



# ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ І ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА

## 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>Освітньо-наукова програма Матеріалознавство</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/ /дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS / 150 годин, 36 годин лекцій, 18 годин практичних занять, 96 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a> (Лекція –1 раз на тиждень, практичне заняття – 1 раз на два тижні )</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор технічних наук, професор, Юркова Олександра Іванівна, e-mail: <a href="mailto:yurkova2403@gmail.com">yurkova2403@gmail.com</a> Практичні: доктор технічних наук, професор, Юркова Олександра Іванівна, e-mail: <a href="mailto:yurkova2403@gmail.com">yurkova2403@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=225750">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=225750</a> <a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=225751">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=225751</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Вивчення навчальної дисципліни надає здобувачу можливість ознайомитися з сучасним рівнем наукових досліджень в області дисперсних систем та поверхневих явищ, що відбуваються на границі поділу фаз, поглибити професійну підготовку в межах спеціальності та освітньої програми, здобути додаткові результати навчання. Цю дисципліну варто вчити для того, щоб стати конкурентоспроможним фахівцем. Отримання матеріалів/покривів завтрашнього дня з підвищеними фізико-хімічними та механічними властивостями для екстремальних умов експлуатації – це утворення та розвиток дисперсних систем. Для створення нових наноматеріалів та раціонального управління технологічними процесами необхідно володіти знаннями законів, яким підкоряються гетерогенні системи, і умінням кількісно характеризувати і описати їх структуру та властивості. Отримані знання стануть в пригоді як у дослідницької діяльності, так й у повсякденному житті.*

*Предмет дисципліни «Дисперсні системи і поверхневі явища» – вивчення особливостей впливу дисперсності та поверхневих явищ, що виникають на границі розділу фаз в дисперсних системах, на фізико-хімічні та механічні властивості порошкових і композиційних матеріалів і покривів з них при їх отриманні різними методами, в т.ч. методами порошкової металургії, для прогнозування їх властивостей в залежності від складу, структури, розміру елементів*

структури, для створення нових матеріалів з наперед заданими функціональними властивостями.

**Метою** викладання навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей, що підсилюють фахові компетентності спеціальності, таких як:

– здатність в контексті професійної діяльності використовувати знання про дисперсні системи та поверхневі явища, особливості їх властивостей, основні поняття, об'єкти вивчення, методи отримання та дослідження;

– здатність аналізувати роль розмірних ефектів в фізико-хімії дисперсних систем, вплив дисперсності та поверхневих явищ на фізико-хімічні та механічні властивості порошкових і композиційних матеріалів та виробів і покриттів з них при їх отриманні методами порошкової металургії;

– здатність прогнозувати фізико-хімічні та механічні властивості дисперсних матеріалів в залежності від розміру елементів структури, їх розподілу за розмірами для створення нових матеріалів з наперед заданими функціональними властивостями;

– здатність обґрунтовано обирати сучасні методи дослідження структури, хімічного складу, фізико-хімічних та механічних властивостей дисперсних матеріалів (порошкових, композиційних, керамічних, тощо.)

– здатність обґрунтовано обирати сучасні методи та технологічні варіанти отримання дисперсних матеріалів для заданих умов експлуатації з урахуванням вимог надійності, економічності та екологічних наслідків їх застосування, а також сфер застосування.

**Студенти мають продемонструвати знання, що поглиблюють результати навчання:**

– термінології науки про дисперсні системи та поверхневі явища (основні поняття та визначення);

– основних кількісних характеристик роздробленості речовини; основних специфічних ознак і класифікації дисперсних систем і поверхневих явищ;

– молекулярно-кінетичних властивостей дисперсних систем та їх кількісних характеристик;

– факторів, що впливають на стійкість дисперсних систем та їх еволюцію, видів стійкості дисперсних систем, термодинамічних та кінетичних факторів стійкості;

– ролі об'єму та поверхні в фізико-хімічних властивостях матеріалів, особливостей поверхневих явищ, термодинамічних параметрів поверхневого шару;

– впливу дисперсності на реакційну здатність, розчинність речовини, рівновагу хімічної реакції, температуру фазових переходів;

– основних поверхневих явищ: поверхневий натяг; адсорбція, адгезія, змочування, розтікання; капілярність;

– ролі поверхневих явищ в процесах отримання, пресування, спікання порошків, отримання композиційних матеріалів, нанесення покриттів;

– основних методів дослідження дисперсних систем і поверхневих явищ;

– основних способів отримання дисперсних систем.

**студенти повинні уміти:**

– застосовувати основні поняття та визначення у професійної діяльності;

– використовувати теоретичні знання для аналізу та пояснення фізичних і хімічних процесів, які відбуваються під час утворення, обробці та функціонування дисперсних матеріалів;

– керувати ступенем дисперсності;

– визначати та враховувати вплив дисперсності та поверхневих явищ на фізико-хімічні та механічні властивості матеріалів із різним ступенем дисперсності та виробів і покриттів з них;

– обирати та застосовувати експериментальні методи дослідження для якісної та кількісної характеристики дисперсних систем, для вивчення композитів і покриттів із матеріалів з різним ступенем дисперсності;

– застосовувати отримані теоретичні знання на практиці при виборі способів отримання дисперсних систем і експериментальних методів дослідження їх структури та основних властивостей; для аналізу та пояснення фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час утворення, обробці та функціонування дисперсних систем; працювати з літературою щодо актуальних питань застосування дисперсних систем та вивчення їх структури та основних властивостей, поверхневих явищ:

**студенти повинні мати досвід:**

– уявляти особливості впливу дисперсності та поверхневих явищ, що виникають на границі розділу фаз в дисперсних системах, на фізико-хімічні та механічні властивості порошкових і композиційних матеріалів і покриттів з них при їх отриманні різними методами, в т.ч. методами порошкової металургії.

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

Дисципліна викладається в другому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки магістрів з матеріалознавства. Для успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором компетентностей бакалаврського рівня.

Знання, що студент отримує під час вивчення дисципліни «Дисперсні системи і поверхневі явища», є підґрунтям для проведення науково-дослідних робіт, виконання магістерських дисертацій при підготовці за спеціальністю «Матеріалознавство».

**3. Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1. Характеристика дисперсних систем.**

Тема 1.1. Вступ. Предмет, мета і завдання дисципліни. Основні етапи розвитку науки про дисперсний стан речовини.

Тема 1.2. Загальна характеристика дисперсних систем. Дисперсний стан речовини. Основні поняття та визначення. Класифікація дисперсних систем.

**Розділ 2. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем та їх стійкість**

Тема 2.1. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем, їх кількісна характеристика та залежність від дисперсності.

Тема 2.2. Стійкість дисперсних систем та їх еволюція. Види стійкості дисперсних систем.

**Розділ 3. Поверхневий шар і поверхневі явища в дисперсних системах**

Тема 3.1. Основні термодинамічні параметри поверхневого шару (геометричні параметри поверхні, поверхневий натяг, класифікація поверхневих явищ, основи термодинаміки поверхневого шару, внутрішня повна питома поверхнева енергія, температурна залежність поверхневого натягу та повної внутрішньої поверхневої енергії, самочинне зменшення поверхневої енергії та формування поверхневого шару).

Тема 3.2. Вплив дисперсності на термодинамічні (фізико-хімічні) властивості дисперсних систем (правило фаз Гіббса для дисперсних систем, вплив дисперсності на внутрішній тиск, поверхнева енергія та рівноважні форми тіл, вплив дисперсності на термодинамічну реакційну здатність, термодинаміка та кінетика конденсаційного утворення нової фази, керування ступенем дисперсності).

Тема 3.3. Взаємодія поверхонь з навколишнім середовищем. Адсорбція. Типи адсорбції.

Тема 3.4. Поверхня поділу конденсованих фаз тверде тіло – рідина. Міжмолекулярна взаємодія в гетерогенних системах. Змочування. Розтікання. Крайовий кут змочування. Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування. Капілярний тиск..

#### **Розділ 4. Поверхневі явища в процесах отримання порошків, композиційних матеріалів та нанесення покриттів**

Тема 4.1. Роль поверхневих явищ в процесах отримання порошків, їх пресування та спікання.

Тема 4.2. Поверхневі явища та міцність зв'язку в композиційних матеріалах.

#### **Розділ 5. Взаємодія поверхонь під час тертя**

Тема 5.1. Загальні відомості про тертя твердих тіл. Якість поверхонь тертя, Взаємодія поверхонь під час тертя. Адгезійна взаємодія поверхонь твердих тіл.

Тема 5.2. Зношування твердих тіл під час фрикційної взаємодії. Режими та види зношування.

Загальні відомості про тертя твердих тіл, якість поверхонь тертя, Взаємодія поверхонь під час тертя

#### **Розділ 6. Експериментальні методи вивчення дисперсних систем та поверхні**

Тема 6.1. Комплексний підхід до дослідження дисперсних матеріалів. Експериментальні методи дослідження структури та хімічного складу дисперсних матеріалів

Тема 6.2. Атестація механічних властивостей дисперсних матеріалів. Методи визначення комплексу механічних властивостей дисперсних матеріалів на мікро- та нанорівні (методи ідентифікації).

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

#### **4.1 Базова**

1. Маслюк В.А. Фізико-хімічні основи поверхневих явищ в твердих дисперсних системах. [Текст]: навч. посіб. / Маслюк В.А., Лобода П.І., Мініцький А.В. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. – 212 с.

2. Скороход В.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах [Текст] / В.В. Скороход, І.В. Уварова, А.В. Рагуля. – Київ: Академперіодика, 2001. – 180 с.

3. Мchedalov-Петросян М.О. Колоїдна хімія: підручник [Текст] / М.О. Мchedalov-Петросян, В.І. Лебідь, О.М. Глазкова, О.В. Лебідь, за ред. проф. М.О. Мchedalov-Петросяна. – 2-ге вид. випр. і доп. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 500 с.

Перераховані книги є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань з фізики і хімії наносистем.

#### **4.2 додаткова**

4. Азаренков Н.А. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: учебное пособие [Текст] / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Л.В. Маликов, П.В. Турбин. – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразіна, 2009. – 209 с.

5. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы [Текст] / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. – Москва: Академия, 2005. – 192 с.

6. Клындюк А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / А.И. Клындюк. – Минск: БГТУ, 2011. – 317с.

7. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства [Текст] / Гусев А.И. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 199 с.

8. Киселев В.Ф., Козлов С.Н., Зотеев А.В. Основы физики поверхности твердого тела. Москва: Изд-во Московского Университета. Физический факультет МГУ, 1999.–284.

9. Зернограничная диффузия и свойства наноструктурных материалов [Текст] / Колобов Ю.Р., Валиев Р.З., Грабовецкая Г.П. и др. – Новосибирск: Наука, 2001. – 232 с.

10. Валиев Р.З. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией [Текст] / Р.З. Валиев, И.В. Александров. – Москва: Логос, 2000. – 272 с.
11. Носкова Н.И. Субмикроструктурные и нанокристаллические металлы и сплавы [Текст] / Н.И. Носкова, Р.Р. Мулюков. – Екатеринбург: УО ЗАН, 2003. – 279 с.
12. Морохов И.Д. Физические явления в ультрадисперсных средах [Текст] / И.Д. Морохов, Л.И. Трусов, В.Н. Лаповок. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 224 с.
13. Физико-химия ультрадисперсных сред [Текст] / Под ред. И.В. Тананаева. – Москва: Наука, 1987. – 256 с.
14. Шоршоров М.Х. Ультрадисперсное структурное состояние металлических сплавов [Текст] / М.Х. Шоршоров. – Москва: Наука, 2001. – 155 с.
15. Гегузин Я.Е. Физика спекания [Текст] / Я.Е. Гегузин. – Москва: Наука, 1984. – 312 с.
16. Неорганическое материаловедение [Текст]: энциклопед. изд: в 2-х т. / под ред. Г.Г. Гнесина, В.В. Скорохода. – Киев: Наукова думка, 2008. – 1152 с.

Книги, зазначені у списку додаткових навчальних матеріалів, є у вільному доступі бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи практичних занять. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

## Навчальний контент

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

#### 5.1 Зміст лекційних занять

##### **Розділ 1. Характеристика дисперсних систем**

Лекція 1. Вступ. Організація очного і дистанційного навчання. Рейтингова система оцінювання. Предмет, мета і завдання дисципліни. Виникнення та роль дисперсних матеріалів в історії еволюції людства. Історія формування галузі знань: основні етапи розвитку науки про дисперсний стан речовини. Стислий огляд основних питань дисципліни. (презентація)

Література [1] – с. 3-11; [2] – с. 5-11; [5] - с. 7-17.

Лекція 2. Загальна характеристика дисперсних систем. Дисперсний стан речовини. Основні поняття та визначення науки про дисперсні системи. Дисперсні системи як сукупність дисперсної фази та дисперсійного середовища. Основні кількісні характеристики роздрібненості речовини: характеристичний розмір частинок, ступень дисперсності (роздрібнення), сумарна поверхня та питома поверхня. (презентація)

Література [1] с. 5-13; [4] с. 317-328; с. 342-346.

Лекція 3. Класифікація дисперсних систем за різними ознаками. Шкала масштабів: високо-; середнє, грубодисперсні системи. Характеристика полідисперсності. Методи одержання дисперсних систем. (презентація)

Література [1] – с. 3-12; [2] – с. 12-30; 36; [3] с.102-111; [4] – с. 20-26. [4] – с. 12 – 18.

##### **Розділ 2. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем та їх стійкість**

Лекція 4.. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем (броунівський рух, дифузія, седиментація), їх кількісна характеристика та залежність від дисперсності. (презентація)

Література: [1] – с. 32 – 38; [2] – с. 15-25; [6] – с. 116-132; [7] – с. 171 – 177; 190 - 191, [8] – с. 222-225

Лекція 5. Стійкість дисперсних систем та їх еволюція. Види стійкості дисперсних систем: термодинамічна, седиментаційна, фазова та поверхнева. Шляхи укрупнення частинок. Фактори стійкості. (презентація)

Література: [3]; [6] – с. 62 – 78; [7] – с. 79-85.

##### **Розділ 3. Поверхневий шар і поверхневі явища в дисперсних системах**

Лекція 6. Дисперсні системи та особливості поверхневих явищ. Роль об'єму та поверхні в фізико-хімічних властивостях матеріалів. Основні термодинамічні параметри поверхневого

шару. Геометричні параметри поверхні. Поверхневий натяг. Класифікація поверхневих явищ. Основи термодинаміки поверхневого шару. Внутрішня повна питома поверхнева енергія. Температурна залежність поверхневого натягу і повної внутрішньої поверхневої енергії. Самочинне зменшення поверхневої енергії та формування поверхневого шару. (презентація)

Література: [1] – с. 42 – 58; [2] – с. 30-42; [3] – с. 39-55.

Лекція 7. Вплив дисперсності на термодинамічні (фізико-хімічні) властивості дисперсних систем. Правило фаз Гіббса для дисперсних систем. Вплив дисперсності на внутрішній тиск, Поверхнева енергія та рівноважні форми тіл. Вплив дисперсності на термодинамічну реакційну здатність (на розчинність речовини, на рівновагу хімічної реакції, на температуру фазових переходів). Термодинаміка конденсаційного утворення нової фази, Кінетика конденсаційного утворення нової фази. Керування ступенем дисперсності.(презентація).

Література: [2] – с. 80-92; [6] – с. 62- 78; 79-95.

**Тематична контрольна робота 1** (перелік питань на тематичну контрольну роботу у Додатку А).

Лекція 8. Розмірні ефекти в дисперсних системах. Залежність властивостей дисперсних систем від розміру частинок (елементів структури). Розмірна залежність термодинамічних (термічних, кінетичних), електричних, магнітних, оптичних, механічних властивостей дисперсних матеріалів. (презентація)

Література: п. [1] 45-113; [2] с. 19-30; [6] с. 133-167;

Лекція 9. Взаємодія поверхонь з навколишнім середовищем. Адсорбція. Типи адсорбції. Фізична і хімічна адсорбція. Кількісна характеристика адсорбції. Одиниці вимірювання. Параметри системи, від яких залежить адсорбція. (презентація)

[Література: [2] - с. 30-42; [3] - с. 38-54; [4] - с. 59-67; [5].

Лекція 10. Поверхня поділу конденсованих фаз тверде тіло – рідина. Міжмолекулярна взаємодія в гетерогенних системах. Змочування. Розтікання. Крайовий кут змочування. Капілярний тиск. Тепло змочування. (презентація)

Література: [1] 63-100

Лекція 11. Змочування реальних і пористих твердих тіл. Вплив шорсткості. Розтікання та взаємодія рідини з поверхнею твердого тіла (презентація)

Література: [1] 75-101.

**Розділ 4. Поверхневі явища в процесах отримання порошків, композиційних матеріалів та нанесення покриттів**

Лекція 12. Роль поверхневих явищ в процесах отримання порошків та формуванні їх властивостей.. Поверхневі явища в процесах пресування порошків та спікання порошкових тіл, (презентація)

Література [1] – с.114-129.

Лекція 13. Поверхневі явища та міцність зв'язку в композиційних матеріалах. Міцність контакту твердих тіл різної фізико-хімічної природи. Типи зв'язків на поверхні поділу. Стабільність поверхні поділу. (презентація)

Література [2] – с.129-143.

**Розділ 5. Взаємодія поверхонь твердих тіл під час тертя.**

Лекція 14. Загальні відомості про тертя твердих тіл. Якість поверхонь тертя, Адгезійна взаємодія поверхонь твердих тіл. Структура та хімічний склад поверхонь тертя. Адгезійна взаємодія поверхонь твердих тіл. Вплив кристалографічної орієнтації на адгезійні властивості. Вплив чистоти поверхні на адгезійну взаємодію. (презентація)

Література [1] с.144-175; [6] с. 17-38; 46-51.

Лекція 15. Зношування твердих тіл під час фрикційної взаємодії. Режими зношування. Види зношування: адгезійне, абразивне, корозійне, ерозійне, кавітаційне, від втоми. (презентація)

Література: [1] с.176-198.

#### **Розділ 6. Експериментальні методи вивчення дисперсних систем та поверхні**

Лекція 16. Комплексний підхід до дослідження дисперсних матеріалів. Експериментальні методи дослідження структури та хімічного складу дисперсних матеріалів: рентгеноструктурний аналіз, електронна мікроскопія (сканувальна та просвічувальна електронна мікроскопія), польова іонна мікроскопія. сканувальна зондова мікроскопія, спектральні методи дослідження (презентація)

Література: [2] с. 139-145; [3] с. 181-185; [4] с. 139-145; [6] с. 94 – 100, 172 – 173; [10] с. 96, 127, 189, 254.

**Тематична контрольна робота 2 (перелік питань на тематичну контрольну роботу у Додатку А)**

Заняття 17. Атестація хімічного складу дисперсних матеріалів. Експериментальні методи визначення хімічного складу та структури поверхні. Спектральні методи дослідження (презентація)

Література: [4] с. 181-185; [7] с. 139-148; [9] с. 94-00, 172- 173, 199-201; [10] с. 96, 127, 189, 254.

Лекція 18. Атестація механічних властивостей. Методи механічних випробувань для визначення комплексу механічних властивостей дисперсних матеріалів на мікро- та нанорівні (методи індентування) (презентація)

Література: [5] – с. 186; [7] – с. –148-153; с. 171-180.

#### **5.2 Перелік тем практичних занять**

Заняття 1. Характеристика дисперсних систем. Основні кількісні характеристики роздрібності речовини: Характеристичний розмір, дисперсність, питома поверхня. Взаємозв'язок питомої поверхні та дисперсності (2 години).

Заняття 2. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем: тепловий рух, дифузія та їх кількісні характеристики (2 години).

Заняття 3. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем: седиментація та її кількісні характеристики. Дифузійно-седиментаційна рівновага (2 години).

Заняття 4. Поверхневі явища. Поверхнева енергія та поверхневий натяг. Повна поверхнева енергія. (2 години).

Заняття 5. Адгезія, змочування та розтікання. Крайовий кут змочування (2 години).

Заняття 6. Вплив розміру зерна на мікрodefекти в дисперсних матеріалах – об'єм границь зерен, потрібних стиків зерен, міжзеренного простору (2 години).

Заняття 7. Розмірна залежність кінетичних (дифузійних) властивостей в високодисперсних матеріалах (2 години).

Заняття 8. Розмірна залежність механічних властивостей (міцності та пластичності) у високодисперсних матеріалах (2 години).

Заняття 9. Захист практичної роботи № 8.

#### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 96 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем (35 годин);
- підготовці до 2-х тематичних контрольних робіт (4 години)

- підготовці до виконання практичних занять, аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1,5 години на 1 годину виконання практичних занять (27 годин);
- підготовці до підсумкової атестації – екзамену (30 годин).

## Політика та контроль

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

Система вимог, які ставляться перед студентами:

- Тему пропущеного лекційного заняття студент повинен опрацювати самостійно шляхом написання конспекту.
- Завдання пропущеного практичного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- У випадку пропуску заняття, коли виконується ТКР (тематична контрольна робота, студент одержує для самостійного виконання завдання, рівноцінне пропущеному.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Умовою допуску до практичних занять є наявність у студента написаного протоколу, який складається з: номерів та назви практичної роботи; мети практичної роботи; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення та умовні позначення.
- Перевірка правильності виконання завдань проводиться викладачем безпосередньо на занятті. Студенти можуть обробляти отримані на практичному занятті результати (виконувати розрахунки, аналіз одержаних результатів та формулювання висновків) самостійно вдома і надавати їх на перевірку викладачу на наступному занятті. За умови проведення практичних занять у дистанційному режимі оформлені протоколи практичних робіт із виконаними завданнями надсилаються викладачу на e-mail або в Telegram для перевірки упродовж тижня після останнього заняття за відповідною темою.
- Результати виконаних практичних робіт оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, таблицями, графіками, елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної форми навчання перевірка правильності виконання завдання здійснюється під час заняття дистанційно із використанням Telegram чату. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надсилається на e-mail викладача або в Telegram. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Перескладання тематичних контрольних робіт проводиться за взаємною домовленістю викладача та студента.
- Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням КПІ ім. Ігоря Сікорського відповідно до графіку перескладань, оприлюдненому на сайті НН ІМЗ ім. Є.О. Патона
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Звіти з практичних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.



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

### **Поточний контроль:**

- Виконання та захист звітів з практичних робіт, усього максимально 40 балів (5 б. × 8), мінімально – 24 балів (3 б. × 8). Оцінюється самостійність виконання роботи, грамотність в оформленні та правильність виконання.

Критерії оцінювання та кількість балів за практичні роботи:

- робота виконана правильно та самостійно та звіт зданий з першого разу (відмінно) – 5 балів;
- робота виконана самостійно, але є неточності у розрахунках та оформленні (добре) – 4 бали;
- робота виконана самостійно, але є помилки у розрахунках та оформленні неповні відповіді на запитання (задовільно) – 3 бали;
- робота виконана несамостійно, є помилки у розрахунках та оформленні, незадовільні відповіді на запитання – 2 бали і менше.

До кожної практичної роботи студент повинен підготувати протокол, який складається із: номера; назви; мети; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення та умовні позначення; порядок виконання.

На занятті студенти після опитування допускаються до виконання практичної роботи. Після чого викладач проводить ознайомлення студентів із алгоритмом проведення практичної роботи та студенти виконують її. У продовж тижня студенти дооформлюють протокол практичної роботи відповідно до вимог завдання і на наступному занятті її захищають

- **МКР** розбита на 2 Тематичні контрольні роботи (ТКР), які проводяться у вигляді тестів на 7-му та 14-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожну ТКР 5 балів, всього складає 10 балів за семестр. Мінімальна позитивна оцінка за МКР 3 бали, всього 6 балів. Бали знижуються за неповні та неправильні відповіді.

Критерії оцінювання та кількість балів за ТКР.

- повна відповідь – 5 балів;
  - неповна відповідь – 4 бали;
  - неповна відповідь з неточностями – 3 бали;
  - незадовільна відповідь – 2 бали. і менше
- **Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр на 7-8 та 14-15 тижні, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт № 1-3 (мінімальна позитивна оцінка 3 бали за кожну роботу, всього 9 балів за три роботи) та МКР № 1 (мінімальна позитивна оцінка 3 бали) і сумарна мінімальна позитивна оцінка 12 балів. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №№ 4–7 (мінімальна позитивна оцінка 12 балів за 4 роботи) та МКР № 2 (мінімальна позитивна оцінка 3 бали) і сумарна мінімальна позитивна оцінка 15 балів.

- **Семестровий контроль:** екзамен, проводиться у письмовій, усній або змішаній формі, у кожному білеті три питання.

Умови допуску до семестрового контролю (мінімальний стартовий рейтинг): семестровий рейтинг не менше 30 балів за умови виконання усіх практичних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Тематичні контрольні роботи не менше 6 (ТКР № 1 не менше 3 балів; ТКР № 2 не менше 3 балів).
- Захист звітів з практичних робіт не менше 24 балів (3 б. × 8).

Відповіді на екзамені оцінюється за 50-бальною шкалою, яка складається з балів, які студент отримує за відповіді на питання білету (максимально 15 балів за кожне питання

білету; кожен білет складається з 3-х питань) та надання відповіді на 1 додаткове питання (максимально 5 балів). Тобто,  $15 \text{ б.} \times 3 + 5 \text{ б.} = 50 \text{ балів}$ .

Критерії оцінювання відповідей на питання білету на екзамені та кількість балів:

- 14-15 балів – повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації), студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу;
- 11-13 балів – достатньо повна відповідь (не менше 80-85 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу;
- 9-10 балів – неповна відповідь (але не менше 60 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань;
- менше 9 балів – незадовільна відповідь, незадовільне знання теорії (менше 60 % потрібної інформації) та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань, відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді, за неповну відповідь, за неточності, за неправильне використання термінів.

#### Критерії оцінювання відповіді на додаткове питання:

- 5 балів – повна відповідь;
- 4 бали – достатньо повна відповідь;
- 3 бали – неповна відповідь;
- менше 2 балів – незадовільна відповідь.

Загальна кількість балів за відповідь на екзамені визначається шляхом підсумовування балів за відповіді на питання екзаменаційного білету та балів за відповідь на додаткове питання.

Рейтинг з дисципліни (РД) враховує роботу студента протягом семестру (стартові бали, максимальна 50 б., мінімальна 30 б.) та рівень знань і навичок, виявлених ним на екзамені (максимально 50 б., мінімальна 30 б.). Після оцінювання відповідей на екзамені підсумовуються стартові бали та бали за екзамен, зводяться до рейтингової оцінки та переводяться до оцінок за університетською шкалою (табл.).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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)

- Перелік питань на 1 та 2 тематичні контрольні роботи знаходиться в Додатку А
- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (екзамен) знаходиться в Додатку Б.
- Практичні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ННІМЗ ім. Є. О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів.
- Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути Perezархований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість Perezарховання (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин

*визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті".*

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

**Складено: професором кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, доктором технічних наук, професором, Юрковою Олександрою Іванівною**

**Ухвалено: Кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії  
(протокол № 16 від 21.06.2023)**

**Погоджено: Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О.Патона (протокол № 12/23 від 28 червня 23 р.)**

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ,  
які виносяться на тематичні контрольні роботи

Тематична контрольна робота 1:

1. Загальна характеристика дисперсних систем. Ознаки дисперсних систем, основні визначення та особливості. Наведіть приклади дисперсних систем.
2. Які характеристики є кількісною мірою роздрібненості речовини?
3. Надайте визначення дисперсності, питомої поверхні. Одиниці вимірювання.
4. Від чого залежить площа питомої поверхні? Як геометрія частинок дисперсної фази впливає на площу питомої поверхні?
5. За якими основними ознаками класифікують дисперсні системи?
6. Класифікація дисперсних систем. Надати приклади.
7. Класифікація дисперсних систем в залежності від розміру елементів/частинок дисперсної фази, за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, за взаємодією між частинками, за міжфазною взаємодією, за топологічними ознаками.
8. Чим обумовлено різноманіття дисперсних систем?
9. Які методи диспергування матеріалів Ви знаєте?
10. Молекулярно-кінетичні явища в дисперсних системах. Надайте їх характеристику.
11. Яка природа броунівського руху частинок? Як характеризувати інтенсивність броунівського руху частинок?
12. Надайте визначення дифузії. Чи є процес дифузії оборотним і яким чином можливо повернення системи у вихідний стан? Що є рушійною силою процесу дифузії? Чим обумовлена дифузія? Який напрям має дифузія?
13. Фізична сутність коефіцієнту дифузії. Як розрахувати розмір частинок за коефіцієнтом дифузії?  
Який зв'язок між середнім зсувом частинки та коефіцієнтом дифузії?
14. Надайте визначення седиментації. Коли відбувається седиментація? Як використовують явище седиментації?
15. На якому фізичному принципі засновано метод седиментаційного аналізу? З якою метою використовують ультрацентрифуги? Для яких систем застосовується седиментаційний аналіз у відцентровому полі, а для яких в гравітаційному?
16. Які сили діють на частинки, що осідають в процесі седиментації? Чому процеси дифузії та седиментації є конкуруючими?
17. Від чого залежить швидкість седиментації? Як можна прискорити седиментацію?
18. Що таке дифузійно-седиментаційна рівновага? Яким законом характеризується? В яких системах встановлюється седиментаційно-дифузійна рівновага?
19. В чому полягають відмінності структури поверхневого шару від структури внутрішнього об'єму? В чому причина виникнення надлишкової енергії поверхневого шару?
20. Надайте поняття поверхневого натягу як термодинамічної функції. Термодинамічний вираз для величини  $\sigma$ . Надайте силове та енергетичне визначення поверхневого натягу.
21. Пояснить, за рахунок чого виникає поверхневий натяг. Які сили відповідають за його виявлення?
22. Правило фаз Гіббса для дисперсних та наносистем. В чому різниця з класичним правилом фаз Гіббса?
23. Яка форма тіла є найбільш термодинамічно стійкою? Принцип Гіббса-Кюрі. Принцип Гіббса-Кюрі для рідини. Яка форма є термостабільною для монокристала? Константа Вульфа.
24. Керування ступенем дисперсності: як отримати ультрадисперсні системи, грубодисперсні, полі- та монодисперсні системи?

## Тематична контрольна робота 2:

1. Розмірна залежність (розмірний ефект) фізико-хімічних властивостей дисперсних систем. Як змінюються властивості матеріалів при подрібненні?
2. Для яких розмірів елементів структури розмірна залежність властивостей дисперсних систем проявляється найбільш інтенсивно? Чому?
3. Чи змінюються властивості матеріалу зі збільшенням ступеню роздробленості і чому?
4. З чим пов'язані розмірні ефекти (залежності) в наносистемах? Чому виникають розмірні ефекти?
5. Вплив дисперсності (розмірна залежність) на термічні властивості матеріалів.
6. Вплив розміру кристалітів на термодинамічні властивості матеріалів.
7. Вплив розміру кристалітів на реакційну та дифузійну здатність і каталітичну активність матеріалів.
8. Вплив дисперсності на механічні властивості матеріалів: розмірна залежність характеристик міцності та пластичності.
9. Надайте визначення адгезії та когезії. Наведіть їх кількісні характеристики.
10. Робота адгезії для двох твердих тіл. Робота адгезії рідини. Робота когезії.
11. Що таке змочування? Що таке крайовий кут змочування?
12. Закон (рівняння) Юнга, Дюпре, Юнга-Дюпре. Для чого вони використовуються?
13. Яким критерієм визначається ступінь змочування?
14. Охарактеризуйте умови змочування та незмочування, а також пояснить, в якому випадку може спостерігатися необмежене розтікання.
15. Що таке капілярний тиск? Які величини впливають на висоту капілярного підняття рідини?
16. В якому випадку в капілярі спостерігається увігнутий, а в якому опуклий меніск?
17. Які процеси, що відбуваються на межі розділу конденсованих фаз з повітрям, можуть викликати зниження енергії гетерогенної системи?
18. Що називають адсорбцією? Які речовини називаються "адсорбентами" та "адсорбтивами"?
19. В яких одиницях вимірюється адсорбція? Типи адсорбції та їх характеристика.
20. Які величини використовують для кількісного опису адсорбції? Що таке робота адсорбції?
21. Чим відрізняється хемосорбція від фізичної адсорбції?
22. Методи отримання дисперсних матеріалів. Класифікація основних методів отримання дисперсних матеріалів за структурою (розмір елементів структури, разорієнтуванням границь розділу)..
23. Порошкова технологія отримання ультрадисперсних матеріалів. Методи отримання дисперсних матеріалів: методи порошкової металургії. Методи консолідації порошків.
24. Методи отримання об'ємних ультрадисперсних матеріалів: методи інтенсивної пластичної деформації.
25. Методи поверхневої інтенсивної деформації, особливості методів, особливості структури.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ,  
які виносяться на семестровий контроль

1. Загальна характеристика дисперсних систем. Ознаки дисперсних систем, основні визначення, особливості. Наведіть приклади дисперсних систем.
2. Кількісні характеристики дисперсності.
3. Які характеристики є кількісною мірою роздрібненості речовини?
4. Надайте визначення дисперсності. Одиниці вимірювання.
5. Що таке площа питомої поверхні або «питома поверхня»? Яким чином визначається «питома поверхня», одиниці вимірювання?
6. Від чого залежить площа питомої поверхні? Як геометрія частинок
7. дисперсної фази впливає на площу питомої поверхні?
8. За якими основними ознаками можна провести класифікацію дисперсних систем?
9. Класифікація дисперсних систем за структурою. Надати приклади.
10. Класифікація дисперсних систем в залежності від розміру частинок дисперсної фази.
11. Класифікація дисперсних систем по виду (геометричної формі) дисперсної фази?
12. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища. Чим обумовлено різноманіття дисперсних систем?
13. Скільки та яких комбінацій агрегатного стану дисперсної фази та дисперсійного середовища існує? Навести приклади.
14. Які методи диспергування матеріалів Ви знаєте?
15. Які властивості дисперсних систем відносять до молекулярно-кінетичних? Надайте їх характеристику.
16. Яка природа броунівського руху частинок? Як характеризувати інтенсивність броунівського руху частинок?
17. Надайте визначення дифузії. Чи є процес дифузії оборотним і яким чином можливо повернення системи у вихідний стан?
18. Що є рушійною силою процесу дифузії? Чим обумовлена дифузія? Який напрям має дифузія?
19. Фізична сутність коефіцієнту дифузії. Як розрахувати розмір частинок за коефіцієнтом дифузії?
20. Який зв'язок між середнім зсувом частинки та коефіцієнтом дифузії?
21. Надайте визначення седиментації. Коли відбувається седиментація? Як використовують явище седиментації?
22. На якому фізичному принципі засновано метод седиментаційного аналізу? З якою метою використовують ультрацентрифуги? Для яких систем застосовується седиментаційний аналіз у відцентровому полі, а для яких в гравітаційному?
23. Які сили діють на частинки, що осідають в процесі седиментації?
24. Чому процеси дифузії та седиментації є конкуруючими?
25. Від чого залежить швидкість седиментації? Як можна прискорити седиментацію?
26. Що таке дифузійно-седиментаційна рівновага? Яким законом характеризується? В яких системах встановлюється седиментаційно-дифузійна рівновага?
27. В чому полягають відмінності структури поверхневого шару від структури внутрішнього об'єму? В чому причина виникнення надлишкової енергії поверхневого шару?
28. Надайте поняття поверхневого натягу як термодинамічної функції. Термодинамічний вираз для величини  $\sigma$ .
29. Надайте силове та енергетичне визначення поверхневого натягу.
30. За рахунок чого виникає поверхневий натяг. Які сили відповідають за його виявлення?

31. Правило фаз Гіббса для дисперсних систем. В чому різниця з класичним правилом фаз Гіббса?
32. Яка форма тіла є найбільш термодинамічно стійкою? Принцип Гіббса-Кюрі.
33. Принцип Гіббса-Кюрі для рідини. Яка форма є термостабільною для монокристала? Константа Вульфа.
34. Керування ступенем дисперсності: як отримати ультрадисперсні та наносистеми, грубодисперсні, полі- та монодисперсні системи?
35. Розмірна залежність (розмірний ефект) фізико-хімічних властивостей дисперсних систем. Як змінюються властивості матеріалів при подрібненні до нанорозмірів?
36. Для яких розмірів елементів структури розмірна залежність властивостей наносистем проявляється найбільш інтенсивно? Чому?
37. Чи змінюються властивості матеріалу зі збільшенням ступеню роздробленості і чому?
38. З чим пов'язані розмірні ефекти (залежності) в дисперсних системах?
39. Вплив дисперсності (розмірна залежність) на термічні властивості матеріалів.
40. Вплив розміру кристалітів на термодинамічні властивості матеріалів.
41. Вплив розміру кристалітів на реакційну та дифузійну здатність і каталітичну активність.
42. Вплив дисперсності на механічні властивості матеріалів: розмірна залежність характеристик міцності та пластичності.
43. Надайте визначення адгезії та когезії. Наведіть їх кількісні характеристики.
44. Робота адгезії для двох твердих тіл. Робота адгезії рідини. Робота когезії.
45. Що таке змочування? Що таке крайовий кут змочування?
46. Закон (рівняння) Юнга, Дюпре, Юнга-Дюпре. Для чого вони використовуються?
47. Яким критерієм визначається ступінь змочування?
48. Охарактеризуйте умови змочування та незмочування, а також пояснить, в якому випадку може спостерігатися необмежене розтікання.
49. Що таке капілярний тиск? Які величини впливають на висоту капілярного підняття рідини?
50. В якому випадку в капілярі спостерігається увігнутий, а в якому опуклий меніск?
51. Які процеси, що відбуваються на межі розділу конденсованих фаз з повітрям, можуть викликати зниження енергії гетерогенної системи?
52. Що називають адсорбцією? Які речовини називаються "адсорбентами" та "адсорбтивами"?
53. В яких одиницях вимірюється адсорбція? Типи адсорбції та їх характеристика.
54. Які величини використовують для кількісного опису адсорбції? Що таке робота адсорбції?
55. Чим відрізняється хемосорбція від фізичної адсорбції?
56. Методи отримання дисперсних матеріалів. Класифікація основних методів отримання дисперсних матеріалів за структурою (розмір елементів структури, розорієнтуванням границь розділу)..
57. Порошкова технологія отримання ультрадисперсних матеріалів. Методи отримання дисперсних матеріалів: методи порошкової металургії. Методи консолідації нанопорошків.
58. Методи отримання об'ємних ультрадисперсних матеріалів: методи інтенсивної пластичної деформації.
59. Методи поверхневої інтенсивної деформації, особливості методів, особливості структури.
60. В чому полягає комплексний підхід до дослідження дисперсних матеріалів. Методи дослідження структури дисперсних матеріалів.
61. Призначення методів скануючої електронної мікроскопії (СЕМ)?
62. Які задачі вирішують спектральні методи дослідження (ВІМС, ЕОС, РОР, ЯГР)?
63. Які задачі вирішують методами скануючої зондової мікроскопії (АСМ та СТМ)?
64. Які задачі вирішують методами польової іонної мікроскопії?
65. Які задачі вирішують методами СЕМ?

66. Призначення методів просвічувальної електронної мікроскопії (ПЕМ) та просвічувальної електронної мікроскопії високої роздільної здатності (ВРПЕМ).
67. Призначення методів рентгеноструктурного аналізу.
68. Які механічні характеристики наноматеріалів можна визначити методами індентування?