

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**  
**Кафедра фізичного матеріалознавства**



**СИЛАБУС**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Термодинамічні процеси в матеріалознавстві»**

Освітня програма: **Матеріалознавство**

Спеціальність: **132 Матеріалознавство**

Галузь знань: **13 Механічна інженерія**

Ступінь вищої освіти: **третій (освітньо – науковий) рівень**

м. Запоріжжя – 2022

| 1. Загальна інформація                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Назва дисципліни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Термодинамічні процеси в матеріалознавстві                                                                                                                                                                            |
| Рівень вищої освіти                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | третій (освітньо – науковий) рівень                                                                                                                                                                                   |
| Викладач                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Гіржон Василь Васильович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри «Фізичне матеріалознавство»<br>Ольшанецький Вадим Юхимович, доктор технічних наук, професор кафедри «Фізичне матеріалознавство» |
| Контактна інформація викладача                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Гіржон В.В. Телефон викладача: +380(67) 723 9560<br>E-mail викладача: vgirzhon@gmail.com<br>Аудиторія: 169<br>Ольшанецький В.Ю<br>Телефон викладача: +38(050)5773153<br>Аудиторія: 169                                |
| Обсяг дисципліни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4 кредити, 120 годин, (лекції - 40 годин, самостійна робота - 80 годин)<br>вид контролю - екзамен                                                                                                                     |
| Консультації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Згідно з графіком консультацій                                                                                                                                                                                        |
| 2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
| Для оволодіння курсом необхідно знати основні закони термодинаміки, фазові рівноваги, фізична хімія, фізика конденсованого стану тощо. Вміти формулювати основні положення і закони фізичної хімії, фізики та матеріалознавства та застосовувати їх розв’язання проблем. Володіти елементарними навичками пошуку та аналізу інформації, опрацювання спеціалізованої літератури.                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. Характеристика навчальної дисципліни                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                       |
| Вивчаючи дисципліну «Термодинамічні процеси в матеріалознавстві», здобувачі поглиблюють власні знання з різних дисциплін матеріалознавства та одержують досвід аналізу фазових перетворень, кінетики зародження і росту фаз та процесів формування матеріалів із заданими властивостями. Також здобувачі навчаються використовувати отримані знання для вибору термодинамічних умов для розробки новітніх технологічних процесів синтезу матеріалів та з’ясування фізико-хімічної природи отримання нових властивостей. |                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Інтегральна компетентність:</b><br>Здатність генерувати нові ідеї, розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності у сфері механічної інженерії, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |

також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

**Загальні компетентності:**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК05. Формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.

**Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

СК01. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоко розуміти англійськомовні наукові тексти за напрямом досліджень;

СК02. Здатність виявляти та вирішувати проблеми дослідницького характеру, ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в механічній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, проявляти лідерство під час їх реалізації

СК03. Здатність оцінювати властивості функціональних матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених методів та моделей

СК04. Здатність на основі фундаментальних та спеціальних знань проектувати та створювати нові функціональні матеріали

СК06. Здатність до розробки нових технологічних процесів виготовлення, обробки та відновлення виробів з урахуванням їх імовірнісних властивостей

**Очікувані програмні результати навчання:**

РН02. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема сучасні бібліографічні і реферативні бази даних, наукометричні платформи, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури.

РН04. Знати закономірності керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення, фізико-хімічними процесами в матеріалах (у тому числі наноматеріалах) для створення матеріалів із заданими структурами та властивостями.

РН06. Знати основні тенденції, напрями та перспективи створення нових матеріалів різної природи, основ сучасних методів виробництва конструкційних, інструментальних та функціональних матеріалів, біокомпозитів, матеріалів з відновлювальних джерел.

**4. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Дисципліна «Термодинамічні процеси в матеріалознавстві» призначена для поглиблення розуміння принципів термодинаміки та кінетики в застосуванні до сталей і сплавів. Курс охоплює такі теми, як термодинамічні процеси, фазові діаграми, термодинамічні властивості матеріалів, дифузія та різні кінетичні процеси, які контролюють мікроструктуру та властивості матеріалів.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>5. Завдання вивчення дисципліни</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>Узагальнення системного уявлення про особливості будови твердих тіл; вивчення інформації про кристалохімічні особливості взаємодії атомів у ґратках; засвоєння матеріалу щодо природи дифузійних процесів у кристалічних тілах та методів їх описання.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p style="text-align: center;"><b>6. Зміст навчальної дисципліни</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><i>В структурному плані зміст навчальної дисципліни поділяється на два змістовних модулі:</i></p> <p><b>Змістовий модуль 1. Термодинаміка процесів – 60 години</b></p> <p><i>Розділ 1. Вступ до термодинаміки (4 години).</i> Основні поняття та закони термодинаміки. Функції стану та їх застосування</p> <p><i>Розділ 2. Ентальпія, ентропія та вільна енергія Гіббса (16 годин).</i> Ентальпія та її використання в матеріалознавстві. Ентропія та її значення в матеріалознавстві. Вільна енергія Гіббса та її роль у фазових рівновагах. Застосування термодинамічних даних до обробки та проектування матеріалів.</p> <p><i>Розділ 3. Фазові рівноваги (16 годин).</i> Вступ до фазових діаграм та їх інтерпретація. Бінарні та потрійні фазові діаграми. Термодинамічні основи фазових перетворень. Застосування в обробці та дизайні матеріалів.</p> <p><i>Розділ 4. Хімічна термодинаміка (12 годин).</i> Хімічні реакції та їх термодинаміка. Застосування термодинаміки до електрохімії та корозії</p> <p><i>Розділ 5. Статистична термодинаміка (12 годин).</i> Вступ до статистичної термодинаміки, включаючи розрахунок термодинамічних властивостей дефектів і поверхонь. Застосування в матеріалознавстві, включаючи прогнозування коефіцієнтів дифузії, розрахунок фазової стабільності та розуміння механічної взаємодії.</p> <p><b>Змістовий модуль 2. Кінетика процесів – 60 годин</b></p> <p><i>Розділ 6. Дифузія та масоперенос (16 годин).</i> Вступ до дифузії та масопереносу в сталях і сплавах. Закони Фіка та їх застосування до дифузії в сталях і сплавах. Фактори, що впливають на дифузію і масоперенос, такі як температура, тиск і склад. Застосування до обробки та дизайну матеріалів, включаючи прогнозування коефіцієнтів дифузії та вибір умов обробки для отримання бажаних мікроструктур і властивостей.</p> <p><i>Розділ 7. Зародження та зростання (16 годин).</i> Вступ до зародження і росту кристалів в сталях і сплавах, включаючи термодинаміку і кінетику зародження. Кінетика зародження і її термодинамічна основа, включно із розрахунком швидкостей зародження і впливом атомів розчиненої речовини. Кінетика росту та її роль в еволюції мікроструктури, включаючи ефекти дифузії та осадження. Застосування в обробці та дизайні матеріалів, у тому числі і контроль мікроструктури та властивостей за допомогою термічної обробки та дизайну сплавів</p> |

*Розділ 8. Твердотільні перетворення (16 годин).* Вступ до твердофазних перетворень в сталях і сплавах. Кристалографія твердофазних перетворень, включаючи визначення режимів перетворень і кристалографічних взаємозв'язків між фазами. Застосування в обробці та проектуванні матеріалів, разом з контролем мікроструктури та впливу термічної обробки на властивості при проектуванні сплавів.

*Розділ 9. Кінетика механічних процесів (12 годин).* Вступ до механічних процесів, включно із деформацією та руйнуванням в сталях і сплавах. Кінетика пластичної деформації, включаючи теорію дислокацій та механізми деформації. Кінетика втоми та руйнування.

## **7. Самостійна робота**

Самостійна робота – це вид розумової діяльності, за якої студент самостійно (без сторонньої допомоги) опрацьовує в кожному змістовному модулі перелік тем та на основі опрацювання інформаційних джерел веде пошук відповідей на існуючі питання.

Головною метою самостійної роботи є засвоєння навчального матеріалу, розвиток у здобувачів когнітивного мислення і формування у них свідомості.

Самостійна робота здобувачів вищої освіти є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від аудиторних навчальних занять час. Навчальний час, відведений для самостійної роботи здобувачів, регламентується робочим навчальним планом.

Самостійна робота здобувачів передбачає виступи на наукових конференціях (друковані тези); участь у Інтернет-конференціях; реферат з теми (модуля) або вузької проблематики; написання есе, творчих завдань тощо.

Рівень виконання здобувачами самостійної роботи враховується при виставленні підсумкової оцінки за змістовими модулями навчальної дисципліни.

Здобувачі вищої освіти мають змогу отримати завдання та завантажити свої напрацювання в систему дистанційного навчання (moodle) НУ «Запорізька політехніка» (<https://moodle.zp.edu.ua/>).

Консультативна допомога здобувачам вищої освіти надається у таких формах:

особистої зустрічі викладача і здобувача за графіком консультацій;

відеоконференцій на платформі zoom (особиста або колективна);

листування за допомогою електронної пошти;

відеозустріч, аудіоспілкування або у месенджерах (за графіком консультацій викладача);

спілкування по телефону (крім вихідних та святкових днів).

## **8. Система та критерії оцінювання курсу**

### **Засоби оцінювання**

Для реалізації перевірки знань, залежно від форми контролю, використовують такі методи, як усне, письмовий контроль (перевірка виконаних групою

модульних контрольних робіт), тестовий контроль (перевірка тестів) письмово або ж за допомогою комп'ютерних технологій.

Підсумковий контроль з освітнього компонента здійснюється у формі екзамену.

### Критерії оцінювання

| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |    |    |                      |    |    |    | Сума |
|-----------------------------------------|----|----|----|----|----------------------|----|----|----|------|
| Змістовий модуль №1                     |    |    |    |    | Змістовий модуль № 2 |    |    |    |      |
| T1                                      | T2 | T3 | T4 | T5 | T6                   | T7 | T8 | T9 | 100  |
| 5                                       | 10 | 10 | 10 | 15 | 15                   | 15 | 10 | 10 |      |

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

## 9. Політика курсу

### Політика щодо дедлайнів та перескладання:

- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- самостійна робота включає в себе самостійне опрацювання питань, що стосуються тем лекційних занять, які не викладені під час занять або ж були розглянуті коротко, їх поглиблене опрацювання за рекомендованою літературою, а також виконання практичних завдань з метою закріплення теоретичного матеріалу;
- індивідуальну роботу студент виконує самостійно, відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;
- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни за графіком визначеним викладачем;
- здобувачі вищої освіти мають право отримати оцінку за залік автоматично – у випадку, якщо впродовж семестру набрали від 60-100 балів;
- здобувачі вищої освіти, після завершення аудиторних занять, мають право підвищити свою оцінку лише під час складання заліку (підсумкового оцінювання) за графіком екзаменаційної сесії.

### Політика щодо відвідування:

- відвідування занять (лекцій, практичних занять) є обов'язковим компонентом навчання;
- з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, індивідуальний графік, карантин) навчання може відбуватись у дистанційному режимі. За погодженням із керівником курсу студент може презентувати виконані завдання під час консультацій;
- здобувач зобов'язаний дотримуватися термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

**Політика щодо проведення аудиторних занять.** Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, брати активну участь в обговоренні запропонованих питань, висловлюючи та відстоюючи власну думку, виказуючи повагу та толерантність до чужої думки. Мобільні пристрої можна використовувати під час проведення аудиторних занять лише з дозволу викладача. За «гострої» потреби дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

**Політика щодо академічної доброчесності** спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності визначених Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізької політехніки» від 29.06.2021 р. (Див. URL: [https://zp.edu.ua/uploads/dept\\_nm/Nakaz\\_N253\\_vid\\_29.06.21.pdf](https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf)).

**Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.** Обмін персональними даними між викладачем і здобувачем вищої освіти в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (Див. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>).