# СИЛАБУС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

# ТЕОРЕТИЧНА ОЦІНКА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ СТАЛЕЙ І СПЛАВІВ

| | | | |
|---|---|---|---|
| спеціальність | 132 Матеріалознавство | обов'язковість дисципліни | обов'язкова |
| освітня програма | Матеріалознавство | факультет | мехатроніки та інжинірингу |
| освітній рівень | третій (освітньо-науковий), Ph.D. | кафедра | сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка |

## ВИКЛАДАЧ

**Клочко Оксана Юріївна**

Вища освіта – Харківський авіаційний інститут, спеціальність радіоелектронні прилади
Науковий ступень - доктор технічних наук 05.02.01 Матеріалознавство
Вчене звання - професор кафедри технології матеріалів
Досвід роботи – більше 20 років
Показники професійної активності з тематики курсу:

- офіційна опонентка дисертаційних робіт з матеріалознавства;
- авторка і співавторка Держстандарту, більше 20 науково-методичних розробок та навчальних посібників, монографій, довідника, 10 патентів, понад 100 наукових праць у фахових й наукових вітчизняних та іноземних виданнях, які індексуються у міжнародних наукометричних базах, у тому числі, Scopus та Web of Science;
- рецензентка міжнародних наукових журналів з матеріалознавства;
- учасниця багатьох Міжнародних науково-технічних і методичних конференцій;
- член редколегій міжнародних рецензованих наукових журналів з відкритим доступом:

- «*Ecomaterials*» (ECO) видавництва Academic Publishing, (Сінгапур) ;
- PriMera Scientific Engineering (PSEN) (ISSN: 2834-2550)

- керівниця бюджетних та госпдоговірних НДР кафедральної тематики
- науковий керівник кваліфікаційних робіт здобувачів всіх рівнів вищої освіти

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| телефон | 0675849545 | електронна пошта | vklochko@btu.kharkiv.ua | дистанційна підтримка | Moodle |

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНЮ КОМПОНЕНТУ (ДИСЦИПЛІНУ)

| | |
|---|---|
| **Мета** | **формування у здобувачів системи знань, щодо теоретичного і експериментального моделювання і прогнозування основних факторів, що впливають на структуроутворення і властивості сталей і сплавів для коригування складу, технології виробництва, експлуатації виробів, що працюють в різних умовах.** |
| **Формат** | **лекції, практичні роботи, самостійна робота, індивідуальні завдання** |
| **Специфічні результати навчання і форми їх контролю** | • **здатність прогнозувати поведінку виробів в умовах експлуатації, встановлювати причину виходу їх із ладу, володіння методами дослідження структури та властивостей матеріалів / індивідуальні практичні та теоретичні завдання**<br>• **глибинне розуміння термодінамики та кінетики фазових перетворень, дифузійних процесів, здатність застосовувати знання під час розв'язання теоретичних та прикладних завдань матеріалознавства / індивідуальні практичні завдання**<br>• **здатність у виявленні, постановці та вирішенні наукових задач та проблем матеріалознавства шляхом керування складом, будовою, фізичними, хімічними, споживчими та технологічними властивостями матеріалів з розробкою методів їх оцінювання для створення нових і вдосконалення наявних матеріалів високої якості, технологічності, довговічності, безпеки в процесі експлуатації/ індивідуальні практичні та теоретичні завдання** |
| **Обсяг і форми контролю** | **3 кредити ECTS (90 годин): 16 годин лекції, 14 годин практичних робіт; поточний контроль в формі усних опитувань і захисту реферату, проміжний контроль - модульне оцінювання; підсумковий контроль – іспит** |
| **Вимоги викладача** | **вчасне виконання завдань, активність, самостійна робота** |
| **Умови зарахування** | **згідно з навчальним планом** |

## ВІДПОВІДНІСТЬ СТАНДАРТУ ОСВІТИ І ОСВІТНІЙ ПРОГРАМІ

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Компетенції** | **ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу**<br>**СК06. Здатність до розробки нових технологічних процесів, виготовлення, обробки та відновлення виробів з урахуванням їх імовірнісних властивостей** | **Програмні результати навчання** | **ПРН06. Знати науково обґрунтовані критерії підвищення працездатності матеріалів та структуроутворення сталей і сплавів; фізичних явищ, що зумовлюють деградацію матеріалів; умов експлуатації, які спричиняють зниження працездатності виробів.**<br>**ПРН07. 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** |

# СТРУКТУРА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ (ДИСЦИПЛІНИ)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Розділ 1. Оцінка факторів, що визначають відтворюваність результатів цифрових вимірюваній структур в сталях і сплавах** | | | | **Самостійна робота** | **1. Особливості будови структур твердих сплавів**<br>**2. Складнощі і шляхи розвитку металографії**<br>**3. Морфологічна обробка бінарних зображень**<br>**4. Вирівнювання зображень**<br>**5. Фільтрація шумів**<br>**6. Вплив дослідника на результат ручного вимірювання**<br>**7. Необхідні визначення для зображень структур**<br>**8. Області застосування хромовмісних сплавів**<br>**9. Використання хромовмісних сплавів в прокатному виробництві**<br>**10. Особливості структуроутворення гетерогенних покриттів, на прикладі валків гарячої прокатки**<br>**11. Аналіз експлуатаційної стійкості виробів, виготовлених із хромовмісних сплавів**<br>**12. Вплив легування на експлуатаційну стійкість**<br>**13. Особливості фазового складу хромовмісних сплавів**<br>**14. Статистичне моделювання металографічних структур**<br>**15. Статистичне моделювання структур перестановкою пікселів зображення**<br>**16. Статистичне моделювання структур шляхом перестановки фрагментів пікселів зображення**<br>**17. Математичне моделювання структури гетерогенних сплавів. Обґрунтування оптимальних граничних умов**<br>**18. Дослідження локальної структурної неоднорідності залізовуглецевих хромовмісних сплавів при радіаційно-термічної обробці** |
| **Лекція 1** | **Вплив будови структур на властивості сталей і сплавів. Кількісні методи металографії в сучасному матеріалознавстві. Використання комп'ютерних методів металографії** | **Практична робота 1 (ПР 1)** | **Вплив морфології перліту на руйнування листових сталей. Цифрові процедури вимірювання смугастості в мікроструктурі листових сталей і оцінки її можливих наслідків в зламах** | | |
| **Лекція 2** | **Теоретичні основи обробки зображень: Бінаризація зображень. Діаграма Вороного. Фур'є-аналіз. Облік статистичної природи об'єктів при аналізі структур в матеріалознавстві** | **ПР2** | **Комбіновано леговані атомами впровадження матеріали. Особливості структуроутворення та експериментальна оцінка твердості хромовмісних сплавів** | | |
| **Лекція 3** | **Аналіз полів яскравості структур: Фактори відтворюваності результатів вимірювання геометрії елементів. Вплив формату зображення на величину параметрів структури. Поле зору. Вплив хімічного складу зразків на розмір структурних елементів. Вимірювання структур і зламів твердих сплавів** | **ПР3** | **Оцінка структуроутворення високохромистих чавунів робочого шару прокатних валків. Дослідження локальної структурної неоднорідності, що сформована при кристалізації та пластичній деформації робочого шару** | | |
| **Розділ 2. Теоретичне та експериментальне моделювання і прогнозування структуроутворення та властивостей гетерогенних сплавів** | | | | | |
| **Лекція 4** | **Особливості структуроутворення гетерогенних сплавів. Їх вплив на підвищення експлуатаційної стійкості виробів: Особливості структури та властивостей. Деградація структури та властивостей металу. Прогнозування рівня властивостей гетерогенних сплавів моделюванням технологічних процесів їх виготовлення** | **ПР4** | **Застосування термічної обробки для підвищення експлуатаційної стійкості виробів з високолегованих чавунів. Дослідження структуроутворення високохромистих чавунів при низькотемпературній термоциклічній обробці** | | |
| **Лекція 5** | **Методи оцінки структури гетерогенних сплавів математичним аналізом металографічного зображення** | **ПР5** | **Дослідження структуроутворення при магнітному перетворенні карбідних фаз високолегованих сплавів** | | |
| **Лекція 6** | **Теоретична оцінка структуроутворення в гетерогенних сплавах з урахуванням зміни енергетичного стану. Нові теоретичні підходи до моделювання структуроутворення та оцінки прогнозування структурного стану, рівня властивостей** | **ПР6** | **Вплив хрому на структуру гетерогенних сплавів. Оптико-математичний аналіз дислокаційної структури** | | |
| **Лекція 7** | **Прогнозування зв'язку фазовий склад – твердість. Оцінка локальної неоднорідності гетерогенних сплавів за виявленням і зміною дислокаційної структури** | **ПР7, 8** | **Вимірювання параметрів об'єктів зображення. Вимірювання об'єктів бінарних зображень. Оцінка впливу збільшення на геометрію елементів структури** | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Індивідуальне завдання** | ***Написання реферату включає*: пошук літератури і складання бібліографії, використання від 10 до 15 наукових робіт, виклад думки авторів і свого судження за обраним питання; виклад основних аспектів проблеми**<br>**Перелік можливих тем рефератів:**<br>1. Дислокаційна модель Пайерлса-Набарро. Пружна енергія Пайерлса. 2. Повні дислокації. Часткові дислокації. Системи ковзання повних дислокацій.3. Часткові дислокації Шоткі. Часткові дислокації Франка. Бар'єри Пайерлса для часткової дислокації. 4. Дефекти упаковки. Повні і розщеплені дислокації. 5. Поперечний переповзання і ковзання розщеплених дислокацій. 6. Взаємодія дислокацій з точковими дефектами і домішковими атомами. Атмосфери Котрелла, Снука, Сузукі. 7. Дисклінації. Клинові дисклінації. Дисклінації крутіння. Вектор повороту. Повні і часткові дисклінації. Енергія дисклінацій. Дисклінаційний диполь. 8. Методи виявлення і аналізу дислокаційної структури 9. Дислокаційні механізми деградації металу 10. Дослідження причин і характеру деградації карбідної фази в легованих сплавах при експлуатації виробів 11. Математична модель структурної діаграми Потака-Сагалевича для маловуглецевих корозійностійких сталей 12. Моделювання процесів структуроутворення за допомогою програмного продукту Visual-Heat Treatment компанії ESI Group 13. Математичне моделювання методом скінчених елементів процесів структуроутворення 14. Застосування гідродинамічних аналогій при дослідженні дифузійних процесів аналізом цифрового зображення мікроструктури | | |

## ЛІТЕРАТУРА ТА ON-LINE РЕСУРСИ

**Література**


1. **Скобло Т.С. та інш. Виробництво та застосування прокатних валків. Довідник: Під ред. проф. Скобло Т.С. Х.: ЦД № 1. 2013. 572 с.**
2. **Скобло Т.С., Клочко О.Ю. та інш. Теоретичні и експериментальні основи прогнозування структуроутворення, властивостей високовуглецевих легованих сплавів. Монографія: Під ред. проф. Т.С. Скобло. Х.: Діса плюс. 2019. 278с.**
3. **Skoblo T.S., Klochko O.Yu., Belkin E.L. Structure of high-chromium cast iron. Steel in Translation. 2012. 42 (3). P.261–268.**
4. **A.V. Kudrya at al. Use of computerized procedures for evaluating hard alloy structure inhomogeneity // Metallurgist, 2017, Vol. 60, No. 12, pp. 1285-1289**
5. **William K. Pratt. Digital Image Processing: PIKS Inside, Third Edition. Copyright © 2001 John Wiley & Sons, Inc., 738p.**
6. **Klochko, O., et al. (2025). Structure Formation Features of White Chrome Cast Irons Inside Working Layer of Massive Mill Rolls. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham., 186–196. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82979-6_19**


**On-line ресурси**

1. **Science Direct (Elsevier) – природничі науки, техніка, медицина й суспільні науки;**
2. **Scopus – наукометрична, реферативна, міжнародна база даних;**
3. **WoS(CC) - наукометрична, реферативна, міжнародна база даних;**
4. **Колекція журналів Freedom Collection (Elsevier);**
5. **Springer Link – хімія та матеріалознавство, комп'ютерні науки, інженерія, математика та статистика, медицина, фізика й астрономія та інш.;**
6. **Reaxys – база структурного пошуку з хімії;**
7. **Електронні наукові інформаційні ресурси видавництва Springer;**
8. **Nature Publishing Group (NPG);**
9. **Журнали видавництва Taylor and Francis;**
10. **Журнали видавництва Cambridge University Press (CUP);**
11. **American Mathematical Society;**
12. **The Cambridge Crystallographic Data Centre;**
13. **Royal Society of Chemistry.**
14. **Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського http://www.nbuv.gov.ua/**
15. **Державне підприємство "Український інститут інтелектуальної власності" (Укрпатент) - https://ukrpatent.org/uk**

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

| СИСТЕМА | | БАЛИ | ДІЯЛЬНІСТЬ, ЩО ОЦІНЮЄТЬСЯ |
|---|---|---|---|
| Підсумкове оцінювання | 100 бальна ECTS (стандартна) | до 50 | 50% від усередненої оцінки за модулі |
| | | до 50 | підсумкове тестування |
| Модульне оцінювання | 100 бальна сумарна | до 50 | відповіді на тестові питання |
| | | до 20 | усні відповіді на лабораторних роботах |
| | | до 30 | результат засвоєння блоку самостійної роботи |

## НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ ТА ДОБРОЧЕСНОСТІ

**Всі учасники освітнього процесу (в тому числі здобувачі освіти) повинні дотримуватися кодексу академічної доброчесності та вимог, які прописані у положенні «Про академічну доброчесність учасників освітнього процесу ДБТУ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, поважати гідність один одного, проявляти доброзичливість, чесність, відповідальність.**