

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут  
Кафедра суднового машинобудування та енергетики

T7430

**ЗАТВЕРДЖЕНО**



Заступник директора ХННІ НУК  
з навчальної роботи  
к.т.н., професор

О.М. Дудченко

" 9 " \_\_\_\_\_ 2023 р.

***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

**Program of the Discipline**

**ДВИГУНИ НЕТРАДИЦІЙНИХ СХЕМ**

**Unconventional Circuit Engines**

рівень вищої освіти      *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни          *обов'язкова*

мова викладання        *українська*

**Миколаїв – 2023**

Робоча програма навчальної дисципліни “Двигуни нетрадиційних схем”, яка є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» освітньої програми «Двигуни внутрішнього згорання».

« 26 » 10 2023 року – 45 с.

Розробники: Андреев А.А. – к.т.н., професор НУК, завідувач кафедри суднового машинобудування та енергетики; Пирисунько М.А. – к.т.н., доцент кафедри суднового машинобудування та енергетики.

*Проект робочої програми навчальної дисципліни “Двигуни нетрадиційних схем” узгоджено з гарантом освітньої програми “Двигуни внутрішнього згорання”*

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ /Дрозд О.В./

*Проект робочої програми навчальної дисципліни “Двигуни нетрадиційних схем” розглянуто на засіданні кафедри СМЕ ХННІ НУК  
Протокол № 03 від “27” 10 2023 року.*

Завідувач кафедри СМЕ \_\_\_\_\_ /Андреев А.А./

Робоча програма навчальної дисципліни “Двигуни нетрадиційних схем” затверджена методичною радою ХННІ НУК

Протокол № 04 від “16” 11 2023 року.

Голова \_\_\_\_\_ /Дудченко О.М./

© Андреев А.А., 2023 рік  
© Пирисунько М.А., 2023 рік  
© ХННІ НУК, 2023 рік

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Опис навчальної дисципліни .....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни .....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни .....	6
4. Очікувані результати навчання .....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування .....	15
7. Форми поточного та підсумкового контролів .....	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання .....	20
9. Засоби навчання .....	21
10. Рекомендовані джерела інформації .....	21
Додаток 1 Питання до проміжного модульного контролю.....	24
Додаток 2 Екзаменаційні білети.....	30

## **ВСТУП**

### **Анотація**

Дисципліною «Двигуни нетрадиційних схем» передбачено набуття здобувачами вищої освіти (ЗВО) знань щодо принципів дії, схем і конструкції перспективних двигунів нетрадиційних схем, а також особливостей розрахунку робочого циклу, кінематики силового механізму та основ конструювання двигунів нетрадиційних схем.

Програма навчальної дисципліни «Двигуни нетрадиційних схем» розрахована на ЗВО, які вивчили дисципліни «Теорія механізмів і машин», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння», «Конструкція та динаміка двигунів внутрішнього згоряння». Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач та проведення розрахунків робочих циклів двигунів нетрадиційних схем, виконання розрахунків кінематики силових механізмів та ескізного конструювання двигунів нетрадиційних схем.

Дисципліна «Двигуни нетрадиційних схем» забезпечує застосування отриманих навичок при проведенні аналізу конструкції та організації робочого процесу сучасних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) з метою визначення можливих шляхів поліпшення показників їх роботи шляхом застосування нетрадиційних конструктивних або термодинамічних схем.

**Ключові слова:** двигун внутрішнього згоряння, конструктивна схема, робочий цикл двигуна, нетрадиційні схеми.

### **Annotation**

The discipline «Unconventional Circuit Engines» provides for the acquisition of knowledge by applicants for higher education regarding the principles of operation, schemes and design of promising engines of non-traditional schemes, as well as the specifics of calculating the operating cycle, kinematics of the power mechanism and the basics of designing engines of non-traditional schemes.

The curriculum of the discipline "Unconventional Circuit Engines" is designed for higher education seekers who have studied the disciplines "Theory of mechanisms and machines", "Theory of internal combustion engines", "Design and dynamics of internal combustion engines". The program provides for the comprehensive application of the acquired competencies for solving applied problems and calculating the operating cycles of engines of non-traditional schemes, performing calculations of the kinematics of power mechanisms, as well as sketching the design of engines of non-traditional schemes.

The discipline "Unconventional Circuit Engines" provides the application of the acquired skills in the analysis of the design and organization of the working process of modern internal combustion engines in order to determine possible ways to improve the performance of promising ICEs through the use of non-traditional design or thermodynamic schemes.

**Key words:** internal combustion engine, structural diagram, engine duty cycle, non-traditional schemes.

# 1. Опис навчальної дисципліни

## Основні характеристики навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни для форми навчання	
		денної	заочної
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: <b>14 "Електрична інженерія"</b>	Обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність:	<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів – 3	<b>142 "Енергетичне машинобудування"</b>	2-й*, 3-й**, 4-й	2-й*, 3-й**, 4-й
<a href="http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/internal-combustion-engines-b.html">http://www.kb.nuos.edu.ua/ Licensing%20and% 20accreditation% 20specialties/internal- combustion-engines-b.html</a>	Освітня програма:		
Індивідуальне науково- дослідне завдання:  –	<b>"Двигуни внутрішнього згоряння"</b>	<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 90		4-й*, 6-й**, 8-й	4-й*, 6-й**, 7-й
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 4; самостійної роботи ЗВО – 2	Освітній рівень: <b>перший (бакалаврський)</b>	<b>Лекції</b>	
		30 годин	10 годин
		<b>Практичні заняття</b>	
		30 годин	4 годин
		<b>Самостійна робота</b>	
		30 годин	76 годин
		<b>Види контролю</b>	
		екзамен	екзамен, контрольна робота
		<b>Форма контролю</b>	
		Письмовий контроль	

### Примітки:

\* – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання (вступ на основі ОКР "молодший спеціаліст");

\*\* – для ЗВО, що навчаються за скороченим терміном навчання протягом трьох років (вступ на основі ОКР "фаховий молодший бакалавр")

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни “Двигуни нетрадиційних схем” 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 першого (бакалаврського) рівня вищої освіти “Двигуни внутрішнього згоряння” таких компетентностей.

*Інтегральна компетентність:*

– 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 невизначеністю умов.

*Загальні компетентності:*

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

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

**ЗК 14.** Прагнення до збереження навколишнього середовища.

*Спеціальні компетентності:*

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

**ФК 12.** Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності.

## 3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Теорія механізмів і машин», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння», «Конструкція та динаміка двигунів внутрішнього згоряння».

## 4. Очікувані результати навчання

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

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

**ПР 7.** Проектувати 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 11.** Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень;

**ПР 16.** Отримувати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності у сфері енергетичного машинобудування для донесення суджень, які відображають відповідні соціальні та етичні проблеми;

**ПР 21.** Аналізувати розвиток науки і техніки.

## **5. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1**

**Змістовий модуль 1. Поршневі двигуни з продовженим розширенням, двигуни, що працюють за циклом Аткинсона та Мілера. Двигуни традиційних схем, що працюють з використанням нетрадиційного палива. Рідко вживані схеми традиційних ДВЗ**

**Тема 1.** Визначення ДВЗ традиційної схеми, з'ясування принципових вад і недоліків традиційних схем та класифікація нетрадиційних двигунів.

Джерела інформації: [3], с. 9-14, 35-36.

**Тема 2.** Системний підхід до порівняльного аналізу двигунів різних схем, системний підхід до проектування нових двигунів.

Джерела інформації: [8], с. 7-27.

**Тема 3.** Альтернативні робочі цикли двигунів традиційних схем, поршневі двигуни з продовженим розширенням, поршневі двигуни, що працюють за циклом Аткинсона та циклом Мілера, двигуни з розділенням робочого процесу на два циліндри (двигун Кушуля, Скудері).

Джерела інформації: [2], с. 16-27, 474-497.

**Тема 4.** Двигуни традиційних схем, що працюють з використанням нетрадиційного палива.

Джерела інформації: [15], с. 198-225; [5], с. 5-45.

**Тема 5.** Рідко вживані схеми традиційних ДВЗ. Авіаційні зіркоподібні ДВЗ з повітряним охолодженням, автомобільні двигуни з повітряним охолодженням, двигуни з протилежно рухомими поршнями, двотактні двигуни з нетрадиційними схемами продувки.

Джерела інформації: [1], с. 426-482; [4], с. 3-18; [13], с. 21-28.

**Змістовий модуль 2. Двигуни з силовим механізмом еліпсографічного та гіпоциклічного типу. Двигуни з багатоважільними механізмами, двигуни з механізмом типу «скошена шайба» та ін. ДВЗ з вільно рухомими поршнями**

**Тема 6.** Визначення вад і переваг центрального кривошипно-шатунного механізму (КШМ) та різновидів КШМ. Класифікація та стисла характеристика альтернативних силових механізмів поршневих двигунів.

Джерела інформації: [8], с. 9-12, 60-105.

**Тема 7.** Двигуни з «безшатунними» силовими механізмами еліпсографічного та гіпоциклічного типу: двигуни Парсонса, Бурле, Баландіна, Мюррея, Вуля.

Джерела інформації: [13], с. 21-26.

**Тема 8.** Двигуни з багатоважільними механізмами, двигуни з механізмом типу «скошена шайба» та ін.

Джерела інформації: [9], с. 12-20.

**Тема 9.** ДВЗ з вільно рухомими поршнями: дизель-компресори з вільно рухомими поршнями, генератори газу високих параметрів з вільно рухомими поршнями, будівельні дизель-молоти.

Джерела інформації: [6], с. 261-273.

## **Модуль 2**

**Змістовий модуль 3. Роторно-поршневий двигун Ванкеля. Роторно-лопатевий двигун. Ротативні двигуни аксіального типу, тороподібні та сфероподібні двигуни. Двигуни, що працюють за циклом Стірлінга, їх класифікація. Конструкція двигунів із зовнішнім підведенням теплоти**

**Тема 10.** Визначення вад і переваг системи поршень-циліндр для забезпечення посудини змінного об'єму. Класифікація та стисла характеристика альтернативних схем організації посудини змінного об'єму для забезпечення в ній робочого циклу ДВЗ.

Джерела інформації: [8], с. 9-12, 60-105, 117-163.

**Тема 11.** Особливості конструкції, робочого циклу, проектування та розрахунку роторно-поршневого двигуна Ванкеля. Переваги та недоліки двигуна Ванкеля.

Джерела інформації: [6], с. 253-260; [8], с. 105-110; [12], с. 54-112.

**Тема 12.** Особливості конструкції, робочого циклу, проектування та розрахунку роторно-лопатєвого двигуна. Переваги та недоліки роторно-



лопатевого двигуна. Ротативні двигуни аксіального типу, тороподібні та сфероподібні двигуни, роторно-поршневі двигуни інших схем.

Джерела інформації: [12], с. 7-49.

**Тема 13.** Визначення вад і переваг двигунів внутрішнього згоряння в порівнянні з двигунами зовнішнього згоряння. Двигуни зовнішнього згоряння як альтернатива сучасним ДВЗ.

Джерела інформації: [6], с. 5-23; [10], с. 5-10.

**Тема 14.** Особливості робочого циклу та різновиди двигуна Стірлінга. Розрахунок робочого циклу та особливості проектування двигунів Стірлінга. Аналіз робочих характеристик виконаних двигунів Стірлінга.

Джерела інформації: [6], с. 23-28, 277-279; [9], с. 16-153, 417-448; [10], с. 10-22, 35-58; [11], с. 13-21, 29-52, 67-119.

**Тема 15.** Конструкція двигунів із зовнішнім підведенням теплоти.

Джерела інформації: [9], с. 303-370, 402-413; [11], с. 102-131.

## Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин для форми навчання							
	денної				заочної			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		лекції	практичні заняття	самостійна робота		лекції	практичні заняття	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1</b>								
<b>Змістовий модуль 1. Поршневі двигуни з продовженим розширенням, двигуни, що працюють за циклом Аткинсона та Мілера. Двигуни традиційних схем, що працюють з використанням нетрадиційного палива. Рідко вживані схеми традиційних ДВЗ</b>								
<b>Тема 1.</b> Визначення ДВЗ традиційної схеми, з'ясування принципів вад і недоліків традиційних схем та класифікація нетрадиційних двигунів	7	2	2	3	8	2	-	6
<b>Тема 2.</b> Системний підхід до порівняльного аналізу двигунів різних схем, системний підхід до проектування нових двигунів	4	2	-	2	6	-	-	6
<b>Тема 3.</b> Альтернативні робочі цикли двигунів традиційних схем, поршневі двигуни з продовженим розширенням, поршневі двигуни, що працюють за циклом Аткинсона та циклом Мілера, двигуни з розділенням робочого процесу на два циліндри (двигун Кушуля, Скудері)	9	2	4	3	8	2	-	6
<b>Тема 4.</b> Двигуни традиційних схем, що працюють з використанням нетрадиційного палива	4	2	-	2	5	-	-	5
<b>Тема 5.</b> Рідко вживані схеми традиційних ДВЗ. Авіаційні зіркоподібні ДВЗ з повітряним охолодженням, автомобільні двигуни з повітряним охолодженням, двигуни з протилежно рухомими поршнями, двотактні двигуни з нетрадиційними схемами продувки	4	2	-	2	5	-	-	5

<b>Змістовий модуль 2.</b> Двигуни з силовим механізмом еліпсографічного та гіпоциклічного типу. Двигуни з багатоважільними механізмами, двигуни з механізмом типу «скошена шайба» та ін. ДВЗ з вільно рухомими поршнями								
<b>Тема 6.</b> Визначення вад і переваг центрального кривошипно-шатунного механізму та різновидів КШМ. Класифікація та стисла характеристика альтернативних силових механізмів поршневих двигунів	5	2	-	3	8	2	-	6
<b>Тема 7.</b> Двигуни з «безшатунними» силовими механізмами еліпсографічного та гіпоциклічного типу: двигуни Парсонса, Бурле, Баландіна, Мюррея, Вуля	9	2	4	3	8	-	2	6
<b>Тема 8.</b> Двигуни з багатоважільними механізмами, двигуни з механізмом типу «скошена шайба» та ін.	9	2	4	3	6	-	-	6
<b>Тема 9.</b> ДВЗ з вільно рухомими поршнями: дизель-компресори з вільно рухомими поршнями, генератори газу високих параметрів з вільно рухомими поршнями, будівельні дизель-молоти	9	2	4	3	6	-	-	6
<b>Разом за модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>52</b>
<b>Модуль 2</b>								
<b>Змістовий модуль 3.</b> Роторно-поршневий двигун Ванкеля. Роторно-лопатекий двигун. Ротативні двигуни аксіального типу, тороподібні та сфероподібні двигуни. Двигуни, що працюють за циклом Стірлінга, їх класифікація. Конструкція двигунів з зовнішнім підведенням теплоти								
<b>Тема 10.</b> Визначення вад і переваг системи поршень-циліндр для забезпечення посудини змінного об'єму. Класифікація та стисла характеристика альтернативних схем організації посудини змінного об'єму для забезпечення в ній робочого циклу ДВЗ	3	2	-	1	6	2	-	4
<b>Тема 11.</b> Особливості конструкції, робочого циклу, проектування та розрахунку роторно-поршневого двигуна Ванкеля. Перваги та недоліки двигуна Ванкеля	7	2	4	1	4	-	-	4

<b>Тема 12.</b> Особливості конструкції, робочого циклу, проектування та розрахунку роторно-лопатевого двигуна. Переваги та недоліки роторно-лопатевого двигуна. Ротативні двигуни аксіального типу, тороподібні та сфероподібні двигуни, роторно-поршневі двигуни інших схем	7	2	4	1	4	-	-	4
<b>Тема 13.</b> Визначення вад і переваг двигунів внутрішнього згоряння в порівнянні з двигунами зовнішнього згоряння. Двигуни зовнішнього згоряння як альтернатива сучасним ДВЗ	3	2	-	1	4	-	-	4
<b>Тема 14.</b> Особливості робочого циклу та різновиди двигуна Стірлінга. Розрахунок робочого циклу та особливості проектування двигунів Стірлінга. Аналіз робочих характеристик виконаних двигунів Стірлінга	7	2	4	1	8	2	2	4
<b>Тема 15.</b> Конструкція двигунів із зовнішнім підведенням теплоти	3	2	-	1	4	-	-	4
<b>Разом за модулем 2</b>	<b>30</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>24</b>
<b>Усього</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>76</b>

## Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
<b>Модуль 1</b>			
1	Класифікація нетрадиційних двигунів. Попереднє визначення основних параметрів двигуна: частота обертання, розмірність, кількість циліндрів. Джерела інформації: [3], с. 9-36; [13], с. 3-20	2	-
2	Аналіз ідеалізованого та дійсного циклів двигунів, що працюють за циклом Аткинсона, Міллера, Д'яченко. Визначення конструктивних особливостей таких двигунів. Джерела інформації: [2], с. 16-27, 474-497	4	-
3	Аналіз схем двигунів з «безшатунними» силовими механізмами еліпсографічного та гіпоциклічного типу. Джерела інформації: [13], с. 21-26	4	2
4	Аналіз схем двигунів з багатоважільними механізмами, двигуни з механізмом типу «скошена шайба». Джерела інформації: [9], с. 12-20	4	-
5	Аналіз схем двигунів з вільно рухомими поршнями. Джерела інформації: [6], с. 261-273; [7], с. 293-301	4	-
<b>Модуль 2</b>			
6	Аналіз схем двигуна Ванкеля. Розрахунок кінематики двигуна Ванкеля. Джерела інформації: [6], с. 253-260; [7], с. 289-293; [8], с. 105-110	4	-
7	Аналіз переваг і недоліків роторно-лопатєвого двигуна. Джерела інформації: [12], с. 7-49	4	-
8	Побудова алгоритму розрахунку дійсного циклу Стірлінга. Джерела інформації: [6], с. 23-28; [9], с. 16-153, 417-448; [10], с. 10-22, 35-58; [11], с. 29-52, 67-119	4	2
<b>Усього</b>		<b>30</b>	<b>4</b>

## Самостійна робота

### Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	0,5 (1) годин на 1 лекцію	7	14
2	Підготовка до практичних робіт	до 1 (2) години на 1 роботу	8	2
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) годин на 1 захід	15	15
4	Підготовка до екзамену		–	15
5	Виконання контрольної роботи	до 30 годин на 1 роботу	–	30
<b>Разом</b>			30	76

## Контрольна робота

Контрольна робота виконується ЗВО заочної форми навчання. Вона представляє собою письмові відповіді на питання (Додаток 1) відповідно до номеру варіанту ЗВО (згідно журналу академічної групи). Відповідність номера питань до варіанту наведено нижче в таблиці.

### Відповідність номера питань до варіанту ЗВО заочної форми навчання

Номер варіанту	Номер питання	Номер варіанту	Номер питання
1	1; 31; 100	16	16; 46; 85
2	2; 32; 99	17	17; 47; 84
3	3; 33; 98	18	18; 48; 83
4	4; 34; 97	19	19; 49; 82
5	5; 35; 96	20	20; 50; 81
6	6; 36; 95	21	21; 51; 80
7	7; 37; 94	22	22; 52; 79
8	8; 38; 93	23	23; 53; 78
9	9; 39; 92	24	24; 54; 77
10	10; 40; 91	25	25; 55; 76
11	11; 41; 90	26	26; 56; 75
12	12; 42; 89	27	27; 57; 74
13	13; 43; 88	28	28; 58; 73
14	14; 44; 87	29	29; 59; 72
15	15; 45; 86	30	30; 60; 71

## **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 освітньої діяльності, а саме:

*для всіх видів занять:*

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;
- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;
- дискусія – обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

*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; різновиди бесіди: репродуктивні (спрямовані на відтворення раніше засвоєного матеріалу), катехізичні (передбачають точне відтворення формулювань, запам'ятовування відповідей), евристичні (підводять здобувачів до самостійних висновків);
- ілюстрування – показ і сприйняття предметів, процесів і явищ та у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

*для практичних занять:*

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

*методи контролю і самоконтролю:*

- фронтальне опитування;
- контрольні роботи.

Найважливішим методом контролю для всіх ЗВО є екзамен.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- поточні модульні контрольні роботи;
- практичні заняття;
- контрольна робота (для ЗВО заочної форми навчання);
- підсумковий контроль (екзамен).

Для ЗВО денної форми навчання оцінювання рівня засвоєння матеріалу, викладеного на лекціях і закріпленого й розширеного на практичних заняттях і внаслідок самостійної роботи, здійснюється поточним модульним контролем –

співбесідами на практичних заняттях, оцінюванням індивідуального конспекту в аспекті подання інформації, її якості та повноти щодо двигунів нетрадиційних схем та відповідних коментарів.

ЗВО денної форми навчання вважається допущеним до складання екзамену, якщо отримав при поточному модульному контролі не менше, ніж 50 балів.

## 7. Форми поточного та підсумкового контролів

Досягнення ЗВО оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право складати заключний екзамен надається ЗВО, який набирає з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки ЗВО із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих робочою програмою навчальної дисципліни, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

### Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, правильно і повністю виконані цілі та завдання роботи. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів
4	Робота виконана у встановлений термін. ЗВО виконує практичну роботу, іноді після консультації з науково-педагогічним працівником (НПП); в цілому правильно робить висновки
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. ЗВО виконує практичну роботу після консультації з НПП; складає висновки, що містить неточності та помилки
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. ЗВО виконує практичну роботу згідно методики; складений висновок містить неточності та помилки
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. ЗВО виконує практичну роботу під керівництвом НПП; складений висновок містить неточності та помилки



0	Робота не виконувалася
---	------------------------

### Контрольна робота (для ЗВО заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання
30	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 і в 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
25	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
15	Робота виконана з порушенням встановлених 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
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи ЗВО слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

### Поточний модульний контроль

Поточний модульний контроль для ЗВО денної та заочної форм навчання складається з двох модульних контрольних робіт (МКР), кожна з яких передбачає письмову відповідь на 2 контрольних питання з відповідного модуля (Додаток 1). Відповідь на одне контрольне питання оцінюється до 5 балів.

### Письмова відповідь

Бал	Критерії оцінювання
5	ЗВО вільно володіє пройденим навчальним матеріалом поточного модуля, без помилок відповідає на теоретичні питання за змістом поточного модулю, володіє методиками розрахунку робочих циклів двигунів нетрадиційних схем та їх ескізного конструювання

4	ЗВО володіє навчальним матеріалом поточного модуля, без помилок відповідає на теоретичні питання, вміє проводити розрахунки робочих циклів двигунів нетрадиційних схем, але не вміє робити ескізне конструювання двигунів нетрадиційних схем, представлених у поточному модулі
3	ЗВО орієнтується у пройденому матеріалі, але відповіді на теоретичні питання не повні, знає, як проводити розрахунки робочих циклів двигунів нетрадиційних схем, але не вміє робити ескізне конструювання двигунів нетрадиційних схем, представлених у поточному модулі
2	ЗВО орієнтується у пройденому матеріалі, але не на всі теоретичні питання за змістом поточного модулю може відповісти, знає як проводити розрахунки робочих циклів двигунів нетрадиційних схем, але не вміє робити ескізне конструювання двигунів нетрадиційних схем, представлених у поточному модулі
1	ЗВО частково орієнтується у пройденому матеріалі, відповіді на теоретичні питання не повні, не знає як проводити розрахунки робочих циклів двигунів нетрадиційних схем та не вміє робити ескізне конструювання двигунів нетрадиційних схем, представлених у поточному модулі
0	ЗВО не орієнтується у пройденому матеріалі, не може відповісти на теоретичні питання за змістом поточного модулю

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Виконання практичних робіт	8 робіт × 5 балів = 40 балів	2 роботи × 5 балів = 10 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 10 балів = 20 балів	2 МКР × 10 балів = 20 балів
Виконання контрольної роботи	–	1 робота × 30 балів = 30 балів
<b>Усього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

### Підсумковий контроль у формі екзамену

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену й складається з письмової відповіді на 3 контрольних питання. Варіанти екзаменаційних білетів наведені у Додатку 2. Повна відповідь на всі контрольні питання оцінюється до 40 балів.

## Письмова відповідь

Бал	Критерії оцінювання
40	ЗВО вільно володіє матеріалом, знає конструкцію, принцип дії, вади та переваги двигунів Ванкеля, Стірлінга, двигунів із безшатунними механізмами різного типу, роторно-лопатевого двигуна, двигуна з вільно рухомими поршнями, основні вади конструкції та організації робочого циклу двигунів, виконаних за традиційними схемами, має уяву про можливості сучасного конструювання ДВЗ за допомогою пакетів 3D-графіки, основи уточненого розрахунку робочого циклу ДВЗ на базі вирішення системи диференціальних рівнянь
30	ЗВО вільно володіє матеріалом, знає конструкцію, принцип дії, вади та переваги двигунів Ванкеля, Стірлінга, двигунів із безшатунними механізмами різного типу, роторно-лопатевого двигуна, основні вади конструкції та організації робочого циклу двигунів, виконаних за традиційними схемами, має уяву про можливості сучасного конструювання ДВЗ за допомогою пакетів 3D-графіки, але не знає основ уточненого розрахунку робочого циклу ДВЗ
20	ЗВО знає конструкцію, принцип дії, вади та переваги двигунів Ванкеля, Стірлінга, двигунів із безшатунними механізмами різного типу, роторно-лопатевого двигуна, основні вади конструкції двигунів, виконаних за традиційними схемами, має уяву про можливості сучасного конструювання ДВЗ за допомогою пакетів 3D-графіки, але не знає основ уточненого розрахунку робочого циклу ДВЗ
10	ЗВО знає конструкцію, принцип дії двигунів Ванкеля, Стірлінга, двигунів із безшатунними механізмами різного типу, організацію робочого циклу двигунів, виконаних за традиційними схемами, має уяву про можливості сучасного конструювання ДВЗ за допомогою пакетів 3D-графіки, не знає принципу дії та конструкції роторно-лопатевого двигуна
5	ЗВО знає принцип дії двигунів Ванкеля, Стірлінга, організацію робочого циклу двигунів, виконаних за традиційними схемами, має уяву про можливості сучасного конструювання ДВЗ, але не знає основ уточненого розрахунку робочого циклу ДВЗ, не має уяви про можливості сучасного конструювання ДВЗ за допомогою пакетів 3D-графіки, не знає принципу дії та конструкції роторно-лопатевого двигуна

0	ЗВО не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни
---	--

## 8. Критерії оцінювання результатів навчання

Можливі поточні бали за опанування матеріалу кожної теми, виконання кожної практичної роботи, а також складання поточного модульного контролю та екзамену наведені в наступній таблиці.

Номер модуля	Номер теми	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
М 1	T1	Практична робота № 1	0...5	-	-
	T2	-	-	-	-
	T3	Практична робота № 2	0...5	-	-
	T4	-	-	-	-
	T5	-	-	-	-
	T6	-	-	-	-
	T7	Практична робота № 3	0...5	Практична робота № 3	0...5
	T8	Практична робота № 4	0...5	-	-
	T9	Практична робота № 5	0...5	-	-
	Поточний модульний контроль	МКР № 1	0...10	МКР № 1	0...10
М 2	T10	-	-	-	-
	T11	Практична робота № 6	0...5	-	-
	T12	Практична робота № 7	0...5	-	-
	T13	-	-	-	-
	T14	Практична робота № 8	0...5	Практична робота № 8	0...5
	T15	-	-	-	-
	Поточний модульний контроль	МКР № 2	0...10	МКР № 2	0...10
-	-	-	Контрольна робота	0...30	
Підсумковий контроль	Екзамен	0...40	Екзамен	0...40	
<b>Сума</b>	-	<b>0...100</b>	-	<b>0...100</b>	

Примітка: М – модуль; МКР – модульна контрольна робота; T1, T2, ... T7 – теми змістових модулів

## Шкала оцінювання: національна та ESTS

Сума балів за всі види освітньої діяльності	Оцінка ESTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 9. Засоби навчання

Як методичне забезпечення використовуються підручники, навчальні посібники та методичні вказівки до виконання практичних робіт, а також плакати. Крім традиційних паперових носіїв, підручники та методичні вказівки використовуються в електронному вигляді. При проведенні лекцій використовується мультимедійний проектор.

Крім того, доступ ЗВО до змісту екзаменаційних білетів (Додаток 2) забезпечено.

### 10. Рекомендовані джерела інформації

#### Основна література

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкції форсованих двигунів наземних транспортних машин / за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова. - Х.: Видавн. центр НТУ "ХГП", 2004. - 490 с. (електронний варіант)

3. Дяченко В. Г. Теорія двигунів внутрішнього згоряння: посібник для ВНЗ / В. Г. Дяченко. - Х.: ХНАДУ, 2009. - 500 с. (електронний варіант)

4. Van Basshuysen R., Schafer F. (eds.). Internal combustion engine handbook: basics, components, systems, and perspectives. Part 1. / SAE International, 2004. – 852 p. (електронний варіант)

5. Jack D. Mattingly, William H. Heiser, David T. Pratt. Aircraft engine design. 2nd ed. / American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2002. - 684 p. (електронний варіант)

### Допоміжна література

6. Blair G. P. The basic design of two-stroke engines / G. P. Blair. - SAE, 1993.- 672 p.
7. Горбов, В.М. Енергетичні палива [Текст]: навчальний посібник / В.М. Горбов. – Миколаїв УДМУ, 2003. – 328 с.
8. Giampaolo. T., Gas turbine handbook: principles and practices. - 4rd ed. – 2009. — 462 p.
9. Myer Kutz, Mechanical Engineers' Handbook. Materials and Mechanical Design. Volume 1 - 3rd ed. – 2006. — 1341 p.
10. Myer Kutz, Mechanical Engineers' Handbook. Instrumentation, Systems, Controls, and MEMS. Volume 2 - 3rd ed. – 2006. — 907 p.
11. Myer Kutz, Mechanical Engineers' Handbook. Manufacturing and Management, and MEMS. Volume 3 - 3rd ed. – 2006. — 824 p.
12. Myer Kutz, Mechanical Engineers' Handbook. Energy and Power, and MEMS. Volume 4 - 3rd ed. – 2006. — 1088 p.
13. Deven Aranha, Marine Diesel Engines. Decora Book Prints Pvt. Ltd., Mumbai – 2013 — 343 p.
14. Taylor D.A., Introduction to Marine Engineering. Elsevier, 2003. 372 p. — ISBN:0 7506 2530 9.
15. Белоусов Е. В. Создание и совершенствование твердотопливных двигателей внутреннего сгорания / Е. В. Белоусов. - Херсон: ОАО «ХГТ», 2006. - 452 с. (електронний варіант)
16. Jackson L., Morton Th.D., Reed's General Engineering Knowledge for Marine Engineers. Thomas Reed Publications, 2006. 529 p. — ISBN 0947637761.

### Інформаційні ресурси в інтернет

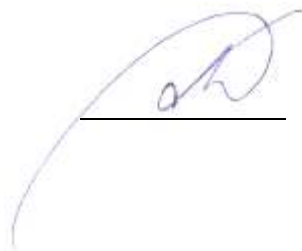
1. Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування <http://lib.nuos.edu.ua/> (інструкції з доступу):
  - 1.1 Підручники, навчальні посібники:
    - видавництво «Олді+» <http://ebooks.oldiplus.ua/> (за IP-адресами НУК, ХХННІ НУК)
    - Видавництво Bentham Science на платформі Edanz: <https://www.edanz.com/>
  - 1.2 Міжнародні наукові, та науково-метричні бази:
    - Access Global NewsBank 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/>  
**Провідні двигунобудівні фірми:**
8. Society of Automotive Engineers (SAE): <http://www.sae.org/>
9. Сайт Wartsila: <https://www.wartsila.com/>
10. Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology: <https://www.wartsila.com/encyclopedia>
11. General Technical Data is an engine simulation tool: <https://www.wingd.com/en/media/general-technical-data/>
12. Сайт MAN Diesel: <https://www.man-es.com/>
13. MAN Two-stroke project guides: <https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/project-guides/two-stroke>
14. CEAS engine calculations: <https://www.man-es.com/marine/products/planning-tools-and-downloads/ceas-engine-calculations>
15. Сайт Caterpillar: <http://www.caterpillar.com/ru.html>
16. Сайт Mitsubishi: <http://www.mhi.co.jp/>
17. Сайт Akasaka Diesels Ltd: <http://www.akasaka-diesel.jp/en/>
18. Сайт Daihatsu Diesel: <http://www.dhtd.co.jp/ja/index.html>
19. Сайт Niigata: <http://www.niigata-power.com/english/index.html>
20. Сайт Hyundai: <http://www.hyundai-engine.com/>

**Розробники:**

к.т.н., професор



А.А. Андрєєв

к.т.н., доцент



М.А. Пирисунько

## Питання до проміжного модульного контролю

### Змістовий модуль 1

1. Надати визначення двигуна внутрішнього згоряння традиційної схеми. Вказати на недоліки традиційних двигунів і визначити можливі шляхи їх усунення.

2. Навести відому Вам класифікацію двигунів нетрадиційних схем і надати стисло характеристику кожного типу двигуна.

3. Дати визначення та навести основні етапи життєвого циклу ДВЗ як технічного об'єкту.

4. Навести ознаки ДВЗ як складної технічної системи.

5. Навести етапи та мету процесу проектування ДВЗ. Висхідне та низхідне проектування.

6. Навести ієрархічні рівні проектування ДВЗ (ієрархічну структуру комбінованого двигуна внутрішнього згоряння) та вказати на їх взаємозв'язок.

7. Навести приклади задач синтезу та аналізу при проектуванні ДВЗ.

8. Пояснити принципи декомпозиції та ітераційності процесу проектування ДВЗ.

9. Навести низку вимог, що висуваються при проектуванні сучасного двигуна. Які при цьому використовуються техніко-економічні показники? Які основні тенденції можна виділити?

10. Яким чином здійснюється вибір частоти обертання двигуна, що проектується?

11. Що необхідно враховувати при виборі геометричних розмірів циліндру двигуна?

12. Які фактори слід враховувати при визначенні кількості циліндрів двигуна?

13. Яким чином слід обирати компоновку двигуна, включаючи розташування циліндрів?

14. Пояснити, як залежать основні визначальні параметри двигуна (частота обертання, геометричні розміри циліндру, кількість і розташування циліндрів) від призначення двигуна.

15. Пояснити особливість організації роботи ДВЗ за циклом Аткинсона. Навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклу, провести порівняння параметрів циклу Аткинсона та циклу Отто.

16. Пояснити особливість організації роботи ДВЗ за циклом Міллера. Навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклів, провести порівняння параметрів циклу Міллера та циклу Отто.

17. Яким чином необхідно змінити конструкцію серійного двигуна-прототипу для переведення його на роботу за циклом Аткинсона та за циклом Міллера?

18. Пояснити особливість організації робочого циклу двигуна з подовженим розширенням (схеми Д'яченко). Навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклів.

19. Яким чином можливо конструктивно забезпечити роботу ДВЗ за циклом з подовженим розширенням?

20. Які переваги мають двигуни з розділенням робочого циклу на два циліндри? Навести схему двигуна Кушуля та пояснити його роботу.

21. Пояснити особливості робочого процесу двигунів, що працюють на гомогенній суміші із запаленням від стиснення. Які переваги потенційно мають такі двигуни та які недоліки?

22. Які особливості мають двигуни внутрішнього згорання, що працюють на водні? Пояснити відмінність у робочому процесі в порівнянні з бензиновими двигунами.

23. Визначити доцільність і можливості використання вугільних суспензій в якості моторного палива ДВЗ. Які основні перешкоди необхідно подолати для успішного переведення ДВЗ на тверде паливо?

24. Пояснити особливості робочого циклу двигунів, що працюють на паливах з високим вмістом кисню (етилловий та метиловий спирти). Розглянути можливість переведення двигуна на горохоподібне паливо (що містить у собі паливо й окислювач).

25. Проаналізувати основні вади та переваги повітряного охолодження ДВЗ у порівнянні з двигунами з рідинним охолодженням.

26. Навести рідко вживані схеми продування двотактних двигунів: продування Цоллера, прямоточно-щілинне продування тощо. Що спричиняє поступове витиснення двотактних двигунів чотиритактними конструкціями?

## **Змістовий модуль 2**

27. Проаналізувати кривошипно-шатунні механізми ДВЗ різних типів з точки зору компонування двигунів. Вказати недоліки.

28. Проаналізувати кінематику кривошипно-шатунного механізму. Визначити зв'язок між кінематикою механізму та особливостями протікання робочого циклу двигуна.

29. Проаналізувати динаміку кривошипно-шатунного механізму. Що таке сили інерції другого порядку, які причини їх виникнення?

30. Урівноваження багатоциліндрових двигунів з кривошипно-шатунним механізмом.

31. Навести розрахункову схему та пояснити роботу силового механізму еліпсографічного типу.

32. Навести схеми різновидів силового механізму еліпсографічного типу. Які обмеження на загальну кількість циліндрів двигуна справедливі для даного типу механізму?

33. Проаналізувати кінематику та динаміку безшатунного механізму еліпсографічного типу. Порівняти з кривошипно-шатунним механізмом.

34. Чи впливає тип силового механізму на протікання робочого циклу двигуна? Порівняти за цим фактором кривошипно-шатунний та безшатунний силовий механізм еліпсографічного типу.

35. Навести принципову схему гіпоциклічного безшатунного силового механізму (механізм Мюррея). Які зміни в конструкції двигуна визначає використання механізму даного типу?

36. Проаналізувати кінематику та динаміку гіпоциклічного безшатунного силового механізму. Виконати порівняння з кривошипно-шатунним механізмом.

37. Навести відомі Вам схеми двигунів з багатоважільними механізмами. З якою метою конструктори ускладнюють конструкцію двигуна?

38. Які переваги щодо компонування двигуна має силовий механізм типу «скошена шайба»? Який основний недолік подібних механізмів?

39. Навести схему дизель-компресора з вільно рухомими поршнями. Пояснити принцип дії.

40. Яків чином можливо здійснити розрахунок кінематики поршнів дизель-компресора з вільно рухомими поршнями? Чи відповідає кінематика поршнів вимогам термодинамічної ефективності робочого циклу дизель-компресора?

41. Навести індикаторні діаграми теоретичного та дійсного циклу дизель-компресора з вільно рухомими поршнями та діаграми в порожнинах ступенів компресора.

42. Навести схему, пояснити принцип дії та навести призначення дизель-поршневих генераторів газу з вільно рухомими поршнями.

43. Пояснити відмінності між дизель-компресором з вільно рухомими поршнями та дизель-поршневим генератором газу з вільно рухомими поршнями.

44. Навести принципову схему свайного дизель-молоту. Пояснити принцип дії, навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклів.

45. Навести блок-схему побудови алгоритму розрахунку робочого циклу двигунів з альтернативними силовими механізмами. Які необхідно внести зміни до математичної моделі робочого циклу двигуна традиційної схеми? Яким чином робота силового механізму впливає на протікання робочого циклу двигуна?

### **Змістовий модуль 3**

46. Проаналізувати систему поршень-циліндр, що забезпечує посудину змінного об'єму, за наступними параметрами: сили, що діють у системі, втрати на тертя, масогабаритні параметри.

47. Проаналізувати роботу системи поршневих кілець двигуна традиційної схеми.

48. Альтернативні шляхи організації посудини змінного об'єму. Навести відомі Вам схеми роторно-поршневих ДВЗ.

49. Які потенційні переваги забезпечують роторно-поршневі двигуни в порівнянні з двигунами традиційної схеми?

50. Навести принципову схему двигуна Ванкеля, пояснити принцип дії двигуна.

51. Дати визначення теоретичного та дійсного контурів робочої порожнини двигуна Ванкеля.

52. Навести розрахункові формули для визначення теоретичного контуру робочої порожнини двигуна Ванкеля.

53. З яких міркувань корегується теоретичний контур робочої порожнини двигуна Ванкеля? Яким чином здійснюється коригування.

54. Яким чином розраховується профіль ротору двигуна Ванкеля? Навіщо в роторі виконуються заглиблення?

55. Навести схематично систему ущільнень двигуна Ванкеля. Які виникають проблеми з ущільненням робочих порожнин у двигунах даного типу?

56. Проаналізувати умови вигорання палива в роторно-поршневому двигуні. Із чим пов'язана установка двох свічок запалення в бензинових двигунах Ванкеля?

57. Проаналізувати форму камери згорання двигуна Ванкеля з позиції термодинамічної ефективності двигуна.

58. Чи можливо організувати роботу двигуна Ванкеля за дизельним циклом?

59. Проаналізувати закон зміни об'єму робочих порожнин двигуна Ванкеля від кута повороту ротора та порівняти з традиційним кривошипно-шатунним механізмом.

60. Виконати порівняльний аналіз діаграм часу-перерізу органів газорозподілу роторно-поршневого двигуна та двигуна традиційної схеми.

61. Намалювати схему сил, діючих в роторно-поршневому двигуні Ванкеля. Яким чином здійснюється врівноваження двигунів даного типу?

62. Пояснити особливості конструювання багатороторних двигунів Ванкеля. Які при цьому виникають додаткові проблеми?

63. Навести принципову схему системи змащення двигуна Ванкеля. Якими способами утворюється шар масла на контурі робочого профілю двигуна?

64. Порівняти характеристики та основні техніко-економічні показники двигуна Ванкеля та двигуна традиційної схеми однакової потужності.

65. Намалювати принципову схему роторно-лопатевого двигуна. Пояснити принцип дії.

66. Навести принципові схеми відомих Вам механізмів синхронізації руху лопатей роторно-лопатевого двигуна.

67. Чи можливо створення багатороторних роторно-лопатевих двигунів?

68. Вказати на принципові переваги та недоліки роторно-лопатевого двигуна порівняно з двигуном традиційної схеми.

69. Визначити перспективні об'єкти застосування роторно-поршневих двигунів.

70. Пояснити особливість організації газообміну в роторно-лопатевому двигуні.

71. Проаналізувати форму камери згорання роторно-лопатевого двигуна з позиції термодинамічної ефективності циклу.

72. Чи можливо організувати дизельний цикл у двигуні, виконаному за роторно-лопатевою схемою?

73. Навести принципові схеми двигунів аксіального, тороподібного та сфероподібного типів.

74. Якими основними факторами обмежується гранична частота обертання ротора роторно-поршневих двигунів?

75. Проаналізувати можливість застосування роторно-поршневих двигунів, зокрема роторно-лопатевої схеми, в двигунах із зовнішнім підведенням теплоти.

76. Навести зміни, які необхідно внести в програму розрахунку робочого циклу двигуна внутрішнього згоряння традиційної схеми для забезпечення розрахунку робочого циклу роторно-поршневих двигунів.

77. Намалювати принципову схему двигуна із зовнішнім підведенням теплоти. Вказати основні відмінності двигунів внутрішнього згоряння від двигунів із зовнішнім підведенням теплоти.

78. Назвати відомі Вам типи двигунів із зовнішнім підведенням теплоти.

79. Навести теоретичний цикл Стірлінга в  $p-v$  та  $T-s$  координатах. Указати на процеси регенерації теплоти.

80. Записати вираз для термічного ККД регенеративного циклу Стірлінга та порівняти даний цикл з циклом Карно.

81. Порівняти теоретичний регенеративний цикл Стірлінга з циклами Отто та Дизеля.

82. Навести сумісні індикаторні діаграми теоретичного та дійсного циклів Стірлінга. Вказати на відмінності та на причини, що їх зумовлюють.

83. Навести складові втрати енергії в дійсному циклі Стірлінга по відношенню до теоретичного циклу.

84. Дати визначення регенератора та назвати його функції в складі двигуна Стірлінга.

85. Навести принципову схему  $\alpha$ -Стірлінга. Порівняти теоретичний та дійсний закони зміни робочих об'ємів двигуна.

86. Навести принципову схему  $p$ -Стірлінга. Порівняти теоретичний та дійсний закони зміни робочих об'ємів двигуна.

87. Навести принципову схему  $u$ -Стірлінга. Порівняти теоретичний та дійсний закони зміни робочих об'ємів двигуна.

88. Навести алгоритм визначення основних визначальних показників двигуна Стірлінга.

89. Які робочі тіла використовуються в двигунах Стірлінга і чому?

90. Яким чином здійснюється регулювання потужності та обертів двигуна Стірлінга?

91. Проаналізувати можливі палива, придатні для застосування в двигуні Стірлінга. Які з них можна вважати найбільш перспективними?

92. Навести основу алгоритму інтегрального розрахунку двигуна Стірлінга.

93. Навести розрахункову схему для побудови математичної моделі робочого процесу двигуна Стірлінга в диференційній формі.

94. Навести базові рівняння математичної моделі робочого процесу двигуна Стірлінга в диференційній формі.

95. Назвати фактори, які обмежують подальше збільшення ефективності двигуна Стірлінга.

96. Навести відомі Вам конструктивні схеми регенератора та методи його розрахунку.

97. Яким чином конструктивно виконується підведення та відведення теплоти в двигуні Стірлінга?

98. Виконати порівняння робочих характеристик двигуна Стірлінга та двигуна традиційної схеми.

99. Виконати порівняння двигуна Стірлінга та двигуна традиційної схеми за основними техніко-економічними показниками.

100. Указати можливі сфери застосування двигуна Стірлінга, що співпадають зі сферою застосування традиційних ДВЗ.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ**  
(все на 15 аркушах)

Кількість білетів – 30



Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 1

1. Надати визначення двигуна внутрішнього згоряння традиційної схеми. Вказати на недоліки традиційних двигунів і визначити можливі шляхи їх усунення.
2. Проаналізувати кінематику кривошипно-шатунного механізму. Визначити зв'язок між кінематикою механізму та особливостями протікання робочого циклу двигуна.
3. Чи можливо організувати роботу двигуна Ванкеля за дизельним циклом?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 2

1. Навести відому Вам класифікацію двигунів нетрадиційних схем і надати коротку характеристику кожного типу двигуна.
2. Урівноваження багатопциліндрових двигунів з кривошипно-шатунним механізмом.
3. Яким чином конструктивно виконується підведення та відведення теплоти в двигуні Стірлінга?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

### БІЛЕТ № 3

1. Дати визначення та навести основні етапи життєвого циклу ДВЗ як технічного об'єкту.
2. Проаналізувати динаміку кривошипно-шатунного механізму. Що таке сили інерції другого порядку, які причини їх виникнення?
3. Проаналізувати закон зміни об'єму робочих порожнин двигуна Ванкеля від кута повороту ротора та порівняти з традиційним кривошипно-шатунним механізмом.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

### БІЛЕТ № 4

1. Навести ознаки ДВЗ як складної технічної системи.
2. Навести розрахункову схему та пояснити роботу силового механізму еліпсографічного типу.
3. Виконати порівняльний аналіз діаграм часу-перерізу органів газорозподілу роторно-поршневого двигуна та двигуна традиційної схеми.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 5

1. Навести етапи та мету процесу проектування ДВЗ. Висхідне та низхідне проектування.
2. Навести схеми різновидів силового механізму еліпсографічного типу. Які обмеження на загальну кількість циліндрів двигуна справедливі для даного типу механізму?
3. Намалювати схему сил, діючих в роторно-поршневому двигуні Ванкеля. Яким чином здійснюється врівноваження двигунів даного типу?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 6

1. Навести ієрархічні рівні проектування ДВЗ (ієрархічну структуру комбінованого двигуна внутрішнього згоряння) та вказати на їх взаємозв'язок.
2. Проаналізувати кінематику та динаміку безшатунного механізму еліпсографічного типу. Порівняти з кривошипно-шатунним механізмом.
3. Пояснити особливості конструювання багатороторних двигунів Ванкеля. Які при цьому виникають додаткові проблеми?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

—

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 7

1. Навести приклади задач синтезу та аналізу при проектуванні ДВЗ.
2. Чи впливає тип силового механізму на протікання робочого циклу двигуна? Порівняти за цим фактором кривошипно-шатунний та безшатунний силовий механізм еліпсографічного типу.
3. Навести принципову схему системи змащення двигуна Ванкеля. Якими способами утворюється шар масла на контурі робочого профілю двигуна?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 8

1. Пояснити принципи декомпозиції та ітераційності процесу проектування ДВЗ.
2. Навести принципову схему гіпоциклічного безшатунного силового механізму (механізм Мюррея). Які зміни в конструкції двигуна визначає використання механізму даного типу?
3. Порівняти характеристики та основні техніко-економічні показники двигуна Ванкеля та двигуна традиційної схеми однакової потужності.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 9

1. Навести низку вимог, що висуваються при проектуванні сучасного двигуна. Які при цьому використовуються техніко-економічні показники? Які основні тенденції можна виділити?

2. Проаналізувати кінематику та динаміку гіпоциклічного безшатунного силового механізму. Виконати порівняння з кривошипно-шатунним механізмом.

3. Намалювати принципову схему роторно-лопатевого двигуна. Пояснити принцип дії.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андреев

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 10

1. Проаналізувати основні вади та переваги повітряного охолодження ДВЗ у порівнянні з двигунами з рідинним охолодженням.

2. Навести схему дизель-компресора з вільно рухомими поршнями. Пояснити принцип дії.

3. Назвати відомі Вам типи двигунів із зовнішнім підведенням теплоти.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андреев

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

**БІЛЕТ № 11**

1. Яким чином здійснюється вибір частоти обертання двигуна, що проектується?
2. Навести відомі Вам схеми двигунів з багатоважільними механізмами. З якою метою конструктори ускладнюють конструкцію двигуна?
3. Навести принципові схеми відомих Вам механізмів синхронізації руху лопатей роторно-лопатевого двигуна.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

**БІЛЕТ № 12**

1. Що необхідно враховувати при виборі геометричних розмірів циліндру двигуна?
2. Які переваги щодо компоновання двигуна має силовий механізм типу «скошена шайба»? Який основний недолік подібних механізмів?
3. Чи можливо створення багатороторних роторно-лопатевого двигунів?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 13

1. Які фактори слід враховувати при визначенні кількості циліндрів двигуна?
2. Яків чином можливо здійснити розрахунок кінематики поршнів дизель-компресора з вільно рухомими поршнями? Чи відповідає кінематика поршнів вимогам термодинамічної ефективності робочого циклу дизель-компресора?
3. Вказати на принципові переваги та недоліки роторно-лопатевого двигуна порівняно з двигуном традиційної схеми.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андреев

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 14

1. Які переваги мають двигуни з розділенням робочого циклу на два циліндри? Навести схему двигуна Кушуля та пояснити його роботу.
2. Проаналізувати кривошипно-шатунні механізми ДВЗ різних типів з точки зору компонування двигунів. Вказати недоліки.
3. Навести принципову схему двигуна Ванкеля, пояснити принцип дії двигуна.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андреев

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 15

1. Яким чином слід обирати компоновку двигуна, включаючи розташування циліндрів?
2. Навести індикаторні діаграми теоретичного та дійсного циклів дизель-компресора з вільно рухомими поршнями та діаграми в порожнинах ступенів компресора.
3. Визначити перспективні об'єкти застосування роторно-поршневих двигунів.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андреев

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 16

1. Пояснити як залежать основні визначальні параметри двигуна (частота обертання, геометричні розміри циліндру, кількість і розташування циліндрів) від призначення двигуна.
2. Навести схему, пояснити принцип дії та навести призначення дизель-поршневих генераторів газу з вільно рухомими поршнями.
3. Пояснити особливість організації газообміну в роторно-лопатевому двигуні.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андреев

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько



Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 17

1. Пояснити особливість організації роботи ДВЗ за циклом Аткинсона. Навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклів, провести порівняння параметрів циклу Аткинсона та циклу Отто.
2. Пояснити відмінності між дизель-компресором з вільно рухомими поршнями та дизель-поршневим генератором газу з вільно рухомими поршнями.
3. Проаналізувати форму камери згоряння роторно-лопатевого двигуна з позиції термодинамічної ефективності циклу.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 18

1. Пояснити особливість організації роботи ДВЗ за циклом Міллера. Навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклів, провести порівняння параметрів циклу Міллера та циклу Отто.
2. Навести принципову схему свайного дизель-молоту. Пояснити принцип дії, навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклів
3. Чи можливо організувати дизельний цикл у двигуні, виконаному за роторно-лопатевою схемою?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 19

1. Яким чином необхідно змінити конструкцію серійного двигуна-прототипу для переведення його на роботу за циклом Аткинсона та за циклом Міллера?
2. Навести блок-схему побудови алгоритму розрахунку робочого циклу двигунів з альтернативними силовими механізмами. Які необхідно внести зміни до математичної моделі робочого циклу двигуна традиційної схеми?
3. Навести принципові схеми двигунів аксіального, тороподібного та сфероподібного типу.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 20

1. Пояснити особливість організації робочого циклу двигуна з подовженим розширенням (схеми Д'яченко). Навести індикаторну діаграму теоретичного та дійсного циклу.
2. Проаналізувати систему поршень-циліндр, що забезпечує посудину змінного об'єму, за наступними параметрами: сили, що діють у системі, втрати на тертя, масогабаритні параметри.
3. Якими основними факторами обмежується гранична частота обертання ротора роторно-поршневого двигунів?

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 21

1. Яким чином можливо конструктивно забезпечити роботу ДВЗ за циклом з подовженим розширенням?
2. Проаналізувати роботу системи поршневих кілець двигуна традиційної схеми.
3. Проаналізувати можливість застосування роторно-поршневих двигунів, зокрема роторно-лопатевої схеми, в двигунах із зовнішнім підведенням теплоти.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 22

1. Пояснити особливості робочого процесу двигунів, що працюють на гомогенній суміші із запаленням від стиснення. Які переваги та недоліки мають такі двигуни?
2. Альтернативні шляхи організації посудини змінного об'єму. Навести відомі Вам схеми роторно-поршневих ДВЗ.
3. Навести зміни, які необхідно внести в програму розрахунку робочого циклу двигуна внутрішнього згоряння традиційної схеми для забезпечення розрахунку робочого циклу роторно-поршневих двигунів.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 23

1. Які особливості мають двигуни внутрішнього згоряння, що працюють на водні? Пояснити відмінність у робочому процесі в порівнянні з бензиновими двигунами.
2. Які потенційні переваги забезпечують роторно-поршневі двигуни в порівнянні з двигунами традиційної схеми?
3. Намалювати принципову схему двигуна із зовнішнім підведенням теплоти. Вказати основні відмінності двигунів внутрішнього згоряння від двигунів із зовнішнім підведенням теплоти.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 24

1. Визначити доцільність і можливості використання вугільних суспензій в якості моторного палива ДВЗ. Які основні перешкоди необхідно подолати для успішного переведення ДВЗ на тверде паливо?
2. Дати визначення теоретичного та дійсного контурів робочої порожнини двигуна Ванкеля.
3. Навести теоретичний цикл Стірлінга в  $p-v$  та  $T-s$  координатах. Указати на процеси регенерації теплоти.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 25

1. Пояснити особливості робочого циклу двигунів, що працюють на паливах з високим вмістом кисню (етилловий та метиловий спирти).
2. Навести розрахункові формули для визначення теоретичного контуру робочої порожнини двигуна Ванкеля.
3. Записати вираз для термічного ККД регенеративного циклу Стірлінга та порівняти даний цикл з циклом Карно.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 26

1. Навести рідко вживані схеми продування двотактних двигунів: продування Цоллера, прямоточно-щілинне продування тощо. Що спричиняє поступове витиснення двотактних двигунів чотиритактними конструкціями?
2. З яких міркувань корегується теоретичний контур робочої порожнини двигуна Ванкеля? Яким чином здійснюється коригування.
3. Порівняти теоретичний регенеративний цикл Стірлінга з циклами Отто та Дизеля.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 27

1. Яким чином розраховується профіль ротору двигуна Ванкеля? Навіщо в роторі виконуються заглиблення?
2. Навести сумісні індикаторні діаграми теоретичного та дійсного циклів Стірлінга. Вказати на відмінності та на причини, що їх зумовлюють.
3. Навести відомі Вам конструктивні схеми регенератора та методи його розрахунку.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 28

1. Навести схематично систему ущільнень двигуна Ванкеля. Які виникають проблеми з ущільненням робочих порожнин у двигунах даного типу?
2. Навести складові втрат енергії в дійсному циклі Стірлінга по відношенню до теоретичного циклу.
3. Виконати порівняння робочих характеристик двигуна Стірлінга та двигуна традиційної схеми.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 29

1. Проаналізувати умови вигорання палива в роторно-поршневому двигуні. Із чим пов'язана установка двох свічок запалення в бензинових двигунах Ванкеля?
2. Дати визначення регенератора та назвати його функції в складі двигуна.
3. Виконати порівняння двигуна Стірлінга та двигуна традиційної схеми за основними техніко-економічними показниками.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько

---

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр.  
Галузь знань – 14 "Електрична інженерія".  
Спеціальність – 142 "Енергетичне машинобудування".  
освітня програма: "Двигуни внутрішнього згоряння"

Навчальна дисципліна – "Двигуни нетрадиційних схем".

## БІЛЕТ № 30

1. Проаналізувати форму камери згоряння двигуна Ванкеля з позиції термодинамічної ефективності двигуна.
2. Навести принципову схему а-Стірлінга. Порівняти теоретичний та дійсний закони зміни робочих об'ємів двигуна.
3. Указати можливі сфери застосування двигуна Стірлінга, що співпадають зі сферою застосування традиційних ДВЗ.

Затверджено на засіданні кафедри суднового машинобудування та енергетики.  
Протокол № 1 від «25» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ А.А. Андрєєв

Екзаменатор \_\_\_\_\_ М.А. Пирисунько