

**Силабус**  
**освітнього компоненту ОК 5**

**Сучасні технології проектування і чисельного моделювання процесів в ДВЗ**

Назва дисципліни:	<b>Сучасні технології проектування і чисельного моделювання процесів в ДВЗ</b>
Рівень вищої освіти:	<b>Другий (магістерський)</b>
Галузь знань:	<b>14 Електрична інженерія</b>
Спеціальність:	<b>142 Енергетичне машинобудування</b>
Освітньо-професійна програма:	<b>Двигуни внутрішнього згоряння</b>
Сторінка курсу в Moodle:	<a href="https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1987&amp;notifyeditingon=1">https://dl.khadi.kharkov.ua/course/view.php?id=1987&amp;notifyeditingon=1</a>
Рік навчання:	<b>1</b>
Семестр:	<b>1 (осінній)</b>
Обсяг освітнього компоненту	<b>5 кредити (150 годин)</b>
Форми підсумкового контролю	<b>Захист курсової роботи Екзамен</b>
Консультації:	<b>за графіком</b>
Назва кафедри:	<b>кафедра двигунів внутрішнього згоряння</b>
Мова викладання:	<b>українська</b>
Керівник курсу:	<b>Авраменко Андрій Миколайович, д.т.н., ст. викл.</b>
Контактний телефон:	<b>(057) 707 - 37 - 25</b>
E-mail:	<b>dvs@khadi.kharkov.ua</b>

**Короткий зміст освітнього компоненту:**

**Метою 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.**

**Предмет:** 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.

**Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:**

- вивчення конструкції, умов роботи та методів розрахунку теплонапружених деталей камери згоряння ДВЗ;
- формування навичок організації самостійної дослідницької роботи з вивченням комп'ютерних програм для чисельних розрахунків процесів в ДВЗ;
- формування напрямків з удосконалення і розвитку ДВЗ, зокрема, поліпшення їх паливної економічності, зниження рівня токсичності відпрацьованих газів та підвищення моторесурсу.

**Передумови для вивчення освітнього компоненту:**

Освітній компонент першого рівня вищої освіти «Вища математика», «Фізика», «Хімія», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння», «Теоретична механіка», «Гідравліка», «**Основи випробувань ДВЗ**» «Основи САПР», «Системи ДВЗ», «Конструкція та динаміка ДВЗ».

**Компетентності, яких набуває здобувач:**

**Загальні компетентності:**

- ЗК01. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою;
- ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними;
- ЗК05. Здатність працювати в міжнародному контексті;
- ЗК07. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**Спеціальні (фахові) компетентності:**

СК01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК02. Здатність критично осмислювати проблеми і перспективи розвитку у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних проблем.

СК03. 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.

СК04. Здатність аналізувати, оцінювати та застосовувати науково-технічну інформацію в галузі енергетичного машинобудування.

СК06. Здатність проектувати та експлуатувати енергетичне і теплотехнологічне обладнання.

СК011. 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.

## Результати навчання відповідно до освітньої програми:

РН1. 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.

РН2. 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.

РН3. 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.

РН4. Розробляти і реалізовувати проекти у галузі енергетичного машинобудування та пов'язані з нею міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН6. 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.

РН8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

РН11. Презентувати результати досліджень та інновацій, зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію до фахівців і нефахівців.

РН13. Управляти складними робочими процесами у галузі енергетичного машинобудування, у тому числі такими, що є непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.

## Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ПР, СР)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	2	3	4
1	ЛК Дослідження та моделювання теплового стану деталей ДВЗ.	2	0,5
	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
	ПР Розрахунок теплового стану деталей.	2	0,5
	СР Тепловий стан поршня ДВЗ.	8	10

1	2	3	4
3	ЛК Дослідження та моделювання теплонапруженого стану деталей ДВЗ.	2	0,5
	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
	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
	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
	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
	ПР Чисельне моделювання статичної продувки впускних каналів головки циліндра ДВЗ.	2	0,5
	СР Гідравлічні втрати на впуску та випуску.	8	10
8	ЛК Чисельне моделювання процесу згоряння та формування шкідливих речовин.	2	0,5
	ПР Синтез розрахункової області камери згоряння автомобільного дизельного двигуна, опис початкових та граничних умов, розрахунок робочого процесу, аналіз результатів.	2	0,5
	СР Поліпшення умов наповнення циліндра.	2	12
<b>Разом</b>	ЛК	16	4
	ПР	16	4
	СР	58	82

**Тематичний план консультацій з виконання курсової роботи**

№ теми	Назва тем (Консультації)	Кількість годин	
		очна	заочна
1	Дослідження та моделювання теплового стану деталей ДВЗ.	4	4
2	Чисельне моделювання теплового стану деталей ДВЗ.	4	4
3	Дослідження та моделювання теплонапруженого стану деталей ДВЗ.	4	4
4	Розрахунок теплонапруженого стану деталей.	4	4
5	Основи методу скінчених об'ємів.	4	4
6	Синтез розрахункової області та сітки впускного каналу головки циліндрів ДВЗ та фрагменту порожнини охолодження.	4	4
7	Чисельне моделювання статичної продувки впускних каналів головки циліндра ДВЗ.	4	4
8	Чисельне моделювання процесу згоряння та формування шкідливих речовин.	2	2
<b>Разом</b>	<b>Консультації</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

### Орієнтовний перелік тем курсових робіт

№ теми	Назва теми
1	Розрахунок теплового стану випускного клапана швидкохідного дизельного двигуна
2	Розрахунок теплового стану поршня швидкохідного дизельного двигуна

#### 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.

#### 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** Екзамен проводиться після вивчення всіх тем дисципліни і складається здобувачами вищої освіти в період екзаменаційної сесії після закінчення всіх аудиторних занять

**2** До екзамену 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 та захистили курсову 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 екзамену (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, наведеною в таблиці.

**Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни**



Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
<b>90-100</b>	<b>Відмінно</b>	<b>Зараховано</b>	<b>A</b>	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
<b>80–89</b>	<b>Добре</b>	<b>Зараховано</b>	<b>B</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
<b>75-79</b>			<b>C</b>	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
<b>67-74</b>	<b>Задовільно</b>		<b>D</b>	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

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС	
	екзамен	залік	Оцінка	Критерії
<b>60–66</b>			<b>E</b>	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.
<b>35–59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Не зараховано</b>	<b>FX</b>	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)
<b>0–34</b>			<b>F</b>	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)

### **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 практичних 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;
- курсова робота повинна бути захищена не пізніше, ніж за тиждень до початку екзаменаційної сесії;
- 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](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](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](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.

**Рекомендована література:** *(література не пізніше 10 років, окрім 1 фундаментального класичного підручника або монографії)*

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.
2. Авраменко А.Н. Улучшение энергоэкологических и прочностных показателей быстроходного дизеля. Вестник НТУ “ХПИ”: сб. науч. тр. 2012. № 20. С. 104–109.
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.
4. Авраменко А.Н. Математическое моделирование тепло- и массообменных процессов в камере сгорания тепловозного дизеля. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2015. № 9. С. 20–25.
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.
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.

7. Авраменко А.Н. Численное моделирование процесса обработки водотопливной эмульсии в бортовом гидродинамическом кавитаторе. Двигатели внутреннего сгорания. 2016. №1. С. 63–66.
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.
9. Авраменко А.Н. Сравнительная расчетная оценка показателей рабочего цикла тепловозного двигателя. Двигатели внутреннего сгорания. 2018. № 1. С. 14–19.
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
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.
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.
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.
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).

#### Додаткові джерела:

15. Abramchuk F., Avramenko A. Impact of modern methods of managing diesel engine processes on harmful substances emission level. Procedia Environmental Science, Engineering and Management. 2019. Vol. 6. № 4. P. 523–533.
16. Abramchuk F., Avramenko A. (ONLINE). Prospects of Using Steel Pistons in Transport Diesel Engines. Periodica Polytechnica Transportation Engineering. 2019. <https://doi.org/10.3311/PPtr.12466>. P. 1–7.

Розробник  
силабусу навчальної дисципліни,  
д.т.н., ст. викл.

  
підпис

Авраменко А.М.

Гарант освітньо-професійної  
програми,  
д.т.н., професор

  
підпис

Грицюк О.В.

Завідувач кафедри  
д.т.н., професор

  
підпис

Прохоренко А.О.