

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної ради
фізико-технічного факультету

 Олександр ЗОЛОТЬКО

«16» вересня 2024р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.1 Матеріалознавство та технології сучасних і перспективних матеріалів

для здобувачів вищої освіти

рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

галузь знань 13 Механічна інженерія

спеціальність 132 Матеріалознавство

освітня програма «Матеріалознавство»

рік набору 2024/2025 форма навчання денна термін навчання 4 роки

вид дисципліни обов'язкова

Розробники Анатолій САНІН, професор кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, доктор технічних наук, професор;

Тамара МАНЬКО, професор кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, доктор технічних наук, професор;

Тетяна НОСОВА, доцент кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, кандидат технічних наук, доцент;

Стелла МАМЧУР, доцент кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій, кандидат технічних наук, доцент

Погоджено гарант ОП


(підпис)

Анатолій САНІН
(ім'я та прізвище)

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри ракетно-космічних та інноваційних технологій

Протокол «11» червня 2024 року № 14

Ухвалено на засіданні науково-методичної ради факультету фізико-технічного
Протокол від «13» вересня 2024 року № 6

Дніпро
2024

Опис навчальної дисципліни

Навчальний рік (роки*) викладання дисципліни	Курс	Семестр	Підсумковий контроль				Індивідуальні завдання		Кредитів ECTS	Обсяг роботи студента (години)						
			екзамен	диф.залік	залік	курсова робота	форма	кількість		всього	аудиторні					самостійна робота
											всього аудиторних	лекції	практичні заняття	семінарські заняття	лабораторні заняття	
2024/25	1	2	2	-	-	-	ао	1	3,0	90	24	16	8	-	-	66

1. Мета дисципліни:

Формування у здобувачів уяви щодо зв'язку між складом, структурою та властивостями матеріалів, а також фізико-хімічних механізмів і процесів, які забезпечують отримання сучасних перспективних матеріалів.

Вивчення дисципліни забезпечує формування компетентностей за ОП:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ФК05. Здатність знаходити, обробляти й аналізувати інформацію, необхідну для розв'язання матеріалознавчих задач і прийняття рішень.

ФК06. Компетентність у самостійному виконанні науково-дослідної діяльності у галузі матеріалознавства з використанням сучасних теоретичних і експериментальних методів і методик та інформаційно-комунікаційних технологій.

ФК07. Здатність на основі фундаментальних та спеціальних знань проектувати та створювати нові функціональні матеріали.

ФК08. Здатність застосовувати сучасні методи структурного аналізу, оцінювати рівень властивостей функціональних матеріалів.

ФК10. Здатність до пошуку, систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, світового досвіду у галузі матеріалознавства та технології сучасних та перспективних матеріалів.

ФК11. Здатність розробляти програми досліджень, організувати та проводити комплексні випробування матеріалів, напівфабрикатів та виробів.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни.

Для успішного опанування навчальною дисципліною «Матеріалознавство та технології сучасних і перспективних матеріалів» здобувачі вищої освіти повинні мати базові знання з математики, фізики, фізичної хімії, технології виробництва та обробки матеріалів, металознавства, сучасних функціональних матеріалів.

3. Результати навчання за дисципліною та їх співвідношення із програмними результатами навчання.

№	Результати навчання за дисципліною	Програмні результати навчання	Номери тем
1	Знати нетрадиційні матеріали з особливими функціональними фізико-механічними та експлуатаційними властивостями, які будуються на наукоємних технологіях їх виготовлення. Вміти раціонально обґрунтовувати вибір перспективних матеріалів на підставі фізичних і хімічних основ, застосовувати їх для розробки технології виготовлення та володіти застосуванням сучасних методів випробувань.	ПР10. Уміти використовувати та розробляти технології виготовлення, дослідження сучасних та перспективних матеріалів.	T9
2	Знати теоретичні принципи, які складають основу створення матеріалів з особливими фізико-механічними, експлуатаційними властивостями і технології їх виготовлення. Вміти володіти принципами побудови перспективних матеріалів і реалізації їх за визначеним алгоритмом.	ПР12. Знати новітні світові досягнення науки, техніки та технологій в галузі матеріалознавства та суміжних сферах.	T2, T6
3	Знати, що матеріалознавство перспективних матеріалів – потужний інструмент створення і керування структурою матеріалів. Вміти формулювати властивості матеріалів виходячи з умов їх роботи, аналізувати фізико-хімічні закономірності, які здатні забезпечити дані властивості.	ПР11. Уміти використовувати сучасні методи структурного аналізу для визначення властивостей матеріалів; знати закономірності керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення.	T1, T7, T8
4	Знати характерні особливості перспективних матеріалів, науково і обґрунтовано відстежувати зв'язок між складом, структурою і властивостями матеріалів, здійснювати аналіз доцільності застосування засобів обробки матеріалів, оптимізувати режими експлуатації. Вміти логічно, аргументовано і чітко інтегрувати знання з дисциплін загальної та професійної підготовки з метою вирішення проблем з дисципліни матеріалознавства і технології перспективних та сучасних матеріалів, вміти застосовувати ідеї, вносити оригінальний вклад у дану галузь науки.	ПР08. Спланувати та реалізувати на практиці оригінальне самостійне наукове дослідження, яке характеризується новизною, теоретичною і практичною цінністю та сприяє розв'язанню актуальних задач матеріалознавства.	T2, T4
5	Знати сучасні уяви наук про матеріали під час аналізу впливу мікро-і нано-масштабу на механічні, фізичні, поверхневі та інші	ПР13. Уміти виявляти та вирішувати проблеми дослідницького та	T2, T3, T4, T6,

	<p>властивості матеріалів, взаємодію матеріалів з оточуючим середовищем, електромагнітним випромінюванням та потоками.</p> <p>Вміти самостійно збирати експериментальні дані, вивчати, аналізувати і узагальнювати науково-технічну інформацію за тематикою досліджень; розробляти і використовувати технічну документацію, основні нормативні документи за питаннями інтелектуальної власності.</p>	<p>прикладного характеру у матеріалознавстві.</p>	<p>T7, T9</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------	---------------

4. Структура навчальної дисципліни.

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин*				
		лекції	практичні заняття	семінарські заняття	лабораторні заняття	самостійна робота
<i>Розділ 1. Класифікація перспективних матеріалів, галузь практичного застосування</i>						
1	Тема 1. Класифікація перспективних матеріалів. Наукові основи створення нових матеріалів. Класифікація матеріалів, що входять до групи сучасних перспективних матеріалів. Основні властивості матеріалів, які мають ефект пам'яті форми.	1				
2	Тема 2. Інтелектуальні матеріали і конструкції, область їх практичного застосування. Класифікація інтелектуальних матеріалів. Область практичного застосування інтелектуальних матеріалів і конструкцій.	2				
3	Тема 3. Рідкі кристали і область їх практичного застосування. Умови утворення рідких кристалів. Фізична природа рідких кристалів. Функціональні властивості рідких кристалів. Область застосування рідких кристалів.	2				6
4	Тема 4. Пластична кераміка і область її практичного застосування. Фізична природа зменшення крихкості кераміки. Роль фазово-структурних перетворень діоксиду цирконію під час підвищення «пластичності» кераміки.	2				10
5	Тема 5. Металеве скло і область їх практичного застосування. Необхідні умови утворення металевого скла. Область практичного застосування аморфних металів і металічного скла.	1				10
6	Тема 6. Матеріали з особливими властивостями і область їх практичного застосування. Фізичне пояснення ефекту пам'яті форми. Фізичне пояснення магнітної пам'яті металів. Область практичного застосування металів з ефектом магнітної пам'яті.	2	2			10

Розділ 2. Фізико-хімічні основи створення перспективних матеріалів.						
7	Тема 7. Хімічний склад, структура, фізико-механічні властивості перспективних матеріалів. Фізичні умови створення перспективних матеріалів; їх хімічні властивості.	2	2			10
8	Тема 8. Фізичні закони, які забезпечують особливі властивості перспективних матеріалів. Вплив структури на фізико-механічні властивості матеріалів.	2	2			10
9	Тема 9. Технології виготовлення перспективних матеріалів. Сучасні технології виготовлення перспективних матеріалів.	2	2			10
Всього		16	8			66

Тематика практичних занять

№ Теми	Тематика (назва) практичного заняття	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
Теми 6	Практичне заняття 1 «Оптимізація структури сплаву з пам'яттю форми. Розрахунок структурних перетворень під час пружно-пластичної деформації»	2	№ 1, 2, 3, 7, 12; додаткова № 1, 2, 12
Теми 6	Практичне заняття 2 «Розрахунок межі пластичних деформацій для нормального функціонування сплаву з пам'яттю форми»	2	№ 1, 2, 3, 7, 12; додаткова № 1, 2, 12
Теми 7-9	Практичне заняття 3 «Оптимізація структури бінарного сплаву за максимальної окалиностійкості»	2	№ 4, 6, 3, 7, 11, 12, 17, 19, 21, 24, 25, 29; додаткова № 3, 5, 6, 7, 10, 14
Теми 7-9	Практичне заняття 4 «Розрахунок енергії активації процесу окислення окалиностійких сплавів»	2	№ 4, 6, 3, 7, 11, 12, 17, 19, 21, 24, 25, 29; додаткова № 3, 5, 6, 7, 10, 14
Всього годин		8	

Тематика самостійної роботи

№ Теми	Тема самостійної роботи	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
Тема 3	Умови утворення рідких кристалів. Фізична природа рідких кристалів. Функціональні властивості рідких кристалів. Область застосування рідких кристалів.	6	№ 2, 5, 8, 14, 18, 21, 25, 29; додаткова № 3, 6, 8, 10, 13
Тема 4	Фізична природа зменшення крихкості кераміки. Роль фазово-структурних перетворень діоксиду цирконію під час підвищення «пластичності» кераміки.	10	№ 4, 9, 11, 12, 17, 22, 23, 24, 30; додаткова № 1, 3, 7, 9, 11
Тема 5	Необхідні умови утворення металевих скла. Область практичного застосування аморфних металів і металічного скла.	10	№ 8, 11, 12, 13, 19, 22; додаткова № 1,

			4, 10, 11,12
Тема 6	Фізичне пояснення ефекту пам'яті форми. Фізичне пояснення магнітної пам'яті металів. Область практичного застосування металів з ефектом магнітної пам'яті.	10	№ 1, 2, 3, 7, 12; додаткова № 1, 2, 12
Тема 7	Фізичні умови створення перспективних матеріалів; їх хімічні властивості.	10	№ 4, 6, 3, 7, 11, 12, 17, 19, 21, 24, 25, 29; додаткова № 3, 5, 6, 7, 10, 14
Тема 8	Вплив структури на фізико-механічні властивості матеріалів.	10	№ 1, 2, 3, 7, 15, 23, 25, 27, 29, 30; додаткова № 1, 2, 4, 8, 13, 14
Тема 9	Сучасні технології виготовлення перспективних матеріалів.	10	№ 1, 2, 8, 10, 12, 29, 30, 31, 32; додаткова № 1, 2, 7, 9, 12, 13
Всього годин		66	-

5. Схема формування оцінки.

5.1 Шкала відповідності оцінювання:

Відмінно/Excellent	Зараховано/Passed	90-100
Добре/Good		82-89
Задовільно/Satisfactory		75-81
		64-74
Незадовільно/Fail		Не зараховано/Fail
		0-59

5.2 Форми та організація оцінювання:

Поточний контроль:

Форма оцінювання	Строки проведення оцінювання (тижні викладання)	Максимальна кількість балів
Оцінювання виконання, оформлення й захисту практичних робіт – 4 роботи	2-16	28 балів (4 роботи x 7 балів)
Поточна перевірка знань за матеріалом тем, що були вивчені, та питаннями для самостійної роботи (теми 2-9) – 1 тестування	10	10 балів (1 тестування x 10 балів)
Оцінювання рівня виконання індивідуальних завдань (1 ао)	12	12 балів (1 ао x 12 балів)
Контрольна робота (теми 4-7)	14	10 балів (1 робота x 10 балів)
Максимальна кількість балів за поточне оцінювання		60

Семестровий контроль:

Форма оцінювання	Максимальна кількість балів
Екзамен	40

5.3 Критерії оцінювання:

Критерії оцінювання знань здобувачів*	
Оцінювання виконання, оформлення й захисту практичних робіт	
Бали	Критерій
При оцінюванні враховується: <ul style="list-style-type: none"> • правильність та точність виконання роботи; • осмислення та глибина розуміння досліджуваної проблеми, • уміння екстраполювати отримані знання на вирішення інших подібних проблем; • обізнаність у поняттях наукової етики. 	
0 балів «незадовільно»	Здобувач неспроможний надати відповіді на запитання за темою практичної роботи; не розуміє цілі, задачі і зміст роботи, при цьому робота виконана невірно або робота не виконана.
1-2 бали «незадовільно»	Робота виконана зі значними помилками, здобувач має поверхневе уявлення щодо мети та практичного призначення роботи, відсутня здатність до репродуктивного застосування знань
3-4 бали «задовільно»	Робота виконана з помилками. Здобувач дає неповні відповіді лише на окремі запитання; відсутня ґрунтовна аргументація власної думки.
5-6 балів «добре»	Здобувач дає відповіді не на усі запитання, іноді відповіді фрагментарні; аргументація власної думки не завжди доведена; наявне репродуктивне застосування знань. Практична робота виконана вірно або з незначними помилками.
7 балів «відмінно»	Здобувач надає повні та ґрунтовні відповіді на всі запитання; демонструє уміння визначати головні та найбільш актуальні аспекти роботи; вдало аргументує власну думку; демонструє аналітичні навички в обговоренні переваг і недоліків кожного із трактувань обговорюваної проблеми; відмінна якість виконання практичної роботи.
Поточна перевірка знань за матеріалом тем, що були вивчені, та питаннями для самостійної роботи - тестування	
Бали	Критерій
0-4 балів «незадовільно»	До 59% невірних відповідей
5-6 балів «задовільно»	Від 60 до 74 % вірних відповідей
7-8 балів «добре»	Від 75 до 89 % вірних відповідей
9-10 балів «відмінно»	Від 90 до 100 % вірних відповідей
Оцінювання рівня виконання індивідуальних завдань (аналітичний огляд)	
Бали	Критерій
При оцінюванні враховується: <ul style="list-style-type: none"> • відповідність оформлення аналітичного огляду окресленим вимогам; • наявність орфографічних, пунктуаційних, стилістичних та інших помилок; • повнота висвітлення обраної теми; 	

<ul style="list-style-type: none"> • логічність, послідовність та зрозумілість викладення матеріалу; • вміння узагальнювати, виокремлювати, порівнювати; • супроводження тексту результатами власних досліджень в якості прикладів (за можливості) або результатами сучасних інноваційних досліджень з літературних джерел. • актуальність та інноваційність викладеного матеріалу 	
0-1 балів «незадовільно»	Наявність плагіату у роботі. Без права перекладання роботи
2-3 балів «незадовільно»	Недбале оформлення роботи, зміст роботи не відповідає темі
4-6 балів «задовільно»	В оформленні роботи наявні недоліки. Тема висвітлена не повно, або окремі питання змісту не відповідають темі. Здобувач не продемонстрував здатності систематизувати матеріал та робити власні висновки. У тексті відсутні приклади практичного застосування результатів досліджень.
7-9 балів «добре»	Оформлення роботи відповідає усім вимогам, але наявні незначні недоліки. Тема висвітлена достатньо повно. Матеріал викладено логічно й послідовно, здобувач продемонстрував вміння робити власні висновки, але вони не завжди ґрунтовні.
10-12 балів «відмінно»	В оформленні роботи ураховані усі вимоги. Тема висвітлена повно. Здобувач продемонстрував здатність до репродуктивного застосування знань, робить власні аргументовані висновки. Текст супроводжується вдалими прикладами.
Контрольна робота	
Бали	Критерій
0 балів «незадовільно»	Здобувач неспроможний надати жодної вірної відповіді на запитання
2-3 балів «незадовільно»	Здобувач дає невірні або дуже неповні відповіді на запитання; демонструє часткове розуміння термінів та повну відсутність аргументації власної думки; відсутня здатність до репродуктивного застосування знань; значні бар'єри в комунікації;
4-5 балів «задовільно»	Здобувач дає неповні відповіді на запитання; відсутня ґрунтовна аргументація власної думки, має уявлення про наукову етику
6-7 балів «добре»	Здобувач дає відповіді не на усі запитання, іноді відповіді фрагментарні; аргументація власної думки не завжди доведена; наявне репродуктивне застосування знань.
8-10 балів «відмінно»	Здобувач надає повні та ґрунтовні відповіді на всі запитання; демонструє вміння визначати головне та другорядне; вдало аргументує власну думку; демонструє аналітичні навички в обговоренні переваг і недоліків кожного із трактувань обговорюваної проблеми, володіє аспектами наукової етики

6. Методи навчання, інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:

Методи навчання:

- самостійне навчання (опанування завдань для самостійної роботи у результаті аналізу та переосмислення рекомендованої навчальної та наукової літератури з інноваційної діяльності науковця).
- інтерактивне навчання (дискусії, співбесіди).

- словесні методи(лекції, пояснення)
- наочні методи (презентації).
- практичні методи (виконання практичних робіт та конкретних завдань).

Інструменти та обладнання: мультимедійне обладнання.

Програмне забезпечення: MS Office 365, MS Teams, MS Forms, MS PowerPoint, MS SharePoint, Zoom.

7. Рекомендована література:

Основна:

1. Пахаренко В.Л., Марчук М.М., Пахаренко О.В. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство (обробка металів різанням). Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доповн. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування (НУВГП), 2018. – 252 с.
2. Волков В.П. Технологічні процеси випробувань на міцність та герметичність у виробництві ракетно-космічної техніки. // В.П. Волков, О.В. Кулик, А.Ф. Санін, В.В. Хуторний, Ю.С. Алексєєв, Є.О. Джур, В.І. Дюков, В.М. Свищ /Д.: Арт-прес, -2014. – 264 с.
3. А.М. Yermakhanova; A.F. Sanin; M.N. Meirbekov; B.M. Baiserikov Investigation of dielectric and strength properties of organoplastics // Complex Use of Mineral Resources. 2022; 322(3):89-102.
4. Grishchak, VZ, Hryshchak, DV, Dyachenko, NM, Sanin, AF, Sukhyu, KM Bifurcation state and rational design of three-layer reinforced compound cone-cylinder shell structure under combined loading // Space Science and Technology. 2023, 29 (6). – P. 26-41.
5. Манько Т.А., Губенко С.І., Ситало Ю.В. Спеціальне матеріалознавство. – Д.: Дніпро, Арт-прес, 2006. – 255 с.
6. Калініна Н.Є., Никифорчин Г.М., Калінін О.В. Структура, властивості та використання конструкційних наноматеріалів.–Львів: Простір– М, 2017. – 290с.
7. Джур Є.О. Технологія виробництва ракетно-космічних літальних апаратів // Є.О. Джур, В.П. Волков, О.В. Кулик, А.Ф. Санін, В.М. Свищ., В.І. Дюков - Д.: ДНУ. Арт-прес. 2014. - 480с.
8. Андрєєв А.О., Павленко В.М., Сисоєв Ю.О Технологія машинобудування. Основи отримання вакуумно-дугових покриттів. - Харків: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2018. — 288 с.
9. Калініна Н.Є. Наноматеріали і нанотехнології: одержання, будова, застосування. Монографія / Н.Є. Калініна, В.Т. Калінін, З.В. Віліщук та інш. – Дніпро.: Поліграф. – 2012. – 245 с.
10. Петрюк І.П. Матеріалознавство. Полімерні конструкційні матеріали. Навчальний посібник. — К, 2018. — 118 с.
11. A.V.Davydjuk, N.E.Kalinina, A.F.Sanin Improving the strength and corrosion properties of aluminium alloys when modification with nanodispersed compositions // Problems of Atomic Science and Technology, 2023, N 5 (147). - P. 26-29.
12. Дурягіна З.А., Лизун О.Я. , Пілюшенко П.Н. . Сплави з особливими властивостями. – Львів, Видавництво Національного університету “Львівська

політехніка”, 2007. – 325 с.

13. С.С. Д’яченко. Матеріалознавство / Д’яченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян О.О., Плешаков Е.І. – Харків: ХНАДУ, 2010. – 485 с.
14. Качан О.Я. Матеріали та технології в авіа- та ракетобудуванні. Підручник / Качан О.Я., Калініна Н.Є. – Запоріжжя: Мотор Січ, 2010. – 385 с.
15. Воронов С.А. Перспективні напрямки матеріалознавства / С.А. Воронов, Л.П. Переверзева, Ю.М. Поплавко // Навч. посібник, частина 1.- К., 2004.–196 с.
16. Сонцев Ю.П. Спеціальні конструкційні матеріали / Ю.П. Сонцев, С.Б. Беліков, І.П. Волчок // Запоріжжя.: Валпіс-поліграф. – 2010. – 536 с.
17. Бісик С. П., Санін А. Ф., Пошивалов В. П., та інш. Комбінований протиударний та протимінний захист на основі деталей з алюмінієвих сплавів / Технічна механіка, 2023, 1, 76 – 89.
18. Большаков В.І. Наноматеріали і нанотехнології / В.І. Большаков, Куцова В.З., Котова Т.М. // Д.: ПДАБА. – 2016. – 125 с.
19. Куцова В.З., Алюміній та його сплави / Куцова В.З., Погребна Н.Е., Хохлова Т.С. / Д.: НМеТАУ. – 2008. – 186 с.
20. Калініна Н.Є., Носова Т.В., Мамчур С.І. Перспективні наноматеріали // Дніпро.: Поліграф. – 2022. – 64 с.
21. Калініна Н.Є. Матеріалознавство і технології наноматеріалів і покриттів / Навчальний посібник, Дніпро.: Поліграф, 2021. – 56 с.
22. Джур Є.О. Полімерні композиційні матеріали в ракетно-космічній техніці: Підручник / Є.О. Джур, Л.Д. Кучма, Т.А. Манько, В.Г. Ситало, Ф.П. Санін, А.Ф. Санін. -К.: Вища освіта, 2003. - 399 с.
23. Санін Ф.П. Твердопаливні ракетні двигуни: Матеріали і технології / Ф.П. Санін, Л.Д. Кучма, Є.О. Джур, А.Ф. Санін.-Д.: ДДУ, 1999. -318 с.
24. Санін Ф.П. Герметичність у ракетно-космічній техніці / Ф.П. Санін, Л.Д. Кучма, Є.О. Джур, В.А. Найденов. - Д.: ДДУ, 1995. - 168 с.
25. В. В. Муратов, С. А. Борісенко, М. Д. Кошовий, А. Ф. Санін, М. П. Кравченко Дослідження фізико-хімічних властивостей сировини для твердого ракетного палива // Авіаційно-космічна техніка і технологія, 2022, № 3(179). – С. 56-65.
26. Особливості структуро- та фазоутворення при термічному синтезі сплавів системи Fe–Ti–Ni– V₄C / Г. А. Баглюк [та ін.] // Порошкова металургія. — 2022. — № 3/4. — С. 47–59.
27. Вплив концентрації та типу добавок на структуру та електромагнітні властивості композиційних матеріалів на основі AlN / Т. Б. Сербенюк, Т. О. Пріхна, Г. А. Баглюк [та ін.] // Порошкова металургія. — 2024. — № 3/4. — С. 90–105.
28. Механічні та діелектричні властивості кераміки на основі Si₃N₄ / М. В. Замула, В. Г. Колесніченко, А. В. Степаненко [та ін.] // Порошкова металургія. — 2024. — № 5/6. — С. 73–85.
29. Водневі технології зберігання енергії: стан та перспективи розвитку : монографія / за ред. В. А. Яртися, Ю. М. Солоніна, І. Ю. Завалія. — Львів : Простір-М, 2021. — 268 с.
30. Sanin A., Polishko S., Nosova T., Mamchur S., Shyovalova D High-strength organic fibers in rocket and space technology // European scientific congress.

Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2023. Pp. 95-99.

31. Bozhko S. A., Sanin A.F., Bielikov V. V., Khutoryni V. V. A study of improvement of a technology for obtaining radiation-protecting materials for spacecraft and rocketry systems // Вісник Дніпровського університету. Серія: Ракетно-космічна техніка, 2023, № 4, вип. 26, Т. 32. – С.71-75.

32. Ye.O. Dzhur, S.A. Bozhko, A.F. Sanin, V.V. Khutoryni Research and development of technologies for manufacturing radiation shielding materials and products there of for disposal of hazardous industrial waste // Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки: збірник наукових праць. – Д.: 2022. – Том. 31. – С. 26-33.

Додаткова:

1. Фізика матеріалів та нанотехнології: навчальний посібник / за ред. професора В. Розенбаума. – К.: КПІ ім. І. Сікорського, 2023. – 320 с.

2. Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні» / НУ «Запорізька політехніка». – Запоріжжя, – №1-2; 2023. – 124 с.

3. Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні» / НУ «Запорізька політехніка». . – №1. – 2024. – 125 с.

4. E. Macia-Barber. Quasicrystals: Fundamentals and Applications. Taylor & Francis CRC Press, 2021, 379 p.

5. Адаскін А.М. Матеріалознавство в машинобудуванні. Електронний підручник, 2018.

https://stud.com.ua/73668/tehnika/materialoznavstvo_v_mashinobuduvanni.

6. С.В.Горобець, О.Ю.Горобець, П.П.Горбик, І.В.Уварова Функціональні біо- та наноматеріали медичного призначення Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 480 с.

7. Властивості металевих, нітридних, оксидних і карбідних покриттів на основі високоентропійних сплавів / В. Ф. Горбань, А. А. Андреев, В. А. Столбовий [та ін.] // Порошкова металургія. — 2023. — № 7/8. — С. 110–123.

8. Порошкова металургія: науково-технічний журнал / Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України. – К., – №1/2. - 2023. – 160 с.

9. Чуйко М.М. Сучасні тенденції розвитку матеріалознавства / М.М. Чуйко, А.М. Чуйко, В.О. Назарько. – Х.: Харків, ХТЕІ КНТЕУ. – 2014. – 25 с.

10. Порошкова металургія: науково-технічний журнал / Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України. – К., 11/12. – 2024. – 160 с.

11. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 № 1556-VII (редакція від 01.01.2024).

12. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України від 26.11.2015 № 848-VIII (редакція від 01.01.2024).

13. Успіхи матеріалознавства / Науковий журнал під егідою ІПМ НАНУ. – К.: Академперіодика, Вип. 6-7. - 2023. – 124 с.

14. Матеріалознавство та термічна обробка металів: Міжвузівський збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, . – № 28-29. - 2023.- 142 с.

8. Інформаційні ресурси:

1. Наукова бібліотека ДНУ: <https://www.dnu.dp.ua/view/biblioteka>,
<http://lib.dnu.dp.ua/>
2. Цифровий Репозиторій ДНУ: <http://repository.dnu.dp.ua:1100>