

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної роботи
професор А.Г. Батракова
«30» _____ 2021 року



Охано

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

ОК 5 «Сучасні технології проектування і чисельного моделювання процесів в ДВЗ»

(шифр за освітньою програмою і назва навчальної дисципліни)

статус дисципліни

обов'язкова

(обов'язкова / вибіркова)

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

(перший (бакалаврський) / другий (магістерський))

галузь знань

14 Електрична інженерія

(шифр і назва галузі знань)

спеціальність

142 Енергетичне машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма

Двигуни внутрішнього згорання

(назва освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми)

мова навчання

державна

1. Мета вивчення навчальної дисципліни є підготовка фахівців в галузі 14 «Електрична інженерія» на рівні професійних вимог зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» до виконання майбутніх професійних завдань у галузі сучасних технологій проектування і чисельного моделювання процесів в ДВЗ автомобілів та тракторів, їх агрегатів, вузлів та деталей.

Об'єктом навчальної дисципліни є сучасні технології проектування, умови роботи систем, вузлів та деталей ДВЗ та чисельне моделювання процесів в ДВЗ.

Предметом навчальної дисципліни є теоретичні, практичні та методологічні основи, методичні положення наукових напрямків з проектування та чисельного моделювання процесів в ДВЗ автомобілів та тракторів, їх агрегатів, вузлів та деталей за допомогою систем автоматизованого проектування (САПР) та комплексний аналіз теплонапруженого стану деталей ДВЗ, процесів течії рідини та газу у порожнинах та каналах з використанням чисельних методів, процесів згоряння та формування токсичних речовин.

У процесі навчання студенти магістратури отримують необхідні знання під час лекційних та лабораторних занять. Найбільш складні питання винесено на розгляд і усвоєння під час практичних занять. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів.

2. Передумови для вивчення дисципліни: дисципліна вивчається з урахуванням попередніх знань отриманих при вивченні дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння», «Теоретична механіка», «Гідравліка», «**Основи випробувань ДВЗ**» «Основи САПР», «Системи ДВЗ», «Конструкція та динаміка ДВЗ».

Дисципліна та її розділи, що передують вивченню дисципліни в магістратурі: “Сучасні технології проектування і чисельного моделювання процесів в ДВЗ”.

3. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів / год.	5,0 / 150	5,0 / 150
Семестр викладання дисципліни	1 (порядковий номер семестру)	1 (порядковий номер семестру)
Розподіл часу за навчальним планом:		
– лекції, год.	16	4
– практичні (семінарські) заняття, год.	16	4
– самостійна робота, год.	58	82
– курсовий проект, год.	-	-
– курсова робота, год.	30	30
– розрахунково-графічна робота (контрольна робота), год.	-	-
– підготовка та складання екзамену, год.	30	30
Підсумковий контроль (залік або екзамен)	екзамен	екзамен

4. Компетентності: *Загальні компетентності:* Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК01). Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК02). Здатність розробляти проекти та управляти ними (ЗК04). Здатність працювати в міжнародному контексті (ЗК05). Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК07). *Спеціальні компетентності:* Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування (СК01). Здатність критично осмислювати проблеми і перспективи розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем (СК02). Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання (СК03). Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування (СК04). Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання (СК06). Критичне осмислення передових для галузі «Електрична інженерія» наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язування складних задач енергетичного машинобудування і забезпечення сталого розвитку (СК011).

5. Очікувані результати навчання з дисципліни: *Після прослуховування курсу лекцій та проведення практичних занять студенти повинні:* Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності (РН1). Здійснювати пошук необхідної інформації у науково-технічній і патентній літературі, базах даних, інших джерелах з технологій і процесів у галузі енергетичного машинобудування, на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію (РН2). Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах (РН3). Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів (РН4). Використовувати методи моделювання, а також методи експериментальних досліджень з метою детального вивчення тепло- і масообмінних, гідравлічних та інших процесів, які відбуваються в технологічному обладнанні та об'єктах енергетичного машинобудування (РН6). Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування (РН8). Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців (РН11). Управляти складними робочими процесами у галузі

енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів (РН13).

6. Методи навчання словесні, практичні, дистанційні з використанням презентаційних слайдів та відеоматеріалів.

Пояснення: при визначенні методів навчання можна використовувати їх класифікацію за джерелом передачі та сприймання навчальної інформації: словесні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда, дискусія, робота з навчальним курсом), наочні (метод ілюстрацій та демонстрацій), практичні (практичні, лабораторні завдання, ділові та рольові ігри, тренінги, семінари, «круглий стіл», метод мозкової атаки, кейс-метод тощо).

7. Критерії оцінювання результатів навчання

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

"Задовільно" – за відповідь на запитання або рішення задачі, у яких студент показав знання основного програмного матеріалу в обсязі, достатньому для розуміння 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 принципи помилки при виконання завдань на рівні репродукування.

(Пояснення: зазначаються форми поточного контролю та принцип нарахування балів за дисципліною)

Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний контроль				Екзаменаційний контроль	Разом за дисципліну
T1	T2	T3...T7	T8	50	100
6	6	6	8		

T1, T2, T3...T7, T8 – теми.

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.

8. Засоби діагностики результатів навчання. Контроль успішності навчання студентів за темами окремих розділів здійснюється за допомогою тестів. Підсумковий контроль – екзамен.

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 Дослідження та моделювання теплового стану деталей ДВЗ.	2	0,5	1.1, 1.2, 2.2, 3.1, 3.2
	ПР Синтез геометрії деталей камери згоряння.	2	0,5	
	СР Тепловий стан випускного клапана ДВЗ.	8	10	
2	ЛК Чисельне моделювання теплового стану деталей ДВЗ.	2	0,5	1.2, 1.7, 1.8, 2.1, 3.1, 3.2
	ПР Розрахунок теплового стану деталей.	2	0,5	
	СР Тепловий стан поршня ДВЗ.	8	10	
3	ЛК Дослідження та моделювання теплонапруженого стану деталей ДВЗ.	2	0,5	1.8, 1.10, 2.2, 3.1, 3.2
	ПР Опис схеми закріплення та навантаження деталей.	2	0,5	
	СР Адаптація розрахункової сітки.	8	10	
4	ЛК Чисельне моделювання теплонапруженого стану деталей ДВЗ.	2	0,5	1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 3.1, 3.2
	ПР Розрахунок теплонапруженого стану деталей.	2	0,5	
	СР Розрахунок теплонапруженого стану випускного клапана ДВЗ.	8	10	
5	ЛК Основи методу скінчених об'ємів.	2	0,5	1.1, 1.2, 1.3, 1.7, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2
	ПР Реалізація методу скінчених об'ємів у сучасних програмних комплексах.	2	0,5	
	СР Турбулентна течія.	8	10	
6	ЛК Синтез розрахункової області та сітки.	2	0,5	1.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2
	ПР Синтез розрахункової області та сітки впускного каналу головки циліндрів ДВЗ та фрагменту порожнини охолодження.	2	0,5	
	СР Огляд чисельних методів та програм для розрахунку процесу течії рідини та газу.	8	10	
7	ЛК Чисельне моделювання процесу течії рідини у порожнині охолодження головки циліндра ДВЗ.	2	0,5	1.2, 1.4, 1.7, 2.4, 3.1, 3.2
	ПР Чисельне моделювання статичної продувки впускних каналів головки циліндра ДВЗ.	2	0,5	
	СР Гідравлічні втрати на впуску та випуску.	8	10	

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

1	2	3	4	5
	ЛК Синтез розрахункової області камери згоряння автомобільного дизельного двигуна, опис початкових та граничних умов, розрахунок робочого процесу, аналіз результатів.	2	0,5	1.4, 1.5, 1.6, 1.9,
	СР Поліпшення умов наповнення циліндра.	2	12	1.10-1.14,
	ПР Синтез розрахункової області камери згоряння автомобільного дизельного двигуна, опис початкових та граничних умов, розрахунок робочого процесу, аналіз результатів.	2	0,5	2.4, 3.1, 3.2
Курсова робота		30	30	
Підготовка та складання екзамену		30	30	
Усього за семестр 2		150	150	
УСЬОГО за дисципліною		150	150	

10. Орієнтовна тематика індивідуальних та/або групових занять Для забезпечення виконання курсової роботи при денній формі навчання у межах часу навчального плану організовуються поглиблені заняття за загальними темами: «Теплонапружений стан деталей камери згоряння»; «Основи методу скінчених елементів»; «Чисельне моделювання процесів в ДВЗ».

(Пояснення: вказується орієнтовна тематика КП, КР, РГР, якщо вони передбачені навчальною програмою)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення: комп'ютери, захищені програмні продукти : MS Excel, Ansys Student

12. Рекомендовані джерела інформації

1. Базова література

- 1.1. Авраменко А.М. Сучасні методи дослідження економічних, екологічних та ресурсних показників дизельних двигунів: монографія. – Харків: ІПМаш НАН України, 2019. 204 с. ISBN 978-966-02-9043-3.
- 1.2. Авраменко А.Н. Улучшение энергоэкологических и прочностных показателей быстроходного дизеля. Вестник НТУ «ХПИ»: сб. науч. тр. 2012. № 20. С. 104–109.
- 1.3. Левтеров А.М., Авраменко А.Н., Мараховский В.П., Бганцев В.Н. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена в бортовом кавитаторе системы поддержания стабильности автомобильных смесевых топлив. Промышленная теплотехника. 2016. Т. 38, № 3. С. 42–48.
- 1.4. Авраменко А.Н. Математическое моделирование тепло- и массообменных процессов в камере сгорания тепловозного дизеля. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2015. № 9. С. 20–25.

- 1.5. Левтеров А.М., Авраменко А.Н., Бганцев В.Н. Индицирование автомобильного дизеля с использованием оригинального малогабаритного датчика давления. Вестник ХНАДУ. 2016. Вып. 72. С. 35–40.
- 1.6. Abramchuk F., Makovyey R., Avramenko A. Method of improving energy, ecological and strength characteristics of the vehicle diesel engine. Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. 2016. Вып. 38. С. 47–54.
- 1.7. Авраменко А.Н. Численное моделирование процесса обработки водотопливной эмульсии в бортовом гидродинамическом кавитаторе. Двигатели внутреннего сгорания. 2016. №1. С. 63–66.
- 1.8. Авраменко А.Н. Mathematical modeling of the combustion process and formation of noxious substances in a diesel engine combustion chamber. Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. 2016. Вып. 39. С. 120–126.
- 1.9. Авраменко А.Н. Сравнительная расчетная оценка показателей рабочего цикла тепловозного двигателя. Двигатели внутреннего сгорания. 2018. № 1. С. 14–19.
- 1.10. Авраменко А.М., Левтеров А.М., Бганцев В.М., Гладкова Н.Ю. [та інш]. Перспективи застосування мікродомішок водню для поліпшення екологічних показників дизельного двигуна. Проблеми машинобудування. 2019. Т. 22. № 2. С. 70–75
- 1.11. Avramenko A. Selecting a k-ε turbulence model for investigating n-decane combustion in a diesel engine combustion chamber. French-Ukrainian Journal of Chemistry. 2019. Vol 7. № 2. P. 80-87.
- 1.12. Авраменко А.Н. Методика расчетной оценки теплонапряженного состояния головки цилиндра дизельного двигателя с воздушным охлаждением. Наука и техника. 2016. Vol. 15. № 5. P. 420–426.
- 1.13. Abramchuk F., Avramenko A. Numerical Simulation of Heat-and-Mass Transfer Processes in the Cooling Passages of a Cylinder Head in a Diesel Locomotive Engine. Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. 2019. Vol. 63. № 1. P. 26–32.
- 1.14. Abramchuk F., Avramenko A. Numerical simulation of the fuel flow in the spray nozzle of the injector in a car-and-tractor diesel engine. [Electronic resource] / Industrial Combustion. Article number 201614, October 2019. P. 1–26. URL: <https://ifrf.net/research/archive/numerical-simulation-of-the-fuel-flow-in-the-spray-nozzle-of-the-injector-in-a-car-and-tractor-diesel-engine/> (viewed on 21.12.2021).

(Пояснення: бажано зазначити власні напрацювання викладача за дисципліною)

2. Допоміжна література

2.1. Пахомов Ю.А. Основы научных исследований и испытаний тепловых двигателей. Учебник для вузов / Ю.А. Пахомов. – М.: ТрансЛит, 2014. – 432 с, ISBN 978-5-94976-834-1.

2.2. Тимченко І.І. Автомобільні двигуни /1.1. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.С. Долганов, М.Р. Муждобаєв; За ред. 1.1. Тимченка. - Х.: Основа. 1995. - 464 с.

2.3. Основы трибологии / под ред. А.В. Чичинадзе.-М.: Наука и техника, 1995. -778 с.

2.4. Крагельский, И.В. Основы расчетов на трение и износ: учеб. для вузов / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. - М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.

3. Інформаційні ресурси

3.1. Файловий архів ХНАДУ: Електронний конспект лекцій з дисципліни «Сучасні технології проектування і дослідження ДВЗ». [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу: <https://dl.khadi.kharkov.ua/mod/folder/view.php?id=110059>

3.2. Навчальний сайт ХНАДУ. Курс «Сучасні технології проектування і дослідження ДВЗ». [Електронний ресурс]. - 2021. - Режим доступу: <https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1987¬ifyeditingon=1>

Розробник програми:

Д.Т.Н., СТ. ВИКЛ.
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Авраменко А.М.
(ПІБ завідувача кафедри)

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри.
Протокол № 8 від "29" грудня 2021 р.

Завідувач кафедри

Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Прохоренко А.О.
(ПІБ завідувача кафедри)

“Погоджено”

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Грицюк О.В.
(ПІБ декана)

Декан факультету автомобільного
(повна назва факультету, де читається дисципліна)

Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Сараєв О.В.
(ПІБ декана)

“30” грудня 2021 року
(день) (місяць) (рік)