

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра (циклова комісія) Двигуни внутрішнього згорання

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з навчальної роботи

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Системи двигунів внутрішнього згорання

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація)

Двигуни внутрішнього згорання

(назва спеціалізації)

інститут, факультет, відділення

Машинобудівний ін-т, транспортний факультет

(назва інституту, факультету, відділення)

Запоріжжя – 2021 рік

Робоча програма з дисципліни «Системи двигунів внутрішнього згорання» для підготовки бакалаврів за напрямом 133 Галузеве машинобудування, спеціальності «Двигуни внутрішнього згорання». „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року, – 12с.

Розробник: Цокотун П.В., ст. викл. кафедри ДВЗ

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри « ДВЗ »

Протокол № \_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

Завідувач кафедри « ДВЗ » д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ Г.І. Слинько

Схвалено методичною комісією Транспортного факультету за напрямом підготовки (спеціальністю) 133 Галузеве машинобудування  
(шифр, назва)

Протокол № \_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

Голова \_\_\_\_\_ О.Ф. Кузькін

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 8	Галузь знань: <u>133 Галузеве машинобудування</u>  Напрямок підготовки: <u>Двигуни внутрішнього згорання</u>  Спеціальність (професійне спрямування): <u>Двигуни внутрішнього згорання</u>  Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Нормативна	
Модулів – 4		<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 17		3-4-й	3-4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання — (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 240		6-7-й	6-7-й
Тижневих годин для денної форми навчання:		<b>Лекції</b>	
аудиторних – 4,7		40 год.	10 год.
самостійної роботи студента – 9,4		<b>Практичні, семінарські</b>	
		0 год.	0 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		40 год.	8 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		160 год.	222 год.
		<b>Індивідуальні завдання</b>	
		2 контр.роб.	
	<b>Вид контролю:</b> залік, іспит		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 30 % до 70 %.

для заочної форми навчання – 7,5 % до 92,5 %.

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Мета викладення дисципліни

«Системи двигунів внутрішнього згорання» є фундаментальною дисципліною спеціальності «Двигуни внутрішнього згорання». Вона формує у студентів розуміння фізичної сутності всіх процесів, що відбуваються у ДВЗ та в пов'язаних з ним системах, дає знання з математичного опису цих процесів, з розрахунку основних показників двигуна і оцінки технічного рівня різних типів ДВЗ.

Знання систем двигунів внутрішнього згорання дозволить майбутньому спеціалісту об'єктивно оцінити можливості ДВЗ, як основного елементу у складі силової установки транспортного засобу або стаціонарного агрегату.

Розуміння питань «Системи двигунів внутрішнього згорання» необхідне при конструюванні та випробуванні ДВЗ, при їх промисловому виготовленні, а також при експлуатації та ремонті.

## 2.2 Завдання вивчення дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### знати:

- історію розвитку та сучасний стан двигунобудування в Україні та в світі;
- класифікацію ДВЗ, їх основні переваги та недоліки;
- види палива, що використовуються в ДВЗ, їх основні характеристики, перспективні палива;
- системи охолодження ДВЗ та КДВЗ, аналіз їх та порівняння;
- особливості системи живлення, мащення ДВЗ, шляхи її покращення;
- фізико-математичні моделі систем різних двигунів;
- особливості КДВЗ, структурні схеми, основні елементи КДВЗ, їх призначення та характеристики;
- перспективи розвитку систем ДВЗ та КДВЗ, альтернативні види двигунів та їх систем.

### вміти:

- виконати розрахунково-графічне завдання з розрахунку систем ДВЗ;
- виконати тепловий розрахунок систем з використанням фізико-математичної моделі на основі балансових диференціальних рівнянь;
- оцінити техніко-економічні показники систем ДВЗ (розрахункові або експериментальні) та дати висновки з доцільності використання того чи іншого варіанту для виробництва або експлуатації;
- провести експериментальне дослідження систем двигуна на дослідному стенді або у складі силової установки;
- складати технічні звіти з розрахунково-теоретичного або експериментального дослідження різних показників двигуна та їх характеристик.

Свої знання студенти повинні вільно висловлювати як у письмовій, так і в усній формі.

## 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1 Перший блок змістових модулів

#### Змістовий модуль 1. Вступ.

Предмет і задачі дисципліни. Історія, стан, перспективи розвитку. Роль систем для виконання задач по підвищенню потужності, економічності та забезпеченню високих екологічних показників двигунів. Уніфікація і стандартизація агрегатів систем, передумови організації крупносерійного і масового їх виробництва.

Література : [ 2 ] с. 305-314; 423-434.

#### Змістовий модуль 2. Система охолодження ДВЗ.

Система охолодження. Призначення і загальні вимоги до системи. Тепловий баланс двигуна. Класифікація, склад, основні схеми, визначення типу системи охолодження. Системи рідинного охолодження двигуна, регулювання температурного режиму. Охолодні рідини. Охолодники та їх параметри. Розрахунок основних параметрів рідинних насосів, радіаторів, вентиляторів.

Системи повітряного охолодження, схеми, конструкції дефлекторів, розрахунок системи, регулювання температурного режиму. Техніко-економічні показники і порівняльні оцінки установок з рідинним і повітряним охолодженням.

Література: [1], с.270-320; [2] с. 401-413; [3], с.372-385; [4] с. 136-140; [5], с.245-266.

### **Змістовий модуль 3. Система мащення ДВЗ.**

Система мащення. Призначення, склад, класифікація, схеми, параметри системи мащення. Розрахунок масляних насосів і масляних радіаторів.

Література [1] с. 241-270; [2] с.392-401; [3], с.361-372; [4] с.127-136; [5], с.229-245;

### **Змістовий модуль 4. Система подачі повітря ДВЗ.**

Екологічні показники двигунів. Призначення системи, вимоги, схеми, їх порівняльна оцінка, конструкція і характеристика елементів системи. Повітряні фільтри. Впускні та впускні трубопроводи.

Література [1] с. 8-33, [2] с. 131-143; 414-418.

## **3.2 Другий блок змістових модулів.**

### **Змістовий модуль 5. Система газовипуску ДВЗ.**

Визначення основних параметрів. Системи нейтралізації шкідливих викидів. Каталітичні нейтралізатори. Нормування шкідливих викидів у ДВЗ. Вплив різних факторів на токсичність викидів. Шум двигуна

Література: [2] с. 414-418; [4] с.140-147.

### **Змістовий модуль 6. Паливна система ДВЗ.**

Паливна система двигунів з зовнішнім сумішоутворенням. Способи подачі палива. Карбюрація, вприскування і сумішоутворення. Приготування суміші у карбюраторному двигуні. Засоби покращення випаровування, рівномірність і стабілізація подачі палива.

Література [1] с.36-41, [2] с.176-179.

### **Змістовий модуль 7. Карбюратори ДВЗ.**

Елементарний і ідеальний карбюратори, їх характеристики. Головна дозуюча система карбюратора. Проектування систем і елементів карбюратора. Багатокамерні карбюратори. Паливні баки, паливопроводи, паливні фільтри, паливо підкачувальні насоси, визначення їх основних параметрів.

Література [1] с.41-102; [2] с.176-196; [3] с.343-351.

### **Змістовий модуль 8. Системи вприскування ДВЗ.**

Системи вприскування бензину. Перспективи розвитку. Класифікація, склад систем вприскування бензину. Вимоги до електромагнітних форсунок, визначення подачі форсунки.

Література [1] с.102-104; [2] с.179-196; [3] с. 343-351.

### **Змістовий модуль 9. Газова апаратура ДВЗ.**

Газова паливна апаратура ДВЗ. Класифікація систем живлення газом. Конструкція і розрахунок пристроїв для подачі газу в циліндри двигунів. Системи живлення бензинових двигунів. Системи живлення бензогазових двигунів і газодизелів. Особливості паливних систем двигунів працюючих на водні.

Література [1] с.219-241; [2] с. 227-245.

### **3.3 Третій блок змістових модулів.**

#### **Змістовий модуль 10. Ефективні показники ДВЗ. Механічні втрати. Механічний ККД.**

Види механічних втрат. Механічний ККД. Втрати на тертя, витрати потужності на привід допоміжних агрегатів, витрати на насосні ходи.

Способи зниження механічних втрат; особливості обліку насосних втрат. Ефективні показники ДВЗ: потужність на валу, середній ефективний тиск, ефективний ККД, питома ефективна витрата палива.

Література [2] с. 83-110, [3] с. 131-143;

#### **Змістовий модуль 11. Фізико-математична модель дійсного робочого циклу ДВЗ для розрахунку на ПЕОМ.**

Мета розрахунку, основні особливості ФММ. Система диференціальних рівнянь, що описує робочий цикл, та методи їх вирішення. Початкові та граничні умови, метод встановлення.

Основні кінематичні рівняння: рівняння зміни об'єму циліндра, рівняння зміни площі теплообміну.

Рівняння масообміну, формули для швидкостей течії через органи газорозподілу, діаграма газорозподілу. Вплив зворотних течій. Надкритичний режим випуску. Зміна маси робочого тіла за рахунок випаровування та згоряння палива.

Література: [1] с.51-102; [2] с.146-185; [3] с.248-301.

#### **Змістовий модуль 12. Паливна апаратура ДВЗ з внутрішнім сумішоутворенням.**

Функції паливних систем і вимоги, які пред'являються до них. Параметри паливоподачі. Класифікація паливних систем. Сумішоутворення дизелів, Склад і схеми лінії низького тиску паливних систем. Компоновка елементів паливних систем.

Література [1] с.124–131; [2] с. 201-213; [3] с. 355-361.

#### **Змістовий модуль 13. Насоси ДВЗ.**

Особливості газообміну у 2-тактних ДВЗ. Основні гіпотези для опису газообміну у 2-тактних ДВЗ. Використання фізико-математичних моделей при розрахунку циклу 2-тактного двигуна.

Література [1] с.140-211; [2] с.204-227; [3] с.355-358; [5] с.120-127.

### **3.4 Четвертий блок змістових модулів.**

#### **Змістовий модуль 14. Системи дизельного живлення ДВЗ.**

Форсунки дизелів. Конструкція і розрахунок дизельних форсунок; види форсунок і їх статичні, гідравлічні характеристики, способи запирання форсунок; насос-форсунки, проектування і розрахунок форсунок, технологія їх виробництва.

Література [1] с.163-184;[2] с.217-221;[3] с.358-381.

### **Змістовий модуль 15. Спеціальні системи ДВЗ.**

Паливні системи спеціальних схем і конструкцій для двигунів наземного транспорту. Акумуляторні системи з електронним керуванням. Електро-гідравлічні форсунки. Спеціальні насоси високого тиску.

Література [1] с.184-191.

### **Змістовий модуль 16. Екологія ДВЗ.**

Загальні вимоги до екології технічних та промислових об'єктів. Основні екологічні якості ДВЗ.

Емісія токсичних компонентів з випускними газами. Основні токсичні компоненти. Індекс токсичності, норми ГДК у різних країнах. Характеристики токсичності, температурні зони в камері згоряння. Способи зниження токсичності випускних газів: активні та пасивні. Нейтралізатори, їх дія, будова. Види нейтралізаторів, використання каталізаторів.

Шумність ДВЗ, основні характеристики шуму. Рівень шуму та частотний спектр. Джерела шуму, засоби боротьби з шумом. Вібрації та засоби їх зменшення. Теплове випромінювання у ДВЗ та пожежна небезпека.

Література [1] с. 115-130 , [2] с. 131-143.

### **Змістовий модуль 17. Системи пуску і реверсування двигунів.**

Класифікація, порівнювальна оцінка різних способів запуску двигунів установок наземного транспорту, критерії оцінки пускових якостей і фактори, що впливають на них; способи полегшення запуску . Реверсування двигунів

Література [1] с.321-342.

## **4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Індивідуальна робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістові модулі, що виносяться на перший рубіжний контроль</b>												
Змістовий модуль 1	6	1		1		4	6,5			0,5		6
Змістовий модуль 2	9	1		2		6	8	1				7
Змістовий модуль 3	9	2		1		6	8,5			0,5		8
Змістовий модуль 4	8	1		1		6	9	1				8
<b>Разом за 1-й блок</b>	<b>32</b>	<b>5</b>		<b>5</b>		<b>22</b>	<b>32</b>	<b>2</b>		<b>1</b>		<b>29</b>
Термін проведення I рубіжного модульного контролю – 7-й тиждень VI семестру												
<b>Змістові модулі, що виносяться на другий рубіжний контроль</b>												
Змістовий модуль 5	11	1		1		9	8,5	0,5				8

Змістовий модуль 6	11	1		1		9	13	0,5		0,5		12
Змістовий модуль 7	12	2		2		8	13,5	0,5				13
Змістовий модуль 8	12	1		1		10	11,5			0,5		11
Змістовий модуль 9	12	2		2		8	11,5	0,5				11
<b>Разом за 2-й блок</b>	<b>58</b>	<b>7</b>		<b>7</b>		<b>44</b>	<b>58</b>	<b>2</b>		<b>1</b>		<b>55</b>
Термін проведення II рубіжного модульного контролю – 14-й тиждень VI семестру												
<b>Змістові модулі, що виносяться на третій рубіжний контроль</b>												
Змістовий модуль 10	21	3		4		14	21,5			0,5		21
Змістовий модуль 11	23	3		3		17	23	1		1		21
Змістовий модуль 12	22	3		3		16	22,5	1		0,5		21
Змістовий модуль 13	22	5		4		13	21	1		1		19
<b>Разом за 3-й блок</b>	<b>88</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>60</b>	<b>88</b>	<b>3</b>		<b>3</b>		<b>82</b>
Термін проведення III рубіжного модульного контролю – 7-й тиждень VII семестру												
<b>Змістові модулі, що виносяться на четвертий рубіжний контроль</b>												
Змістовий модуль 14	15	3		4		8	16	1		1		14
Змістовий модуль 15	16	4		3		9	16	1				15
Змістовий модуль 16	16	4		3		9	16			1		15
Змістовий модуль 17	15	3		4		8	14	1		1		12
<b>Разом за 4-й блок</b>	<b>62</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>34</b>	<b>62</b>	<b>3</b>		<b>3</b>		<b>56</b>
Термін проведення VI рубіжного модульного контролю – 18-й тиждень VII семестру												
<b>Усього годин</b>	<b>240</b>	<b>40</b>		<b>40</b>		<b>160</b>	<b>240</b>	<b>10</b>		<b>8</b>		<b>222</b>

## 5. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Система охолодження двигуна	4
2	Система мащення двигуна	6
3	Системаи впуску і випуску двигуна за складом суміші	4
4	Система живлення карбюраторних двигунів	10
5	Система живлення дизельних двигунів	8
6	Система живлення газових, бензогазових двигунів та газодизелів	8
	Разом	40

## 6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Історія розвитку ДВЗ	5
2	Перспективні палива	11
3	Регулювання якості та кількості паливо-повітряної суміші	9
4	Допоміжні системи механізмів газорозподілу	10
5	Додаткові системи карбюратора	12



6	Особливості згоряння у дизелях	10
7	Системи охолодження двигунів	10
8	Системи живлення газових та бензогазових двигунів	10
9	Системи живлення газодизельних двигунів	9
10	Системи мащення двигунів	14
11	Фізико-математична модель дійсного робочого циклу ДВЗ	12
12	Особливості розрахунку циклу 2-тактних ДВЗ	10
13	Компресори, турбокомпресори	9
14	Характеристики ДВЗ	11
15	Перспективи розвитку ДВЗ	11
16	Особливості сучасних двигунів	7
	Разом	160

## 7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (рисунок, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – уявного (практичного) розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від узагальненого до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

## 8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- захисту звітів про виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань;
- захисту звіту про виконання курсового проекту;
- рубіжних модульних контролів за кожен блок змістових модулів.

Контроль успішності студентів заочної навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт;
- захисту контрольної роботи;

- захисту звіту про виконання курсового проекту;
- рубіжних модульних контролів за кожен блок змістових модулів.

## 9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ СТУДЕНТІВ

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожен з блоків модулів на відповідному рубіжному модульному контролі за 100-бальною шкалою.

Етапи роботи	Кількість балів	Етапи роботи	Кількість балів
Змістовий модуль 1	0–25	Змістовий модуль 10	0–25
Змістовий модуль 2	0–25	Змістовий модуль 11	0–25
Змістовий модуль 3	0–25	Змістовий модуль 12	0–25
Змістовий модуль 4	0–25	Змістовий модуль 13	0–25
<b>Сума за перший РМК</b>	<b>0–100</b>	<b>Сума за третій РМК</b>	<b>0–100</b>
Змістовий модуль 5	0–20	Змістовий модуль 14	0–25
Змістовий модуль 6	0–20	Змістовий модуль 15	0–25
Змістовий модуль 7	0–20	Змістовий модуль 16	0–25
Змістовий модуль 8	0–20	Змістовий модуль 17	0–25
Змістовий модуль 9	0–20	<b>Сума за четвертий РМК</b>	<b>0–100</b>
<b>Сума за другий РМК</b>	<b>0–100</b>		

Загальна оцінка студента на кожному етапі роботи складається з оцінювання:

- активності та якості його роботи а аудиторії – до 25 %;
- індивідуальної самостійної роботи – до 50 %;
- поточного опитування (тестування) – до 25 %;

Підсумкова семестрова оцінка студента з дисципліни складається за результатами двох рубіжних модульних контролів як середнє арифметичне відповідних сум балів з округленням до цілого на користь студента з подальшим переведенням в національну та ECTS шкали.

Кількість балів	Оцінка ECTS		Традиційна оцінка	
	90 – 100	<b>A</b>	відмінно	відмінно
85 – 89	<b>B</b>	дуже добре	добре	
75 – 84	<b>C</b>	добре		
70 – 74	<b>D</b>	задовільно	задовільно	
60 – 69	<b>E</b>	достатньо		
35 – 59	<b>FX</b>	незадовільно	незадовільно	не зараховано
01 – 34	<b>F</b>	повторний курс навчання		

## 10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Системи двигунів внутрішнього згорання» для студентів напряму 133«Галузеве машинобудування», спеціальності «Двигуни внутрішнього згорання», денної та заочної форми навчання. / Укл. Банніков В.О., – Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 106 с.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### 11.1 Базова література

1. Ефимов С.И., Иващенко Н.А., Ивин В.И. и др. Двигатели внутреннего сгорания Кн. 4. Системы поршневых и комбинированных двигателей. Под. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1983. –372 с.
2. Тимченко І.І., Гутаревич Ю.Ф., Долгунов К.Е., Муждобаєв М.Р. Автомобільні двигуни «Основа». – Х.:1995.-460с.
3. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М., 2003. – 496 с.
4. Тепловозы. Основы теории конструкции. Под ред. Кузмича А.М. – М.: 1982. – 316с.
5. Автомобильные и тракторные двигатели внутреннего сгорания. 4. II Конструкция и расчет двигателей. Под ред. Ленина И.М. – М.: 1976.-280с.
6. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей. Под ред. Будыко Ю.И. – Л.: 1982. – 141с.
7. Двигатели внутреннего сгорания. Кн. 1. Теория рабочих процессов.Под. ред. В. Н. Луканина. – М., 1995. – 368с.

### 11.2 Допоміжна література

1. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згорання. Серія підручників у 6 т. – Т.1. – Харків: Прапор, 2004. – 384 с.
2. Автомобильные двигатели. Под. ред. Ховаха М. С. – М., 1977. – 591 с.
3. Теория двигателей внутреннего сгорания. Под ред. Н. Х. Дьяченко. – Л.: Машиностроение, 1974.
4. Егоров Я. А. Основы теории комбинированных двигателей внутреннего сгорания автотракторного типа. – К.: УМК ВО, 1992.
5. Єгоров Я. О. Фізико-математична модель робочого циклу двигуна внутрішнього згорання автотракторного типу. – К.: НМК ВО, 1991.
6. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1981.
7. Автомобільні двигуни. За редакцією І. І. Тимченка. – Х.: Основа, 1995.