



## **СИЛАБУС**

### **обов'язкової навчальної дисципліни МЕТАЛОЗНАВСТВО**

Обсяг освітнього компоненту (5 кредитів/ 150 годин)

Освітня програма «Прикладне матеріалознавство»  
першого рівня вищої освіти  
Спеціальність – 132 «Матеріалознавство»

## **ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА**



**Кононенко Юлія Іванівна, старший викладач  
кафедри фізичного матеріалознавства**

**Контактна інформація:**

номер телефону +380 (98) 96-85-404

e-mail [juliakon7335@gmail.com](mailto:juliakon7335@gmail.com)

1й (головний) навчальний корпус, аудиторія 169

**Час і місце проведення консультацій:**

згідно з графіку консультацій

## **ОПИС КУРСУ**

Метали та їхні сплави широко використовуються в практичній діяльності людини. Їхнє раціональне використання засноване на знанні природи таких матеріалів, методів обробки, зв'язку структури із властивостями та способів безпосереднього використання в деталях та інструментах. Подібного роду знання необхідні в практичній діяльності технічних фахівців в галузі фізичних наук і техніки, техніків-технологів тощо. «Металознавство» - прикладна наука, що вивчає будову, властивості металів, встановлює зв'язок між хімічним складом, структурою та властивостями металевих матеріалів, а також закономірності зміни структури та властивостей під впливом зовнішніх факторів.

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

1. Метою вивчення дисципліни є розуміння закономірностей будови структури металів і сплавів, які визначаються хімічним складом, кінетикою фазових перетворень та діаграмами стану; з'ясування основних



закономірностей структуроутворення в процесі первинної кристалізації, питань формування структури металевих матеріалів при пластичній деформації тиском та зміни їх структури і властивостей після нагрівання; встановлення зв'язку між хімічним складом, структурою, властивостями та застосуванням залізовуглецевих сплавів; вивчення впливу легувальних елементів на структуру легованих сталей в умовах рівноваги та властивості сплавів.

2. Згідно з вимогами освітньої програми здобувачі повинні у результаті вивчення цієї навчальної дисципліни отримати такі компетентності:

**Загальні компетентності:**

K3.05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

K3.06. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

K3.07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K3.08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K3.14. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

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

КС.01. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.

КС.02. Здатність продемонструвати розуміння проблем якості матеріалів та виробів.

КС.03. Здатність продемонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в галузі матеріалознавства.

КС.04. Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства.

КС.05. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.

КС.07. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства.

КС.08. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів.

КС.09. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.



КС.10.Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань.

КС16.Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації.

КС17.Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.

КС18.Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізики твердого тіла, фазових рівноваг для розуміння процесів формування структури і властивостей матеріалів, прогнозування їх експлуатаційних характеристик та розробки новітніх технологій виробництва перспективних матеріалів.

### **Програмні результати навчання:**

РН2. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

РН10. Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства.

РН12. Знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі мати певну обізнаність в їх останніх досягненнях.

РН13. Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення.

РН29. Вміння використовувати залежність між будовою, структурою і властивостями металевих, неметалевих матеріалів, режимів їх термічної обробки для отримання необхідних показників якості виробів відповідно до умов експлуатації в будівельній, машинобудівній та аерокосмічній галузі.

## **ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Для успішного вивчення дисципліни «Металознавство» студент повинен мати базові знання з фізики, хімії, механіки, основ будови металів, дефектів кристалічної будови.

## **ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ**



Таблиця 1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, год.	Теми лабораторних/практичних робіт або семінарів, год.
1	2	3
<b>Змістовий модуль 1 Закономірності формування структури металевих матеріалів</b>		
1-6	Лк №1 Вступ. Будова металів та сплавів. Металографічні методи дослідження. (2 год.) Лк №2. Кристалізація металів. (2 год.) Лк №3. Вплив пластичної деформації та рекристалізації на структуру та властивості сталі.. (2 год.) Лк №4. Вплив пластичної деформації та рекристалізації на структуру та властивості сталі.. (2 год.) Лк №5. Вплив пластичної деформації та рекристалізації на структуру та властивості сталі.. (2 год.) Лк №6. Теорія будови сплавів. Фази в металевих системах. (2 год.)	Лр. № 1. «Виготовлення металографічних шліфів», (2 год.) Лр. № 2. «Макроскопічний метод дослідження металів та сплавів», (2 год.) Лр. № 3. «Мікроскопічний метод дослідження металів та сплавів», (2 год.) Лр. № 4. «Кількісний металографічний аналіз металів та сплавів», (2 год.) Лр. № 5. «Вивчення процесу первинної кристалізації», (2 год.) Лр. № 6. «Вплив холодної пластичної деформації та рекристалізації на структуру і властивості сталі», (4 год.)
<b>Змістовий модуль 2 Залізо та сплави на його основі. Леговані сталі</b>		
7-12	Лк №7. Залізо та його сплави. Вуглецеві сталі.. (2 год.) Лк №8. Залізо та його сплави. Вуглецеві сталі.. (2 год.) Лк №9. Залізо та його сплави. Вуглецеві сталі.. (2 год.) Лк №10. Особливості мікроструктур сталей.. (2 год.) Лк №11. Високовуглецеві сплави, чавуни.. (2 год.) Лк №12. Високовуглецеві сплави, чавуни. (2 год.)	Лр. № 7. «Залізовуглецеві сплави. Мікроскопічне дослідження відпалених вуглецевих сталей.», (6 год.) Лр. № 8. «Вивчення особливостей мікроструктур сталей», (2 год.) Лр. № 9. «Вивчення структури та властивостей чавунів», (4 год.)
13-15	Лк №13. Леговані сталі.. (2 год.) Лк №14. Леговані сталі.. (2 год.) Лк №15. Леговані сталі.. (2 год.)	Лр. № 10. «Вивчення структури, властивостей та призначення легованих сталей», (4 год.)

## САМОСТІЙНА РОБОТА

Таблиця 2 – Загальний тематичний план самостійної роботи

Номер тижня	Назва теми	Кількість годин
1-2	Загальні відомості про фізико-механічні властивості металів та сплавів. Металографічні методи дослідження. Макроскопічний та мікроскопічний метод дослідження. Кількісна металографія.	2
	Будова рідких металів. Поняття ближнього і дальнього порядку. Термодинаміка та кінетика первинної кристалізації, криві охолодження при твердінні металу. Основні параметри кристалізації.	3



	Гомогенна самодовільна кристалізація. Зміна вільної енергії при кристалізації та утворенні зародків критичного розміру. Зв'язок між швидкістю та ступенем переохолодження. Розмір зерна.	4
	Гетерогенна (несамодовільна) кристалізація. Роль вкраплень та стінок форми при зародженні кристалів. Форма та будова кристалів. Дендритна кристалізація. Концентраційне переохолодження. Модифікування, його роль. Будова зливків СП, КП, транскристалізація. Дефекти, які виникають при кристалізації.	4
	Види ліквідації, методи усунення, вплив на будову та властивості металу.	1
	Неметалеві вкраплення, методи виявлення, ідентифікація.	2
3-5	Пружна та пластична деформація. Деформація ковзанням і двійникуванням. Системи ковзання в ґратках металів. Дислокаційний механізм ковзання при пластичній деформації. Джерело Франка-Ріда.	4
	Особливості деформації моно- та полікристалів. Зміни структури при пластичній деформації. Утворення текстур деформації. Властивості холоднодеформованого металу.	3
	Основні процеси, що відбуваються при нагріванні (відпочинок, полігонізація, первинна і збиральна рекристалізація).	5
	Поняття вторинної рекристалізації. Зміна структури та властивостей при нагріванні холоднодеформованих металів.	3
	Критичний ступінь деформації. Розмір зерна після рекристалізації.	2
	Холодна, тепла і гаряча деформація металів. Структурні зміни під час гарячої деформації металів.	2
6	Формування структури у твердому стані. Будова твердих фаз. Тверді розчини заміщення, втілення і вилучення. Фактори, які впливають на розчинність у твердому стані. Основні групи проміжних фаз: електронні сполуки (фази Юм-Розері), фази втілення (карбіди, нітриди), сигма-фази, Лавеса, фази нікель-арсенидного типу. Упорядковані тверді розчини.	3
	Роль дефектів при структуроутворенні. Самодифузія і гетеродифузія. Основні механізми дифузії. Блочна структура зерна. Будова меж зерен і блоків. і зерен. Ріст зерна при нагріванні. Поліморфні перетворення.	2
7-12	Компоненти в системі «залізо-вуглець». Технічне чисте залізо (його поліморфізм, властивості та значення для промисловості). Вуглець, його поліморфні модифікації, їх властивості. Будова та властивості цементиту. Характеристика фаз та структурних складових, їх властивості. Значення діаграми фазової рівноваги залізо-вуглець.	3
	Діаграма фазової метастабільної рівноваги «залізо-вуглець». Ліквідус, солідус. Нонваріантні рівноваги. Інтервали поліморфних перетворень. Критичні точки ( $A_1$ , $A_2$ , $A_3$ , $A_4$ , $A_{cm}$ ).	3
	Кристалізація сплавів системи «залізо-цементит». Фазові та структурні зміни в сплавах при охолодженні та нагріванні. Застосування правила фаз і відрізків. Структурні класи в рівноважному стані.	3
	Вплив постійних домішок на властивості сталей. Вплив вуглецю на властивості сталей.	3
	Класифікація вуглецевих сталей за якістю. Маркування вуглецевих сталей. Класифікація вуглецевих сталей за призначенням.	4



	Особливості мікроструктур сталей. Вплив хімічної неоднорідності на макро- і мікроструктуру литої сталі та гарячедеформованої сталі. Особливості мікроструктури сталей. Відманштеттова структура доевтектоїдних та заевтектоїдних сталей, феритна смугастість, рядкові структури, аномальні структури (структура зернистого перліту, відокремлений евтектоїд). Зневуглецювання.	3
	Загальна характеристика чавунів. Формування структури під час твердіння високовуглецевих сплавів. Білі чавуни (структура, властивості). Процес графітизації. Стабільна діаграма стану залізо-вуглець.	3
	Сірі чавуни Умови утворення графіту. Діаграма залізо-вуглець-кремній. Структурні діаграми. Маркування сірих чавунів. Властивості, призначення, домішки в чавунах. Модифікування. Вибіл чавуну.	3
	Високоміцні чавуни. Маркування. Структура, властивості. Чавун із вермікулярним графітом. Ковкі чавуни. Відпалення відливок із білого чавуну. Структура, властивості, призначення. Маркування. Порівняння властивостей чавунів.	3
	Спеціальні чавуни (зносостійкі, жаростійкі, корозійностійкі).	1
13-15	Вплив легувальних елементів на структуру і деякі властивості сталей. Характеристика фаз в легованих сталях (тверді розчини, карбідні і інтерметалідні фази). Елементи карбідо- та некарбідоутворювачі. Вплив легувальних елементів на поліморфні перетворення (ферито- та аустенітостабілізатори) та критичні точки в сталях.	3
	Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза ( $\alpha$ - і $\gamma$ -стабілізатори). Вплив двох легувальних елементів на поліморфізм заліза, коли обидва легувальні елементи або $\alpha$ - або $\gamma$ -стабілізатори. Сумісна дія елементів, різних за впливом на поліморфізм. Знайомство з діаграмою залізо-вуглець-хром. Знайомство з реальними діаграмами залізо-легувальний елемент (хром, нікель, марганець, вольфрам, молібден).	2
	Вплив легувальних елементів на властивості фериту. Маркування легованих сталей. Вплив легувальних елементів на концентраційні точки. Класифікація легованих сталей за вмістом вуглецю та якістю. Структурні класи легованих сталей в рівноважному стані.	4
	Класифікація легованих сталей за призначенням.	2
	Разом	80

## РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Навчально-методичні розробки:

1. Методичні вказівки до лабораторних та контрольних робіт з дисципліни «Металознавство» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної та заочної форм навчання (I частина) / Укл.: Л.П. Степанова, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. - 70 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних та контрольних робіт з дисципліни «Металознавство» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної та заочної форм навчання (II частина) / Укл.: Л.П. Степанова, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 61с.



3. Матеріалознавство: методичні вказівки до самостійної роботи студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка»; 132 «Матеріалознавство»; 133 «Галузеве машинобудування»; 274 «Автомобільний транспорт» та 208 «Агроінженерія» / О.С. Дробот, П.В. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2020. – 108 с.

4. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів: методичний посібник / Подольський Р. В., Бабаченко О.І., Кононенко Г.А. та ін.. – Дніпро: Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022.- 66 с

Літературні джерела:

1. Бялік О.М. Металознавство: підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – К: ІВЦ «Потітехніка», 2001. – 375 с.

2. Афтанділянц Є.Г. Матеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – Київ: Вища освіта, 2012. – 548 с.

3. Матеріалознавство: підручник / [Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян О.А. та ін.]; під ред. С.С. Дяченко – Харків.: ХНАДУ, 2007. – 440 с.

## ОЦІНЮВАННЯ

Формами контролю, що використовуються при перевірці та оцінюванні одержаних результатів навчання є поточний, рубіжний (модульний) та підсумковий контроль. Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки. Також в курсі передбачено проведення індивідуальних занять із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення ImageJ, результати яких враховуються при отриманні результативних балів. Поточний контроль знань пов'язаний з усіма видами навчальної роботи. Рубіжний (модульний) контроль знань, вмінь та навичок є показником якості опанування дисципліни. Підсумковий контроль є формою перевірки здобувачів щодо оцінки набутих ними тих компетентностей, що передбачені освітньою програмою.

За результатами засвоєння дисципліни складається екзамен. При проведенні рубіжного контролю та екзамену враховуються усі види робіт, які виконуються студентами: відвідування лекцій та активна участь при вирішенні висунутих завдань; виконання та захист лабораторних робіт; результати письмових відповідей на поставлені питання при рубіжних контролях; результати відповідей при проведенні екзамену. Результати навчання здобувача оцінюються за такою шкалою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно з можливістю повторного складання», «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни».

## ПОЛІТИКИ КУРСУ

**Політика щодо відвідування.** Відвідування занять (лекцій, лабораторних робіт) є обов'язковою складовою навчання. Допускається пропуски занять з поважних причин (наприклад, хвороба, стажування, індивідуальний графік



тощо). Відпрацювання пропущених занять проводяться відповідно до графіку консультацій викладача.

**Політика щодо проведення аудиторних занять.** Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, з повагою та толерантністю ставитися до всіх членів академічної спільноти; мобільні пристрої можна використовувати під час проведення аудиторних занять лише з дозволу викладача; з дозволу викладача дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

**Політика щодо академічної доброчесності** спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання; не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших здобувачів освіти. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

При вивченні курсу політика дотримання академічної доброчесності визначається Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізька

політехніка»

[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)

#### ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.