

Черкаський державний технологічний університет
Факультет електронних технологій, автотранспорту та машинобудування



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

(цикл дисциплін зі спеціальності)

Комп'ютерне моделювання процесів фізико-технічної
обробки

Шифр за ОНП – ОД-9

підготовки здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії

Галузь знань -	13 Механічна інженерія
Спеціальність -	131 Прикладна механіка
Освітня програма -	Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки

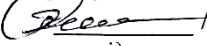
2024 - 2025 навчальний рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів фізико-технічної обробки» за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка», освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» - 13 стор.

Розробник: Олександр ПЛАХОТНИЙ, д.т.н., доцент, професор кафедри енерготехнологій

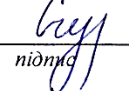
Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри проектування харчових виробництв та верстатів нового покоління

Протокол №9 від «25» червня 2024 року

Завідувач кафедри ПХВ ВВП  / Василь ОСИПЕНКО /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Обговорено та рекомендовано до затвердження методичною комісією факультету електронних технологій, автотранспорту та машинобудування

«26» червня 2024 р., протокол №6

Голова методичної комісії ФЕТАМ  / Олександр ГАВРИШ /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач кафедри ПХВ ВВП  / Василь ОСИПЕНКО /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Навчально-методичний відділ

«___» _____ 20__ р.

 / Олександр ГАВРИШ /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ПРОГРАМУ ПРОЛОНГОВАНО ДО «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ / _____ /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«___» _____ 20__ р.

Навчально-методичний відділ _____ / _____ /
підпис Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«___» _____ 20__ р.

1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Прізвище, ім'я, по батькові	Плахотний Олександр Петрович
Науковий ступінь	доктор технічних наук
Вчене звання	доцент
Посада	професор кафедри енерготехнологій
Місце роботи	ЧДТУ, кафедра енерготехнологій
Адреса кафедри	м. Черкаси, бул. Шевченка, 460, ЧДТУ, корпус 4, а. 313
Контактний телефон	096 309 97 63
Профайл викладача	https://energotex.chdtu.edu.ua/staff/plahotnyj-oleksandr-petrovych/
e-mail:	o.plakhotny@chdtu.edu.ua
Профайл дисципліни	https://surl.li/tzgza0
Розклад консультацій	Відповідно до розкладу викладача після завершення занять https://energotex.chdtu.edu.ua/

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Загальні характеристики		Навчальне навантаження з дисципліни	
			денна форма	заочна форма
<u>Галузь знань</u> <u>13 Механічна інженерія</u>	Обов'язкова		Курс підготовки:	
			1	
<u>Спеціальність</u> <u>131 Прикладна механіка</u>	Загальна кількість кредитів ЄКТС	4	Семестр підготовки:	
	Загальна кількість годин	120	2	
<u>Освітня програма</u> Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки	Кількість аудиторних годин	48	Лекції	
			32	
	Кількість годин самостійної роботи	72	Практичні, семінарські	
			16	
<u>Освітній рівень</u> доктор філософії	Мова навчання - українська		Лабораторні	
			—	
			Самостійна робота	
			72	
			Форма підсумкового контролю	
			екзамен	

3 ПРЕДМЕТ, МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Предмет вивчення дисципліни	Сучасні методи математичного та комп'ютерного моделювання систем і процесів, які використовуються в технологіях фізико-технічної обробки
Мета викладання дисципліни	Оволодіння основами методології використання сучасних програмно-технічних засобів у галузі комп'ютерного моделювання фізичних процесів для розв'язку складних, в тому числі інноваційних, спеціалізованих комплексних задач розробки нових та модернізації і експлуатації існуючих систем автоматизованого керування технологічними процесами фізико-технічної обробки
Завдання вивчення дисципліни	Надання аспірантам необхідних знань для: - створення фізичних, математичних і комп'ютерних моделей природних об'єктів та явищ, перевірки їх адекватності, аналізу обмеження застосовності; — проведення обчислювальних експериментів для розуміння фізичних процесів, що лежать в основі технологій фізико-технічної обробки. Навчити аспірантів обирати ефективні математичні методи, комп'ютерні засоби, інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області процесів фізико-технічної обробки.

4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

№ з/п	Результати навчання
Відповідно до ОНП «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» спеціальності 131 «Прикладна механіка»	
1	Знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань (РН04).

	Знання і розуміння основних понять теорії взаємодії КПЕ з матеріалами, їх застосування на практиці та при комп'ютерному моделюванні конкретних процесів. (PH05).
	Уміння виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень. (PH07).

5 ПРЕРЕКВІЗИТИ

Міждисциплінарні зв'язки

Освітній компонент «Теоретичні основи обробки матеріалів концентрованими потоками енергії» циклу дисциплін зі спеціальності

6 ПОСТРЕКВІЗИТИ

Міждисциплінарні зв'язки

Науково-дослідна робота здобувачів

7 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль №1 «Математичні моделі, комп'ютерне моделювання, обчислювальні експерименти»
Тема 1. Вступ.
<i>Історія розвитку комп'ютерного моделювання. Области застосування комп'ютерного моделювання. Завдання, які вирішуються з допомогою комп'ютерного моделювання.</i>
Тема 2. Класифікація математичних моделей і їх комп'ютерна реалізація.
<i>Детерміновані моделі. Статистичні моделі. Стохастичні моделі. Імітаційне моделювання. Комп'ютерні моделі та їх види. Валідація та верифікація моделі. Визначення меж застосовності моделі.</i>
Тема 3. Огляд спектру можливостей сучасних комп'ютерних пакетів для моделювання фізичних процесів.
<i>Передача тепла (теплопровідність, конвекція та випромінювання). Технологія обчислювальної гідродинаміки (CFD). Електрохімічні процеси. Моделювання спарених явищ, мультифізичних процесів. Моделі з рухомими тілами. Багатокомпонентні середовища, трасування частинок.</i>
Змістовий модуль №2 «Моделювання процесів фізико-технічної обробки з використанням математичних пакетів»
Тема 4. Задача Стефана про нагрівання тіла з фазовими переходами.
<i>Аналітичний розв'язок задачі про плавлення стержня. Моделювання процесу утворення ерозійної лунки в COMSOL Multiphysics внаслідок дії іскрового розряду за електроерозійної обробки.</i>
Тема 5. Мультифізична модель анодного розчинення за електрохімічної обробки.

Моделювання в COMSOL Multiphysics тривимірного розподілу густини струму по поверхні анода при використанні циліндричних електродів. Моделювання спарених гідродинамічних полів потоку електроліту та електричних полів при формоутворенні анода в процесі електрохімічної обробки.

Тема 6. Моделювання та дослідження структури надзвукового струменя асистуючого газу при лазерному різанні листових матеріалів.

Дослідження впливу конфігурації сопла на параметри надзвукового струменя на основі моделювання в ANSYS Fluent. Модель розподілу поля тиску асистуючого газу на поверхні деталі.

8 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Назва модулів і тем	Форми організації навчання, кількість годин						Література, інформаційні ресурси
		Денна форма			Заочна форма			
		Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	
Змістовий модуль №1. Математичні моделі, комп'ютерне моделювання, обчислювальні експерименти.								
1	Тема 1. Вступ.	2		2				1
2	Тема 2. Класифікація математичних моделей і їх комп'ютерна реалізація.	2		4				1, 8, 9
3	Тема 3. Огляд спектру можливостей сучасних комп'ютерних пакетів для моделювання фізичних процесів.	4	2	10				1, 2, 6, 8, 9
Змістовий модуль №2. Моделювання процесів фізико-технічної обробки з використанням математичних пакетів.								
4	Тема 4. Задача Стефана про нагрівання тіла з фазовими переходами.	8	4	12				1, 5
5	Тема 5. Мультифізична модель анодного розчинення за електрохімічної обробки.	8	6	32				3, 5, 7
6	Тема 6. Моделювання та дослідження структури надзвукового струменя асистуючого газу при лазерному різанні листових матеріалів.	8	4	12				4, 8, 9
	Разом	32	16	72				

9 ПРАКТИЧНІ / СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Інтернет ресурси про можливості сучасних комп'ютерних пакетів для моделювання фізичних процесів – методика пошуку, порівняльний аналіз, доступність демоверсій.	2	
2	Моделювання нестационарних процесів теплообміну в середовищі SOLIDWORKS Flow Simulation.	2	
3	Обчислювальний експеримент в MathCAD на основі аналітичного розв'язку задачі про плавлення стержня.	2	
4	Моделювання процесу утворення ерозійної лунки в COMSOL Multiphysics внаслідок дії іскрового розряду за електроерозійної обробки.	2	
5	Моделювання в COMSOL Multiphysics електростатичних полів по поверхні анода при використанні дрітного катоду.	2	
6	Дослідження процесів формоутворення в COMSOL Multiphysics за анодного розчинення сталей в електрохімічній комірі з рухомим електролітом.	2	
7	Дослідження впливу конфігурації сопла на параметри надзвукового струменя на основі моделювання в ANSYS Fluent.	2	
8	Моделювання в ANSYS Fluent розподілу поля тиску асистуючого газу на поверхні листового металу, що обробляється лазерним різанням.	2	
	Разом:	16	

10 САМОСТІЙНА РОБОТА

8.1 Рекомендації до самостійної роботи здобувачів вищої освіти денної форми навчання

Використовуючи надані літературу та інформаційні ресурси опрацювати та проаналізувати кожну тему. За виникнення труднощів сприйняття матеріалу теми, підготувати перелік запитань до викладача.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Література, інформаційні ресурси
1	Історія розвитку комп'ютерного моделювання. Області застосування комп'ютерного моделювання. Завдання, які вирішуються з допомогою комп'ютерного моделювання.	2	1

2	Класифікація математичних моделей і їх комп'ютерна реалізація. Детерміновані моделі. Статистичні моделі. Стохастичні моделі. Імітаційне моделювання. Комп'ютерні моделі та їх види. Валідація та верифікація моделі. Визначення меж застосовності моделі	4	1, 8, 9
3	Огляд спектру можливостей сучасних комп'ютерних пакетів для моделювання фізичних процесів. Передача тепла (теплопровідність, конвекція та випромінювання). Технологія обчислювальної гідродинаміки (CFD). Електрохімічні процеси. Моделювання спарених явищ, мультифізичних процесів. Моделі з рухомими тілами. Багатокомпонентні середовища, трасування частинок.	10	1, 2, 6, 8, 9
4	Задача Стефана про нагрівання тіла з фазовими переходами. Аналітичний розв'язок задачі про плавлення стержня. Моделювання процесу утворення ерозійної лунки в COMSOL Multiphysics внаслідок дії іскрового розряду за електроерозійної обробки.	12	1, 5
5	Мультифізична модель анодного розчинення за електрохімічної обробки. Моделювання в COMSOL Multiphysics тривимірного розподілу густини струму по поверхні анода при використанні циліндричних електродів. Моделювання спарених гідродинамічних полів потоку електроліту та електричних полів при формоутворенні анода в процесі електрохімічної обробки.	32	3, 5, 7
6	Моделювання та дослідження структури надзвукового струменя асистуючого газу при лазерному різанні листових матеріалів. Дослідження впливу конфігурації сопла на параметри надзвукового струменя на основі моделювання в ANSYS Fluent. Модель розподілу поля тиску асистуючого газу на поверхні деталі.	12	4, 8, 9
	Разом:	72	

11 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

11.1 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

- контроль виконання практичних робіт;
- фронтальне та індивідуальне усне опитування при виконанні практичних робіт;
- екзамен.

11.2 ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. Оцініть співвідношення принципів роботи математичної моделі і штучного інтелекту.
2. Чи можливо після використання статистичної моделі певного об'єкту чи процесу перейти до створення і використання їх детермінованої моделі?
3. Наведіть послідовність кроків дослідження для визначення вагомих та другорядних чинників, що обумовлюють проходження технологічного процесу.
4. Які ознаки об'єкту моделювання дозволяють знизити розмірність математичної моделі без втрати її адекватності?

5. Які ознаки фізичного процесу дають можливість перейти від нестационарної моделі до стаціонарної? Які обґрунтування слід навести?
6. Наведіть методи оцінки адекватності математичної моделі? Як визначити, що саме стало причиною втрати адекватності?
7. Наведіть аргументи стосовно переваг вибору чисельного методу – методу скінчених елементів, методу скінчених об'ємів чи методу граничних елементів відносно конкретних ознак фізичного процесу, що моделюється.
8. З яких міркувань вибирається розв'язувач (solver) в розрахункових САПР при моделюванні процесів фізико-технічної обробки?
9. Які елементи в побудові комп'ютерної моделі в розрахункових САПР можуть вплинути на стійкість алгоритму обчислення та збіжність результату?
10. Як пересвідчитись в коректності побудованої математичної моделі? Які ознаки в ході обчислень в розрахункових САПР вкажуть на некоректність математичної моделі?
11. В яких випадках необхідно вводити в модель нелінійну залежність теплофізичних параметрів матеріалу від температури? Чи призводить це до збільшення часу обчислень?
12. Дію яких фізичних процесів за формування електроерозійної лунки одиничним іскровим розрядом не можливо врахувати в рамках трьохфазної задачі теорії теплопровідності?
13. Які значення просторово-амплітудно-часових характеристик іскрового розряду стануть обмежуючими для збереження прийнятої адекватності моделі формування ерозійної лунки в рамках теорії теплопровідності?
14. Як по розподілу теплових полів в приповерхневих шарах сплаву при моделюванні дії серії іскрових розрядів електроерозійної обробки можна визначити ширину переплавленого «білого» шару?
15. При проведенні обчислювального експерименту які вхідні параметри моделі електроерозійної обробки серією імпульсів слід підбирати і за якими вихідними параметрами ерозійних лунок необхідно слідкувати, щоб отримати режим обробки з мінімально можливою шорсткістю поверхні?
16. Які фізичні та хімічні процеси моделюються при визначенні розподілу густини струму на поверхні аноду за електрохімічної обробки дротяним катодом?
17. Як за моделювання процесу електрохімічного прошивання визначити ступінь локалізації анодного струму і її вплив на точність формоутворення деталі?
18. Як в моделі анодного розчинення за електрохімічної обробки враховується хімічний склад електроліту та його концентрація?
19. Як за результатами обчислювального експерименту встановити які з параметрів: швидкість електроліту, концентрація електроліту чи його

температура мають найбільший вплив на швидкість анодного розчинення?

20. Чому при моделюванні надзвукового струменя газу в ANSYS Fluent в структурі потоку спостерігаються диски Маха, а моделях, реалізованих в COMSOL Multiphysics чи SOLIDWORKS Flow Simulation за тих самих параметрів, диски Маха відсутні?

21. Як впливають геометричні параметри сопла, зокрема будова сопла Лавалю, на структуру вихідного струменя газу на надзвукових режимах?

11.3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

ДЕННА ФОРМА

Вид навчальної роботи	Кількість балів <i>максимум</i>
<u>Постійна частина</u>	
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №1 «Математичні моделі, комп'ютерне моделювання, обчислювальні експерименти» - 10 годин	
Виконання практичної роботи №1	11
<i>Всього за змістовим модулем №1</i>	11
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №2 «Моделювання процесів фізико-технічної обробки з використанням математичних пакетів.» - 38 годин	
Виконання практичної роботи №2	7
Виконання практичної роботи №3	7
Виконання практичної роботи №4	7
Виконання практичної роботи №5	7
Виконання практичної роботи №6	7
Виконання практичної роботи №7	7
Виконання практичної роботи №8	7
<i>Всього за змістовим модулем №2</i>	49
<u>Додаткова частина</u>	
Участь в науковій конференції за темою дисципліни	10
ІСПИТ	40
ІТОГОВА СЕМЕСТРОВА ОЦІНКА	100

Система нарахування рейтингових балів

1. Виконання практичних робіт. За високої культури, високого рівня умінь та навичок виконання практичних завдань, проявлення навичок самостійної роботи з отриманою інформацією по темі з різних джерел та навичок науково-пошукової роботи за індивідуальним завданням, за першу практичну роботу аспірант отримує **11 балів** за кожну наступну практичну

роботу аспірант отримує **7 балів** (за 7 робіт всього 49 балів). За проявлений ґрунтовний рівень знань аспіранта та навичок у виконанні практичних завдань з незначними неточностями у викладенні, індивідуальні завдання виконані правильно з зауваженнями по оформленню аспірант отримує **4 бали**. За посереднього рівня знань та логічного мислення у аспіранта, порушенні послідовності викладення матеріалу практичної роботи, недостатній точності формулювань основних положень та труднощах при самостійному знаходженні та опрацюванні необхідної інформації аспірант отримує **2 бали**. За неможливості самостійного вирішення практичних завдань та невідповідного оформлення звіту до виконаної роботи аспірант отримує **0 балів**. У такому випадку аспіранту пропонується повторне оцінювання після додаткового опрацювання практичної роботи. Практична робота аспіранта оцінюється як **неприйнятна** при відсутності виконання передбачених методичними вказівками обов'язкових видів робіт, нерозумінні основних законів і положень теоретичного курсу, безграмотності та нелогічності матеріалів наданого звіту. Для таких аспірантів рекомендовано проходження повторного курсу вивчення дисципліни у відповідності до чинних правил підготовки фахівців.

3. Екзамен. Екзаменаційний білет містить 4 питання. За правильні повні відповіді на кожне питання аспірант отримує по **10 балів (всього 40)**. Відповіді з незначними неточностями оцінюються в **8 балів**. Відповіді з окремими помилками оцінюються в **6 балів**. За наявності окремих помилок, порушенні послідовності викладення матеріалу, недостатній точності формулювань аспірант отримує **3 бали**. За нерозуміння суті, безграмотності та нелогічності відповіді на поставлене питання аспірант отримує **0 балів**.

12 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Velten K., Schmidt D., Kahlen K. Mathematical modeling and simulation: introduction for scientists and engineers. John Wiley & Sons, 2024. – 480 p. <https://surl.li/zefpum>
2. Matsson J. An Introduction to SOLIDWORKS Flow Simulation 2019. SDC publications, 2019. – 330 p. <https://surl.li/uhbzgj>
3. Introduction to the Electrochemistry Module. COMSOL 6.0 – 2021. – 52 p. <https://surl.li/vwsdkq>
4. Ansys Fluent User's Guide. Release 2023 R1. ANSYS, Inc. – 2023. – 6098 p. <https://surl.li/ikzscn>
5. Плахотний О.П. Наукові засади комбінованої технології електроерозійної та електрохімічної обробки дротяним електродом. Дисертація доктора технічних наук за спеціальністю 05.03.07

«Процеси фізико-технічної обробки» (13 – Механічна інженерія). – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021. – 405 с. <https://surl.li/dyfmbl>

Допоміжна

6. Technical reference SOLIDWORKS Flow Simulation 2021. – 160 p. <https://surl.li/injuuj>
7. Electrochemistry Module User's Guide. COMSOL 6.0 – 2021. – 404 p. <https://surl.li/gyvrvj>
8. Dowden J. M. The mathematics of thermal modeling: an introduction to the theory of laser material processing. Chapman and Hall/CRC, 2025. – 274 p. <https://surl.li/dgnaul>
9. Reddy J. N., Anand N. K., Roy P. Finite Element and Finite Volume Methods for Heat Transfer and Fluid Dynamics. Cambridge University Press, 2023. – 385 p. <https://surl.li/kcnobk>

13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <https://www.solidworks.com/product/solidworks-flow-simulation>
2. <http://www.comsol.com/support/>
3. <http://www.comsol.com/support/knowledgebase/>
4. <https://www.ansys.com/products/fluids/ansys-fluent>

14 перелік нормативних документів за необхідністю

15 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При вивченні дисципліни використовуються наступні методи навчання:

1. Словесні: лекція, бесіда, пояснення, розповідь, самостійна робота, консультації.
2. Наочні методи: використання слайдів, презентацій Power Point.
3. Практичні – проведення моделювання в математичних розрахункових програмах, дослідження отриманих даних при виконанні практичних робіт та самостійної роботи.
4. За характером діяльності аспірантів використовуються методи проблемного навчання (постановка проблеми та її вирішення), дослідницькі методи.
5. При навчанні основними формами роботи є індивідуальна, групова та фронтальна.
6. Реалізуються принципи особистісно-орієнтованого навчання.

Для здійснення контролю знань та вмінь, теоретичного матеріалу використовуються фронтальне та індивідуальне усне опитування, перевірка виконання самостійних індивідуальних завдань по кожній практичній роботі.

16 ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика щодо відвідування. Відвідування занять є обов'язковим. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини (наприклад, індивідуальний графік навчання, хвороба), то навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із викладачем дисципліни, а також аспірант повинен презентувати виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.

Політика щодо правил поведінки на заняттях. Здобувач вищої освіти зобов'язаний виконати необхідний мінімум навчальної роботи, приймати активну участь під час виконання поставлених завдань, не заважати у проведенні заняття.

Політика щодо строків та перескладання. Усі завдання, передбачені програмою навчальної дисципліни, мають бути виконані у встановлений термін. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Доповіді на науковій конференції мають бути авторськими та оригінальними. Під час екзамену дозволяється користуватися тільки особистими джерелами інформації – конспектом, книгами, в тому числі в електронному варіанті, інтернет ресурсами. На екзамені моделюється реальна дослідницька робота майбутнього фахівця, тобто перед ним ставиться задача і немає обмежень в користуванні науковою літературою. Більшість питань на екзамен сформульовані в проблемному ключі, що потребує розуміння суті, вміння аналізувати та аргументовано надавати відповідь.