



# ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАЙБУТНЬОГО

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Матеріалознавство</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 (120 годин) 4 кредити ЄКТС (120 академічних годин), 36 год. лекцій, 18 год. практичних робіт, 66 год. СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Бурмак Андрій Петрович, 067-278-37-74, burmak@kpm.kpi.ua Лекційні: к.т.н., доцент Бурмак Андрій Петрович, 067-278-37-74, burmak@kpm.kpi.ua Практичні: к.т.н., доцент Бурмак Андрій Петрович, 067-278-37-74, burmak@kpm.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/NjYyOTYyMzQ5NjQ2?cjc=ydhz7d7">https://classroom.google.com/c/NjYyOTYyMzQ5NjQ2?cjc=ydhz7d7</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Навчальна дисципліна належить до переліку дисциплін циклу професійної підготовки освітньої програми другого рівня вищої освіти - магістра та складається з одного кредитного модулю.*

***Предмет навчальної дисципліни:** Базові уявлення про створення нових функціональних матеріалів в залежності від їх властивостей, вміння оптимізувати, з економічної та технологічної точки зору, технології виготовлення функціональних матеріалів; використовувати нові методи та методики дослідження функціональних матеріалів.*

***Особливість подання цієї проблематики здобувачам ВО спеціалізації:** особливістю подання матеріалу є наголос на плануванні і виконанні експериментальних досліджень, обробці результатів експерименту з використанням спеціалізованого програмного забезпечення та кристалографічних баз даних, інформаційних технологій, правильній інтерпретації результатів; розробляння фізичних моделей матеріалів та процесів.*

### **Мета та завдання навчальної дисципліни**

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів ВО компетентностей у відповідності до ОПП, а саме:

Код компетентності	Зміст компетентності
K3.01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтез.
K3.02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
СК.01	Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення
СК.02	Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.
СК.03	Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.
СК.10	Здатність організувати та здійснювати комплексні випробування матеріалів і виробів.

### **Основні завдання навчальної дисципліни.**

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі ВО після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

РН 1	Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.
РН 2	Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.
РН 4	Застосовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач матеріалознавства
РН 11	Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.
РН 18	Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна є базовою для таких дисциплін: «Спеціальні фізичні методи досліджень матеріалів», «Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур». В свою чергу, вона базується на курсах: «Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур», «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів», «Діагностика і методи структурного аналізу матеріалів», «Фізика конденсованого стану», «Теоретична фізика», «Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Основні групи функціональних матеріалів, їх властивості та застосування**

Тема 1.1. Матеріали з пам'яттю форми: перспективи розвитку.

Тема 1.2. Ефект пам'яті форми, спричинений мартенситним перетворенням за підвищених температур у відомих та нових металічних матеріалах.

Тема 1.3. Композиційні матеріали (КМ). Загальна характеристика КМ. Дисперсно-зміцнені, волокнисті, керамічні КМ. Застосування композиційних матеріалів.

Тема 1.4. Аморфні металеві матеріали. Властивості металевих аморфних матеріалів. Способи отримання металевих аморфних матеріалів. Застосування аморфних матеріалів.

Тема 1.5. Антифрикційні матеріали. Класифікація антифрикційних матеріалів. Сплави на основі олова та свинцю.

Тема 1.6. Антифрикційні матеріали. Алюмінієві антифрикційні сплави. Умови експлуатації та призначення алюмінієвих антифрикційних сплавів.

Тема 1.7. Матеріали з особливими властивостями. Сплави з особливими властивостями теплового розширення. Надтверді матеріали.

Тема 1.8. Матеріали з особливими властивостями. Методи одержання наноструктурованих матеріалів. Фізико-механічні властивості наноструктурованих матеріалів. Сфери застосування наноструктурованих матеріалів.

## **Розділ 2. Адитивні технології отримання та постобробки функціональних матеріалів**

Тема 2.1. Загальна характеристика адитивних технологій. Сутність реалізації, вихідні матеріали та галузі використання. Основні переваги та недоліки адитивних процесів виготовлення виробів машинобудування та інших галузей.

Тема 2.2. Поняття постпроцесів адитивних технологій. Класифікаційні ознаки постпроцесів адитивних технологій.

Тема 2.3. Характеристика найбільш поширених постпроцесів виготовлення виробів адитивними технологіями.

Тема 2.4. Гібридні процеси на базі поєднання адитивного виробництва заготовки та розмірної механічної обробки. Формування функціонально-захисних покриттів на поверхні виробів адитивного виробництва.

Тема 2.5. Основні показники якості виробів адитивного виробництва. Методи контролю якості виробів адитивного виробництва.

## **Розділ 3. Методи поверхневої модифікації функціональних матеріалів**

Тема 3.1. Структура і властивості поверхневих шарів металевих матеріалів під впливом поверхневого деформаційного зміцнення.

Тема 3.2. Методи деформаційного зміцнення поверхні. Ультразвукова ударна обробка (УЗУО).

Тема 3.3. Методи деформаційного зміцнення поверхні. Формування зносостійких композиційних покриттів методами інтенсивної пластичної деформації.

Тема 3.4. Методи деформаційного зміцнення поверхні. Магнітно-абразивна обробка (МАО).

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова:**

1. Функціональні матеріали та покриття : навчальний посібник / [М. О. Азаренков, В. М. Береснєв, С. В. Литовченко та ін.]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 202 с.
2. Г.С. Фірстов. Функціональні матеріали з пам'яттю форми: сучасний стан і перспективи використання, Вісник НАН України, 2018, №6, С. 19-34.
3. Постпроцеси адитивних технологій: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 91 с.
4. Матеріалознавство та технології металів: підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти / А.М. Власенко. – Київ: Літера ЛТД. – 224 с.
5. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур: лабораторний практикум [текст] : навч. посіб. для студ. Спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: М.В. Карпець, С.І. Сидоренко, А.П. Бурмак. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 116 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45853>

6. Сучасні експериментальні методи аналізу низькорозмірних структур [текст] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою “Інжиніринг та комп’ютерне моделювання в матеріалознавстві” спеціальності 132 “Матеріалознавство” / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. : Волошко С.М., Крутько О.А., Франчік Н.В., А.П. Бурмак – Київ : Видав-во «Навчальна література», 2021. – 97 с.  
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45851>
7. Мордюк Б.М., Прокопенко Г.І., Соловей С.О., Клочков І.М., Волошко С.М., Линник Г.О., Красовський Т.А., Високолян М.М. Ультразвукова ударна обробка конструкцій і споруд транспортного машинобудування: Суми: Університетська книга, 2020. – 310 с.

#### **Додаткова**

8. Бурмак А.П. «Модифікація поверхні латуні комбінованими деформаційними впливами» / А.П. Бурмак // *GlobeEdit*. – 2023. – 120 с.
9. Фізичні основи ультразвукового ударного зміцнення металевих поверхонь / Г.І. Прокопенко, Б.М. Мордюк, М.О. Васильєв, С.М. Волошко // К. : Наукова думка, 2017. – 495 с.

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### **Лекційні заняття**

##### **1. Матеріали з пам’яттю форми: перспективи розвитку.**

Базова література: [1], [2].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **2. Ефект пам’яті форми, спричинений мартенситним перетворенням за підвищених температур у відомих та нових металічних матеріалах.**

Базова література: [1], [2].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **3. Композиційні матеріали (КМ). Загальна характеристика КМ. Дисперсно-зміцнені, волокнисті, керамічні КМ. Застосування композиційних матеріалів.**

Базова література: [1].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **4. Аморфні металеві матеріали. Властивості металевих аморфних матеріалів. Способи отримання металевих аморфних матеріалів. Застосування аморфних матеріалів.**

Базова література: [1], [2].

Допоміжна література: [10].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **5. Антифрикційні матеріали. Класифікація антифрикційних матеріалів. Сплави на основі олова та свинцю.**

Базова література: [1], [4].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **6. Антифрикційні матеріали. Алюмінієві антифрикційні сплави. Умови експлуатації та призначення алюмінієвих антифрикційних сплавів.**

Базова література: [1], [4].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **7. Матеріали з особливими властивостями. Сплави з особливими властивостями теплового розширення. Надтверді матеріали.**

Базова література: [1], [4].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

##### **8. Матеріали з особливими властивостями. Методи одержання наноструктурованих матеріалів. Фізико-механічні властивості наноструктурованих матеріалів. Сфери застосування наноструктурованих матеріалів.**

Базова література: [1], [6].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**9. Модульна контрольна робота.**

**10. Загальна характеристика адитивних технологій. Сутність реалізації, вихідні матеріали та галузі використання. Основні переваги та недоліки адитивних процесів виготовлення виробів машинобудування та інших галузей.**

Базова література: [3].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**11. Поняття постпроцесів адитивних технологій. Класифікаційні ознаки постпроцесів адитивних технологій.**

Базова література: [1], [3].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**12. Характеристика найбільш поширених постпроцесів виготовлення виробів адитивними технологіями.**

Базова література: [1], [3].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**13. Гібридні процеси на базі поєднання адитивного виробництва заготовки та розмірної механічної обробки. Формування функціонально-захисних покриттів на поверхні виробів адитивного виробництва.**

Базова література: [1], [3].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**14. Основні показники якості виробів адитивного виробництва. Методи контролю якості виробів адитивного виробництва.**

Базова література: [1], [3].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**15. Структура і властивості поверхневих шарів металевих матеріалів під впливом поверхневого деформаційного зміцнення.**

Базова література: [1], [7].

Допоміжна література: [8], [9].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**16. Методи деформаційного зміцнення поверхні. Ультразвукова ударна обробка (УЗУО).**

Базова література: [1], [7].

Допоміжна література: [8].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**17. Методи деформаційного зміцнення поверхні. Формування зносостійких композиційних покриттів методами інтенсивної пластичної деформації.**

Базова література: [1], [7].

Допоміжна література: [8].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

**18. Методи деформаційного зміцнення поверхні. Магнітно-абразивна обробка (МАО).**

Базова література: [1], [7].

Допоміжна література: [8].

**Завдання на СРС:** підготовка до заняття згідно з методичними вказівками.

## **Практичні заняття**

**1. Визначення пружних модулів функціональних матеріалів.**

Мета роботи – визначити межу текучості, характеристики пластичності, межу міцності пружну деформацію та пластичну деформацію досліджуваного матеріалу за результатами мікроіндентування.

Література: [1], [3].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол



## **2. Дослідження структурно-фазових перетворень в магнітних матеріалах в процесі термічної обробки**

Мета роботи – дослідити зміну фазового складу в системі Al-Mn, після термічної обробки за різних температур, та розрахувати параметри кристалічної ґратки ідентифікованих фаз.

Література: [1], [3].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол

## **3. Фазовий аналіз композиційних матеріалів.**

Мета роботи – встановити фазовий склад, параметри та тип кристалічної ґратки досліджуваних зразків композиційних матеріалів за допомогою програмних комплексів PDXL та міжнародної кристалографічної бази даних PDF-2.

Література: [1], [3].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## **4. Дослідження поверхневих шарів твердих тіл методом ковзаючого рентгенівського променя.**

Мета роботи – дослідження кристалічної структури і проведення фазового аналізу поверхневого шару твердого тіла.

Література: [1], [2].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## **5. Визначення залишкових макроскопічних напружень після поверхневої пластичної деформації методом $\sin^2\psi$ . Вибір умов дослідження за даними якісного фазового аналізу, визначення параметрів кристалічної структури.**

Мета роботи – визначити рівень напружень залишкових напружень методом  $\sin^2\psi$

Література: [1] с. 101-104, [2] с. 68-72.

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## **6. Аналіз кристалографічної орієнтації функціональних матеріалів.**

Мета роботи – визначити переважну кристалографічну орієнтацію в досліджуваному матеріалі шляхом побудови прямих полюсних фігур з використання рентгенівського дифрактометра.

Література: [1], [3].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## **7. Визначення параметрів дифузії в багатошарових матеріалах.**

Мета роботи – вибрати відповідні умови і провести комп'ютерні експерименти з метою визначення коефіцієнта дифузії, енергії активації і передекспоненціального множника у вказаній викладачем системі.

Література: [1], [2].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## **8. Визначення активності вуглецю в аустенітних сталях.**

Мета роботи – визначення активності вуглецю в аустеніті за допомогою вивчення рівноваги реакцій.

Література: [1], [2].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## **9. Визначення активності азоту в сплавах Fe-Mn.**

Мета роботи – визначення активності азоту в сплавах Fe-Mn та постійної Сівертса..

Література: [1], [3].

**Завдання на СРС.** Підготувати протокол. Опанувати теоретичні відомості. Виконати необхідні розрахунки. Зробити висновки.

## 6. Самостійна робота здобувача ВО

Вид самостійної роботи здобувача ВО	Кількість робіт	Норма часу на роботу, год.	Термін часу, год.
Засвоєння додаткових до лекцій питань	18	1	18
Підготовка до практичних робіт та опрацювання результатів	9	2	18
Підготовка до МКР	1	6	6
Підготовка до заліку	1	6	24
		<b>Всього</b>	<b>66</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1. При очній формі навчання лекційні заняття проводяться в аудиторіях згідно розкладу занять. При змішаній формі навчання лекційні заняття можуть проводитись дистанційно, для цього використовується платформа ZOOM, і слухачу необхідно організувати собі таку можливість самостійно.

2. При очній формі навчання практичні роботи проводяться в комп'ютерному класі також згідно розкладу занять, в якому необхідно дотримуватись правил техніки безпеки. Допускається використання власних ноутбуків. При змішаній формі навчання практичні роботи можуть проводитись дистанційно і слухачу необхідно самостійно забезпечити себе ПК, доступом до інтернету та встановити необхідне програмне забезпечення.

3. У разі запізнення на заняття слухачу необхідно приєднатись до нього як змога менше заважаючи іншим і процесу проведення заняття. У випадку часткового або повного пропуску лекційних занять слухачу необхідно дізнатись пропущені питання і опрацювати їх самостійно. У випадку пропуску практичної роботи слухачу необхідно домовитись з викладачем і відпрацювати їх, наприклад на консультаціях (заплановані в об'ємі 1 пари на тиждень).

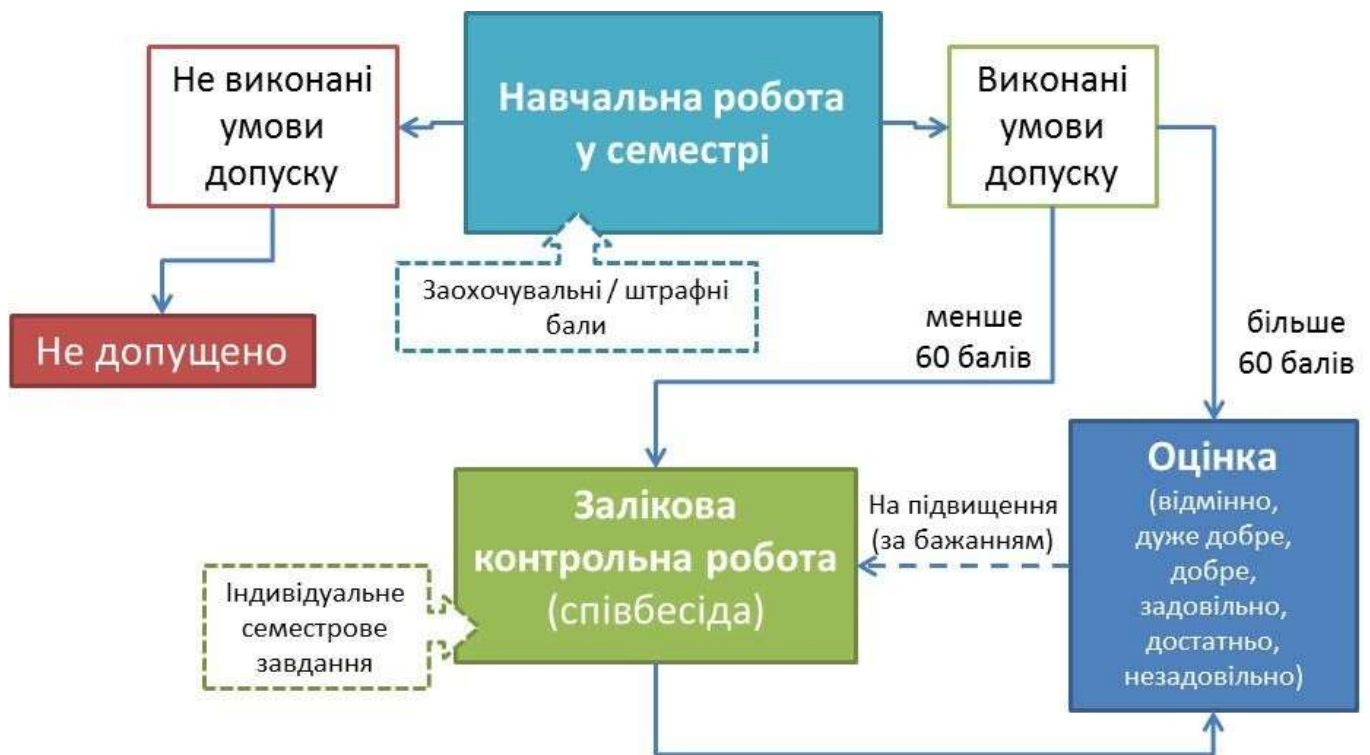
4. Користуватись мобільними телефонами на парах заборонено, як виняток – з дозволу викладача. Звук на мобільних телефонах повинен бути вимкнений. Телефонні розмови під час аудиторних занять неприпустимі, у разі невідкладних дзвінків слухачу необхідно вийти із аудиторії і провести розмову там.

5. Контрольна робота та залік проводяться за окремими правилами, які викладач повинен довести до слухачів на попередньому занятті і які залежать форми проведення навчання.

6. В усіх інших питаннях слухач повинен керуватись Правилами внутрішнього розпорядку КПІ ім. Ігоря Сікорського та Положенням про академічну доброчесність КПІ ім. Ігоря Сікорського.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Оцінювання результатів навчання слухачів відбувається за схемою:



Контрольні заходи:

1. Поточний контроль: захист практичних робіт, МКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: залік.

Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за них.

Вид контролю	Кількість	Максимальна кількість балів на 1	Максимальна кількість балів
Захист практичних робіт	8	10	80
МКР	1	20	20
<b>Всього</b>			<b>100</b>

Оцінювання захисту практичних робіт:

Критерії	Бали
до виконаного завдання немає зауважень, дані правильні відповіді під час перевірки	9-10
робота виконана повністю, під час перевірки допущені помилки у відповідях на питання	7-8
робота виконана повністю, є не принципові зауваження до виконаного завдання та/або дані відповіді з помилками під час перевірки	5-6
робота виконана з помилками, відсутні правильні відповіді на контрольні питання	3-4
є принципові зауваження до виконаного завдання та/або не дані відповіді (дані неправильні) під час перевірки	робота не здана



МКР відбувається у вигляді проходження тесту який складається з 24 питань. За кожну правильну відповідь здобувач ВО отримує один бал. Якщо сумарна кількість правильних відповідей менше 15, МКР вважається не зданою, при цьому бали не нараховуються.

Умовою допуску до заліку є захист всіх практичних робіт, здана МКР та сумарний семестровий рейтинг більше 35 балів. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 6) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач). На заліку слухачу необхідно дати розгорнуті відповіді на 4 питання, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

<b>Критерії</b>	<b>Бали</b>
правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%	9-10
є не принципові зауваження, повнота відповіді більша 75%	7-8
є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60%	6
суть питання не розкрита та/або повнота відповіді менша 60%	0
не перше перескладання	-1

МКР поділена на 2 частини та відбувається у вигляді проходження тестів. Кожна частина МКР складається з 18 питань. За кожну правильну відповідь здобувач ВО отримує один бал. Якщо сумарна кількість правильних відповідей менше 11, то ця частина МКР вважається не зданою, при цьому бали не нараховуються. Максимально можлива оцінка за одну частину МКР складає 18 балів. За всі 2 частини – 36 балів.

Умовою допуску до заліку є виконання всіх практичних робіт, здані 2 частини МКР. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 10) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач).

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, застосовується «жорстка» РСО – попередній рейтинг здобувача скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи.

Залікова контрольна робота проводиться у вигляді тестування. Слухачу надається 50 тестових завдань. За кожну правильну відповідь здобувач ВО отримує два бали. Якщо сумарна кількість правильних відповідей менше 30, то залік вважається не зданим (незадовільно). Для перескладання заліку є дві додаткові спроби.

Отриманні слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за шкалою:

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

*У освітньому компоненті “ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАЙБУТНЬОГО” денної форми навчання передбачено модульну контрольну роботу. Виконання самостійних завдань (СРС) розподілено рівномірно протягом семестру.*

*Всі питання, винесені для самостійного опанування, здобувачі ВО мають оформлювати у вигляді стислого конспекту. Дата здачі СРС повідомляється на початку семестру.*

*Бали за рейтинговою системою проставляються у Кампусі в розділі Поточний контроль, результати атестації в розділі Атестація. Екзаменаційна відомість створюється і заповнюється в Кампусі, доступ до неї існує упродовж дня екзамену (виправлення і перездача наступного дня не допускаються).*

*Засоби змішаного навчання. При вивченні даної дисципліни здобувачі ВО повинні самостійно пройти комп'ютерне тестування для перевірки своїх знань при підготовці до модульної контрольної роботи. При вивченні даної дисципліни використовуються навчальні посібники, друкований і електронний підручник, які розміщені в classroom.google.*

*Спілкування з викладачем через Telegram та Viber, електронну пошту.*

*Перелік запитань до контрольних робіт та семестрового контролю наведено в Додатках.*

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:** к.т.н., доцент Бурмак Андрій Петрович

**Ухвалено** кафедрою Фізичного матеріалознавства та термічної обробки НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 32 від 21 червня 2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)

Перелік запитань для контрольних робіт з курсу «Функціональні матеріали для технологій майбутнього»

1. Функціональні металеві матеріали з пам'яттю форми.
2. Мартенситне перетворення та ефект пам'яті форми.
3. Високотемпературні сплави з ефектом пам'яті форми (ВСЕПФ).
4. Ентропія змішування в сплавах з ефектом пам'яті форми.
5. Високоентропійні сплави з пам'яттю форми.
6. Сплави з ЕПФ медичного призначення.
7. Магнітомеханічні ефекти в сплаві  $Ni_2MnGa$ .
8. Пам'ять форми, надпружність, демпфуюча здатність.
9. Методики визначення пружних характеристик матеріалів
10. Методи визначення пружних модулів.
11. Релаксаційні явища та їх механізми у високоентропійних сплавах.
12. Нерелаксований та релаксований модулі.
13. Реологічні властивості матеріалів.
14. Механізми релаксаційних явищ.
15. Методи визначення внутрішнього тертя.
16. Визначення енергії активації релаксаційного процесу дифузії двочастотним методом.
17. Дослідження мартенситних перетворень методом внутрішнього тертя.
18. Пасивне та активне демпфування.
19. Внутрішнє тертя при мартенситному перетворенні.
20. Вплив термічного циклування на механічні властивості функціональних матеріалів.
21. Вплив амплітуди на внутрішнє тертя.
22. Релаксаційні процеси в сплавах системи Ni-Ti.
23. Реорієнтація при навантаженні в сплавах системи Ni-Ti.
24. Циклічні тести в сплавах системи Ni-Ti.
25. Втрати енергії при псевдо пружному навантаженні.
26. Різниця у повних енергія між трьома структурами за Петтіфором.
27. Алотропія чистих металів.
28. Класифікація фазових перетворень.
29. Магнетизм та характеристики магнітних матеріалів.
30. Класифікація магнітних станів речовини.
31. Залежність Бете-Слетера.
32. Обмінна взаємодія та температура Кюрі.
33. Доменна структура феромагнетиків.
34. Петля гістерезису і магнітні характеристики феромагнітних матеріалів.
35. Магнітотверді та магнітом'які матеріали.
36. Методи дослідження фазових перетворень: вимірювання магнітних, характеристик матеріалів.
37. Структурна чутливість фізико-механічних властивостей.
38. Отримання магнітних полів.
39. Вимірювання напруженості магнітного поля.
40. Флюксометр (з-н електромагнітної індукції).

41. Вимірювання поля з використанням гальваномагнітних ефектів (ефект Холла).
42. Вимірювання магнітного поля.
43. Вимірювання намагнічуваності магнітного поля.
44. Індукційні методи – магнітометр Карліна.
45. Вібраційний магнітометр.
46. Структурні бездифузійні фазові перетворення та загальний опис мартенситних перетворень.
47. Класифікація фазових перетворень.
48. Класифікація за Олсоном та Коєном.
49. Мартенситне перетворення у вуглецевих сталях.
50. Орієнтаційні співвідношення аустеніт-мартенсит.
51. Визначення Курдюмова.
52. Структурні характеристики мартенситних перетворень сплавів з ЕПФ.
53. Кристалографічна схема реконструктивних фазових перетворень типу зсуву.
54. Кристалографічна схема дисторсійних фазових переходів типу зсуву. Фазові переходи між політипними структурами.
55. Щільноупаковані політипні структури.
56. Структурні характеристики мартенситних перетворень сплавів з ЕПФ
57. Вид деформації з інваріантної ґраткою: наслідки для конструкційних та функціональних матеріалів.
58. Деформація з інваріантною площиною.
59. Формування нанокристалічного аустеніту в результаті  $\alpha$ - $\gamma$  перетворення дифузійного характеру.
60. Мартенситні перетворення індуковані напруженням: деформування мартенситу та вплив залишкового аустеніту.
61. Ефект пам'яті форми: високі температури та стабільність.
62. Високоентропійні сплави з пам'яттю форми.
63. Ковзання дислокацій у високоентропійних сплавах з пам'яттю форми.
64. Термодинаміка і кінетика мартенситних перетворень.
65. Методи досліджень мартенситних перетворень.
66. Кінетика мартенситного перетворення.
67. Функціональні властивості сучасних сплавів з пам'яттю форми.
68. Деформування сплавів з ЕПФ – накопичення деформації та її відновлення при одній температурі (надпружність).
69. Загальні недоліки високотемпературних сплавів з ефектом пам'яті форми.
70. В чому полягає сутність адитивного виробництва?
71. Які види хіміко-термічної обробки використовують як постпроцеси, для яких видів вихідних матеріалів?
72. Назвіть основні процеси адитивного виробництва.
73. Вкажіть основні характеристики процесу лазерної стереолітографії: сутність реалізації, вихідні матеріали, галузі використання.
74. Які методи нанесення декоративно-функціонального покриття використовують в різних методах АВ
75. Як здійснюються технології струменевої подачі матеріалів? Які матеріали використовуються як вихідні та які галузі використання має цей процес?

76. Охарактеризуйте технологію моделювання методом наплавлення.
77. Які особливості технології виробництва ламінованих об'єктів?
78. Назвіть основні переваги та недоліки адитивного виробництва порівняно з традиційними технологіями виготовлення виробів машинобудування та інших галузей.
79. Які варіанти вирішення основних проблем адитивного виробництва?
80. В чому полягає сутність постпроцесів адитивного виробництва?
81. Які задачі вирішує застосування постобробки в АВ?
82. Надайте порівняльну характеристику актуальності постпроцесів у різних методах адитивного виробництва.
83. Які класифікаційні ознаки постпроцесів АВ Вам відомі?
84. Назвіть основні види постпроцесів залежно від призначення (результатів застосування).
85. Назвіть основні види постпроцесів відповідно до класифікації робочих процесів виготовлення деталей за цільовим призначенням.
86. Які фактори мають бути враховані при визначенні оптимального процесу постобробки?
87. Які параметри якості враховуються при визначенні доцільного постобробки?
88. Які види розмірної обробки використовують для підвищення якості виробів в процесах SLA, SLS, SLM? Вкажіть особливості їх практичної реалізації порівняно з традиційними методами.
89. Які методи гібридної обробки є найбільш поширеними в адитивному виробництві?
90. Які особливості видалення природніх та штучних підтримок виробів SLA та SLS?
91. Які процеси використовують для видалення руйнівних, виплавлюваних, розчинних та порошкових підтримок?
92. В чому полягає постпроцес на основі зміни фізико-механічних та хімічних властивостей матеріалу виробу?
93. Яким є призначення інфільтрації як постпроцесу адитивного виробництва?
94. Дайте характеристику механізму ущільнення виробу під час інфільтрації.
95. В яких випадках доцільним процесом постобробки є термомеханічна обробка гарячим ізостатичним пресуванням?
96. Для яких методів інфільтрація є найбільш доцільним постпроцесом і чому?
97. Як реалізуються процеси інфільтрації зануренням та накладенням?
98. Які методи нанесення декоративно-функціонального покриття використовують в різних методах АВ
99. В чому особливість термообробки порошкових середовищ як постпроцесу технологій селективного вибіркового спікання?
100. Що називають композиційним матеріалом?