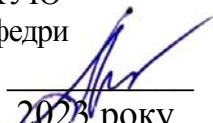


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Федоряченко С.О. 
« 15 » березня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Застосування нанотехнологій при проектуванні новітніх матеріалів»

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Освітньо-наукова програма	Матеріалознавство
Статус	обов'язкова
Загальний обсяг	6 кредитів ЄКТС (180 годин)
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Термін викладання	3-й семестр
Мова викладання	українська

Викладач: професор Лаухін Дмитро Вячеславович

Пролонговано: на 20__ - __ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__ - __ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Застосування нанотехнологій при проектуванні новітніх матеріалів» для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня освітньої програми «Матеріалознавство» спеціальності 132 Матеріалознавство / Нац. техн. ун-т., каф. конструювання, технічної естетики і дизайну. – Д. : НТУ «Дніпровська політехніка», 2023.– 14с.

Розробники:

Лаухін Дмитро Вячеславович – професор, доктор технічних наук, професор кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну.

Ротт Наталія Олександрівна - доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 132 Матеріалознавство (протокол № 5/1 від 07 березня 2023).

ЗМІСТ

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	5
4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	7
6.1 Шкали	7
6.2 Засоби та процедури.....	8
6.3 Критерії.....	9
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	12
8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	13

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-науковій програмі «Матеріалознавство» спеціальності 132 Матеріалознавство здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф2 «Застосування нанотехнологій при проектуванні новітніх матеріалів» віднесено такі результати навчання

ПРН7	Мати передові концептуальні та методологічні знання з матеріалознавства та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань та/або здійснення інновацій
ПРН9	Виконувати теоретичні і експериментальні дослідження закономірностей між складом, структурою та властивостями матеріалів, обробляти, аналізувати і представляти результати досліджень.
ПРН10	Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в матеріалознавстві.

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти знань, умінь та навичок, необхідних для застосування теорій, що описують створення нанорозмірних компонентів в сучасних матеріалах. Вивчити основні принципи формування мікроструктури і властивостей, що виникають внаслідок виникнення нанорозмірних компонентів в сучасних конструкційних матеріалах. На основі теорії решіток співпадаючих вузлів вивчити основні принципи формування спеціальних границь в композитних матеріалах та їх вплив на кінцевий комплекс властивостей композитних матеріалів.

2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПРН7	ПРН7-Ф2	Отримувати нові знання на рівні останніх світових досягнень та здійснювати інновації в матеріалознавстві та на межі предметних галузей.
ПРН9	ПРН9-Ф2	Отримувати теоретичні і експериментальні дослідження закономірностей між складом, структурою та властивостями матеріалів, обробляти, аналізувати і представляти результати досліджень.

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
ПРН10	ПРН10-Ф2	Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та створення наноструктурних композитних матеріалів

3. БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Методологія наукових досліджень	Набувати універсальні навички дослідника, зокрема усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою, володіння термінологією з матеріалознавства
Моделювання та дизайн матеріалів з особливими властивостями	Керувати структурними перетвореннями для отримання матеріалів із заданим комплексом властивостей.

4. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години					
		денна		вечірня		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	105	48	57	-	-	-	-
практичні	75	32	43	-	-	-	-
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	180	80	100	-	-	-	-

5. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифр (ДРН)	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	105
ПРН7-Ф2	1. Основи нанотехнології та наноматеріалів	
	1.1. Загальні положення. Походження і розміри	2
	1.2. Будова і властивості нанокристалічних матеріалів	2

	1.3. Класифікація наноструктурних матеріалів. 0-вимірні кластери. 1-вимірні ниткоподібні, 2-вимірні шари, багат шарові; 3-вимірні, рівновісні.	2
	1.4. Основні методи отримання наноструктурних матеріалів.	6
	1.5. Фулерени	2
	1.6. Графен. Трубочасті та луковичні фулерени.	2
	1.7. Фулеренові кристали.	2
	1.8. Елементи наноструктур у промислових матеріалах.	4
	1.9. Механічні властивості нанокристалічних консолідованих матеріалів.	2
	1.10. Застосування наноматеріалів у науці і техніці.	2
	1.11. Перспективи використання наноматеріалів як компонентів композитів різного призначення.	2
	1.12. Використання наноматеріалів в електронній техніці.	2
	1.13. Захист матеріалів	2
ПРН9-Ф2	2. Методи дослідження наноструктурного стану матеріалів	
	2.1. Дослідження наноструктурних компонентів за допомогою скануючої зондової мікроскопії.	4
	2.2. Дослідження наноструктурних компонентів за допомогою атомно-силової мікроскопії.	4
	2.3. Дослідження наноструктурних компонентів за допомогою просвічуючої електронної мікроскопії.	4
	2.4. Дослідження наноструктурних компонентів за допомогою растрової (скануючої) електронної мікроскопії мікроскопії.	4
	2.5. Дослідження наноструктурних компонентів за допомогою близькопольної оптичної мікроскопії.	4
	2.6. Скануючий нанотвердомір.	4
ПРН9-Ф2	3. Термодинамічні параметри наностану і його стійкість.	
	3.1. Стабільність. Зростання зерен і дифузія.	4
	3.2. Параметри самодифузії деяких нанокристалічних і крупнокристалічних зразків.	4
	3.3. Фазова і хімічна стійкість сплавів в наностані. Термодинамічний і кінетичний аспект.	4
	3.4. Хімічний потенціал поверхні як рушійна сила	4

	фазового розшарування сплаву в наностані.	
ПРН9-Ф2	4. Структура великокутових, дислокаційних та спеціальних границь зерен	
	4.1. Роль границь зерен у формуванні структури і властивостей полікристалів.	2
	4.2. Атомна структура великокутових, дислокаційних та спеціальних границь зерен.	4
	4.3. Концепція границь співпадаючих вузлів.	2
	4.4. Зернограничне конструювання.	8
	4.5. Спеціальні границі в мартенситі і гольчатому феррите низковуглецевих сталей.	4
	4.6. Спеціальні міжфазні границі феррит – цементит у перліті.	4
	4.7. Спеціальні границі та множинні стики у фериті	4
ПРН10-Ф2	5. Основи технології і застосування багатофункціональних наноматеріалів.	
	5.1 Пористі матеріали і матеріали із спеціальними фізико-хімічними властивостями..	4
	5.2 Матеріали із спеціальними фізичними властивостями.	4
	5.3 Водневі акумулятори. Finemets, магніторезистивні матеріали та матеріали для магнітного запису інформації. Електропровідні матеріали та ізолятори	3
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	75
ПРН7-Ф2	Дослідження структури наноматеріалів за допомогою просвічуючого електронного мікроскопу.	25
ПРН9-Ф2		Дослідження фазових перетворень у сплавах на основі заліза з утворенням наноструктурних елементів.
ПРН10-Ф2		
	Дослідження структури сплавів на основі заліза за допомогою растрового електронного мікроскопу.	25
РАЗОМ		180

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання здобувача за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних здобувачів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії здобувача за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів виконання ККР під час заліку, екзамену за бажанням здобувача
практичні	індивідуальні завдання	виконання завдань під час практичних занять виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуальних завдань.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Кількість конкретизованих завдань повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів завдань має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання індивідуальних завдань визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання індивідуальних завдань може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (подано нижче).

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
– Концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
– Спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики; – започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтовного наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності; – критичний аналіз, оцінка і синтез нових та	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
комплексних ідей.	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
<p>– Вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому;</p> <p>– використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях.</p>	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності 	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Відповідальність і автономія		
<p>– Демонстрація значної авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових</p>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; 	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
контекстах професійної та наукової діяльності; – здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.	– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок	
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Персональний комп'ютер або ноутбук.

Програмний продукт для моделювання термічної обробки, формування структури та властивостей матеріалів «DANTE».

3D-принтер.

Адгезиметр механічний Novotest АЦ-1.

Віскозиметр NOVOTEST.

Товщиномір покриття Novotest ТП-1 L.

Товщиномір ультразвуковий NOVOTEST УТ-1М.

Атомно-емісійний спектрометр SPECTROMAXx LMM04.

Металографічний мікроскоп «Neophot 2»

Металографічний мікроскоп Axiovert 200MAT

Растровий (скануючий) електронний мікроскоп РЕМ 106-И.

Ультразвуковий дефектоскоп УД2-12.

Фотоелектричний спектральний аналізатор.

Машина універсальна випробувальна МІУ-50.

Microsoft Office 365. Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p@nmu.one), MS Teams, MS Power Point на Microsoft Office 365.

Дистанційна платформа Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна

1. K. Dzhega-Mariadassu Nanocrystalline materials : Subvolume B. Springer – 2014; V. 11. 341 p. ISBN 9783642415173.
2. «Перспективні наноматеріали» для бакалаврів, магістрів, аспірантів PhD спеціальності 132 Матеріалознавство, галузі знань 13 Механічна інженерія: Навчальний посібник / Н.Є. Калініна, Т.В. Носова, С.І. Мамчур. – Д.: ДНУ ім. О.Гончара, 2022.
3. Збірник наукових праць (журнал) «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології» (електронне видання) DOI журналу: <https://doi.org/10.15407/nnn>.
4. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої/ Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.
5. Наноматеріали та нанотехнології: Навчальний посібник / В. Малишев, Н. Кущевська, О. Папроцька, О. Терещенко (електронне видання). https://www.yakaboo.ua/ua/nanomateriali-ta-nanotehnologii-navchal-nij-posibnik.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwgJyyBhCGARIsAK8LVLPmq8mpgm2tzzkqWfXaP21ykNztNmO690OfKYyvsnxF4CZf0UpoHpUaAryiEALw_wcB
- 6.

Допоміжна

- 1 Theoretical and technological foundation of development of innovational technologies for manufacturing tubes of high alloy steels / Tatyana Dergach, Georiy Sukhomlin // Visnuk Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture/ - Dnipro: – 2022. № 3. P. 153–158.
- 2 Большаков В.І., Сухомлин Г.Д., Дергач Т.О. Методичні основи дослідження зернограничної структури в сталях з γ , α і $\alpha+\gamma$ фазовим станом // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпро: – 2017. – № 3 (229-230). – С. 10–21.
- 3 Дергач Т.А., Панченко С.А. Влияние поверхностно активных элементов и температурно-деформационных параметров на стойкость к межкристаллитной коррозии труб из аустенитных Cr-Ni и Cr-Ni-Mo сталей // Сборник научных трудов. Строительство, материаловедение, машиностроение. Сер.: «Стародубовские чтения-17». – Дніпро. – 2017. – Вып. 82. – С. 65–71.
- 4 Laukhin D. The Elaboration of Modernized Technology of Controlled Rolling Directed at the Formation of High Strengthening and Viscous Qualities in HSLA Steel. / Beketov O., Laukhin D., Rott N., Schudro A. // Solid State Phenomena. 2019. Vol. 291. P. 13 – 19.
- 5 Laukhin D. Research of influence of technological factors of formation of plasma coatings on their thermal technical properties / Vashkevich, F., Laukhin, D., Spilnyk, M., Zhuravel, V., Zagorodni, A. // Key Engineering Materials. 2020. Vol. 844. P. 188 – 193.
- 6 Laukhin D. Features in the formations of the structural state of low-carbon micro-alloyed steels after electron-beam welding // D. Laukhin, V. Poznyakov, V. Kostyn and others // Eastern-European journal of enterprise technologies. 2021. № 3/12(111) P. 25-31.
- 7 Laukhin D. Metallographic analyses of potential areas of destructions initiation of the zone of thermal impact of low-carbon steels after laser welding / Laukhin D., Beketov O., Slupska Y. and others // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. 2021. №65-09. С. 88-98.
- 8 Laukhin D. Cracking of the Concrete Matrix Due to the Pressure of Corrosion Products in Reinforced Concrete / Laukhin Dmytro, Kostin Valerii, Nyrkova, L.I. // Materials Sciencet, 2023, 58(6), P. 774–780.

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Застосування нанотехнологій при проектуванні новітніх матеріалів»
для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
освітньо-наукової програми
«Матеріалознавство» зі спеціальності
132 Матеріалознавство

Дмитро Вячеславович Лаухін
Наталія Олександрівна Ротт

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19