

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Факультет автомобільний  
Кафедра двигунів внутрішнього згорання

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Перший проректор

проф. \_\_\_\_\_ Анжеліка БАТРАКОВА

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

### **РОБОЧА ПРОГРАМА**

<b>навчальної дисципліни</b>	<u>ОК 7 «Випробування та діагностування енергетичних установок»</u>
<b>статус дисципліни</b>	<u>обов'язкова</u>
<b>рівень вищої освіти</b>	<u>третій (освітньо-науковий)</u>
<b>галузь знань</b>	<u>14 Електрична інженерія</u>
<b>спеціальність</b>	<u>142 Енергетичне машинобудування</u>
<b>освітня програма</b>	<u>Енергомашинобудування</u>
<b>мова навчання</b>	<u>державна</u>

2023 рік

**1. Метою вивчення навчальної дисципліни** є підготовка фахівців в галузі 14 «Електрична інженерія» на рівні професійних вимог зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування», формування необхідного рівня знань щодо випробування та діагностування енергетичних установок.

**Об'єктом** навчальної дисципліни є технологічна сутність процесів, правила і вимоги, які застосовуються при випробовуванні енергетичних установок транспортних засобів, а також фізична сутність явищ, на яких заснована робота елементів вимірювальних і діагностичних систем.

**Предметом** навчальної дисципліни є теорія, методи, методики, стаціонарні та мобільні інформаційно-вимірювальні системи для проведення випробовування енергетичних установок.

**Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни** є отримання теоретичних та практичних навичок щодо сучасних методів випробування та діагностування енергетичних установок.

## **2. Передумови для вивчення дисципліни:**

*Пререквізити:* базовий перелік обов'язкових компонентів ОНП, що передують вивченню дисципліни в аспірантурі: ОК 1 «Іноземна мова наукового спілкування», ОК 2 «Історія і філософія техніки і технології», ОК 4 «Методологія наукової діяльності», ОК 5 «Методи дослідження складних енергетичних систем».

*Кореквізити:* ОК 8 «Науково-педагогічна практика», «Дисертаційне дослідження».

## **3. Опис навчальної дисципліни**

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
<b>Кількість кредитів / год.</b>	4,0 / 120	4,0 / 120
<b>Семестр викладання дисципліни</b>	3	3
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>		
– лекції, год.	8	8
– практичні (семінарські) заняття, год.	16	16
– лабораторні заняття, год.	-	-
– самостійна робота, год.	66	66
– підготовка та складання екзамену, год.	30	30
Підсумковий контроль (залік або екзамен)	екзамен	екзамен

#### **4. Компетентності:**

##### *Загальні компетентності:*

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 5. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

##### *Фахові компетентності:*

СК 1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері енергетичного машинобудування та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з енергетичного машинобудування та суміжних галузей.

СК 3. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК 6. Здатність до досягнення підсумкової мети дослідження – практичного впровадження або перспективи такого в ракурсі теоретичної науки.

СК 8. Здатність використовувати новітні досягнення сучасної науки і передових технологій в наукових дослідженнях.

#### **5. Очікувані результати навчання з дисципліни:**

Мати передові концептуальні та методологічні знання з енергетичного машинобудування і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань та здійснення інновацій (ПРН 1). Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані (ПРН 3). Планувати і виконувати експериментальні та теоретичні дослідження з енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН 5). Глибоко розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку науки і техніки, враховуючи світові досягнення в галузі енергетичного машинобудування з урахуванням техніко-економічних і екологічних напрямів, знати і застосовувати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження (ПРН 8).

**6. Методи навчання** словесні (лекція, пояснення, розповідь, робота з навчальним курсом), наочні (метод ілюстрацій та демонстрацій), практичні (практичні завдання, дистанційні з використанням презентаційних слайдів та відеоматеріалів).

## 7. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час навчання за даною дисципліною застосовуються єдині форми і методи контролю знань аспірантів та критерії оцінок у відповідності з «Положенням про організацію навчального процесу в ХНАДУ» (СТВНЗ 7.1-01:2019 від 28.12.2018).

"Відмінно" – за відповідь на запитання чи задачу, у яких аспірант виявив всебічні, систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу на основі вивчення курсу лекцій, основної та додаткової літератури, а також творчого використання цих джерел.

"Добре" – за відповідь на запитання або задачу, у яких аспірант показав повне знання програмного матеріалу, успішне виконання завдань, знання курсу лекцій та основної літератури.

"Задовільно" – за відповідь на запитання або рішення задачі, у яких аспірант показав знання основного програмного матеріалу в обсязі, достатньому для зрозуміння основ даної дисципліни, що її забезпечують, а також здібність виконувати завдання, передбачені програмою на рівні репродукування.

"Незадовільно" – за відповідь, у якій є значні недоліки у знаннях основного матеріалу, допущені принципові помилки при виконання завдань на рівні репродукування.

### Розподіл максимальних балів, які отримують здобувачі

Поточний контроль				Екзаменаційний контроль	Разом за дисципліну
T1	T2	T3...T7	T8	100	100
11	14	12	15		

T1, T2, T3...T7, T8 – теми.

## 8. Засоби діагностики результатів навчання

### *Поточна успішність*

1 Поточна успішність аспірантів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальною шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

1.2 Практичні заняття оцінюються виконанням контрольного або індивідуального завдання.

2 Оцінювання поточної успішності аспірантів здійснюється на кожному практичному занятті за стобальною шкалою і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K_{\text{поточ}} = \frac{\sum_{n=0}^n K_n}{n},$$

де  $K_{\text{поточ}}$  – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K_n$  – оцінка успішності  $n$ -го заходу поточного контролю;

$n$  – кількість заходів поточного контролю.

4 Мінімальна кількість балів за поточне оцінювання, за якої аспірант допускається до екзамену, складає 60 балів.

#### *Підсумкове оцінювання*

5 Аспіранти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж мінімальні 60 балів, на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

Оцінювання знань аспірантів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

6 Оцінювання знань аспірантів при складанні екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою.

Оцінювання знань аспірантів здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

7 Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни визначається як середньозважена оцінка, що враховує загальну оцінку за поточну успішність і оцінку за складання екзамену.

8 Розрахунок загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни проводиться за формулою:

$$PK^{екз} = 0,6 \cdot K^{поточ} + 0,4 \cdot E,$$

де  $PK^{екз}$  – підсумкова оцінка успішності з дисциплін, формою підсумкового контролю для яких є екзамен;

$K^{поточ}$  – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю (за 100-бальною шкалою);

$E$  - оцінка за результатами складання екзамену (за 100-бальною шкалою).

0,6 і 0,4 – коефіцієнти співвідношення балів за поточну успішність і складання екзамену.

9 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах аспірантам нараховуються додаткові бали.

9.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних аспірантом за поточну навчальну діяльність.

9.2 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

## 9. Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин		Література
		очна	заочна	
1	2	3	4	5
1	ЛК Технологія діагностування мікропроцесорних систем керування ДВЗ. Класифікаційна структура діагностичної інформації.	2	2	1.1, 1.2, 1.3, 2.4, 3.2.
	ПР Безмоторні випробування елементної бази ДВЗ та випробування двигуна у цілому.	2	2	
	СР Основні види випробувань двигунів внутрішнього згоряння. Проведення випробувань. Швидкісні, навантажувальні, регуляторні та багатопараметрові характеристики. Об'єктові випробування.	8	8	
2	ПР Зняття точок навантажувальної та зовнішньої характеристик двигуна.	2	2	1.4, 1.5, 1.6, 3.2
	СР Швидкісні, навантажувальні, регуляторні та багатопараметрові характеристики. Об'єктові випробування енергетичних установок.	8	8	

1	2	3	4	5
3	ЛК Автоматизація процесу діагностування систем автомобіля.	2	2	1.6, 1.7, 1.8, 2.4, 3.4
	ПР Багатофакторні задачі дослідницьких випробувань.	2	2	
	СР Математичне планування випробувань ДВЗ. Вибір параметрів оптимізації. Керуючі фактори. Багатофакторний експеримент. Властивості багатофакторного експерименту.	10	10	
4	ПР Багатофакторне дослідження пускових якостей силових установок з ДВЗ	2	2	1.7, 1.10, 3.1, 3.2
	СР Оцінка похибок при технічних вимірюваннях. Оцінка випадкових похибок при точних вимірюваннях. Оцінка похибки вимірювальних систем при технічних вимірюваннях. Статистичні методи обробки експериментальних даних.	8	8	
5	ЛК Ефективність технічної діагностики автомобілів.	2	2	1.7, 1.10, 2.1, 3.3
	ПР Побудова інформаційно-вимірювальних системи .	2	2	
	СР Інформаційно-вимірювальні системи . Датчики. Проміжні ланки вимірювальних систем. Вихідні пристрої інформаційних систем.	8	8	
6	ПР Предмет вимірювань при випробуванні енергетичних установок. Тарування лінії вимірювання.	2	2	1.3, 2.2, 3.1, 3.4
	СР Засоби вимірювання показників і параметрів роботи енергетичної установки.	8	8	
7	ЛК Підбір діагностичного устаткування.	2	2	1.8, 1.9, 2.3, 2.4
	ПР Індиціювання двигунів енергетичних установок з використанням сучасних комп'ютерних технологій.	2	2	
	СР Індиціювання ДВЗ . Вимірювальний комплекс для індиціювання двигуна. Програмні забезпечення для отримання та обробки експериментальних індикаторних діаграм.	8	8	

1	2	3	4	5
8	ПР Мобільний вимірювальний комплекс.	2	2	1.9, 2.2, 2.4, 3.2
	СР Основи передачі інформації. Діагностичні пристрої. Діагностування несправностей двигуна за зовнішніми ознаками. Діагностування систем та вузлів енергетичної установки.	8	8	
<b>Усього за семестр</b>		120	120	
<b>Усього за дисципліною</b>		120	120	

**10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення:** комп'ютери, два випробувальних моторних стенда, захищені програмні продукти : MS Excel, Approximation LSM, PowerGraph 3.3, Analiz LabWork.

## **11. Рекомендовані джерела інформації**

### **1. Базова література**

1.1. . Richard D. Atkins An Introduction to Engine Testing and Development / D. Richard. — SAE International, 2009. – 308 p.

1.2. Грицюк О.В. Фрагменти історії у розвитку методології викладання дисципліни «Випробування ДВЗ» у вітчизняних навчальних закладах / О.В. Грицюк // Двигуни внутрішнього згоряння. - Харків: НТУ "ХПІ", 2020 - №1. - С.73-83. – DOI: 10.20998/0419-8719.2020.1.05.

1.3. Гутаревич Ю.Ф. Випробування двигунів внутрішнього згоряння. Навчальний посібник . Друге видання, перероблене і доповнене / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Г. Говорун. – Київ: НТУ, 2013. – 252 с., ISBN 978-966-632-200.

1.4. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов ; за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова. – Х. : Прапор, 2004. 2004. – 384 с. – ISBN 966-7880-93-1.

1.5. Грицюк О.В. Створення експериментальної бази Харківського конструкторського бюро з двигунобудування / О.В. Грицюк // Двигуни внутрішнього згоряння. – Харків: НТУ "ХПІ", 2016 – №1. - С.89-93. - DOI: 10.20998/0419-8719.2016.1.16.

1.6. Грицюк О.В. Вибір та обґрунтування додаткових критеріїв формування зовнішньої швидкісної характеристики автомобільного дизеля / О.В.Грицюк,



О.О.Овчинніков // Двигуни внутрішнього згоряння. – Харків: НТУ "ХПІ", 2014 – №1. - С.109-116.

1.7. Грицюк О.В. Обґрунтування необхідності наступного кроку щодо застосування методу математичного планування експерименту у дослідженні ДВЗ / О.В.Грицюк, А.П. Кузьменко, Д.В.Левченко // Двигуни внутрішнього згоряння. – Харків: НТУ "ХПІ", 2019– №2. – С.66-71. - DOI: 10.20998/0419-8719.2019.2.11.18.

1.8. Методичні вказівки до підсумкової практичної роботи «Індиціювання двигунів внутрішнього згоряння з використанням сучасних комп'ютерних технологій» з дисципліни «Випробування ДВЗ» / Грицюк О.В., Кузьменко А.П., Левченко Д.В., Воронков О.І., Нікітченко І.М. Харків: ХНАДУ, 2019. – 28 с.

1.9. Grytsyuk, O., Vrublevskiy, O. Investigations of diesel engine in the road test. Diagnostyka. 2018; 19(2): p. 89-94. - DOI: 10.29354/diag/90279. <http://dx.doi.org/10.29354/diag/10.29354/diag/90279>. ISSN 1641-6414, e- ISSN 2449-5220.

1.10. Грицюк О.В. Формування математичного плану експерименту при дослідженні пускових якостей автомобільного дизеля / О.В. Грицюк, Д.В. Левченко // Двигуни внутрішнього згоряння. – 2022. – № 1'2022. – С. 59-64. DOI: 10.20998/0419-8719.2022.1.08, ISSN: 0419-8719

## 2. Допоміжна література

2.1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №94461 Україна. Комп'ютерна програма «Approximation\_LSM» / Д.В. Левченко, О.В. Грицюк, А.О. Прохоренко (Україна); авторські майнові права належать: Левченко Д.В., Грицюк О.В., Прохоренко А.О., ХНАДУ; заявл. 08.11.2019; дата реєстрації 04.12.2019.

2.2. Grytsyuk, O., Vrublevskiy, O. Method of accelerated testing of crankshaft shells of the combustion engine in the operating process. Tribology in Industri. 2019; Vol.41, No.4: p. 526-536. - DOI: 10.24874/ti.2019.41.04.06. <http://www.tribology.rs/journals/aips/6-770.pdf>. ISSN 0354-8996, e- ISSN 2217-7965.

2.3. . Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №112587 Україна. Комп'ютерна програма «Analiz\_LabWork» / А.О. Прохоренко, О.В. Грицюк, Д.В. Левченко, А.П.Кузьменко (Україна); авторські майнові права належать: Прохоренко А.О., Грицюк О.В., Левченко Д.В., Кузьменко А.П., ХНАДУ; заявл. 01.02.2022; дата реєстрації 05.04.2022.

2.4. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля [Текст]: навч. посібник / О. Ф. Дащенко, В. Г. Максимов, О. Д. Ніцевич та ін.: за ред. М. Б. Копитчука. – О.: Наука і техніка, 2012. – 392с.

## 3. Інформаційні ресурси

3.1. . Файловий архів ХНАДУ: Електронний конспект лекцій з дисципліни «Випробування ДВЗ». [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <http://files.khadi.kharkov.ua/avtomobilnij-fakultet/dviguniv-vnutrishnogo-zgoryannya/item/13568-ov-hrytsiyk-vyprobuvannya-dvz.html>.

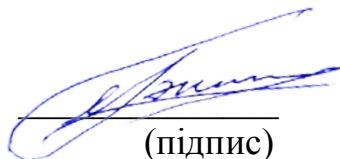
3.2. . Навчальний сайт ХНАДУ. Курс «Випробування та діагностування енергетичних установок».[Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=37903>.

3. 3. Файловий архів ХНАДУ: Методичні вказівки з дисципліни «Випробування ДВЗ». [Електронний ресурс]. – Харків : ХНАДУ, 2019. –14 с. – Режим доступу:[http://files.khadi.kharkov.ua/avtomobilnij-fakultet/dviguniv-vnutrishnogo-zgoryannya/item/download/17205\\_e2a02aaa2c2519aaabbb02f7659a645d.html](http://files.khadi.kharkov.ua/avtomobilnij-fakultet/dviguniv-vnutrishnogo-zgoryannya/item/download/17205_e2a02aaa2c2519aaabbb02f7659a645d.html)

3.4. Badania silników spalinowych i ich układów funkcjonalnych / (red.) W. Serdecki// Wyd.: Politechniki Poznańskiej, 2017.- 306 str Режим доступу: [http://www.ed.put.poznan.pl/ksiazki/ISBN\\_978-83-7775-477-1](http://www.ed.put.poznan.pl/ksiazki/ISBN_978-83-7775-477-1).

#### **Розробник програми:**

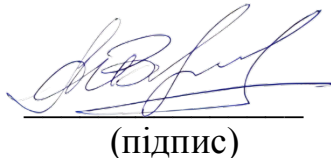
професор кафедри двигунів  
внутрішнього згоряння, д.т.н.,  
професор



(підпис)

Грицюк О.В.

Завідувач кафедри ДВЗ  
д.т.н., професор



(підпис)

Воронков О.І.

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри.  
Протокол № 1 (23-24) від 30. 08. 2023 р.

**“Погоджено”**

#### **Гарант освітньої програми**

д.т.н., професор  
(науковий ступінь,вчене звання)

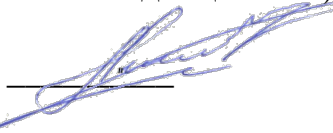


Корогодський В.А.  
(підпис)

#### **Декан факультету автомобільного**

(повна назва факультету, де читається дисципліна)

д.т.н., професор  
(науковий ступінь,вчене звання)



Леонтьєв Д.М.  
(підпис)

“ ” \_\_\_\_\_ 2023 року