

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ФАКУЛЬТЕТ ЯКОСТІ ТА ІНЖЕНЕРІЇ МАТЕРІАЛІВ  
КАФЕДРА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор УДУНТ

Анатолій РАДКЕВИЧ

08 20 24 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ І  
ВИРОБІВ**

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність: 132 - Матеріалознавство

Освітня програма: Матеріалознавство

Статус дисципліни: обов'язкова

Обсяг дисципліни: 7 кредитів ЄКТС

Код освітньої компоненти: ОК2.3

Мова викладання: українська

Дніпро - 2024

Розробник: професор, д.т.н., професор Гетяна МИРОНОВА  
доцент, к.т.н., доцент Олена ПРОКОПЕНКО

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри екології,  
теплотехніки та охорони праці  
(Протокол № 12 від «15» 05 2024р.)

Завідувач кафедри екології,  
теплотехніки та охорони праці: Олександр ЄРЬОМІН

Робоча програма схвалена на об'єднаному засіданні кафедр  
матеріалознавства та термічної обробки металів та покриттів,  
композиційних матеріалів і захисту металів  
(Протокол № 4 від «27» 06 2024р.)

Завідувач кафедри МТОМ: Леонід ДЕЙНЕКО

Завідувач кафедри ПМіЗМ: Анатолій КОВЗІК

Гарант  
освітньої програми: Костянтин УЗЛОВ  
«27» 06 2024р.

Погоджено:

Керівник навчального відділу Світлана БОРИЧЕВА  
«17» 06 2024р.

Директор ННЦ заочної освіти Володимир ЧИСТЯКОВ  
«17» 06 2024р.

Реєстраційний номер 132.02.01.0К2.3-24  
(надається фахівцем НМВ)

# **1 МІСЦЕ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ В ОСВІТНІЙ ПРОГРАМІ**

## **1.1 Мета навчальної дисципліни**

**Метою дисципліни** є формування теоретичних знань та практичних навичок щодо сучасних методів виготовлення, обробки та контролю якості матеріалів і виробів, що використовуються в промисловості. Дисципліна сприяє розвитку компетенцій, необхідних для вибору та застосування матеріалів у різних галузях промисловості, забезпечуючи їхню довговічність, надійність і відповідність сучасним вимогам технологічності.

## **1.2 Компетентності, формування яких забезпечується**

Навчальна дисципліна забезпечує набуття таких передбачених освітньою програмою компетентностей:

КЗ.02.Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ07. Здатність працювати у міжнародному контексті.

КЗ08. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

СК05.Здатність до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробі (або у виробничих умовах).

СК07. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог.

СК09. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, випробування матеріалів і оброблення, виробів для конкретних умов експлуатації.

СК11. Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

## **1.3 Програмні результати навчання, що забезпечуються**

Відповідно до освітньої програми дисципліна спільно з іншими освітніми компонентами має забезпечити досягнення таких програмних результатів навчання:

РН05. Приймати ефективні рішення в нових ситуаціях або непередбачених умовах з урахуванням їх можливих наслідків, оцінювати і порівнювати альтернативи, оцінювати технічні, економічні, екологічні та правові ризики.

РН09. Застосувати методи LCA-аналізу, екоаудиту, підходів стійкого розвитку під час розробки нових матеріалів та впровадження нових технологій.

РН12. Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів

РН17. Розв'язувати прикладні задачі виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

РН18. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

#### **1.4 Міждисциплінарні зв'язки**

Навчальна дисципліна є обов'язковою для вивчення студентами, які здобувають освітній ступінь магістра за освітньою програмою «Матеріалознавство».

Передумовами вивчення дисципліни є опанування обов'язкових для вивчення навчальних дисциплін «Сучасні методи дослідження матеріалів та виробів» та «Вибір, дизайн та експертиза матеріалів».

Досягнуті по вивченні дисципліни результати навчання та набуті практичні навички можуть стати на користь при вивченні дисципліни «Структура та властивості матеріалів», а також при виконанні кваліфікаційної роботи магістра.

## 2 ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА НАВЧАЛЬНОЮ ДИСЦИПЛІНОЮ

| Код  | Очікуваний результат навчання                                                                                                                                                                                                                   | Рівень  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ОРН1 | Вміти відтворювати зміст навчальної інформації, основні терміни та поняття з питань екології та еко аналізу. Вміти застосовувати методи аналізу та робити оцінки і висновки в конкретних умовах.                                                | III, IV |
| ОРН2 | Здатність оцінювати вплив умов твердіння, хімічного складу та типу структури на формування макро- і мікроструктури конструкційних сталей, обґрунтовано добираючи методи металографічного аналізу для прийняття технологічних рішень.            | V       |
| ОРН3 | Здатність інтерпретувати діаграми стану систем Fe–C, Fe–легуючий елемент, Fe–C–легуючий елемент з урахуванням зовнішніх впливів, оцінювати зміни фазового складу при зміні умов, формуючи аргументовані висновки для вибору режимів обробки.    | V       |
| ОРН4 | Здатність обґрунтовувати вибір і оцінювати ефективність режимів нагріву, відпалу та термо-деформаційної обробки конструкційних сталей з урахуванням їх хімічного складу, рекристалізаційних характеристик і функціонального призначення виробу. | V       |
| ОРН5 | Здатність здійснювати обґрунтований вибір технологічного процесу виготовлення деталей з конструкційних сталей, спираючись на аналіз діаграм ізотермічного розпаду аустеніту та ТКД, їх хімічного складу і функціонального призначення виробу.   | V       |
| ОРН6 | Оцінювати ефективність методів отримання наноматеріалів і порошкових систем для консолідованих структур, порівнюючи їх переваги, недоліки та вплив на технологічний процес з метою прийняття обґрунтованих технічних рішень.                    | V       |
| ОРН7 | Критично оцінювати сучасні напрями наномеханіки та технології створення сенсорів і нано-/мікроелектромеханічних систем, зіставляючи конструктивні та функціональні характеристики для визначення доцільної сфери застосування.                  | V       |

Соціальні навички (soft skills),  
розвитку яких сприяє навчальна дисципліна

| Код | Соціальна навичка (soft skill)                      |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ОН1 | Здатність управляти власним часом (тайм-менеджмент) |
| ОН2 | Здатність самостійно приймати рішення               |
| КН1 | Здатність зрозуміло формулювати думки               |
| КН3 | Здатність надавати аргументовані відповіді          |
| УН1 | Здатність працювати в команді                       |

### 3 РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

#### Денна форма навчання

| Види навчальної діяльності                             | Усього | Семестри |                      |                                   |     |
|--------------------------------------------------------|--------|----------|----------------------|-----------------------------------|-----|
|                                                        |        | 1        |                      | 2                                 |     |
|                                                        |        | 1.1      | 1.2                  | 2.1                               | 2.2 |
| Усього годин за навчальним планом                      | 210    | 30       | 120                  | 60                                | -   |
| у тому числі:<br>Аудиторні заняття                     | 80     | 16       | 40                   | 24                                | -   |
| – лекції                                               | 40     | 16       | 16                   | 8                                 | -   |
| – лабораторні роботи                                   | 16     | -        | 8                    | 8                                 | -   |
| – практичні (семінарські) заняття                      | 24     | -        | 16                   | 8                                 | -   |
| Самостійна робота                                      | 130    | 14       | 80                   | 36                                | -   |
| – підготовка до аудиторних занять                      | 40     | 8        | 20                   | 12                                | -   |
| – виконання та захист курсового проєкту                | -      | -        | -                    | -                                 | -   |
| – виконання та захист індивідуальних завдань           | -      | -        | -                    | -                                 | -   |
| – підготовка та складання екзаменів                    | 30     | 6        | 24                   | -                                 | -   |
| – підготовка та складання контрольних робіт            | 12     | -        | -                    | 12                                | -   |
| – опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях | 48     | -        | 36                   | 12                                | -   |
| <b>Форма семестрового контролю</b>                     |        |          | семестрова (екзамен) | підсумкова семестрова (диф.залік) |     |

#### Заочна форма навчання

| Види навчальної діяльності                             | Усього | Семестри             |            |
|--------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------|
|                                                        |        | 1                    | 2          |
| Усього годин за навчальним планом                      | 210    | 150                  | 60         |
| у тому числі:<br>Аудиторні заняття                     | 20     | 14                   | 6          |
| – лекції                                               | 16     | 12                   | 4          |
| – лабораторні роботи                                   | -      | -                    | -          |
| – практичні (семінарські) заняття                      | 4      | 2                    | 2          |
| Самостійна робота                                      | 190    | 136                  | 54         |
| – підготовка до аудиторних занять                      | 10     | 7                    | 3          |
| – виконання та захист курсового проєкту                | -      | -                    | -          |
| – виконання та захист індивідуальних завдань           | 24     | 12                   | 12         |
| – підготовка та складання екзаменів                    | 30     | 30                   | -          |
| – підготовка та складання контрольних робіт            | -      | -                    | -          |
| – опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях | 126    | 87                   | 39         |
| <b>Форма семестрового контролю</b>                     |        | семестрова (екзамен) | Диф. залік |

## 4 ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Роз-діл      | Тема лекції (заняття)                                                                                                 | Обсяг, годин |              | ОРН  | Soft skills              |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------|--------------------------|
|              |                                                                                                                       | Очна форма   | Заочна форма |      |                          |
| I            | <b>Розділ 1. Основи екології та захист навколишнього середовища при виготовленні та обробці матеріалів і виробів.</b> |              |              | ОРН1 | ОН2<br>ОН4<br>КН1<br>УН1 |
|              | <b>Лекції:</b><br>Вступ до проблеми екологічної безпеки у виробництві матеріалів і виробів.                           | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Екологічні аспекти видобутку та переробки сировини.                                                                   | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Технології виробництва матеріалів з урахуванням екологічної безпеки.                                                  | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Викиди та відходи промислового виробництва: мінімізація та утилізація.                                                | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Водні ресурси у виробництві: збереження та раціональне використання.                                                  | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Енергетична ефективність та відновлювані джерела енергії у виробництві матеріалів.                                    | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Стратегія сталого розвитку та екологічна відповідальність виробництва.                                                | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | Перспективи розвитку екологічно безпечних технологій у матеріалознавстві.                                             | 2            | 0,5          |      |                          |
|              | <b>Самостійна робота:</b>                                                                                             |              |              |      |                          |
|              | Підготовка до аудиторних занять                                                                                       | 8            | 2            |      |                          |
|              | Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):                                  | -            | -            |      |                          |
|              | Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)                                                             |              | 18           |      |                          |
|              | Підготовка та складання екзамену                                                                                      | 6            | 6            |      |                          |
| У с ь о г о: |                                                                                                                       | 30           | 30           |      |                          |

| Роз-діл | Тема лекції (заняття)                                                                                                                                                                                                                               | Обсяг, годин |              | ОРН  | Soft skills |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------|-------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                     | Очна форма   | Заочна форма |      |             |
| II      | <b>Розділ 2.</b> Формування макро- і мікроструктури виливків та заготовок конструкційних сталей різними способами виробництва                                                                                                                       |              |              | ОРН2 | ОН2<br>КН1  |
|         | <b>Лекції:</b><br><u>Загальна характеристика конструкційних сталей</u><br>Класифікація конструкційних сталей за хімічним складом. Маркування. Галузі застосування.<br>Характеристика вуглецевих, низьколегованих та легованих конструкційних сталей | 2            | 1            |      |             |
|         | <u>Кристалізація конструкційних сталей.</u> Структура та дефекти литої сталі: структурна, фізична, хімічна та карбідна неоднорідність.                                                                                                              | 2            | 1            |      |             |
|         | <b>Лабораторні заняття:</b><br>Особливості макроструктури виливків, з конструкційних сталей різного складу та якості.                                                                                                                               | 2            | -            |      |             |
|         | <b>Практичні заняття</b>                                                                                                                                                                                                                            |              |              |      |             |
|         | Застосування діаграми Fe-C для розгляду утворення фаз та структури на різних етапах кристалізації сталей.                                                                                                                                           | 2            | 0,25         |      |             |
|         | Перитектична кристалізація в вуглецевих та легованих сталях та її вплив на структуроутворення. Вплив вуглецю на етапи кристалізації сталей. Механізми перитектичної кристалізації в сталях та її вплив на структуру сталей.                         | 2            | 0,25         |      |             |
|         | <b>Самостійна робота:</b><br><b>Підготовка до аудиторних занять</b>                                                                                                                                                                                 | 5            | 1,25         |      |             |
|         | <b>Виконання та захист індивідуального завдання</b>                                                                                                                                                                                                 | -            | -            |      |             |
|         | <b>Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):</b><br>Класифікація та маркування сталей у Європі та інших країнах [10,11]. /.                                                                              | 9            | -            |      |             |
|         | <b>Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)</b>                                                                                                                                                                                    | -            | 20,25        |      |             |
|         | <b>Підготовка та складання екзамену</b>                                                                                                                                                                                                             | 6            | 6            |      |             |
|         | <b>У с ь о г о:</b>                                                                                                                                                                                                                                 | 30           | 30           |      |             |

| Роз-діл | Тема лекції (заняття)                                                                                                                                                                                                                                                 | Обсяг, годин |              | ОПН                | Soft skills                     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|---------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                       | Очна форма   | Заочна форма |                    |                                 |
| ІІІ     | <b>Розділ 3. Вплив технології безперервного розливання та післяливарного відпалу на структуру і властивості сталей.</b>                                                                                                                                               |              |              | ОПН3<br>ОН2<br>КН1 | ОН1<br>ОН2<br>КН1<br>КН3<br>УН1 |
|         | <b>Лекції:</b><br>Формування структури заготовок при безперервному розливанні сталі.<br>Технологія безперервного розливання сталі.<br>Структурна неоднорідність в заготовках безперервного розливання. Виникнення ліквації.<br>Причини утворення тріщин в заготовках. | 2            | 1            |                    |                                 |
|         | Вплив післяливарного відпалу виливків та напівфабрикатів конструкційних сталей на їх структуру.<br>Литі конструкційні сталі. Утворення відманштетової структури. Структурні зміни в сталях при високотемпературному впливі, безфазові перетворення                    | 2            | 1            |                    |                                 |
|         | <b>Лабораторні заняття</b>                                                                                                                                                                                                                                            |              |              |                    |                                 |
|         | Макро і мікроструктурний аналіз та особливості литої структури сталей.                                                                                                                                                                                                | 2            | -            |                    |                                 |
|         | <b>Практичні заняття:</b><br>Вплив етапів кристалізації в сталях різних складів на структурну неоднорідність, режими післяливарного відпалу виливків та напівфабрикатів конструкційних сталей                                                                         | 4            | 0,5          |                    |                                 |
|         | <b>Самостійна робота:</b><br><b>Підготовка до аудиторних занять</b>                                                                                                                                                                                                   | 5            | 1,25         |                    |                                 |
|         | <b>Виконання та захист індивідуального завдання</b>                                                                                                                                                                                                                   | -            | -            |                    |                                 |
|         | <b>Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):</b> Фактори, що впливають на швидкість збільшення розмірів аустенітного зерна при нагріві сталей. [4]                                                                         | 9            | -            |                    |                                 |
|         | <b>Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)</b>                                                                                                                                                                                                      | -            | 20,25        |                    |                                 |
|         | <b>Підготовка та складання екзамену</b>                                                                                                                                                                                                                               | 6            | 6            |                    |                                 |
|         | У сь о г о:                                                                                                                                                                                                                                                           | 30           | 30           |                    |                                 |

| Роз-діл | Тема лекції (заняття)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Обсяг, годин |              | ОРН  | Soft skills                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------|---------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Очна форма   | Заочна форма |      |                                 |
| IV      | <b>Розділ 4. Формування структури конструкційних сталей при обробці тиском</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |              | ОРН4 | ОН1<br>ОН2<br>КН1<br>КН3<br>УН1 |
|         | <b>Лекції:</b><br><u>Застосування холодної обробки тиском та її вплив на структуру і властивості сталей</u><br>Характеристика сталей, що підлягають холодному деформуванню. Виникнення текстури деформації. Зміна структури та властивостей при холодному деформуванню.                                                                                                                                                                                                                         | 2            | 1            |      |                                 |
|         | <u>Застосування рекристалізаційного відпалу для підвищення пластичності сталі та гаряча деформація конструкційних сталей, як спосіб виготовлення напівфабрикатів та деталей машин.</u><br>Параметри деформування, що впливають на структуру та властивості сталей. Структурні зміни в сталях при пластичному деформуванню: холодному, тепловому, гарячому-загальні положення. Вплив температури та ступеню деформації на структуру та властивості деформованої сталі. Діаграми рекристалізації. | 2            | 1            |      |                                 |
|         | <b>Лабораторні заняття</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |              |      |                                 |
|         | Вивчення мікроструктури сталей різного структурного класу та різного призначення                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2            | -            |      |                                 |
|         | <b>Практичні заняття:</b><br>Причини виникнення та вимоги до ступеня (бали за стандартом) строкатої структури у вуглецевих конструкційних сталях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2            | 0,25         |      |                                 |
|         | Причини зниженої пластичності сталей різного структурного класу та різного призначення                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2            | 0,25         |      |                                 |
|         | <b>Самостійна робота:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |              |      |                                 |
|         | <b>Підготовка до аудиторних занять</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5            | 1,25         |      |                                 |
|         | Виконання та захист індивідуального завдання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -            | -            |      |                                 |
|         | Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):<br>Можливості застосування білих деформованих чавунів в якості конструкційних матеріалів [9]                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 9            | -            |      |                                 |
|         | <b>Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -            | 20,25        |      |                                 |
|         | <b>Підготовка та складання екзамену</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6            | 6            |      |                                 |
|         | У с ь о г о:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 30           | 30           |      |                                 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              |      |                                 |

| Роз-<br>діл | Тема лекції (заняття)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Обсяг, годин  |                 | ОРН  | Soft<br>skills                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------|---------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Очна<br>форма | Заочна<br>форма |      |                                 |
| V           | <b>Розділ 5. Способи підвищення міцності конструкційних сталей</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |                 | ОРН5 | ОН1<br>ОН2<br>КН1<br>КН3<br>УН1 |
|             | <b>Лекції:</b><br><b>Характеристика видів термічної та термомеханічної обробки конструкційних сталей і сплавів</b><br>Особливості термічної обробки виливків. Відпал на мілке зерно. Попередня термічна обробка для покращення оброблення різанням та холодним деформуванням. Формування структури при повному відпалі, нормалізації та відпалі з відпущенням для легованих конструкційних сталей. | 2             | 1               |      |                                 |
|             | <b>Застосування гартування сталей та сплавів.</b><br>Гартування на мартенсит та бейніт. Використання ізотермічного гартування. Гартування для зміцнення старінням                                                                                                                                                                                                                                  | 2             | 1               |      |                                 |
|             | <b>Лабораторні заняття</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |                 |      |                                 |
|             | Структура після термічної обробки високоміцних та машинобудівельних сталей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2             | -               |      |                                 |
|             | <b>Практичні заняття:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |                 |      |                                 |
|             | Природа відпускнуї крихкості.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2             | 0,25            |      |                                 |
|             | Формування кінцевої структури в сталях, що поліпшуються та цементуються.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2             | 0.25            |      |                                 |
|             | <b>Самостійна робота:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |                 |      |                                 |
|             | <b>Підготовка до аудиторних занять</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5             | 1,25            |      |                                 |
|             | <b>Виконання та захист індивідуального завдання</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | -             | 12              |      |                                 |
|             | <b>Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання):</b><br>Вплив легуючих елементів на зростання зерна сталі при підвищених температурах. [4]                                                                                                                                                                                                                  | 9             | -               |      |                                 |
|             | <b>Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | -             | 8,25            |      |                                 |
|             | <b>Підготовка та складання екзамену</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6             | 6               |      |                                 |
|             | <b>У с ь о г о:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>30</b>     | <b>30</b>       |      |                                 |

| Роз-діл | Тема лекції (заняття)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Обсяг, годин |              | ОРН  | Soft skills              |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------|--------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Очна форма   | Заочна форма |      |                          |
| VI      | <b>Розділ 6. Основи технології наноматеріалів</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |              | ОРН6 | ОН1<br>КН1<br>КН3<br>УН1 |
|         | <b>Лекції:</b><br><b>Основи технології наноматеріалів</b><br>Технологія консолідованих матеріалів. Нанопорошки та методи їх отримання. Отримання нановіскерів. Нанопористі матеріали, види, методи отримання. Високоенергетичне подрібнення. Функціональні матеріали. Отримання тонких плівок та покриттів з аморфною та нанокристалічною структурою. Інтенсивна пластична деформація. Електричний вибух дротиків | 2            | 1            |      |                          |
|         | <b>Технології вуглецевих наноматеріалів</b><br>Технології отримання фулеренів возгонкою та піролізом. Отримання нанотрубок десублімацією в дуговому синтезі. Метод лазерного випарювання графітової мішені. Піролітичне розкладання вуглеводнів. Отримання інкапсульованих нанотрубок. Графен. Отримання вуглецевих нановолокон.                                                                                  | 2            | 1            |      |                          |
|         | <b>Лабораторні роботи:</b><br>Вивчення фазових рівноваг та перетворень під час контрольованої кристалізації з газоподібного стану при утворенні металевих вусів.                                                                                                                                                                                                                                                  | 4            | -            |      |                          |
|         | <b>Практичні заняття</b><br><br>Мікроскопічні методи дослідження наноматеріалів. Методи скануючої електронної мікроскопії. Тунельна електронна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Близькопольна оптична мікроскопія                                                                                                                                                                                          |              |              |      |                          |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4            | 1            |      |                          |
|         | <b>Самостійна робота:</b><br>Підготовка до аудиторних занять                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6            | 1,5          |      |                          |
|         | <b>Виконання індивідуального завдання</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -            | -            |      |                          |
|         | Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання)<br>Біологічні наноматеріали [11, с. 11-40]                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6            | -            |      |                          |
|         | Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -            | 19,5         |      |                          |
|         | Підготовка складання контрольних робіт                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6            | 6            |      |                          |
|         | У с ь о г о:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 30           | 30           |      |                          |

| Роз-діл | Тема лекції (заняття)                                                                                                                                                                                                                           | Обсяг, годин |              | ОРН  | Soft skills              |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------|--------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                 | Очна форма   | Заочна форма |      |                          |
| VII     | <b>Розділ 7. Основи технології наноприладів і наномашин</b>                                                                                                                                                                                     |              |              | ОРН7 | ОН1<br>КН1<br>КН3<br>УН1 |
|         | <b>Лекції:</b><br><b>Сучасні аспекти наномеханіки.</b> Особливості наномеханіки. Гідродинаміка нанорідин. Нанотрибологія. Знос в наношкалі.                                                                                                     | 2            | 1            |      |                          |
|         | <b>Сенсори.</b> Технологія виробництва мембранних, тактильних, безконтактних оптичних та консольно-балкових сенсорів. Мікро- і наноелектромеханічні системи. Принципи дії та основи технології виробництва актуаторів, маніпуляторів, двигунів. | 2            | 1            |      |                          |
|         | <b>Лабораторні роботи:</b><br>Дослідження наноматеріалів методом фазового рентгеноструктурного аналізу. Ідентифікація фазового складу, аналіз кристалічної структури та оцінка розмірів кристалітів із використанням рентгенограм.              | 4            | -            |      |                          |
|         | <b>Практичні роботи</b>                                                                                                                                                                                                                         |              |              |      |                          |
|         | Рентгенофазовий аналіз. Рентгенівська спектроскопія                                                                                                                                                                                             | 4            | 1            |      |                          |
|         | <b>Самостійна робота:</b><br>Підготовка до аудиторних занять                                                                                                                                                                                    | 6            | 1,5          |      |                          |
|         | <b>Виконання індивідуального завдання</b>                                                                                                                                                                                                       | -            | -            |      |                          |
|         | Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях (для очного навчання)<br>Конструювання нанооб'єктів на атомно-молекулярному рівні [17, с. 27-39]                                                                                  | 6            | -            |      |                          |
|         | Опрацювання навчального матеріалу (для заочного навчання)                                                                                                                                                                                       | -            | 19,5         |      |                          |
|         | Підготовка складання контрольних робіт                                                                                                                                                                                                          | 6            | 6            |      |                          |
|         | У с ь о г о:                                                                                                                                                                                                                                    | 30           | 30           |      |                          |

## 5 МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

Дисципліна передбачає навчання через:

- традиційний вебальний метод з використанням інтерактивних лекцій (МН1);
- традиційний наочний метод (МН2);
- репродуктивне навчання (МН3);
- практико-орієнтоване навчання (МН4);
- пошуковий метод (МН5);
- модульне навчання (МН6);
- проблемне навчання (МН7);

*Традиційні вербальний та наочний методи* передбачають читання інтерактивних лекцій, які супроводжуються численними ілюстраціями та демонстрацією схематичного і реального фотографічного зображення макрота мікро- структури сталей з використанням комп'ютерної та мультимедійної техніки.

*Репродуктивне навчання* застосовується на практичних заняттях із засвоєння закономірностей структуроутворення та його прогнозування залежно від умов кристалізації та при різних технологічних обробках сталей, що сприяють формуванню заданих властивостей цих матеріалів, коли викладач сам виконує один з варіантів практичного завдання, а здобувачі стежать за його діями та відтворюють їх стосовно власного варіанту.

Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають навчанням *практичну спрямованість* через можливість застосовувати теоретичні знання на практиці.

*Пошуковий метод* застосовується через організацію активного пошуку розв'язання індивідуального домашнього завдання, що має аналітичну та творчу спрямованість.

*Модульне навчання* полягає у представленні навчального матеріалу у вигляді окремих змістовно, методично і організаційно завершених розділів (модулів): автономних частин дисципліни, що інтегруються з іншими частинами.

*Проблемне навчання* передбачає стимулювання здобувачів до самостійного набуття знань та навичок, що необхідні для вирішення конкретних задач, які сформульовані у вигляді індивідуального завдання.

### **Заходи, що використовуються для розвитку соціальних навичок:**

1) Розвитку здатності керувати власним часом (ОН1) сприяє встановлення контрольних термінів (deadline) виконання практичних робіт, звітів з лабораторних робіт та індивідуального завдання для студентів заочної форми навчання.

2) Здатність самостійно приймати рішення (ОН2) розвивається та реалізується студентами на практичних заняттях, під час яких пропонуються різноваріантні завдання і студенти обов'язково аргументують свій вибір.

3) Здатність зрозуміло письмово формулювати думки (КН1) формується у процесі складання висновків за результатами практичних та лабораторних робіт, а для студентів заочної форми навчання при виконанні індивідуального завдання.

4) Здатність надавати аргументовані відповіді (КН3) розвивається у студентів під час опитувань на аудиторних заняттях, зокрема, практичних, а також під час захисту індивідуального завдання студентами заочної форми навчання.

5) Здатність працювати в команді (УН1) розвивається під час практичних та лабораторних занять, на яких студенти виконують завдання в складі окремої групи.

## **6 МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

### **6.1 Методи поточного оцінювання**

За дисципліною передбачені такі методи поточного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, самооцінювання, обговорення та взаємного оцінювання студентами під час практичних та лабораторних робіт.

### **6.2 Методи та критерії семестрового оцінювання**

Оцінки з кожного розділу визначаються за 12-бальною шкалою згідно із затвердженими критеріями за результатами таких контрольних заходів:

– оцінки РО1, РО2, РО3, РО4 та РО5 розділів 1 – 5 у першому семестрі вивчення дисципліни визначаються за 12-бальною шкалою за результатами екзамену (ЕК), що проводиться у письмовій формі.

– оцінки РО6, РО7 розділів 6 - 7 – за результатами письмової контрольної роботи (РК).

### **6.3 Критерії семестрового та підсумкового оцінювання**

Формою семестрового контролю з дисципліни у I-му семестрі є екзамен, у II-му семестрі - диференційований залік.

У першому семестрі вивчення дисципліни семестрова оцінка студента визначається за 12-бальною шкалою за результатами екзамену (ЕК), що проводиться у письмовій формі.

У II-му семестрі вивчення дисципліни семестрова оцінка (С2) студента за 12-бальною шкалою формується за результатами контрольної роботи (РК) як середнє арифметичне визначених за 12-бальною шкалою оцінок з розділів (РО6 та РО7) з округленням до найближчого цілого числа.

Необхідною умовою отримання позитивної оцінки з розділів 1...7 є відпрацювання та надання звіту з усіх практичних та лабораторних робіт відповідного розділу. Необхідною умовою отримання позитивної семестрової оцінки з дисципліни за заочною формою навчання є зарахування індивідуального завдання, за яке відповідно до затверджених критеріїв виставляється оцінка «зараховано» / «не зараховано».

Отримання незадовільної (нижчої за 4 бали) оцінки з розділу або її відсутність через відсутність здобувача на контрольному заході не створює підстав для недопущення здобувача до наступного контрольного заходу.

Студент не допускається до семестрового контролю за відсутності позитивної оцінки (не нижче 4 балів) хоча б з одного із розділів.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни формуються як середнє арифметичне визначених за 12-бальною шкалою усіх 7-ми оцінок з розділів з округленням до найближчого цілого числа.

Оскарження процедури та результатів оцінювання розділів та семестрового оцінювання з боку здобувачів освіти здійснюється у порядку, передбаченому «Положенням про організацію освітнього процесу в УДУНТ». Порушення академічної доброчесності з боку здобувачів освіти, які, зокрема, можуть полягати у користуванні сторонніми джерелами інформації на контрольних заходах, тягнуть відповідальність у вигляді повторного виконання завдання та проходження процедури оцінювання

Посилання на Кодекс академічної доброчесності:

<https://ust.edu.ua/documents/files/uploads/kodeks-akademichnoyi-dobrochesnosti.pdf>

## **7 РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ:**

### **7.1 Засоби навчання**

Навчальний процес передбачає використання мультимедійного комплексу для проведення інтерактивних лекцій та практичних занять (ЗН1), металографічних мікроскопів (ЗН2), металографічних зразків, моделей атомно-кристалічних структур (ЗН3), графічні засоби (мікрофотографії, фазові діаграми, креслення, схеми) (ЗН4).

### **7.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення**

#### **Основна література**

##### **Основна література**

1. Матеріали різного призначення, їх обробка та властивості [Текст] : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / С. С. Дяченко [та ін.] ; Харк. нац. автомоб.-дорож. ун-т. - Харків : ХНАДУ, 2016. - 347 с
2. Сплави на основі заліза: підручник. У 2т. / В.І. Мазур, В.З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель. – Київ: вид-во «політехніка», 2015.-т. 1,2. – 272с.
3. Афтандіянц Є. Г. Матеріалознавство [Електронний ресурс]: підручник / Є. Г. Афтандіянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. – К. : Вища освіта, 2012. – 548 с.
4. Миронова Т.М. Формування первинної структури конструкційних сталей. Навчальний посібник. УДУНТ. Дніпро.2023.46 с.
5. Хільчевський В.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. К.: Либідь, 2002.— 328с
6. Манько Т.А., Кучма Л.Д., Губенко С.І., Джур Є.А., Ситало В.Г. Спеціальне матеріалознавство. Підручник. Дніпро: Арт-Прес, 2004. – 216с.

##### **Допоміжна література**

7. Власенко А.М. Матеріалознавство та технологія металів. Київ: Літера ЛТД, 2019. 224 с.
8. Літовченко П.І. , Іванова Л.П. Технологія конструкційних матеріалів. Навч. посіб. Х. : НАНГУ, 2016. – 306 с.
9. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство підручник. Львів : Світ, 2016. – 624 с.
10. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої /Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с..
11. Большаков В.І., Куцова В.З., Котова Т.В. Наноматеріали і нанотехнології. Монографія. – Дн-ськ: ПДАБА, 2016. – 220 с.
12. Куцова В.З., Котова Т.В. Вуглецеві наноматеріали. Навч. посібник. – Дн-ськ: НМетАУ. – 2014.– 61 с.
13. Куцова В.З., Котова Т.В., Аюпова Т.А. Наноматеріали та нанотехнології. Навч. посібник. У двох частинах. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 103 с

##### **Допоміжна література**

14. Власенко А.М. Матеріалознавство та технологія металів. Київ: Літера ЛТД, 2019. 224 с.
15. Літовченко П.І. , Іванова Л.П. Технологія конструкційних матеріалів. Навч. посіб. Х. : НАНГУ, 2016. – 306 с.

16. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство підручник. Львів : Світ, 2016. – 624 с.
17. Наноструктури та нанокapsули [Електронний ресурс] : конспект лекцій з дисципліни «Наноструктури та нанокapsули» для студентів спеціальності 163«Біомедична інженерія» всіх форм навчання уклад.О. М. Сорочан. – Маріуполь : ПДТУ, 2019. – 86 с..

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

18. Формування первинної та вторинної структури конструкційних сталей. Конспект лекцій. Т.М. Миронова [Електронний ресурс]
19. Європейська система маркування сталей. <https://extxe.com/18766/markirovka-stalej-v-evropejskih-stranah/>.
20. Сплави на основі заліза. Підручник / Мазур В.І., Куцова В.З., Ковзель М.А., Носко О.А. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 500 с. [https://nmetau.edu.ua > file > splavy na osnove](https://nmetau.edu.ua/file/splavy_na_osnove)

**8 УЗГОДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ  
З МЕТОДАМИ ВИКЛАДАННЯ, НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ**

| Очікуваний<br>результат навчання<br>за дисципліною | Програмні компетентності /<br>результати навчання                        | Види<br>навчальних<br>занять | Методи, викладання<br>і навчання       | Засоби навчання       | Методи оцінювання |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| ОРН1                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК11<br>РН05, РН09, РН18                                   | Л                            | МН1, МН2, МН3                          | ЗН1, ЗН2, ЗН3         | ЕК                |
| ОРН2                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК01, СК05,<br>СК09, СК11<br>РН05, РН09, РН12, РН17, РН18  | Л., ПР, ЛР                   | МН1, МН2, МН3,<br>МН6, МН7             | ЗН1, ЗН2,<br>ЗН3, ЗН4 | ЕК                |
| ОРН3                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК01, СК05, СК09,<br>СК11<br>РН05, РН09, РН12, РН17, РН18  | Л, ПР, ЛР                    | МН1, МН2, МН3<br>МН4, МН5, МН6,<br>МН7 | ЗН1, ЗН2, ЗН3         | ЕК                |
| ОРН4                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК01, СК05,<br>СК09, СК11<br>РН05, РН09, РН12, РН17, РН18  | Л, ПР, ЛР                    | МН1, МН2, МН3,<br>МН4, МН6             | ЗН1, ЗН2, ЗН3         | ЕК                |
| ОРН5                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК01, СК05,<br>СК09, СК11<br>РН05, РН09, РН12, РН17, РН18  | Л, ПР, ЛР                    | МН1, МН2, МН3,<br>МН4, МН6             | ЗН1, ЗН2,<br>ЗН3, ЗН4 | ЕК                |
| ОРН6                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК01, СК05,<br>СК09, СК11<br>РН05, РН09, РН12, РН17, РН18  | Л, ПР, ЛР                    | МН1, МН2, МН3                          | ЗН1, ЗН3, ЗН4         | РК                |
| ОРН7                                               | КЗ.01, КЗ.02, СК01, СК05,<br>СК09, СК11,<br>РН05, РН09, РН12, РН17, РН18 | Л, ПР, ЛР                    | МН1, МН2, МН3                          | ЗН1, ЗН3, ЗН4         | РК                |