

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

проф. _____ Анжеліка БАТРАКОВА

«___» _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни	ОК 6 « <u>Методи математичного моделювання робочих процесів в ДВЗ</u> » (шифр за освітньою програмою і назва навчальної дисципліни)
статус дисципліни	<u>обов'язкова</u> (обов'язкова / вибіркова)
рівень вищої освіти	<u>третій (освітньо-науковий)</u> (перший (бакалаврський) / другий (магістерський) / третій (освітньо-науковий))
галузь знань	<u>14 Електрична інженерія</u> (шифр і назва галузі знань)
спеціальність	<u>142 Енергетичне машинобудування</u> (шифр і назва спеціальності)
освітня програма	<u>Енергомашинобудування</u> (назва освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми)
мова навчання	<u>державна</u> (мова, на якій проводиться навчання за робочою програмою)

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 основ методів математичного моделювання робочих процесів в двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Об'єктом навчальної дисципліни є робочі процеси ДВЗ: процеси газообміну, сумішоутворення, згоряння й теплопередачі.

Предметом навчальної дисципліни є основні робочі тіла, фізико-хімічні та теплотехнічні процеси, що протікають у робочих процесах ДВЗ.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є отримання теоретичних та практичних навичок щодо сучасних методів математичного моделювання робочих процесів ДВЗ та оцінка їх рівня за техніко-економічними й екологічними показниками.

2. Передумови для вивчення дисципліни:

пререквізити: цикл дисциплін загальної підготовки бакалаврського та магістерського рівня, а також цикл філософських дисциплін; 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: перелік обов'язкових компонентів ОНП, у яких використовують матеріали дисципліни: ОК 7 «Випробування та діагностування енергетичних установок», ОК 8 «Науково-педагогічна практика».

3. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна (дистанційна) форма навчання
Кількість кредитів / год.	4,0 / 120	4,0 / 120
Семестр викладання дисципліни	2	2
Розподіл часу:		
– лекції, год.	8	8
– лабораторні заняття, год	–	–
– практичні (семінарські) заняття, год.	16	16
– самостійна робота, год.	96	96
– курсовий проект, год.	–	–
– курсова робота, год.	–	–
– розрахунково-графічна робота (контрольна робота), год.	–	–
– підготовка та складання екзамену, год.	–	–
Підсумковий контроль (залік або екзамен)	залік	залік

4. Компетентності.

Інтегральна компетентність.

Здатність формулювати і розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності у сфері енергетичного машинобудування, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

Загальні компетентності:

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 4 Здатність генерувати нові ідеї.

Спеціальні 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 5 Здатність формулювати наукову проблему (задачу), що має теоретичне та практичне значення в галузі енергетичного машинобудування, визначати шляхи її вирішення із залученням сучасних теоретичних та експериментальних методів та інформаційних технологій.

СК 9 Здатність розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення складних завдань у технічних та природничих системах.

5. Очікувані програмні результати навчання (ПРН).

Після вивчення дисципліни студенти повинні:

ПРН 4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та створення інноваційних продуктів у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН 5. Планувати і виконувати експериментальні та теоретичні дослідження з енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН 8. Глибоко розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку науки і техніки, враховуючи світові досягнення в галузі енергетичного машинобудування з урахуванням техніко-економічних і екологічних напрямків, знати і застосовувати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження.

6. Методи навчання:

- 1) словесні: 1.1 традиційні: лекції, пояснення, розповідь тощо; 1.2 інтерактивні (нетрадиційні): проблемні лекції, дискусії тощо;
- 2) наочні: метод ілюстрацій, метод демонстрацій презентацій та відео;
- 3) практичні: 3.1 традиційні: практичні заняття; 3.2 інтерактивні (нетрадиційні): ділові та рольові ігри, тренінги, семінари-дискусії, «круглий стіл», метод мозкової атаки.

7. Критерії оцінювання результатів навчання

У відповідності з «Положенням про організацію навчального процесу в ХНАДУ» (СТВНЗ 7.1-01:2019 від 28.12.2018), розроблені єдині форми і методи контролю знань студентів та критерії оцінок.

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
90-100	Відмінно	Зараховано	A	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80–89	Добре	Зараховано	B	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79	Добре	Зараховано	C	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками
67-74	Задовільно	Зараховано	D	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки
60–66	Задовільно	Зараховано	E	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35–59	Незадовільно	Не зараховано	FX	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
0–34	Неприйнятно	Неприйнятно	F	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Методи оцінювання організовані у вигляді методів навчання реалізовані у традиційній формі з використанням презентаційного матеріалу у вигляді лекцій, пояснень, медіадидактики, методів ілюстрацій та демонстрацій, практичних занять. Самостійна робота студентів перевіряється шляхом виконання індивідуальних завдань.

Розподіл балів, які отримують здобувачі

Види оцінювання	Поточний контроль								Разом за дисципліну (за семестр)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
Виступ на занятті, участь у дискусії	4	4	4	4	4	4	8	4	36
Захист практичних робіт	8	8	8	8	8	8	8	8	64
Усього разом за дисципліну									100

T1, T2...T8 – теми.

Здобувач освіти накопичує бали протягом семестру за виконання практичних завдань, відвідування лекцій з урахуванням його виступів на заняттях та під час обговорення дискусійних питань, а також за виконання індивідуального завдання.

Форми поточного та підсумкового контролю: тестові завдання, усне опитування, реєстрація і проходження дистанційного курсу з дисципліни на навчальному сайті, модульний контроль.

Критерії оцінювання знань здобувача наведено у робочій програмі дисципліни.

Рейтингова оцінка з дисципліни та її переведення в оцінки за національною шкалою і шкалою ECTS здійснюється згідно з Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти ХНАДУ.

Система оцінювання та вимоги:

Поточна успішність

1 Поточна успішність здобувачів 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 якістю виконання контрольного або індивідуального завдання, виконання та оформлення практичної роботи.

1.3 Семінарські заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання/реферату.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті (лабораторному чи семінарському) за чотирибальною шкалою («5», «4», «3», «2») і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

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

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + \dots + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, \dots, Kn$ – оцінка успішності n -го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Оцінки конвертуються у бали згідно шкали перерахунку (таблиця).

Перерахунок середньої оцінки за поточну діяльність у багатобальну шкалу

4-бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100-бальна шкала	4- бальна шкала	100- бальна шкала
5	100	4,45	89	3,90	78	3,35	67
4,95	99	4,4	88	3,85	77	3,3	66
4,9	98	4,35	87	3,80	76	3,25	65
4,85	97	4,3	86	3,75	75	3,2	64
4,8	96	4,25	85	3,7	74	3,15	63
4,75	95	4,20	84	3,65	73	3,1	62
4,7	94	4,15	83	3,60	72	3,05	61
4,65	93	4,10	82	3,55	71	3	60
4,6	92	4,05	81	3,5	70	від 1,78 до 2,99	від 35 до 59
						повторне складання	
4,55	91	4,00	80	3,45	69	від 0 до 1,77	від 0 до 34
4,5	90	3,95	79	3,4	68	повторне вивчення	

Підсумкове оцінювання

1 Залік проводиться після вивчення всіх тем дисципліни і складається здобувачами вищої освіти в період екзаменаційної сесії після закінчення всіх аудиторних занять.

2 До заліку допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт передбачені навчальним планом з дисципліни:

- були присутні на всіх аудиторних заняттях (лекції, практичні);
- своєчасно відпрацювали всі пропущені заняття;
- набрали мінімальну кількість балів за поточну успішність (не менше 36 балів, що відповідає за національною шкалою «3»);
- виконали розрахунково-графічну роботу.

Якщо поточна успішність з дисципліни нижче ніж 36 балів, здобувач вищої освіти має

можливість підвищити свій поточний бал до мінімального до початку екзаменаційної сесії.

3 Оцінювання знань здобувачів при складанні екзамену здійснюється за 100-бальною шкалою.

Оцінювання знань здобувачів 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.

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

5 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 заліку (за 100-бальною шкалою).

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

6 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

6.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

6.2 Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

– призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;

– призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;

– участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів

– участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;

– участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів

– участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;– виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

6.3 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

7 Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни не може перевищувати 100 балів.

Загальна підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни визначається згідно зі шкалою ECTS, наведеною в таблиці.

8. Засоби діагностики результатів навчання: тести, лекційний курс з дисципліни на навчальному сайті, розрахунково-графічна робота, опитування, залік.

9. Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять¹

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин		Література
		очна	заочна	
1	2	3	4	5
1	ЛК Основи математичного моделювання робочих процесів ДВЗ.	1	1	1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1
	ПР Застосування систем загальних рівнянь моделювання фізичних явищ в ДВЗ та методів оптимізації.	2	2	
	СР Робота ДВЗ в експлуатації. Завантаження ДВЗ в експлуатації за часом. Система загальних рівнянь моделювання фізичних явищ в ДВЗ. Газодинамічні та термодинамічні методи моделювання, їх основні припущення, переваги та недоліки.	10	10	
2	ЛК Математичне моделювання робочого процесу чотиритактного ДВЗ з ГТН.	1	1	1.1., 1.2., 1.4, 1.6, 2.2
	ПР Пряма оптимізація та оптимізація за допомогою метода математичного планування експерименту.	2	2	
	СР Газодинамічні та термодинамічні методи моделювання, їх основні припущення, переваги та недоліки. Системи їх основних рівнянь.	10	10	
3	ЛК Диференціальні рівняння процесів у робочій порожнині двигуна внутрішнього згоряння. Розрахунок процесів газообміну в двотактних двигунах з нагнітачем.	1	1	1.2, 1.3, 1.8, 2.7
	ПР Методи оптимізації. Пряма оптимізація та оптимізація за допомогою метода математичного планування експерименту.	2	2	
	СР Визначення складових рівняння об'ємного балансу. Застосування диференціального рівняння процесів масообміну і теплообміну в надпоршневій порожнині для створення алгоритму розрахунку робочого процесу ДВЗ.	13	13	
4	ЛК Математичне моделювання процесів внутрішнього сумішоутворення у двигуні з іскровим запалюванням	1	1	1.2, 1.7, 2.3, 2.8
	ПР Складання розрахункової схеми газоповітряного тракту дизеля з газотурбінним наддуванням (ГТН). Моделювання робочих процесів в дизелі.	2	2	
	СР Застосування математичної моделі для створення алгоритму розрахунку процесів внутрішнього сумішоутворення у двигуні з іскровим запалюванням.	13	13	
5	ЛК Моделювання сумісної роботи дизеля та турбокомпресора	1	1	1.3, 1.6, 1.7, 2.7, 2.8
	ПР Моделювання процесів газообміну двотактного двигуна в програмному продукті Matlab.	2	2	
	СР Реалізація можливих схем КДВЗ з ГТН. Робота дизеля у експлуатаційних циклах. Методика оптимізації конструктивних параметрів транспортного дизеля з газотурбінним наддуванням.	10	10	

¹ Якщо дисципліна викладається декілька семестрів, то теми розбивати посеместрово.

1	2	3	4	5
6	ЛК Моделювання процесів згоряння, тепловиділення та теплообміну у циліндрах двигуна. Методика розрахунку утворення оксидів азоту в циліндрі дизеля.	1	1	1.1, 1.2, 1.6, 2.8
	ПР Моделювання процесів внутрішнього сумішоутворення у двигуні з іскровим запалюванням.	2	2	
	СР Застосування математичної моделі для створення алгоритму розрахунку процесів згоряння у двигуні з іскровим запалюванням. Застосування математичної моделі для створення алгоритму розрахунку процесів тепловиділення та теплообміну у циліндрах ДВЗ.	20	20	
7	ЛК Визначення показників газообміну й індикаторних та ефективних показників ДВЗ.	1	1	1.1, 1.2, 2.4, 2.5, 2.6
	ПР Моделювання оптимізації конструктивних параметрів транспортного дизеля з газотурбінним наддуванням.	2	2	
	СР Оцінка показників газообміну й індикаторних та ефективних показників двотактних та чотиритактних дизельних двигунів і з примусовим запалюванням за швидкісними та навантажувальними характеристиками	10	10	
8	ЛК Фізико-хімічні властивості нетрадиційних та альтернативних моторних палив.	1	1	1.2, 1.5, 1.6, 2.9, 2.10
	ПР Моделювання концентрацію оксиду азоту в зонах продуктів згоряння.	2	2	
	СР Оцінка ефективного вмісту водню в широкофракційному рідкому паливі.	10	10	
Усього за семестр		120	120	
УСЬОГО за дисципліною		120	120	

10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення: комп'ютери, програмні продукти: Microsoft Excel; MathCad, Matlab.

11. Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і лабораторних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;
- під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).
- у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;
- списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

12. Рекомендовані джерела інформації

1. Базова література

- 1.1. Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія. Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. 488 с.
- 1.2. Корогодський В.А. Методи математичного моделювання робочих процесів в ДВЗ. Конспект лекцій. [Електронний ресурс]. Харків: ХНАДУ, 2022. 192 с URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1801> (дата звернення: 07.06.2022).
- 1.3. Крушедольський О.Г. Моделювання робочих процесів транспортних дизелів на експлуатаційних режимах: Навч. Посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2006. 184 с.
- 1.4. Методичні вказівки до виконання практичних робіт «Моделювання робочих процесів та визначення індикаторних й ефективних показників двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)» для підготовки фахівців в галузі 14 «Електрична інженерія» на рівні професійних вимог щодо доктора філософії спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» з дисципліни «Методи математичного моделювання робочих процесів в ДВЗ»: метод. реком. [Електронний ресурс] / В.А. Корогодський. Харків: ХНАДУ, 2023. 32 с. URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1801> (дата звернення: 07.06.2023).
- 1.5. Методичні вказівки з навчальної дисципліни «Методи математичного моделювання робочих процесів в ДВЗ» для самостійної роботи та підготовки фахівців в галузі 14 «Електрична інженерія» на рівні професійних вимог щодо доктора філософії спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»: метод. реком. [Електронний ресурс]. Харків: ХНАДУ, 2022. 28 с. URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1801> (дата звернення: 07.06.2023).
- 1.6. Heywood, J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. 2th Edition. McGraw-Hill Education, New York, 2018. 1056 p.
- 1.7. Tschöke, H. Mollenhauer, K., Maier, R. Handbuch Dieselmotoren. 4th Edition. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2018. 1193 p.
- 1.8. Kirkpatrick, A.T. Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences. 4th Edition. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2020. 635 p.

2. Допоміжна література

2.1. Korohodskiy, V., Rogovyi, A., Voronkov, O., Polivyanchuk, A., Gakal, P., Lysytsia, O., Khudiakov, I., Makarova, T., Hnyr, M., & Haiek, Y. (2021). Development of a three-zone combustion model for stratified-charge spark-ignition engine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(5 (110), 46–57. ISSN: 1729-3774, E-ISSN: [1729-4061](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228812), doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228812>

2.2. Korohodskiy, V., Leontiev, D., Rogovyi, A., Kryshtopa, S., Gritsuk, I., Voronkov, O., Prokopiuk, D. "Research of Spark Ignition Engine and Internal Mixture Formation Using Single-Zone, Two-Zone and Three-Zone Calculation Model of It Working Process," SAE Technical Paper 2022-01-1000, 2022, <https://doi.org/10.4271/2022-01-1000>

2.3. Korohodskiy, V., Kryshtopa, S., Migal, V., Rogovyi, A., Polivyanchuk, A., Slyn'ko, G., Manoylo, V., Vasylenko, O., Osetrov, O. (2020). Determining the characteristics for the rational adjusting of an fuel-air mixture composition in a two-stroke engine with internal mixture formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 2, N 5 (104). – P. 39-52. ISSN: 1729-3774, E-ISSN: [1729-4061](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200766), doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200766>

2.4. Korohodskiy, V., Voronkov, A., Rogovyi, A., Kryshtopa, S., Lysytsia, O., Fesenko, K., Bezridnyi, V., Rudenko, N. (2021). Influence of the stratified fuel-air charge pattern on economic and environmental indicators of a two-stroke engine with spark ignition. *AIP Conf. Proc.: Transport, Ecology - Sustainable Development EKO Varna* Vol. 2439 (2021) 020011. ISSN: 0094-243X, E-ISSN: 1551-7616, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0068466>

2.5. Корогодський В.А. Визначення раціонального циклу та способу організації робочого процесу двигуна за навантажувальною характеристикою. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, 2020. Вип. 90. С. 80-94. ISSN: 2219-5548, E-ISSN: 2521-1773, doi: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2020.90.0.80>

2.6. Корогодський В.А. Порівняння показників згоряння двотактного двигуна з карбюратором та безпосереднім впорскуванням палива. Двигатели внутреннего сгорания. Харьков: НТУ "ХПИ", 2021. №1. С. 35-44. ISSN: 0419-8719, doi: <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2021.1.05>

2.7. Leontiev D., Voronkov O., Korohodskiy V., Hlushkova D., Nikitchenko I., Teslenko E., Lykhodii O. (2020). Mathematical Modelling of Operating Processes in the Pneumatic Engine of the Car. *SAE Technical Paper* 2020-01-2222. ISSN: 0148-7191, doi: <https://doi.org/10.4271/2020-01-2222>

2.8. Гащук П.М., Нікіпчук С.В. (2018). Моделювання теплообмінних процесів, що перебігають в циліндрах двигуна внутрішнього згоряння. Пожежна безпека, (33), 15-34, doi: <https://doi.org/10.32447/20786662.33.2018.03>

2.9. Канило П.М. Автотранспорт. Паливно-екологічні проблеми та перспективи: Монографія. Харків: Харків. нац. автодор. ун-т., 2013. 272 с.

2.10. Kryshtopa, S., Melnyk, V., Dolishnii, B., Korohodskiy, V., Prunko, I., Kryshtopa, L., Zakhara, I., Voitsekhivska, T. (2019). Improvement of the model of forecasting heavy metals of exhaust gases of motor vehicles in the soil. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(10(100)) 2019, p. 44-51. ISSN: 1729-3774, E-ISSN: [1729-4061](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175892), doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175892>

3. Інформаційні ресурси

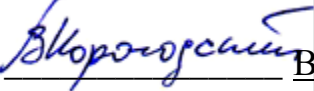
3.1. Навчальний сайт ХНАДУ. Курс «Методи математичного моделювання робочих процесів в ДВЗ». [Електронний ресурс]. URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=2494>

3.2. Навчальний сайт ХНАДУ. Курс «Газова динаміка і агрегати наддуву». [Електронний ресурс]. URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=634>

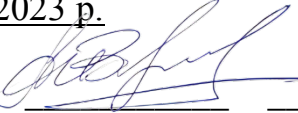
3.3. Навчальний сайт ХНАДУ. Курс «Основи теплотехніки». [Електронний ресурс]. URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1405>

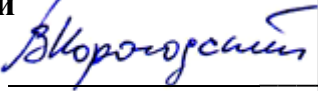
3.4. Навчальний сайт ХНАДУ. Курс «Теплопередача в ДВЗ». [Електронний ресурс].
URL: <https://dl2022.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1801>

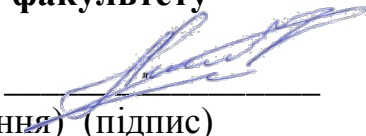
3.5. Файловий архів ХНАДУ: <http://files.khadi.kharkov.ua/avtomobilnij-fakultet/dviguniv-vnutrishnogo-zgoryannya.html>

Розробник: проф., д.т.н., проф.  Володимир КОРОГОДСЬКИЙ
(посада, наук. ступінь, вчене звання), (підпис)
«__» _____ 20__ р.

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри
Протокол № 1 (23-24) від 30.08.2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.  Олександр ВОРОНКОВ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Погоджено
Гарант освітньої програми
зав. каф., д.т.н., проф.  Володимир КОРОГОДСЬКИЙ
(посада, наук. ступінь, вчене звання), (підпис)
«__» _____ 20__ р.

Декан автомобільного факультету
д.т.н., проф.  _____ Дмитро ЛЕОНТЬСВ
(наук. ступінь, вчене звання) (підпис)

«__» _____ року