

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра фізичного матеріалознавства



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Ректор (перший проректор)

Беліков С.Б.

2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ППВС 04 ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ВИРОБІВ З  
НЕМЕТАЛЕВИХ ТА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність **132 Матеріалознавство**

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) **Композиційні та порошкові матеріали, покриття**

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет **ФТІ, БАД**

(найменування інституту, факультету)

мова навчання **українська**

2019 рік

Робоча програма «Особливості дослідження структури виробів з неметалевих та композиційних матеріалів» для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство, освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття».

« 20 » 08, 2019 року - 11 с.

Розробники: Ткач Д.В., доцент кафедри ФМ, к.т.н., доцент  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізичного матеріалознавства

Протокол від « 09 » 09 2019 року № 1

Завідувач кафедри фізичного матеріалознавства  
(найменування кафедри)

« 09 » 09 2019 року  (В.Ю. Ольшанецький)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету будівництва, архітектури та дизайну  
(найменування факультету)

Протокол від « 31 » 10 2019 року № 2

« 31 » 10 2019 року Голова  (В.Д Савченко)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\* кафедри композиційних матеріалів, хімії та технологій

« 26 » 09 2019 року Керівник групи  (О.А. Мітяев)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невідпусковою кафедрою

Запоріжжя 2019 рік

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 13 Механічна інженерія (шифр і найменування)	обов'язкова (вибіркова)	
Модулів – 1	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) 132 Матеріалознавство (Композиційні та порошкові матеріали, покриття) (код і найменування)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 4		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання -		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 150		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 6	Освітній ступінь: магістр	<b>Лекції</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		90 год.	138 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b>			
год.			
<b>Вид контролю:</b>			
залік			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 67%

для заочної форми навчання – 8,7%

## 1. Мета навчальної дисципліни

**Мета:** оволодіти сучасними знаннями про методи аналізу та способи вивчення структури і властивостей неметалевих матеріалів та композитів.

**Завдання:** вивчити методи аналізу та способи вивчення структури і властивостей неметалевих та композиційних матеріалів, закономірності їх зміни при різних хімічних складах, варіантах укладання, режимах термічної обробки; визначити структуру, властивості і методи підвищення механічних властивостей неметалевих та композиційних матеріалів; сформулювати уявлення про методи підвищення механічних властивостей композиційних матеріалів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

### **загальні компетентності:**

Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми. **КЗ.02**

Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. **КЗ.03**

Здатність генерувати нові ідеї та реалізовувати їх у вигляді обґрунтованих інноваційних рішень. **КЗ.04**

Здатність працювати автономно та в команді, у тому числі у складі багатопрофільної групи фахівців **КЗ.09**

### **фахові компетентності:**

Здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки. **КС.01**

Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик моделювання, розробки та дослідження матеріалів. **КС.02**

Здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства. **КС.03**

Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації. **КС.04**

Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується **КС.14.**

### **Очікувані програмні результати навчання:**

**ПРН4.** Уміти розробляти нові методи і методики досліджень матеріалів та процесів на базі знання методології наукового дослідження та специфіки проблеми, що вирішується.

**ПРН5.** Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями, що приймаються при розв'язанні складних матеріалознавчих задач (вихідні матеріали – технологія виготовлення – структура – властивості)

**ПРН7.** Використовувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних і технологічних властивостей матеріалів.

## **2. Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Оптична мікроскопія**

**Тема 1. Геометрична оптика.** Формування оптичного зображення. Роздільна здатність оптичного мікроскопа. Зображення точкового джерела Аббе. Зображення дифракційної решітки. Роздільна здатність і числова апертура. Глибина різкості і глибина різкості зображення.

**Тема 2. Підготовка зразків.** Підготовка і розрізання зразка. Шліфування. Методи полірування і травлення. Роздільна здатність і контраст зображення

**Тема 3. Контраст зображення.** Віддзеркалення і поглинання світла. Контраст в світлому і темному полі. Оптична анізотропія і поляризоване світло. Поляризація світла і його аналіз. Оптичний клин  $45^\circ$ . Білий світ і платівка чутливого відтінку. Відображення поляризованого світла. Метод фазового контрасту. Інтерференційна мікроскопія.

### **Змістовий модуль 2. Кількісний аналіз мікроструктури**

**Тема 4. Цифрове зображення та його обробка.** Структура цифрового зображення. Аналіз зображення. Перетворення зображення. Зберігання та редагування зображень. Формат зображення Стиснення без втрати якості. Стиснення з втратою інформації. Перетворення зображення. Корекція зображення. Перетворення розподілу інтенсивності. Просторові фільтри. Стереологія. Методи визначення густини лінійних елементів структури. Визначення кількості мікрочасток в одиниці об'єму та розподіл їх за розмірами. Площа граничних поверхонь в одиниці об'єму.

**Тема 5. Дослідження волокон в композитах.** Визначення орієнтації волокон. Характеристика ступеня орієнтації волокон. Методи визначення довжини волокна

### **Змістовий модуль 3. Конфокальна мікроскопія**

**Тема 6. Принципи конфокальної лазерної скануючої мікроскопії.** Способи побудови зображення. Робота в відбитому і флуоресцентного світлі. Подання тривимірної структури. Методи отримання тонких оптичних перетинів. Дослідження поверхні. Автофокусування мікроскопа.

**Тема 7. Аналіз тонких плівок, наповнених частками.** Полімерні плівки. Стереологічний аналіз частинок. Аналіз частинок методом конфокальної мікроскопії. Методи вимірювання об'єму.

**Тема 8. Дослідження волнистості волокон.** Вивчення однонаправлених композитів методом конфокальної мікроскопії. Вивчення форми волокон. Аналіз багатопарових композитів. Вивчення волнистості волокон.

### **Змістовий модуль 4. Додаткові мікроскопічні методи дослідження**

**Тема 9. Растрова атомно-силового мікроскопія і мікроскопія ближнього поля.** Тунельний мікроскоп (СТМ). Атомно-силовий мікроскоп (АСМ). Скануюча мікроскопія ближнього поля.

**Тема 10. Рентгенівська мікроскопія, томографія та мікротомографія.** Мікроскопи, що використовують м'яке рентгенівське випромінювання. Рентгенівська мікрорадіографія.

**Тема 11. Рентгенівська мікротомографія волокнистих матеріалів.** Рентгенівська комп'ютерна томографія. Якість зображення. Артефакти і дозвіл. Текстильні та композиційні волокнисті матеріали. Мікротомографія волокнистих структур.

**Тема 12. Ультразвукова тривимірна картографія констант пружності композиційних матеріалів.** Методологія. Дослідження поліметилметакрилата. Вуглепластики, армовані безперервними волокнами. Склопластик, отриманий методом лиття під тиском.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Оптична мікроскопія</b>												
<b>Тема 1. Геометрична оптика</b>	8	2		2		4	7	0.5		0.5		6
<b>Тема 2. Підготовка зразків.</b>	6	2		2		2	5	0.5		0.5		4
<b>Тема 3. Контраст зображення.</b>	6	2				4	6.5	0.5				6
Разом за змістовим модулем 1	20	6	0	4	0	10	18.5	1.5	0	1	0	16
<b>Змістовий модуль 2. Кількісний аналіз мікроструктури</b>												
<b>Тема 4. Цифрове зображення та його обробка</b>	22	4		2		16	21.5	0.5		1		20
<b>Тема 5. Дослідження волокон в композитах.</b>	22	4		4		16	22	0.5		1.5		20
Разом за змістовим модулем 2	46	8	0	6	0	32	43.5	1	0	2.5	0	40
<b>Змістовий модуль 3. Конфокальна мікроскопія</b>												
<b>Тема 6. Принципи конфокальної лазерної скануючої мікроскопії.</b>	12	2				8	11					11

<b>Тема 7. Аналіз тонких плівок, наповнених частками.</b>	8	2		4		2	7	0.5		0.5		6
<b>Тема 8. Дослідження волнистості волокон.</b>	10	4		4		2	10	0.5		0.5		9
Разом за змістовим модулем 3	28	8	0	8	0	12	28.5	1.5	0	1	0	26
<b>Змістовий модуль 4. Додаткові мікроскопічні методи дослідження</b>												
<b>Тема 9. Растрова атомно-силова мікроскопія і мікроскопія ближнього поля.</b>	14	2		4		8	14	0.5		0.5		13
<b>Тема 10. Рентгенівська мікроскопія, томографія та мікротомографія.</b>	14	2		4		8	14	0.5		0.5		13
<b>Тема 11. Рентгенівська мікротомографія волокнистих матеріалів.</b>	18	2		4		12	18	0.5		0.5		17
<b>Тема 12. Ультразвукова тривимірна картографія констант пружності композиційних матеріалів.</b>	10	2				8	13.5	0.5				13
Разом за змістовим модулем 4	56	8	0	12	0	36	59.5	2	0	1.5	0	56
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>150</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>138</b>

### 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості дослідження мікроструктури неметалевих та композиційних матеріалів за допомогою оптичної мікроскопії	6
2	Визначення параметрів мікроструктури методами стереографії	2
3	Дослідження структури волокнистих композитів	4

4	Дослідження структури тонких неметалевих плівок	4
5	Особливості досліджень наповнювачів композиційних матеріалів	4
6	Застосування атомно-силової мікроскопії для визначення характеристик поверхні виробу	4
7	Застосування рентгенівського випромінювання при дослідженнях структури неметалевих матеріалів та композитів	4
8	Визначення характеристик волокнистих матеріалів спеціальними методами	4
	Разом	30

## 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Конструкція оптичного мікроскопу. Побудова та реєстрація зображення	4
2	Методи дослідження оптичної мікроскопії. Метод темного поля. Дослідження в поляризованому світлі	6
3	Кількісний аналіз мікроструктури. Основні поняття стереології	6
4	Параметри структури, що визначаються прямо та косвено	8
5	Підвищення точності аналізу мікроструктури	4
6	Автоматизований аналіз зображення.	6
7	Перетворення зображення. Види та методи перетворень	4
8	Похибки аналізу зображень	4
9	Сучасні конфокальні мікроскопи	2
10	Калібрування конфокальних мікроскопів	4
11	Способи побудови зображень в конфокальних мікроскопах	4
12	Перспективи розвитку конфокальної мікроскопії	2
13	Раманівська мікроскопія	4
14	Термографія та метод Фур'є-аналізу інфрачервоного світла	4
15	Флуоресцентна мікроскопія	4
16	Рентгенівська мікроскопія	4
17	Растрова та просвітлювальна електронна мікроскопія	12
18	Ядерний магнітний резонанс	4
19	Ультразвукова і скануюча акустична мікроскопія	4
	Разом	90



## 7. Методи навчання

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

## 8. Очікувані результати навчання з дисципліни

В результаті студенти мають: опанувати, як класичні методи дослідження неметалевих та композиційних матеріалів, що проводяться з використанням стандартного обладнання в науково-дослідних лабораторіях та виробництвах, так і спеціальні методи, що дозволяють визначити особливості будови даних матеріалів; вміти обирати методи дослідження структури матеріалів, які дозволяють вирішити поставлену задачу

## 9. Засоби оцінювання

Враховуються усі види робіт, які виконуються студентами:

- відвідування лекцій та активна участь при вирішенні проблем, відповіді на тестові завдання по темі лекції ;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- результати письмових відповідей на поставлені питання під час рубіжного контролю

## 10. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота											Сума	
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2		Змістовий модуль № 3			Змістовий модуль № 4				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
5	10	10	10	10	5	10	10	5	10	10	5	100

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 11. Методичне забезпечення

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Металографія» для студентів спеціальності 6.050403 «Термічна обробка металів» всіх форм навчання / Укл. Укл. Л.П.Степанова, Ю.І.Кононенко, О.В. Климов, В.Л. Грешта.. Комп'ютерний набір та графіка О.В.Лисиця - Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. - 62 с.

### 12. Рекомендована література

#### Базова

1. Микроструктура матеріалів. Методи дослідження і контролю: учеб. посібник для студ., обуч. по напрямленню підгот. "Прикладна математика і фізика" / Д. Брандон, У. Каплан ; ред. пер. с англ. С. Л. Баженов. - М. : Техносфера, 2006. - 377 с.
2. Микроскопические методы исследования материалов [Текст] / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт ; пер. с англ. С. Л. Баженов ; РАН, Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова. - М. : Техносфера, 2007. - 371 с
3. Дифракционные и микроскопические методы в материаловедении. Под ред. Амелинкса С., Геверса Р. И ВанЛанде Дж.: Пер. с англ. М.: Металлургия, 1984. 504 с.

#### Допоміжна

1. Будник А.Ф., Юскаєв В.Б., Будник О.А. Неметалеві матеріали в сучасному суспільстві: Навчальний посібник.- Суми: Вид-во СумДУ, 2008. -222 с.
2. Юскаєв В.Б. Ю 89 Композиційні матеріали: Навчальний посібник. – Суми: Видавництво СумДУ, 2006. – 199 с.
3. Черниш І.Г., Лобода П.І. , Черниш С.І. Неметалеві матеріали. Навчальний посібник - К.: Кондор, 2008 - 406 с.

4. Кострыкина, Г.И. Структура и свойства каучуков, термопластов и волокнообразующих полимеров: Учеб. пособие/ Г.И. Кострыкина, О.Ю. Соловьева. - Ярославль : [б. и.], 2004. - 130 с

5. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие/ М. Л. Кербер [и др.]; под общ. ред. Берлина А. А. - СПб.: Профессия, 2008. - 557 с.

6. Леонов В.В., Артемьева О.А., Кравцова Е.Д. Материаловедение и технология композиционных материалов Курс лекций. - Красноярск: СФУ, 2007. - 241с.

### **13. Інформаційні ресурси**

1. <http://www.polymerbranch.com/>
2. <http://www.polymer.ru/>
3. <https://znaimo.com.ua/>