

Черкаський державний технологічний університет
Факультет електронних технологій, автотранспорту та машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова вченої ради ФЕТАМ

/ Андрій ЧОРНИЙ

Протокол №4

«26» червня 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

(цикл дисциплін зі спеціальності)

Методи теорії теплопровідності

Шифр за ОНП – ОД-8

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

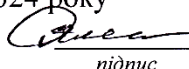
Робоча програма навчальної дисципліни «Методи теорії теплопровідності» за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка», освітньо-наукова програма «Лазерні технології та процеси фізико-технічної обробки» - 12 стор.

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 ВНП


підпис

/Василь ОСИПЕНКО/
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


підпис

/Олександр ГАВРИШ/
Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

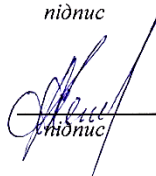
ПОГОДЖЕНО:

Завідувач кафедри ПХВ ВНП


підпис

/Василь ОСИПЕНКО/
Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Навчально-методичний відділ


підпис

/Олександра КОМАРУХА/
Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«___» _____ 20__ р.

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/ullklf
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 опису та комп'ютерного моделювання теплообмінних процесів, що лежать в основі які використовуються в технологій фізико-технічної обробки
Мета викладання дисципліни	Оволодіння основами методології використання сучасних методів математичного моделювання теплообмінних процесів, для розв'язку складних, в тому числі інноваційних, спеціалізованих комплексних задач розробки нових та модернізації і експлуатації існуючих технологічних процесів фізико-технічної обробки
Завдання вивчення дисципліни	Надання аспірантам необхідних знань для: - створення математичних моделей процесів теплообміну, перевірки їх адекватності, аналізу обмеження застосовності; — проведення обчислювальних експериментів для розуміння фізичних теплових процесів, що лежать в основі технологій фізико-технічної обробки. Навчити аспірантів обирати ефективні математичні методи теорії теплообміну, та застосовувати їх для здійснення досліджень та розробок 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 (PH04).
	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

Освітні компоненти «Теоретичні основи обробки матеріалів концентрованими потоками енергії» циклу дисциплін зі спеціальності.

6 ПОСТРЕКВІЗИТИ

Міждисциплінарні зв'язки

Науково-дослідна робота здобувачів; дисертація доктора філософії з прикладної механіки

7 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль №1	
«Основні положення та методи класичної теорії теплопередачі»	
Тема 1. Теплопровідність.	
<i>Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор щільності теплового потоку. Закон Фур'є. Нелінійні диференціальні рівняння теплопровідності і окремі випадки лінеаризації. Математичний опис процесу теплопровідності. Комп'ютерне моделювання процесів теплопровідності.</i>	
Тема 2. Конвективний теплообмін.	
<i>Фізичні основи процесу конвективного теплообміну. Математичний опис процесів конвективного теплообміну. Супроводжуючий процес масообміну. Основи теорії подібності фізичних явищ, теореми подібності, числа подібності. Використання теорії подібності при описанні явищ теплопередачі. Технологія обчислювальної гідродинаміки (CFD) в моделюванні конвективного теплообміну.</i>	
Тема 3. Теплообмін випромінюванням.	
<i>Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах. Особливості здатності сплавів до поглинання лазерного випромінювання. Методи чисельного моделювання теплообміну випромінюванням.</i>	
Змістовий модуль №2	
«Новітні методи досліджень складних процесів теплообміну»	
Тема 4. Теплообмін з фазовими переходами. Мультифізичні процеси.	
<i>Теплообмін при кипінні. Інтенсивність тепловіддачі при випаровуванні. Теплообмін при конденсації. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні. Інтенсивність тепловіддачі при конденсації. Перехід до неньютонівських рідин в описі руху при солідифікації розплавленої маси.</i>	
Тема 5. Підходи до вирішення проблем теплообміну в тонких плівках, приграничних шарах, капілярах.	

Основи теорії пограничного шару. Методи теорії пограничного шару. Підходи до вирішення проблем дискретизації кінцевоелементної сітки приграничних шарів в обчислювальних методах теплообміну. Теплообмін пористих структур. Особливості теплообміну на межі розділу двох середовищ. Ефект Марангоні. MEMS технології.

Тема 6. Моделювання теплових явищ за лазерних технологій та процесах фізико-технічної обробки.

Проблеми визначення теплової природи руйнації матеріалу за просторовими, енергетичними, часовими характеристиками джерела енергії. Явища сублімації, абляція матеріалу. Методи визначення структурних змін матеріалу за його термічної обробки концентрованими джерелами енергії. Приклади моделей теплових процесів фізико-технічної обробки, реалізованих в середовищі сучасних розрахункових пакетах програм.

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. Основні положення та методи класичної теорії теплопередачі.								
1	Тема 1. Теплопровідність..	2		4				1, 2
2	Тема 2. Конвективний теплообмін.	4		8				1, 2, 9
3	Тема 3. Теплообмін випромінюванням.	4		10				1, 2, 7
Змістовий модуль №2. Новітні методи досліджень складних процесів теплообміну.								
4	Тема 4. Теплообмін з фазовими переходами. Мультифізичні процеси.	8	4	12				2, 4, 5, 10
5	Тема 5. Підходи до вирішення проблем теплообміну в тонких плівках, приграничних шарах, капілярах.	4		10				2, 8, 9
6	Тема 6. Моделювання теплових явищ за лазерних технологій та процесах фізико-технічної обробки.	10	12	28				3, 4, 5, 6
	Разом	32	16	72				

9 ПРАКТИЧНІ / СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Математична модель процесу охолодження нескінченного стержня початкова температура якого задана у вигляді функції. Реалізація в MathCAD.	2	
2	Використання рядів для розв'язку задач теплопровідності скінченного стержня з граничними умовами першого та другого родів. Реалізація в MathCAD.	2	
3	Математична модель процесу нагрівання тонкого елемента нерухомим джерелом гаусового типу. Реалізація в MathCAD.	2	
4	Математична модель процесу нагрівання тонкого елемента рухомим концентрованим джерелом тепла. Реалізація в MathCAD.	2	
5	Обчислювальний експеримент в MathCAD по визначенню глибини прогрівання матеріалу в залежності від швидкості руху і потужності джерела тепла гаусового типу.	4	
6	Моделювання процесу плавлення матеріалу, який обробляється концентрованим джерелом енергії, за допомогою задачі Стефана для одновимірного середовища. Реалізація в MathCAD.	4	
	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 кожен тему. За виникнення труднощів сприйняття матеріалу теми, підготувати перелік запитань до викладача.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Література, інформаційні ресурси
1	Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор щільності теплового потоку. Закон Фур'є. Нелінійні диференціальні рівняння теплопровідності і окремі випадки лінеаризації. Математичний опис процесу теплопровідності. Комп'ютерне моделювання процесів теплопровідності.	4	1, 2
2	Фізичні основи процесу конвективного теплообміну. Математичний опис процесів конвективного теплообміну. Супроводжуючий процес масообміну. Основи теорії	8	1, 2, 9

	подібності фізичних явищ, теореми подібності, числа подібності. Використання теорії подібності при описанні явищ теплопередачі. Технологія обчислювальної гідродинаміки (CFD) в моделюванні конвективного теплообміну.		
3	Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах. Особливості здатності сплавів до поглинання лазерного випромінювання. Методи чисельного моделювання теплообміну випромінюванням.	10	1, 2, 7
4	Теплообмін з фазовими переходами. Мультифізичні процеси. Теплообмін при кипінні. Інтенсивність тепловіддачі при випаровуванні. Теплообмін при конденсації. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні. Інтенсивність тепловіддачі при конденсації. Перехід до неньютонівських рідин в описі руху при солідіфікації розплавленої маси.	12	2, 4, 5, 10
5	Підходи до вирішення проблем теплообміну в тонких плівках, приграничних шарах, капілярах. Основи теорії пограничного шару. Методи теорії пограничного шару. Підходи до вирішення проблем дискретизації кінцевоелементної сітки приграничних шарів в обчислювальних методах теплообміну. Теплообмін пористих структур. Особливості теплообміну на межі розділу двох середовищ. Ефект Марангоні. MEMS технології.	10	2, 8, 9
6	Моделювання теплових явищ за лазерних технологій та процесах фізико-технічної обробки. Проблеми визначення теплової природи руйнації матеріалу за просторовими, енергетичними, часовими характеристиками джерела енергії. Явища сублімації, абляція матеріалу. Методи визначення структурних змін матеріалу за його термічної обробки концентрованими джерелами енергії. Приклади моделей теплових процесів фізико-технічної обробки, реалізованих в середовищі сучасних розрахункових пакетах програм.	28	3, 4, 5, 6
	Разом:	72	

11 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

11.1 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

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

11.2 ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. В якому випадку слід очікувати найбільших значень градієнта температурного поля в матеріалі – при лазерному різанні міді, алюмінію чи сталі за тих самих параметрів лазерного променю?

2. Чи впливає на значення градієнтів температурного поля товщина листового матеріалу, що ріжеться лазерним променем?
3. Як більше чи менше значення градієнтів температурного поля, утворюваного внаслідок дії іскрових розрядів на аноді, впливає на товщину переплавленого «білого» шару, що утворюється на деталі за електроерозійного дротяного різання?
4. Які складові частини процесу видалення матеріалу за лазерного різання не можна описати виключно в рамках теорії теплообміну?
5. Наведіть умови, за яких необхідно вводити в розгляд залежність теплофізичних параметрів матеріалу від температури.
6. Для спрощення математичної моделі лазерного різання сталевих листових матеріалів ми не ввели залежність коефіцієнту теплопровідності матеріалу від температури, тобто прийняли його за константу. В результаті розрахунку ми будемо отримувати більші значення температур чим реальні значення, чи менші за реальні?
7. За створення моделі фізичного процесу обробки матеріалів з внутрішніми джерелами тепла в диференціальному рівнянні теплопровідності з'являються відповідні доданки, що їх описують. Чи призводить це до нелінійного виду таке диференціальне рівняння?
8. Чи може варіація параметрів джерела тепла вивести модель досліджуваного процесу за рамки теорії теплообміну?
9. За яких параметрів стану повинна знаходитись рідина, щоб теплові процеси в ній правомірно було б розглядати виключно в рамках теорії теплопровідності, а не конвективного теплообміну?
10. Наведіть приклади процесів фізико-технічної обробки і умов, за яких розплавлений метал набуває властивостей, характерних для неньютонівських рідин?
11. Всі тіла і речовини, що нас оточують мають температуру більшу за 0 °К, а значить випромінюють тепло. Наведіть умови та аргументи, які обґрунтують правомірність нехтування радіаційним теплообміном в теплових моделях технологічних процесів.
12. Наведіть умови проходження теплових процесів, за яких не можна виключати з розгляду гравітаційну складову в математичній моделі.
13. Наведіть чинники, які в процесі видалення матеріалу з пазу за лазерного різання визначають відбивну і поглинальну здатність розплавленого металу.
14. Як значення питомої теплоти плавлення і питомої теплоти пароутворення сплаву впливає на продуктивність лазерного різання?
15. Як значення питомої теплоти плавлення і питомої теплоти пароутворення сплаву впливає на механізми видалення матеріалу з пазу за лазерного різання?

11.3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

ДЕННА ФОРМА

Вид навчальної роботи	Кількість балів максимум
<u>Постійна частина</u>	
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №1 «Математичні моделі, комп'ютерне моделювання, обчислювальні експерименти» - 10 годин	
Модульна контрольна робота №1	18
<i>Всього за змістовим модулем №1</i>	18
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №2 «Моделювання процесів фізико-технічної обробки з використанням математичних пакетів.» - 38 годин	
Виконання практичної роботи №1	7
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
<i>Всього за змістовим модулем №2</i>	42
<u>Додаткова частина</u>	
Участь в науковій конференції за темою дисципліни	10
ІСПИТ	40
ІТОГОВА СЕМЕСТРОВА ОЦІНКА	100

Система нарахування рейтингових балів

1. Модульна контрольна робота №1. Модульна контрольна робота містить 2 питання. За правильні повні відповіді на кожне питання здобувач отримує 9 балів (всього 18). Відповіді з незначними неточностями оцінюються в 3 бали. За суттєвих помилок у відповіді здобувач отримує 0 балів.

2. 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 кожну практичну роботу аспірант отримує **7 балів** (за 6 робіт всього 42 бали). 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 **5 балів**. 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 **3 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 аспірант отримує **10 балів, (всього 40 балів)**. Відповіді з незначними неточностями оцінюються зі знижкою на **2 бали**. Відповіді з окремими помилками оцінюються в **5 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. Naterer G. F. Advanced heat transfer. CRC Press, 2021. – 555 p. <https://surl.li/gnwnbl>
2. Venkateshan S. P. Heat transfer. Springer Nature, 2021. – 1015 p. <https://surl.li/evhujh>
3. 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/siwyks>
4. Dowden J., Schulz W. The theory of laser materials processing. Heat and Mass Transfer in Modern Technology. 2017. – 432 p. <https://surl.li/jszfit>
5. Плахотний О.П. Наукові засади комбінованої технології електроерозійної та електрохімічної обробки дроттяним 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/frbxju>

Допоміжна

6. Lawrence J. R., ed. Advances in laser materials processing: technology, research and applications. Woodhead Publishing, 2017. – 780 p. <https://surl.li/zsmcpp>
7. Modest M. F., Mazumder S. Radiative heat transfer. Academic press, 2023. – 987 p. <https://surl.li/jgwryu>
8. Merkin J. H., et al. Similarity solutions for the boundary layer flow and heat transfer of viscous fluids, nanofluids, porous media, and micropolar fluids. Academic Press, 2021. – 280 p. <https://surl.li/lzhewb>
9. Je-Chin H., Wright L. M. Analytical heat transfer. Taylor & Francis, 2022. – 575 p. <https://surl.li/upycgp>
10. Faghri A., Zhang Y. Fundamentals of multiphase heat transfer and flow. Berlin: Springer, 2020. – 820 p. <https://surl.li/hadboy>

13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

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.