелік основних вхідних даних, що характеризують проходження індикаторного циклу. На яких законах базується розрахунок проходження індикаторного циклу?
6. Чим відрізняється істинна теплоємність робочого тіла від середньої?
7. З яких процесів складається проходження теплових втрат через стінки циліндра?
8. Що впливає на коефіцієнт тепловіддачі від газів до стінки циліндра?
9. Який основний параметр в процесі теплопередачі є головним у визначенні коефіцієнта теплопередачі?
10. Що більше впливає на коефіцієнт теплопередачі у випадку використання газоподібного чи рідинного охолоджувача?
11. Чим характеризується індикаторний процес у будь-якій точці його проходження?
12. У чому відмінність між розрахунковою формулою та алгоритмом?
13. Які з цих двох коефіцієнтів (коефіцієнт тепловіддачі від газів до стінки і коефіцієнт тепловіддачі від поверхні втулки до рідини) чинить більший опір процесу теплопередачі?
14. Як впливає форма камери згоряння на сумішоутворення для різних типів двигунів?
15. Чим характеризується якість розпилу палива?
16. Які чинники впливають на діаметр розпилення палива?
17. Основні фактори, що впливають на довжину та діаметр паливного факелу.
18. Яка відмінність між кутом випередження подачі впорскування від кута випередження спалаху?

19. Що впливає на індикаторний ККД, якщо: паливо буде спалюватись до ВМТ; у ВМТ; після ВМТ? В яких випадках індикаторний ККД буде більшим?
20. Що покладено в основу закону вигорання палива від кута повороту колінчатого валу?
21. Однозонна модель згорання палива у межах камери згорання. Які ще існують схеми розрахунку за кількістю зон для процесу горіння?
22. Який вид теплопереходу енергії (конвекційний чи радіаційний) для циліндра ДВЗ є переважаючим?
23. У зв'язку з чим індикаторний ККД циклу ДВЗ значно перевищує індикаторний ККД циклів усіх інших відомих теплових двигунів?
24. З якою метою використовується двостадійне впорскування палива?
25. Що таке період індукції для палива?
26. Які процеси з паливом проходять за його період індукції?
27. Одностадійне спалахування палива.
28. Многостадійне спалахування палива.
29. Як впливає на роботу ДВЗ власна індукція палива?
30. Визначення енергії активації палива. Основні закони та залежності.

Модуль 2. Розрахункове дослідження процесу згорання палива для різних типів ДВЗ, теплопередачі через стінки циліндра, випуску відпрацьованих газів і моделювання робочого процесу в турбопоршневих двигунах

1. Дати визначення відкритої термодинамічної системи. Записати перший закон термодинаміки для відкритої термодинамічної системи в диференціальній формі.
2. Опишіть основні особливості нульмірного квазістаціонарного представлення робочих процесів в циліндрі двигуна і сполучних колекторах. Запишіть базову систему рівнянь. Переваги та недоліки даного підходу.
3. Принципи побудови дво- і багатозонних моделей робочого процесу в рамках нульмірного квазістаціонарного підходу.
4. Особливості побудови математичної моделі робочого процесу зі змінним кутом повороту колінчастого валу.
5. Чисельні методи інтегрування при синтезі індикаторного циклу: метод Ейлера, Рунге–Кутта 4-го порядку, неявний метод Рунге–Кутта. Виконати порівняння.
6. Теплообмін у циліндрі ДВЗ. Види теплообміну. Рівняння для розрахунку коефіцієнта тепловіддачі від робочого тіла до стінки циліндра. Огляд і порівняння.
7. Методи розрахунку температури вогневої поверхні робочого циліндра і колекторів системи наддуву в рамках загальної математичної моделі.
8. Визначення часу-перетину клапанів ДВЗ: три ділянки за величиною підйому клапана. Визначення і спосіб розрахунку коефіцієнта витрати клапана.

9. Методика розрахунку масового обміну між відкритими термодинамічними системами в рамках уявлення про енергоізолюваний конфузор.
10. Особливості використання характеристик турбокомпресора в складі замкнутої математичної моделі робочого циклу ДВЗ. Витратна характеристика компресора і характеристика ефективності компресора: методика екстраполяції експериментальних ізотів.
11. Особливості використання характеристик турбокомпресора в складі замкнутої математичної моделі робочого циклу ДВЗ. Характеристика компресора і турбіни: використання коефіцієнтів для підгонки характеристик під конкретні параметри поршневої частини двигуна.
12. Запишіть рівняння тепловиділення Вібе. Визначте параметри, що регулюються. Дайте визначення характеру процесу згоряння m . Поясніть хімічний сенс активних центрів реакції.
13. Модель паливного факела і його структура. Характеристики розпилу палива. Динаміка паливного факела, рівняння Лишевського. Взаємодія паливного факела зі стінками циліндрів.
14. Випаровування палива в умовах робочого циліндра дизеля. Рівняння Срезневського. Характеристики випаровування палива і способи їх розрахунку. Вплив взаємодії паливного факела зі стінками камери згоряння на параметри випаровування палива.
15. Кінетичні рівняння вигорання палива відповідно до методики Разлейцева Н. Ф. Моделювання вигорання парів палива, які утворилися за період затримки займання. Коефіцієнт використання повітряного заряду. Згоряння палива за період подачі та догорання палива.
16. Багатофазне упорскування палива в дизельних двигунах. Область застосування, основні цілі, що ставляться конструкторами при використанні багатофазного вприскування.
17. Основна суть феноменологічних моделей згоряння в дизелі. Зробити порівняльний аналіз існуючих феноменологічних моделей.
18. Дайте визначення PCCI (Premixed Charge Compression Ignition) процесу, його вплив на еколого-економічні показники роботи ДВЗ.
19. Які переваги дає розрахунок відокремленого індикаторного циклу над узагальним робочим процесом двигуна?
20. На яких базових законах ґрунтується термодинамічна модель відокремленого індикаторного циклу?
21. Як відобразиться на результатах роботи двигуна зміна кута випередження подачі палива?
22. З якою метою сучасні двигуни виконуються з полувиносними робочими втулками циліндрів?
23. Шляхи зменшення термічних напружень на днищах поршня та кришках циліндрів сучасних двигунів при збереженні механічної міцності.

24. Яке рівняння використовується при створенні математичної моделі «механічно вільного» випускного клапана у системах газообміну двотактних двигунів?
25. Чим відрізняється процес теплопередачі через втулку циліндра на першій та другій половині ходу поршня в процесі стиснення заряду циліндра.
26. Яка основна причина прогорання клапанів двигуна?
27. Чим пояснити, що дисоціація молекул газу в період згоряння палива є ендотермічним процесом?
28. Чим пояснити, що при згорянні палива при високій температурі це процес поглинання теплової енергії, а при подальшому (процесі розширення) проходить зворотній процес віддачі теплоти в циліндрі за рахунок асоціації атомів молекул? В той же час прийнято вважати, що процес втрати теплоти із циліндра є незворотнім.
29. З якою метою бензинові двигуни проєктують на роботу із значенням коефіцієнта надлишку повітря менше одиниці?
30. Чим відрізняється коефіцієнт виділення теплоти від коефіцієнта використання теплоти?

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонська філія

Кафедра суднового машинобудування
та енергетики

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Теорія робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння»
(назва дисципліни)

на тему: _____

($N_e =$ _____ кВт, $n =$ _____ хв⁻¹)

Студента(ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
спеціалізації «Двигуни внутрішнього згоряння»

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник _____

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка ECTS: _____

Члени комісії:

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

м. Херсон — 20 ____ рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонська філія

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри СМЕ, доцент
_____ Андреев А. А.
« ___ » _____ 20 ___ р.

ЗАВДАННЯ

до виконання курсового проекту з дисципліни
«Теорія робочих процесів двигунів внутрішнього згоряння»
спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»
спеціалізації «Двигуни внутрішнього згоряння»

Тема проекту: « _____ »

Вихідні дані:

Потужність двигуна	$N_e =$	кВт
Частота обертання	$n =$	хв ⁻¹
Діаметр циліндра	$D_{ц} =$	м
Хід поршня	$S =$	м
Кількість циліндрів	$i =$	
Тактність двигуна	$z =$	

ЗМІСТ ТА ОБСЯГ ПРОЕКТУ

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Перелік прийнятих скорочень.

Вступ (1...2 стор.).

Розділ 1. Аналіз літературних джерел та технічної документації відповідно теми курсового проекту.

Розділ 2. Стислий опис двигуна внутрішнього згоряння. Діаметр і хід поршня. Форма камери згоряння. Конструкція остову двигуна (розміри втулки циліндра та її конструктивні особливості).

Розділ 3. Вибір та обґрунтування вихідних даних для попереднього розрахунку робочого циклу за допомогою метода Гріневецького–Мазінга.

Розділ 4. Розрахунок робочого процесу методом Гріневецького–Мазінга.

Розділ 5. Вибір та обґрунтування вихідних даних для моделювання відокремленого індикаторного циклу двигуна.

Розділ 6. Проведення моделювання на основі індивідуального розрахункового науково-дослідного завдання _____.

Розділ 7. Аналіз отриманих результатів розрахунку.

Розділ 8. Порівняння отриманих результатів розрахунку з даними двигунобудівних фірм. Оцінка можливості корегування та оптимізації запропонованих способів розрахунку циклу ДВЗ.

Висновки.

Список використаних літературних джерел.

ОБСЯГ РОБОТИ ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ

Розрахунково-пояснювальна записка (30...40 сторінок рукописного чи машинописного тексту) має містити обґрунтування вихідної інформації, розрахунки, графіки, ескізи, елементи аналізу та досліджень щодо двигунів внутрішнього згорання.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

1. Основні дані по двигуну, його характеристики, принципова схема розрахунку — 1 аркуш формату А1.
2. Конструктивна схема деталей двигуна, в межах яких проходить дослідний процес, — 1 аркуш формату А1.
3. Розрахункова схема та алгоритм дослідження для створення комп'ютерної програми. Основні результати дослідження — 1 аркуш формату А1.

Оформлення курсового проекту здійснюється у відповідності з вимогами ЄСКД та ДСТУ.

Завдання видано « ____ » _____ 201 ____ р.

Термін захисту проекту « ____ » _____ 201 ____ р.

Виконавець: студент групи _____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

У таблицях Д4.1–Д4.7 наведені основні технічні дані сучасних суднових двигунів.

Таблиця Д4.1. Основні дані сучасних двотактних МОД фірми «MAN B&W Diesel Group»

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова потужність двигуна $N_{цц}$, кВт	Частота обертання колінчатого валу n , хв. ⁻¹	Питома ефективна витрата палива g_e , кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{цц}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	S26MC6-ТII	260	980	400	250	0,181	14,8	0,42	11200
2	L35MC6-ТII	350	1050	650	210	0,179	14,8	0,41	13400
3	S40ME-B9-ТII	400	1770	1135	146	0,175	14,8	0,50	13500
4	S42MC7-ТII	420	1764	1080	136	0,179	14,8	0,50	13000
5	S46ME-B8-ТII	460	1932	1380	129	0,173	14,5	0,50	13000
6	S50ME-B9-ТII	500	2214	1780	117	0,170	14,5	0,50	13200
7	L60ME-C7-ТII	600	2022	2230	123	0,172	14,5	0,43	15567
8	S60MC6-ТII	600	2292	2040	105	0,175	14,5	0,46	16200
9	S60ME-C8-ТII	600	2400	2380	105	0,171	14,5	0,50	16500
10	G60ME-C9	600	2790	2680	97	0,168	–	–	–
11	S65ME-C8-ТII	650	2730	2870	95	0,171	14,5	0,49	16200
12	L70ME-C8-ТII	700	2360	3270	108	0,172	14,5	0,44	17200
13	S70MC6-ТII	700	2674	2810	91	0,175	14,5	0,46	17700
14	S70ME-C7-ТII	700	2800	3110	91	0,171	14,5	0,50	18300
15	G70ME-C9	700	3256	3640	83	0,168	14,5	0,50	18300
16	K80ME-C6-ТII	800	2300	3610	104	0,174	14,5	0,50	20160
17	S80MC6-ТII	800	3056	3640	79	0,174	14,5	0,42	20160
18	S80ME-C8-ТII	800	3200	4180	78	0,170	14,5	0,42	20100
19	S80ME-C9-ТII	800	3450	4510	78	0,170	14,5	0,42	20100
20	G80ME-C9-ТII	800	3720	4450	68	0,167	14,5	0,50	20250

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова потужність двигуна $N_{дв}$, кВт	Частота обертання коліщчатого валу n , $хв^{-1}$	Питома ефективна витрата палива g_e , кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{ш}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
21	K90MC-C6-TH	900	2300	4570	104	0,177	14,5	0,50	21500
22	K90ME-C6-TH	900	2300	4570	104	0,174	14,5	0,50	21500
23	K90ME9-TH	900	2870	5720	94	0,174	14,5	0,50	21500
24	S90ME-C8-TH	900	3188	5270	78	0,170	14,5	0,50	21500
25	S90ME-C9-TH	900	3260	5810	84	0,167	14,5	0,48	21500
26	K98MC6-TH	980	2660	5720	94	0,177	14,5	0,42	24580
27	K98ME-C7-TH	980	2400	6020	104	0,174	14,5	0,42	24581
28	K108ME-C-TH	1080	2660	6950	94	0,171	14,5	0,42	26100

Таблиця Д4.2. Основні дані сучасних МОД фірми «Wartsila Corporation»

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова потужність двигуна $N_{дв}$, кВт	Частота обертання коліщчатого валу n , $хв^{-1}$	Питома ефективна витрата палива g_e , кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{ш}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	RT-flex 35	350	1550	870	142	0,176	14,8	0,50	12750
2	RT-flex 40	400	1770	1135	146	0,175	14,8	0,50	13000
3	RT-flex 48T (D)	480	2000	1455	127	0,170	14,5	0,50	13200
4	RT-flex 50 (D)	500	2050	1745	124	0,170	14,5	0,50	13200
5	RT-flex 58T (E)	580	2416	2350	105	0,169	14,5	0,50	16500
6	RT-flex 60C (B)	600	2250	2420	114	0,171	14,5	0,50	16700
7	Wartsila X62	620	2858	2660	103	0,168/0,167	14,5	–	–
8	RT-flex 68 (D)	680	2720	3130	95	0,170	14,5	0,50	18500
9	Wartsila X72	720	3086	3610	89	0,168/0,167	14,5	–	–
10	RT-flex 82C	820	2646	4520	102	0,173/0,171	14,5	0,46	–
11	RT-flex 82T (B)	820	3375	4750	84	0,168/0,166	14,5	0,50	20100
12	RT-flex 84T (D)	840	3150	4200	76	0,171	14,5	0,48	21250
13	RT-flex 96C (B)	960	2250	5720	102	0,172	14,5	0,42	23000

Таблиця Д4.3. Основні дані сучасних МОД фірми «Mitsubishi Industries Ltd»

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова потужність двигуна $N_{ет}$, кВт	Частота обертання колічатого валу n , хв. ⁻¹	Питома ефективна витрата палива g_e , кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КПШ $\lambda_{цп}$	Питома маса деталей КПШ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	UEC33LSII-Eco	330	1050	570	215	179	14,8	0,40	13400
2	UEC35LSE-B1	350	1550	870	167	177	14,8	0,40	13500
3	UEC37LA	370	3700	520	210	175	14,8	0,40	13600
4	UEC37LSII-Eco	370	1290	810	186	177	14,8	0,40	13600
5	UEC40LSE-Eco-B1	400	1770	1135	146	174	14,7	0,45	13700
6	UEC43LSII-Eco	430	1500	1050	160	175	14,7	0,45	13700
7	UEC45LA	450	1350	890	158	170	14,6	0,45	13700
8	UEC45LSE-Eco-1	450	1840	1245	130	172	14,6	0,45	13700
9	UEC50LSE-Eco-A1	500	2050	1660	124	170	14,6	0,50	13850
10	UEC50LSII	500	1950	1445	127	171	14,6	0,50	13850
11	UEC52LA	520	1600	1180	133	167	14,6	0,50	14000
12	UEC52LS	520	1850	1330	120	167	14,6	0,50	14000
13	UEC52LSE-Eco-1	520	2000	1705	127	170	14,6	0,50	14000
14	UEC60LA	600	1900	1550	110	166	14,6	0,45	14500
15	UEC60LS	600	2200	1770	100	166	14,6	0,45	14500
16	UEC60LSE-Eco-1	600	2400	2255	105	168	14,6	0,45	14500
17	UEC60LSII-Eco	600	2300	2045	105	167	14,6	0,45	14500
18	UEC68LSE-Eco-1	680	2690	2940	95	167	14,6	0,50	15500
19	UEC75LSII	750	2800	2940	84	165	14,5	0,50	19200
20	UEC80LSE-Eco-B1	800	3150	4440	80	166	14,5	0,50	19200
21	UEC85LSII	850	3150	3860	76	170	14,5	0,50	20500

Таблиця Д4.4. Основні дані сучасних СОД фірми «Wartsila Corporation»

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова поужність двигуна $N_{ел}$, кВт	Частота обертання колінчатого валу n , хв. ⁻¹	Питома ефективна витрата палива $g_{е}$, кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{ш}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	Wartsila 20/28	200	280	200	1000	0,185	15,0	0,21	900
2	Wartsila 20/28DF	200	280	176	1200	0,199	15,0	0,21	950
3	Wartsila V26/32	260	320	340	1000	0,185	15,0	0,22	1100
4	Wartsila L32/40	320	400	500	750	0,176	14,5	0,22	1200
5	Wartsila V34/40DF	340	400	450	750	–	14,0	0,22	1520
6	Wartsila L38/47,5	380	475	725	750	0,176	14,5	0,24	1300
7	Wartsila V46/58	460	580	1050	500/514	0,173	14,5	0,24	1400
8	Wartsila L46/58F	460	580	1200	600	0,170	14,5	0,24	1450
9	Wartsila V50/58DF	500	580	950/975	500/514	–	14,5	0,23	1500
10	Wartsila L64/90	640	580	2150	327,3/333,3	0,164	14,5	0,24	16200

Таблиця Д4.5. Основні дані сучасних СОД фірми «MAN B&W Diesel Group»

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова поужність двигуна $N_{ел}$, кВт	Частота обертання колінчатого валу n , хв. ⁻¹	Питома ефективна витрата палива $g_{е}$, кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{ш}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	L21/31	210	310	215	1000	0,195	15,0	0,250	1000
2	L27/38MGO	270	380	365	800	0,190	15,0	0,233	1067
3	V28/33D STC «Ferry»	280	330	455	1000	0,190	14,5	0,250	1100
4	V32/40	320	400	500	750/720	0,183/0,185	14,7	0,245	1250
5	V32/44CR	320	440	560	750/720	0,178	14,5	0,246	1250
6	S.E.M.T. Pielstick PC2.6 B	400	460	750	600	–	14,5	0,24	1300
7	V48/60CR	480	600	1200	514/500	0,177	14,0	0,240	1400
8	L51/60DF	510	600	1000/975	514/500	0,184	14,0	0,241	1400
9	L58/64	580	640	1400	428	0,185	14,0	0,240	1540

Таблиця Д4.6. Основні дані сучасних судових СОД фірми МАК

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова потужність двигуна $N_{цп}$, кВт	Частота обертання колінчатого валу n , хв. ⁻¹	Питома ефективна витрата палива g_e , кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{цп}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	МАК М 20 С	200	300	190	1000	0,190	15,1	0,24	1250
2	МАК М 25 С	255	400	333	750	0,184	15,1	0,24	1350
3	МАК LM 32 С	320	480	500	600	0,179	15,0	0,24	1370
4	МАК М 43 С	320	610	1000	514	0,177	15,0	0,25	1400

Таблиця Д4.7. Основні дані сучасних судових двигунів виробництва Росії та України

№ з/п	Марка двигуна	Діаметр циліндра, $D_{ц}$, мм	Хід поршня S , мм	Циліндрова потужність двигуна $N_{цп}$, кВт	Частота обертання колінчатого валу n , хв. ⁻¹	Питома ефективна витрата палива g_e , кг/(кВт·год)	Ступінь стиснення (дійсна) ϵ_d	Параметр КШМ $\lambda_{цп}$	Питома маса деталей КШМ, що рухаються поступально, m_s , кг/м ²
1	4ЧСПН9,5/11	95	110	14	1960	0,290	16	0,200	950
2	6ЧН12/14	120	140	20	1550	0,245	15,5	0,283	950
3	3Д6Н(6ЧН15/18)	150	180	18,4	1500	0,262	15,0	0,300	800
4	М507(56ЧНСП16/17)	160	170	65,7	2000	0,231	15,5	0,210	1200
5	10Д20,7/2×25,4(Д100)	207	2×254	132,4	810	0,231	16,0	0,180	1100
6	211Д(6ЧН21/21)	210	210	92	1400	0,218	16,0	0,254	1950
7	8ЧН23/30	230	300	55,2	750	0,216	12,5	0,280	1950
8	6ЧН25/34	250	340	50	500	0,224	12,0	0,246	1850
9	6ЧН26/34	260	340	75	750	0,217	12,5	0,250	1900
10	16ЧН26/27(10Д80)	260	270	187,5	1000	0,230	12,6	0,240	1520
11	Д49(16ЧН26/26)	260	260/262	127	1000	0,218	12,5	0,235	1470
12	61В(ДРПН23/2×30)	230	2×300	276	850	0,234	12,5	0,220	1900
13	Д42(8ЧРН30/38)	300	380	184	700	0,272	12,0	0,303	1920
14	Г74(6ЧН36/45)	360	450	147,2	375	0,218	13,5	0,200	1830

Таблиця Д4.8. Перелік тем індивідуального розрахункового науково-дослідного завдання при курсовому проектуванні

№ з/п	Назва теми
1	Розрахункова схема та створення математичної моделі процесу стиснення в циліндрі двигуна за методом Гріневецького–Мазінга та використання математичної моделі «Індикаторний цикл»
2	Визначення середнього показника політропи стиснення при використанні математичної моделі процесу стиснення за методом Гріневецького–Мазінга та математичної моделі «Індикаторний цикл»
3	Створення розрахункової схеми процесу згоряння палива та створення математичної моделі за методом Гріневецького–Мазінга
4	Розробка розрахункової схеми та створення математичної моделі процесу розширення за методом Гріневецького–Мазінга та математичної моделі «Індикаторний цикл»
5	Розробка розрахункових формул для визначення середньої величини показника політропи розширення та тиску газів у точці b
6	Розробка розрахункової схеми та створення математичної моделі процесів розпилення палива
7	Використовуючи математичну модель «Індикаторний цикл», провести дослідження зміни коефіцієнта тепловіддачі від газів до внутрішньої втулки циліндра за формулою Ейхельберга та формулою Семенова
8	На базі математичної моделі індикаторного циклу розрахувати температуру газів у залежності від кута повороту колінчатого валу і визначити теплові втрати через стінку втулки
9	На базі математичної моделі «Індикаторний цикл» дослідити зміну тиску газів у залежності від кута повороту кривошипа та знайти механічне напруження втулки циліндра
10	Використовуючи залежність температури газів від кута повороту кривошипа, дослідити зміну термічної напруженості втулки циліндра
11	На базі моделі індикаторного циклу дослідити: зміну тиску газів у циліндрі двигуна, зміну температури газів та індикаторного ККД в залежності від кута повороту кривошипа
12	Провести мінімізацію питомої площі охолодження циліндра при циліндричній формі камери стиснення
13	Провести мінімізацію питомої площі охолодження циліндра при напівкульовій формі камери стиснення
14	Провести мінімізацію питомої площі охолодження циліндра при кульовій формі камери стиснення

ЗМІСТ

1.	Опис навчальної дисципліни.....	3
2.	Мета та завдання навчальної дисципліни.....	4
3.	Програма навчальної дисципліни.....	5
4.	Структура навчальної дисципліни.....	9
5.	Теми практичних занять.....	14
6.	Теми лабораторних занять.....	15
7.	Самостійна робота.....	16
8.	Науково-дослідна робота.....	19
9.	Контрольна робота.....	21
10.	Курсовий проект.....	21
11.	Методи навчання.....	23
12.	Методи контролю.....	24
	12.1 Поточний контроль.....	24
	12.2 Підсумковий модульний контроль.....	25
13.	Розподіл балів, які отримують студенти.....	25
	13.1 Бали за лабораторні роботи.....	25
	13.2 Бали за практичні роботи.....	25
	13.3 Бали за курсовий проект.....	26
	13.4 Бали за науково-дослідну роботу.....	27
14.	Рекомендована література.....	30
15.	Інформаційні ресурси.....	32
	Додатки.....	33

