

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**  
**Навчально-науковий інститут**  
**«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ**  
**БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів  
назва кафедри



**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Фрактальне дослідження структури і властивостей матеріалів»  
назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<u>магістр</u> <small>назва рівня вищої освіти</small>
Спеціальність	<u>132 «Матеріалознавство»</u> <small>шифр і назва спеціальності</small>
Освітньо-наукова програма	<u>«Прикладне матеріалознавство»</u> <small>назва освітньої програми</small>
Статус дисципліни	<u>обов'язкова</u> <small>обов'язкова чи вибіркова</small>
Обсяг дисципліни	<u>5 кредитів ЄКТС</u>
Код освітньої компоненти	<u>ОК2.6</u> <small>відповідно до освітньої програми</small>
Мова викладання	українська

Розробник(и): завідувач кафедри  
матеріалознавства та обробки матеріалів, проф.  
 посада



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма ухвалена на засіданні кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів  
 назва кафедри

Протокол від «05» листопада 2024 р. № 4

Завідувач кафедри



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма погоджена групою забезпечення якості освітньо-наукової програми  
«Прикладне матеріалознавство»  
 підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти зі  
 спеціальності 132 «Матеріалознавство»

Протокол від «05» листопада 2024р. № 2

Гарант освітньої програми:



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

**Експертизу навчально-методичного відділу пройдено:**

  
 (підпис)

Віолетта ФЕДІНА  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«05» листопада 2024р.

Реєстраційний номер \_\_\_\_\_  
 надається фахівцем НМВ

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			ІІ	
Всього годин за навчальним планом, з них:	150	5	150	
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	48		48	
лекції	32		32	
лабораторні роботи				
практичні заняття	16		16	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	102		102	
підготовка до аудиторних занять	40		40	
підготовка до контрольних заходів	20		20	
виконання курсового проекту або роботи				
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	12		12	
підготовка до екзамену	30		30	
<b>Форма підсумкового контролю</b>			Екзамен	

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни:** «Оцінка структури та властивостей матеріалів з використанням теорій фракталів» є засвоєння знань та придбання навичок, необхідних для вибору оптимального варіанту оцінки характеристик якості матеріалів на основі оцінки фрактальної розмірності.

**Завдання дисципліни:** основними завданнями вивчення дисципліни є те, що здобувач освіти повинен вміти визначати фрактальну розмірність елементів структури матеріалів та формувати моделі прогнозу характеристик якості матеріалів, що найбільш чутливі до зміни фрактальної елементів структури.

**Пререквізити дисципліни.** Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні здобувачами освіти наступних дисциплін: «Загальна фізика»; «Хімія»; «Фізика конденсованого стану матеріалів»; «Матеріалознавство».

**Постреквізити дисципліни:**

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту дипломної роботи.

2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

**Компетентності.**

**ЗК.01** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ФК.02** Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства, у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

**ФК.03** Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.

**ФК.15** Здатність застосовувати спеціалізовані новітні методи аналізу та прогнозування ринку матеріалів, стратегічного планування розвитку індустрії.

**Заплановані результати навчання.** (відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладне матеріалознавство» - 2024, спеціальності 132 «Матеріалознавство»). У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**ПРН 1.** Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.

**ПРН 11** Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.

**ПРН. 21.** Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем матеріалознавства.

**Методи навчання.**

Використовуються методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:  
 Словесний – (лекція, пояснення, роз'яснення, розповідь)  
 Наочний – (ілюстрації, слайди, презентації)  
 Робота з книгою – (конспектування, реферування)

**Форми навчання:**

- групова;
- колективна;
- фронтальна.

**Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:**

- електронний проектор;
- комп'ютер;
- програмне забезпечення - віртуальна лабораторія середовища Excel, Matlab  
 Середовище математичного моделювання Microsoft Office.

**3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**

1. **Змістовий модуль 1.** Фрактальне дослідження структури і властивостей матеріалів.
2. **Актуальність розробки нових методик оцінки характеристик якості матеріалів з застосуванням теорії фракталів.** Загальні відомості про теорію фракталів. Фрактальна розмірність та самоподібність. Передумови, які привели до необхідності використання теорії фракталів для оцінки структури та властивостей матеріалів. Економічні чинники, що впливають на собівартість комплексу визначення характеристик якості матеріалів.
3. **Встановлення області самоподібності структури матеріалів.** Основні методи визначення фрактальної розмірності структури матеріалів. Методика визначення адекватного масштабу представлення структури матеріалів з високою збіжністю фрактальних розмірностей елементів структури.
4. **Методики оцінки характеристик якості матеріалів з використанням теорії фракталів.** Визначення коефіцієнту чутливості між фрактальною розмірністю структури та характеристиками якості. Формалізація отриманих результатів досліджень. Побудова математичних моделей прогнозу характеристик якості металу, заснованих на оцінці фрактальної розмірності структури.
5. **Мультифрактальна параметризація структури матеріалів.** Аналіз багатофазних та неоднорідних структур із застосування теорії мультифракталів для вирішення прикладних задач матеріалознавства з використанням літературних джерел та патентів.
6. **Актуальність розробки нових методик оцінки характеристик якості матеріалів з застосуванням теорії фракталів.** Загальні відомості про теорію фракталів. Фрактальна розмірність та самоподібність. Передумови, які привели до необхідності використання теорії фракталів для оцінки структури та властивостей матеріалів. Економічні чинники, що впливають на собівартість комплексу визначення характеристик якості матеріалів.
7. **Встановлення області самоподібності структури матеріалів.** Основні методи визначення фрактальної розмірності структури матеріалів. Методика визначення адекватного масштабу представлення структури матеріалів з високою збіжністю фрактальних розмірностей елементів структури.
8. **Методики оцінки характеристик якості матеріалів з використанням теорії фракталів.** Визначення коефіцієнту чутливості між фрактальною розмірністю структури та характеристиками якості. Формалізація отриманих результатів досліджень. Побудова математичних моделей прогнозу характеристик якості металу, заснованих на оцінці фрактальної розмірності структури.
9. **Мультифрактальна параметризація структури матеріалів.** Аналіз багатофазних та неоднорідних структур із застосування теорії мультифракталів для вирішення прикладних задач матеріалознавства з використанням літературних джерел та патентів.

#### 4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
<b>Змістовий модуль 1. Фрактальне дослідження структури і властивостей матеріалів.</b>					
<b>Актуальність розробки нових методик оцінки характеристик якості матеріалів з застосуванням теорії фракталів. Загальні відомості про теорію фракталів. Фрактальна розмірність та самоподібність.</b> Передумови, які привели до необхідності використання теорії фракталів для оцінки структури та властивостей матеріалів. Економічні чинники, що впливають на собівартість комплексу визначення характеристик якості матеріалів.	30	8	4	-	18
<b>Встановлення області самоподібності структури матеріалів. Основні методи визначення фрактальної розмірності структури матеріалів.</b> Методика визначення адекватного масштабу представлення структури матеріалів з високою збіжністю фрактальних розмірностей елементів структури.	34	8	4	-	22
<b>Методики оцінки характеристик якості матеріалів з використанням теорії фракталів.</b> Визначення коефіцієнту чутливості між фрактальною розмірністю структури та характеристиками якості. Формалізація отриманих результатів досліджень. Побудова математичних моделей прогнозу характеристик якості металу, заснованих на оцінці фрактальної розмірності структури.	32	8	4	-	20
<b>Мультифрактальна параметризація структури матеріалів.</b> Аналіз багатофазних та неоднорідних структур із застосування теорії мультифракталів для вирішення прикладних задач матеріалознавства з використанням літературних джерел та патентів.	24	8	4	-	12
<b>Підготовка до екзамену</b>	30				30
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	150	32	16		102
<b>Усього годин</b>	150	32	16		102

#### 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Актуальність розробки нових методик оцінки характеристик якості матеріалів з застосуванням теорії фракталів. Загальні відомості про теорію фракталів. Фрактальна розмірність та самоподібність.	8
2	Встановлення області самоподібності структури матеріалів. Основні методи визначення фрактальної розмірності структури матеріалів.	8
3	Методики оцінки характеристик якості матеріалів з використанням теорії фракталів.	8
4	Мультифрактальна параметризація структури матеріалів.	8

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1	Актуальність розробки нових методик оцінки характеристик якості матеріалів з застосуванням теорії фракталів. Загальні відомості про теорію фракталів. Фрактальна розмірність та самоподібність.	4
2	Встановлення області самоподібності структури матеріалів. Основні методи визначення фрактальної розмірності структури матеріалів.	4
3	Методики оцінки характеристик якості матеріалів з використанням теорії фракталів.	4
4	Мультифрактальна параметризація структури матеріалів.	4

## 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.		

## 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1.	підготовка до аудиторних занять	40
2.	підготовка до контрольних заходів	20
3.	виконання індивідуальних завдань	-
4.	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: - Фрактальні кластери. - Встановлення чутливості властивостей матеріалів до фрактальної розмірності	12: 6 6
5.	підготовка до екзамену	30
	<b>Усього годин</b>	<b>102</b>

## 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю є тестовий метод та методи самоконтролю і самооцінки.

## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

**Змістовий модуль 1. Фрактальне дослідження структури і властивостей матеріалів.**

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 32 балів;
- практичні роботи – максимальна кількість – 24 балів;
- контрольної роботи за темами 1-4 (максимальна кількість 44 балів).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні роботи. Максимальна кількість балів – 24. Загальна кількість лабораторних робіт – 8. За кожну роботу **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 3 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 2 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань – 1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Контрольна робота складається з двох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 22 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 22 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 21-10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів – 9-5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 5-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як сума балів за кожен вид поточного контролю.

### **Екзамен**

Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 25 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді не розкрито теоретичні засади обраних методик проведення експерименту – 24-22 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 21-15 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді відсутні теоретичні тлумачення та обґрунтування отриманих даних – 15-7 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань – 6-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка визначається як середнє арифметичне між підсумковою оцінкою змістового модулю та оцінкою екзамену.

**Порядок зарахування пропущених занять:** захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацювання пропущеного практичного заняття шляхом виконання відповідного завдання відповідно до тематики практичного заняття.

Усі форми контролю та критерії оцінювання, кількість нарахованих балів повинні бути зрозумілими здобувачеві вищої освіти.

## **11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. В.І. Большаков, В.М. Волчук, Ю.І. Дубров. Основи організації фрактального моделювання.: - Київ: Академперіодика, 2017. - 170 с.
2. Fractals and properties of materials : monograph / [V. Bol'shakov, V. Volchuk, Yu. Dubrov]. - Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2016. -140 p.
3. Большаков Вад. І., Большаков В. І., Волчук В. М. [та ін.] Часткова компенсація неповноти формальної аксіоматики при ідентифікації структури металу // Вісник НАН України. - 2014. - № 12. – С. 45-48

## Допоміжна

1. M.A. Kotov, O.Yu. Konoplianyk, V.M. Volchuk, Ye.G. Plakhtii, A.O. Plakhtii. Light Structurally Thermal Insulating Concrete with a Wide Range of Applications from Recycled Waste Polypropylene Container. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, Volume 43: Hydraulic and Civil Engineering Technology, 2023, VIII. P. 515 - 521 doi: 10.3233/ATDE230758

2. M. Kotov, V. Volchuk, O. Konoplianyk, Y. Plakhtii, O. Rabich and I. Meshcheriakova. Assessment of the Impact of Fractal Dimension of the Fracture Surface of Cement Mortar on its Strength. 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2023, pp. 1-5, doi: <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek61412.2023.10312923>.

3. Hlushkova, D. B., Volchuk, V. M. Fractal study of the effect of ion plasma coatings on wear resistance. *Functional Materials*. 2023. № 3 (30). P. 453–457. <https://doi.org/10.15407/fm30.03.453>

## 12. ІНТЕПНЕТ-РЕСУРСИ

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB>

2. <https://archive.org/details/fractalsformchan0000mand>

3. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01199438>

4. Віртуальний читальний зал ННІ ПДАБА: <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?csf=1&web=1&e=hiwEpc&CID=c1fdb980-20aa-46a6-9136-5a2470148bab&FolderCTID=0x012000686B7E3420895E4193BB9DB5D43292AE&id=%2Fsites%2Flibrary%2FShared%20Documents%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B0%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2>