

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ Р.ЕЛЬВОРТІ

Кафедра прикладної механіки

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Галузь знань: 13 Технічні науки

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма (освітньо-професійна): Прикладна механіка

| Нормовані дані<br><br>Форма навчання | Курс | Семестр | Всього годин за планом | Кількість кредитів ECTS | Всього аудит (год.) | Аудиторних годин, (у тому числі КЗ) |                    |                   | Самостійна робота (год.) | Курсове проектування (семестр/кредити) | Контрольний підсумок (семестр) |       |
|--------------------------------------|------|---------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|--|--------------------------------|-------|
|                                      |      |         |                        |                         |                     | Лекції                              | Лабораторні роботи | Практичні заняття |                          |  | Екзамен                        | Залік |
| Денна                                | 1    | 2       | 210                    | 7                       | 54                  | 18                                  | 18                 | 18                | 36                       | -                                      |                                | 2     |
| Денна                                | 2    | 3       |                        |                         | 76                  | 36                                  | 18                 | 18                | 48                       | -                                      | 2                              |       |
| Заочна                               | 1    | 2       | 210                    | 7                       | 8                   | 4                                   | 2                  | 2                 | 90                       | -                                      |                                | 2     |
| Заочна                               | 2    | 3       |                        |                         | 8                   | 4                                   | 2                  | 2                 | 112                      | -                                      | 2                              |       |

Кропивницький 2023 рік

Робочу програму складено на основі освітньо-професійної програми за спеціальністю 131 Прикладна механіка

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри прикладної механіки

Протокол № 1 від 28 серпня 2023 року

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Найменування показників   | Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти   | Характеристика навчальної дисципліни      |                       |
|---|---|---|-----------------------|
|   |   | Денна форма навчання                      | Заочна форма навчання |
| Кількість кредитів - 7  | Галузь:<br>13 Технічні науки<br><br>Спеціальність або освітня програма:<br>131 Прикладна механіка | Статус дисципліни<br>Обов'язкова          |                       |
| Залікових модулів - 2   |   | Рік підготовки                            |                       |
| Змістових модулів - 5   |   | 1, 2                                      | 1, 2                  |
| Індивідуальне завдання студента - 0   |   | Семестр                                   |                       |
| Загальна кількість годин - 210  |   | 2, 3                                      | 1, 3                  |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 3 год (1 семестр),<br>аудиторних – 4 год (2 семестр), | Ступінь вищої освіти:<br>перший (бакалаврський)   | Лекції (год.) (1 семестр)                 |                       |
|   |   | 18  | 4                     |
|   |   | Практичні, семінарські (год.) (1 семестр) |                       |
|   |   | 18  | 2                     |
|   |   | Лабораторні (год.) (1 семестр)            |                       |
|   |   | 18  | 2                     |
|   |   | Самостійна робота (год.) (1 семестр)      |                       |
|   |   | 36  | 90                    |
|   |   | Вид контролю (1 семестр)                  |                       |
|   |   | Залік                                     | Залік                 |
|   |   | Лекції (год.) (2 семестр)                 |                       |
|   |   | 36  | 4                     |
|   |   | Практичні, семінарські (год.) (2 семестр) |                       |
|   |   | 18  | 2                     |
|   |   | Лабораторні (год.) (2 семестр)            |                       |
|   |   | 18  | 2                     |
|   |   | Самостійна робота (год.) (2 семестр)      |                       |
| 48  | 112   |   |                       |
| Вид контролю (2 семестр)  |   |   |                       |
| Екзамен   | Екзамен   |   |                       |

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**2.1. Мета дисципліни:** набуття здобувачами компетенцій стосовно технологічних процесів, будови і властивостей конструкційних матеріалів при конструюванні та виготовленні машин і обладнання.

**2.2. Завдання дисципліни:** засвоєння знань та навичок при оцінці технологій та матеріалів, раціональному вибору їх для конкретних умов роботи, вміння застосовувати ефективні технологічні методи зміцнення, які приводили б до здешевлення виробів та зменшення витрат матеріалів.

**2.3. За результатами вивчення дисципліни здобувач повинен опанувати наступні компетентності:**

### **Загальні компетентності:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК12. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

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

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

## **2.4. За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен**

### **знати:**

- технологічні процеси та об'єкти як складові отримання сучасних виробів промисловості;
- сировинна база конструкційних та інструментальних матеріалів;
- способи отримання промислових матеріалів ;
- виготовлення заготовок деталей машин;
- отримання з заготовок виробів машинобудування;
- техніко-економічне порівняння технологічних процесів;
- перспективи розвитку технологічних процесів машинобудування.

### **вміти:**

- правильно вибирати матеріали для конкретних деталей машин та інструменту, призначати раціональні режими зміцнюючих видів термічної обробки з метою одержання необхідних фізико-механічних та технологічних властивостей.
- застосовувати ефективні технологічні методи зміцнення, які б привели в результаті до здешевлення виробів, оптимізації технологічних процесів, зменшенню витрат матеріалів з одночасним подовженням строку служби.

## 2.5. Програмні результати навчання

PH3) виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин;

PH7) застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;

PH9) знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми;

PH10) знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;

PH16) вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовою, включаючи знання спеціальної термінології та навички міжособистісного спілкування.

## 2.6. Структурно-логічне місце дисципліни в освітній програмі

| Попередні дисципліни: | Наступні дисципліни:       |
|-----------------------|----------------------------|
| Хімія                 | Опір матеріалів            |
| Фізика                | Металообробне обладнання   |
|                       | Різання металів            |
|                       | Технологія машинобудування |
|                       | Деталі машин               |

## 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 1

#### Змістовий модуль 1

**Тема 1: Вступ. Характеристика металургійного виробництва. Виробництво чавуну.**

Мета та завдання курсу. Короткий історичний огляд розвитку металургії. Матеріали в техніці і побуті. Основні визначення. Класифікація матеріалів. Способи отримання металів із руд. Виробництво чавуну. Продукти доменного виробництва. Показники роботи доменної печі. Шляхи підвищення продуктивності доменних печей.

**Тема 2: Виробництво сталі.**

Виробництво та розливання сталі. Будова та дефекти сталевого зливка. Пряме відновлення заліза із руд. Конверторний спосіб виробництва сталі. Мартенівський спосіб виробництва сталі. Виробництво сталі в електричних печах. Виробництво сталей в індукційних печах. Вплив способу виробництва сталі на її якість. Способи її розливки.

### **Тема 3: Технологія ливарного виробництва**

Сутність ливарного виробництва. Ливарні властивості сплавів. Вимоги щодо виготовлення та технологія виготовлення моделей та виливків. Лиття в оболонкові форми. Лиття з використанням плавких і газифікованих моделей. Лиття в металеві форми (кокілі). Лиття під тиском та інші способи лиття.

### **Тема 4: Основи обробки металів тиском.**

Прокатування листового та профільного металу. Волочіння. Пресування. Кування. Штампування.

## **Змістовий модуль 2**

### **Тема 5. Механічна обробка заготовок деталей машин.**

Роль обробки металів різанням у машинобудуванні. Фізико-механічні основи обробки металів різанням. Класифікація металорізальних верстатів. Сили різання та вибір режимів різання.

### **Тема 6. Технологія обробки металів різанням.**

Способи обробки металів різанням. Обробка заготовок на токарних, свердлильних, фрезерних верстатах. Елементи режиму різання під час точіння.. Методи обробки заготовок без зняття стружки.

### **Тема 7. Обробка заготовок на металорізальних верстатах верстатах.**

Токарно-гвинтовий верстат. Свердлильний верстат. Фрезерний верстатю Універсально-заточний верстат. Методи обробки металу на верстатах.

### **Тема 8. Отримання заготовок та деталей машин зварюванням. Зварювання тиском.**

Електротехнічні характеристики зварювального обладнання. Зварювання плавленням. Ручне дугове зварювання. Автоматичне та полу автоматичне дугове зварювання під шаром флюсу. Зварювання в атмосфері захисних газів.

## **ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 2**

## **Змістовий модуль 3**

### **Тема 9: Будова металів. Дефекти кристалічної будови**

Атомно-кристалічна структура металів. Структура та енергія атомів. Види кристалічних ґраток. Атомні зв'язки. Координаційні числа. Основні параметри кристалічних ґраток. Точкові кристалічної будови металів. Лінійні кристалічної будови металів. Об'ємні кристалічної будови металів. Механічні, фізичні, хімічні, технологічні та експлуатаційні властивості матеріалів.

### **Тема 10: Процеси плавлення і кристалізації.**

Плавлення. Первинна кристалізація. Вторинна кристалізація. Криві охолодження металу. Дендритна будова. Макроструктура зливка. Температурні і енергетичні умови процесу кристалізації і їх вплив на розмір зерна. Модифікування. Способи регулювання розмірів зерен в процесі кристалізації. Фактори які впливають на форму кристалів. Характеристика зон металевого зливка.

### **Тема 11: Фазовий склад сплавів. Методи побудови діаграм стану.**

Елементарні кристали. Іонні кристали. Молекулярні кристали. Геометрія кристалів. Недосконалості в кристалах. Тверді розчини заміщення. Тверді розчини проникнення. Хімічні сполуки. Механічні суміші. Проміжні фази. Поліморфні перетворення. Методи побудови діаграм стану. Характеристика фаз, які утворюються в металевих сплавах. Рівноваги для двокомпонентної системи. Аморфні тверді тіла. Структура полімерів, скла і кераміки.

### **Тема 12: Основні діаграми рівноважного стану подвійних сплавів.**

Діаграма стану у випадку повної розчинності компонентів у рідкому і твердому станах. Правило відрізків. Діаграма стану для сплавів з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані. Діаграма з евтектикою. Діаграма з перитектикою. Діаграма стану для сплавів, компоненти яких утворюють хімічні сполуки. Діаграма зі стійкою хімічною сполукою. Діаграма з нестійкою хімічною сполукою. Діаграма стану для сплавів з поліморфним та евтектоїдним перетвореннями. Фізичні та механічні властивості сплавів у рівноважному стані. Закономірності М. С. Курнакова.

### **Тема 13: Залізовуглецеві сплави. Діаграма стану «Залізо-цементит».**

Залізо та його сполуки з вуглецем. Компоненти, фази та структурні складові в системі "Залізо–вуглець". Загальна характеристика діаграми стану "Залізо–цементит". Кристалізація сталей. Кристалізація чавунів. Ізотермічні перетворення у системі «Залізо-цементит». Правило відрізків.

### **Тема 14. Вуглецеві сталі.**

Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості сталі. Класифікація вуглецевих сталей. Призначення та використання вуглецевих сталей. Маркування вуглецевих сталей.

### **Тема 15. Чавуни**

Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості чавуну. Класифікація чавунів. Види графітних включень. Вплив графітних включень на властивості чавунів. Маркування чавунів. Призначення та використання чавунів. Леговані чавуни.

### **Тема 16. Леговані сталі.**

Легуючі елементи в сталі. Вплив легуючих елементів на рівноважну структуру та властивості легованих сталей. Карбіди в легованих сталях. Вплив легуючих елементів

на температури фазових перетворень сталей під час нагрівання та на склад точок S і E діаграми стану системи «Залізо-цементит». Вплив легуючих елементів на зварюваність сталей. Структурні класи легованих сталей. Класифікація легованих сталей. Маркування легованих сталей. Призначення та застосування легованих сталей.

#### **Змістовий модуль 4**

##### **Тема 17. Фазові перетворення в залізо-вуглецевих сплавах.**

Перетворення феритно-карбідної структури в аустеніт при нагріванні. Ріст зерна аустеніта при нагріві. Діаграма ізотермічного перетворення аустеніта. Перлітне перетворення. Мартенситне перетворення. Бейнітне перетворення. Ізотермічне перетворення аустеніту в легованих сталях. Перетворення аустеніту при безперервному охолодженні. Термокінетичні діаграми перетворення аустеніту. Перетворення мартенситу і залишкового аустеніту при нагріві. Термічне і деформаційне старіння вуглецевої сталі.

##### **Тема 18. Технологія термічної обробки сталі.**

Визначення і класифікація. Основне обладнання для термічної обробки. Термічна обробка сплавів, які не зазнають фазових перетворень у твердому стані. Термічна обробка сплавів зі змінною розчинністю компонентів у твердому стані. Термічна обробка сталей з евтектоїдним перетворенням. Відпал I роду. Відпал II роду. Нормалізація. Гартування. Відпуск. Термомеханічна обробка. Дефекти, які виникають при термічній обробці. Поверхнєве гартування. Загартовуваність і прогартовуваність сталей. Вплив термічної обробки на властивості і структуру вуглецевих сталей. Структурні і фазові перетворення в сталях при зварюванні.

##### **Тема 19. Хіміко-термічна обробка сталей.**

Загальні закономірності хіміко-термічної обробки. Цементация сталі. Нітроцементация сталі. Азотування сталі. Ціанування. Борування. Силікування. Дифузійне насичення металами.

##### **Тема 20. Кольорові метали і сплави.**

Алюміній і сплави на його основі. Мідь і сплави на її основі. Титан і сплави на його основі. Олово і сплави на його основі. Нікель і сплави на його основі. Магній і сплави на його основі. Антифрикційні сплави.

##### **Тема 21. Види корозійних руйнувань в умовах експлуатації конструкцій.**

Електрохімічна корозія. Хімічна корозія. Розчинення твердих металів рідкими. Структура та властивості високолегованих корозійностійких сталей. Жаростійкі сталі і сплави.

##### **Тема 22. Сталі і сплави з особливими фізичними властивостями.**

Жароміцні сталі і сплави. Магнітні сталі і сплави. Сталі і сплави з високим електроопором. Сплави із заданим температурним коефіцієнтом лінійного



розширення. Сплави з ефектом «пам'яті форми». Metали і сплави високої провідності.

## **Змістовий модуль 5**

### **Тема 23. Неметалеві матеріали.**

Загальні відомості про неметалеві матеріали. Деревина. Каміння. Скло. Кераміка. В'язучі речовини. Пластмаси. Резинові матеріали. Клеї, гуми, каучук. Лакофарбові матеріали. Проблеми вибору і застосування неметалевих матеріалів.

### **Тема 24. Наноматеріалознавство.**

Вплив наноструктурного стану на властивості металів, сплавів і твердофазних сполук. Методи отримання нанокристалічних порошків, компактних матеріалів і наноструктур. Методи дослідження наноструктурних матеріалів. Застосування наноструктурних матеріалів.

### **Тема 25. Порошкові сплави.**

Виробництво порошкових сплавів. Вплив основних технологічних параметрів на процес спікання і властивості спечених тіл. Застосування порошкових сплавів.

### **Тема 26. Композиційні матеріали.**

Загальна характеристика і класифікація композиційних матеріалів. Дисперснозміцнені матеріали. Волокнисті композиційні матеріали. Шаруваті композиційні матеріали. Евтектичні композиційні матеріали.

#### 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |              |           |           |          |           |              |              |          |          |          |           |
|--|-----------------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|--------------|----------|----------|----------|-----------|
|  | денна форма     |              |           |           |          |           | заочна форма |              |          |          |          |           |
|  | усього          | у тому числі |           |           |          |           | усього       | у тому числі |          |          |          |           |
|  |                 | лк           | см/пр     | лаб       | інд      | с.р.      |              | лк           | см/пр    | лаб      | інд      | с.р.      |
| 1  | 2               | 3            | 4         | 5         | 6        | 7         | 8            | 9            | 10       | 11       | 12       | 13        |
| <b>ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 1</b>  |                 |              |           |           |          |           |              |              |          |          |          |           |
| <b>Змістовий модуль 1</b>  |                 |              |           |           |          |           |              |              |          |          |          |           |
| 1. Вступ. Характеристика металургійного виробництва. Виробництво чавуну. | 12              | 4            | 2         | 2         | -        | 4         | 12           | 1            | -        | -        | -        | 11        |
| 2. Виробництво сталі.  | 10              | 2            | 2         | 2         | -        | 4         | 10           | -            | -        | -        | -        | 10        |
| 3. Технологія ливарного виробництва.                                     | 10              | 2            | 2         | 2         | -        | 4         | 10           | 1            | 1        | 1        | -        | 7         |
| 4. Основи обробки металів тиском.  | 12              | 2            | 4         | 2         | -        | 4         | 12           | 1            | -        | 1        | -        | 10        |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                      | <b>44</b>       | <b>10</b>    | <b>10</b> | <b>8</b>  | <b>0</b> | <b>16</b> | <b>44</b>    | <b>3</b>     | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>38</b> |
| <b>Змістовий модуль 2</b>  |                 |              |           |           |          |           |              |              |          |          |          |           |
| 5. Механічна обробка заготовок деталей машин.                            | 10              | 2            | 2         | 2         | -        | 4         | 10           | 1            | -        | -        | -        | 9         |
| 6. Технологія обробки металів різанням.                                  | 12              | 2            | 2         | 4         | -        | 4         | 12           | -            | -        | -        | -        | 12        |
| 7. Обробка заготовок на металорізальних верстатах.                       | 12              | 2            | 2         | 2         | -        | 6         | 12           | -            | 1        | -        | -        | 11        |
| 8. Отримання заготовок та деталей машин зварюванням. Зварювання тиском.  | 12              | 2            | 2         | 2         | -        | 6         | 12           | -            | -        | -        | -        | 12        |
| <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                      | <b>46</b>       | <b>8</b>     | <b>8</b>  | <b>10</b> | <b>0</b> | <b>20</b> | <b>54</b>    | <b>1</b>     | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>44</b> |
| <b>Усього годин за 1 заліковим модулем</b>                               | <b>90</b>       | <b>18</b>    | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>0</b> | <b>36</b> | <b>98</b>    | <b>4</b>     | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>90</b> |
| <b>ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 2</b>  |                 |              |           |           |          |           |              |              |          |          |          |           |
| <b>Змістовий модуль 3</b>  |                 |              |           |           |          |           |              |              |          |          |          |           |
| 9. Будова металів. Дефекти кристалічної будови                           | 8               | 2            | 2         | 2         | -        | 2         | 8            | -            | -        | -        | -        | 8         |
| 10. Процеси плавлення і кристалізації.                                   | 6               | 2            | -         | 2         | -        | 2         | 6            | -            | -        | -        | -        | 6         |
| 11. Фазовий склад сплавів. Методи побудови діаграм стану.                | 6               | 2            | -         | 2         | -        | 2         | 6            | -            | -        | -        | -        | 6         |
| 12. Основні діаграми рівноважного стану подвійних сплавів.               | 4               | 2            | -         | -         | -        | 2         | 4            | -            | -        | -        | -        | 4         |
| 13. Залізвуглецеві сплави. Діаграма стану «Залізо-цементит».             | 6               | 2            | 2         | -         | -        | 2         | 6            | 1            | 0,5      | -        | -        | 4,5       |
| 14. Вуглецеві сталі.   | 6               | 2            | 2         | -         | -        | 2         | 6            | 0,5          | -        | -        | -        | 5,5       |
| 15. Чавуни.  | 7               | 2            | 2         | -         | -        | 3         | 7            | 0,5          | -        | -        | -        | 6,5       |

|  |            |           |           |           |          |           |            |          |          |          |          |            |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|----------|----------|----------|----------|------------|
| 16. Леговані сталі.  | 9          | 2         | 2         | 2         | -        | 3         | 9          | -        | 0,5      | -        | 1        | 7,5        |
| <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                              | <b>52</b>  | <b>16</b> | <b>10</b> | <b>8</b>  | <b>0</b> | <b>18</b> | <b>52</b>  | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>48</b>  |
| <b>Змістовий модуль 4</b>  |            |           |           |           |          |           |            |          |          |          |          |            |
| 17. Фазові перетворення в залізо-вуглецевих сплавах.             | 9          | 2         | 2         | 2         | -        | 3         | 9          | -        | -        | -        | -        | 9          |
| 18. Технологія термічної обробки сталі.                          | 11         | 2         | 2         | 4         | -        | 3         | 11         | 0,5      | 0,5      | -        | -        | 10         |
| 19. Хіміко-термічна обробка сталей.                              | 9          | 2         | 2         | 2         | -        | 3         | 9          | 0,5      | -        | -        | -        | 8,5        |
| 20. Кольорові метали і сплави.                                   | 9          | 2         | 2         | 2         | -        | 3         | 9          | -        | 0,5      | 1        | -        | 7,5        |
| 21. Види корозійних руйнувань в умовах експлуатації конструкцій. | 5          | 2         | -         | -         | -        | 3         | 5          | -        | -        | -        | -        | 5          |
| 22. Сталі і сплави з особливими фізичними властивостями.         | 5          | 2         | -         | -         | -        | 3         | 5          | -        | -        | -        | -        | 5          |
| <b>Разом за змістовим модулем 4</b>                              | <b>48</b>  | <b>12</b> | <b>8</b>  | <b>10</b> | <b>0</b> | <b>18</b> | <b>48</b>  | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>45</b>  |
| <b>Змістовий модуль 5</b>  |            |           |           |           |          |           |            |          |          |          |          |            |
| 23. Неметалеві матеріали.  | 5          | 2         | -         | -         | -        | 3         | 5          | -        | -        | -        | -        | 5          |
| 24. Наноматеріалознавство.                                       | 5          | 2         | -         | -         | -        | 3         | 5          | 0,5      | -        | -        | -        | 4,5        |
| 25. Порошкові сплави.  | 5          | 2         | -         | -         | -        | 3         | 5          | -        | -        | -        | -        | 5          |
| 26. Композиційні матеріали.                                      | 5          | 2         | -         | -         | -        | 3         | 5          | 0,5      | -        | -        | -        | 4,5        |
| <b>Разом за змістовим модулем 5</b>                              | <b>20</b>  | <b>8</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>12</b> | <b>20</b>  | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>19</b>  |
| <b>Усього годин за 2 заліковим модулем</b>                       | <b>150</b> | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>0</b> | <b>48</b> | <b>150</b> | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>112</b> |

## 5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ (ПРАКТИЧНИХ) ЗАНЯТЬ

| №<br>п/п                  | Назва теми  | Кількість годин |          |
|---------------------------|---|-----------------|----------|
|                           |   | денна           | заочна   |
| <b>ЗАЛКОВИЙ МОДУЛЬ 1</b>  |   |                 |          |
| <b>Змістовий модуль 1</b> |   |                 |          |
| 1                         | Основні властивості конструкційних матеріалів                             | 2               |          |
| 2                         | Вивчення матеріалів і продуктів чорної металургії                         | 2               |          |
| 3                         | Проектування технологічного процесу виготовлення вилівка                  | 2               | 1        |
| 4                         | Технологія та обладнання холодного листового штампування                  | 2               |          |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                       | <b>8</b>        | <b>1</b> |
| <b>Змістовий модуль 2</b> |   |                 |          |
| 6                         | Обробка деталей на токарних верстатах                                     | 2               | 1        |
| 7                         | Обробка деталей на свердлильних верстатах.                                | 2               | -        |
| 8                         | Обробка на деталей фрезерних верстатах.                                   | 2               | -        |
| 9                         | Основи складання технологічного процесу механічної обробки деталі         | 2               | -        |
| 10                        | Технологія та обладнання електродугового та електроконтактного зварювання | 2               | -        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                       | <b>10</b>       | <b>1</b> |
|                           | <b>РАЗОМ ЗА ЗАЛКОВИМ МОДУЛЕМ 1</b>  | <b>18</b>       | <b>2</b> |
| <b>ЗАЛКОВИЙ МОДУЛЬ 2</b>  |   |                 |          |
| <b>Змістовий модуль 3</b> |   |                 |          |
| 11                        | Методи дослідження властивостей і будови металів                          | 2               |          |
| 12                        | Аналіз діаграми стану залізо-вуглець                                      | 2               | 0,5      |
| 13                        | Вивчення структури і властивостей вуглецевих сталей у рівновазі           | 2               |          |
| 14                        | Вивчення структури і властивостей чавунів                                 | 2               |          |
| 15                        | Вивчення властивостей легованих сталей                                    | 2               | 0,5      |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                       | <b>10</b>       | <b>1</b> |
| <b>Змістовий модуль 4</b> |   |                 |          |
| 16                        | Відпускання загартованих сталей   | 2               | 0,5      |
| 17                        | Поверхнєве зміцнення сталі  | 2               | 0,5      |
| 18                        | Гартування вуглецевих і легованих сталей                                  | 2               |          |
| 19                        | Вивчення будови і властивостей кольорових сплавів                         | 2               |          |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                       | <b>8</b>        | <b>1</b> |
|                           | <b>РАЗОМ ЗА ЗАЛКОВИМ МОДУЛЕМ 2</b>  | <b>18</b>       | <b>2</b> |

## 5. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

| №<br>п/п                  | Назва теми   | Кількість годин |          |
|---------------------------|--|-----------------|----------|
|                           |  | денна           | заочна   |
| <b>ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 1</b> |  |                 |          |
| <b>Змістовий модуль 1</b> |  |                 |          |
| 1                         | Вихідні матеріали і продукти виробництва доменних, сталеплавильних, прокатних та ковальсько-пресових цехів | 2               | -        |
| 2                         | Визначення властивостей металевих порошків   | 2               | -        |
| 3                         | Виготовлення виливків у піщаних формах   | 2               | 1        |
| 4                         | Вплив холодної пластичної деформації на властивості і структуру сталі                                      | 2               | 1        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 1</b>  | <b>8</b>        | <b>2</b> |
| <b>Змістовий модуль 2</b> |  |                 |          |
| 5                         | Конструкція і геометрія різальних інструментів   | 2               | -        |
| 6                         | Дослідження спрацювання різців   | 2               | -        |
| 7                         | Заточування різальних інструментів   | 2               | -        |
| 8                         | Будова і налагодження токарно-гвинторізного верстата   | 2               | -        |
| 9                         | Контроль якості зварних з'єднань   | 2               | -        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 2</b>  | <b>10</b>       | <b>0</b> |
|                           | <b>Разом за заліковим модулем 1</b>  | <b>18</b>       | <b>2</b> |
| <b>ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 2</b> |  |                 |          |
| <b>Змістовий модуль 3</b> |  |                 |          |
| 10                        | Випробування металів і сплавів на твердість  | 2               | -        |
| 11                        | Макроструктурний аналіз металів і сплавів  | 2               | -        |
| 12                        | Мікроструктурний аналіз металів і сплавів  | 2               | -        |
| 13                        | Вивчення мікроструктури легованих сталей   | 2               | 1        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 3</b>  | <b>8</b>        | <b>1</b> |
| <b>Змістовий модуль 4</b> |  |                 |          |
| 14                        | Розробка технологічного процесу термічної обробки деталі   | 2               | -        |
| 15                        | Хіміко-термічне оброблення сталей  | 2               | -        |
| 16                        | Поверхнєве гартування сталей   | 2               | -        |
| 17                        | Визначення прогартуваності сталей методом торцевого гартування   | 2               | -        |
| 18                        | Вивчення мікроструктури кольорових сплавів   | 2               | 1        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 4</b>  | <b>10</b>       | <b>1</b> |
|                           | <b>Разом за заліковим модулем 2</b>  | <b>18</b>       | <b>2</b> |

## 6. САМОСТІЙНА РОБОТА

| № п/п                     | Назва теми   | Кількість годин |            |
|---------------------------|--|-----------------|------------|
|                           |  | денна           | заочна     |
| <b>ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 1</b> |  |                 |            |
| <b>Змістовий модуль 1</b> |  |                 |            |
| 1                         | Вступ. Характеристика металургійного виробництва. Виробництво чавуну | 4               | 13         |
| 2                         | Виробництво сталі.   | 4               | 13         |
| 3                         | Технологія ливарного виробництва.                                    | 4               | 13         |
| 4                         | Основи обробки металів тиском.                                       | 4               | 13         |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 1</b>                                  | <b>16</b>       | <b>65</b>  |
| <b>Змістовий модуль 2</b> |  |                 |            |
| 5                         | Механічна обробка заготовок деталей машин.                           | 4               | 14         |
| 6                         | Технологія обробки металів різанням                                  | 4               | 14         |
| 7                         | Обробка заготовок на металорізальних верстатах верстатах.            | 6               | 14         |
| 8                         | Отримання заготовок та деталей машин зварюванням. Зварювання тиском. | 6               | 14         |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 2</b>                                  | <b>20</b>       | <b>71</b>  |
|                           | <b>Разом за заліковим модулем 1</b>                                  | <b>36</b>       | <b>136</b> |
| <b>ЗАЛІКОВИЙ МОДУЛЬ 2</b> |  |                 |            |
| <b>Змістовий модуль 3</b> |  |                 |            |
| 9                         | Будова металів. Дефекти кристалічної будови.                         | 2               | 8          |
| 10                        | Процеси плавлення і кристалізації                                    | 2               | 6          |
| 11                        | Фазовий склад сплавів. Методи побудови діаграм стану.                | 2               | 6          |
| 12                        | Основні діаграми рівноважного стану подвійних сплавів.               | 2               | 4          |
| 13                        | Залізовуглецеві сплави. Діаграма стану «Залізо-цементит».            | 2               | 4,5        |
| 14                        | Вуглецеві сталі.   | 2               | 5,5        |
| 15                        | Чавуни.  | 3               | 6,5        |
| 16                        | Леговані сталі.  | 3               | 7,5        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 3</b>                                  | <b>18</b>       | <b>48</b>  |
| <b>Змістовий модуль 4</b> |  |                 |            |
| 17                        | Фазові перетворення в залізо-вуглецевих сплавах                      | 3               | 9          |
| 18                        | Технологія термічної обробки сталі.                                  | 3               | 10         |
| 19                        | Хіміко-термічна обробка сталей.                                      | 3               | 8,5        |
| 20                        | Кольорові метали і сплави.   | 3               | 7,5        |
| 21                        | Види корозійних руйнувань в умовах експлуатації конструкцій.         | 3               | 5          |
| 22                        | Сталі і сплави з особливими фізичними властивостями.                 | 3               | 5          |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 4</b>                                  | <b>18</b>       | <b>45</b>  |
| <b>Змістовий модуль 5</b> |  |                 |            |
| 23                        | Неметалеві матеріали.  | 3               | 5          |
| 24                        | Наноматеріалознавство  | 3               | 4,5        |
| 25                        | Порошкові сплави.  | 3               | 5          |
| 26                        | Композиційні матеріали.  | 3               | 4,5        |
|                           | <b>Разом за змістовим модулем 5</b>                                  | <b>12</b>       | <b>19</b>  |
|                           | <b>Разом за заліковим модулем 2</b>                                  | <b>48</b>       | <b>112</b> |

## **7. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

не передбачено

## **8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

Основними методами навчання, що використовуються в процесі викладання навчальної дисципліни «Матеріалознавство і технологія конструкційних металів» є:

- метод передачі і сприйняття навчальної інформації (лекції, презентації);
- метод практичного засвоєння курсу з допомогою вирішення задач та ситуацій;
- метод модульного контролю;
- метод самостійного засвоєння студентами навчального матеріалу у вигляді складання тестів, вирішення задач, написання рефератів та підготовка презентацій на підставі самостійно опрацьованої літератури та додаткових джерел інформації

## **9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

Методами навчання дисципліни «Матеріалознавство та технологія конструкційних металів» є способи спільної діяльності й спілкування викладача і студентів, що забезпечують вироблення позитивної мотивації навчання, оволодіння системою професійних знань, умінь і навичок, формування наукового світогляду, розвиток пізнавальних сил, культури розумової праці майбутніх фахівців за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Залежно від джерела знань, під час навчальних занять, як практичних, так і лекційних, використовуються наступні методи навчання: словесні (пояснення, бесіда, дискусія, діалог), наочні (демонстрація, ілюстрація), практичні (рішення задач, ділові ігри).

За характером пізнавальної діяльності, при вивченні дисципліни «Матеріалознавство та технологія конструкційних металів» використовуються: пояснювально-наочний проблемний виклад; частково-пошуковий та дослідницький методи.

За місцем в структурній діяльності використовуються:

- методи організації й здійснення навчальної діяльності, що поєднує словесні, наочні і практичні методи; репродуктивні й проблемно-пошукові; методи навчальної роботи під керівництвом викладача й методи самостійної роботи студентів;
- методи стимулювання й мотивації навчальної роботи, що об'єднали в собі пізнавальні ігри, навчальні дискусії, моделювання рольових ситуацій, створення ситуацій успіху в навчальній роботі, пред'явлення вимог і метод заохочення;
- методи контролю й самоконтролю за навчальною діяльністю: методи усного, письмового контролю; індивідуального й фронтального, тематичного і систематичного контролю.

## 10. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

### Система оцінювання для студентів денної форми навчання

Для поточного та підсумкового контролю успішності здобувачів вищої освіти використовується модульно-рейтингова система, яка передбачає розподіл балів за виконання усіх запланованих видів робіт. Така система оцінювання виключає можливість суб'єктивного відношення викладача і орієнтує здобувача вищої освіти на підрахунок своїх балів за конкретні види робіт.

### Розподіл балів з дисципліни:

(макс. кількість балів )

(денна форма навчання, підсумковий контроль – іспит)

T1, T2... T26 – теми змістових модулів.

МКР – модульна контрольна робота

### Рік підготовки 1, семестр 2

| Поточне та модульне оцінювання (1 заліковий модуль) |    |    |    |      |          |    |    |    |      | Разом |
|---|----|----|----|------|----------|----|----|----|------|-------|
| 1 модуль  |    |    |    |      | 2 модуль |    |    |    |      |       |
| T1  | T2 | T3 | T4 | МКР1 | T5       | T6 | T7 | T8 | МКР2 |       |
| 10  | 5  | 15 | 20 | 10   | 5        | 9  | 10 | 4  | 12   |       |
| 60  |    |    |    |      | 40       |    |    |    |      | 100   |

### Рік підготовки 2, семестр 1

| Поточне та модульне оцінювання (2 заліковий модуль) |     |     |     |     |     |     |     |      |          |     |     |     |     |     |      |          |     |     |     | Екзамен | Разом |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------|-----|-----|-----|---------|-------|
| 1 модуль  |     |     |     |     |     |     |     |      | 2 модуль |     |     |     |     |     |      | 3 модуль |     |     |     |         |       |
| T9  | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | T16 | МКР3 | T17      | T18 | T19 | T20 | T21 | T22 | МКР4 | T23      | T24 | T25 | T26 | МКР5    |       |
| 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 10   | 2        | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   | 10   | 2        | 2   | 2   | 2   | 5       |       |
| 26  |     |     |     |     |     |     |     |      | 21       |     |     |     |     |     |      | 13       |     |     |     | 40      | 100   |



**Таблиця (алгоритм) набору балів для студентів денної форми навчання**

| Види робіт                                 | Тести за темою | Підготовка лабораторної (практичної) роботи за темою | Самостійна робота за темою (реферат та конспект відповідей на питання, що винесені на самостійне опрацювання за темою) | Контрольна робота (розв'язання задач, аналіз графічних ситуацій за темою) | Усне опитування за матеріалами теми (відповіді на питання, основні терміни та поняття) | Вчасний термін здачі | Разом      |
|--|----------------|--|--|---|--|----------------------|------------|
| <b>Рік підготовки 1, семестр 2</b>         |                |  |  |   |  |                      |            |
| T1   |                |  |  | 2   | 6  | 2                    | 10         |
| T2   |                | 1  |  |   | 3  | 1                    | 5          |
| T3   | 3              | 3  |  |   | 6  | 3                    | 15         |
| T4   |                | 4  |  |   | 12   | 4                    | 20         |
| <b>КМР 1</b>                               |                |  |  | <b>10</b>   |  |                      | <b>10</b>  |
| T5   | 1              |  | 1  |   | 2  | 1                    | 5          |
| T6   | 2              | 1  |  |   | 4  | 2                    | 9          |
| T7   | 2              | 2  |  |   | 6  | 2                    | 10         |
| T8   | 1              |  | 1  |   | 1  | 1                    | 4          |
| <b>КМР2</b>                                | <b>12</b>      |  |  | <b>12</b>   |  |                      | <b>12</b>  |
| <b>Разом (Рік підготовки 1, семестр 2)</b> |                |  |  |   |  |                      | <b>100</b> |
| <b>Разом</b>                               |                |  |  |   |  |                      | <b>100</b> |
| <b>Рік підготовки 2, семестр 1</b>         |                |  |  |   |  |                      |            |
| T9   |                | 1  |  |   | 1  |                      | 2          |
| T10  |                | 1  |  |   | 1  |                      | 2          |
| T11  |                | 1  |  |   | 1  |                      | 2          |
| T12  | 2              |  |  |   |  |                      | 2          |
| T13  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T14  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T15  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T16  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| <b>МКР3</b>                                |                |  |  | <b>10</b>   |  |                      | <b>10</b>  |
| T17  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T18  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T19  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T20  | 1              | 1  |  |   |  |                      | 2          |
| T21  |                |  |  |   | 2  |                      | 2          |
| T22  |                |  |  |   | 1  |                      | 1          |
| <b>МКР4</b>                                |                |  |  | <b>10</b>   |  |                      | <b>10</b>  |
| T23  | 2              |  |  |   |  |                      | 2          |
| T24  | 2              |  |  |   |  |                      | 2          |
| T25  | 2              |  |  |   |  |                      | 2          |
| T26  | 2              |  |  |   |  |                      | 2          |
| <b>МКР5</b>                                |                |  |  | <b>5</b>  |  |                      | <b>5</b>   |
| <b>Іспит</b>                               |                |  |  |   |  |                      | <b>40</b>  |
| <b>Разом (Рік підготовки 2, семестр 1)</b> |                |  |  |   |  |                      | <b>100</b> |

## Система оцінювання для студентів заочної форми навчання

Система оцінювання для студентів заочної форми навчання передбачає здачу контрольної роботи (у вигляді оформленого конспекту за темами, що винесені на самостійну роботу та презентації НД) та підсумкового контролю (екзамену у тестовій формі за всіма темами курсу).

### Розподіл балів з дисципліни (макс. кількість балів )

#### Рік підготовки 1, семестр 1

| Контрольна робота | Лабораторні роботи | Практичні роботи | Разом |
|-------------------|--------------------|------------------|-------|
| 60                | 20                 | 20               | 100   |

#### Рік підготовки 2, семестр 1

| Контрольна робота | Лабораторні роботи | Практичні роботи | Іспит | Разом |
|-------------------|--------------------|------------------|-------|-------|
| 20                | 20                 | 20               | 40    | 100   |

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90-100                                       | <b>A</b>    | відмінно   | зараховано  |
| 82-89  | <b>B</b>    | добре  |   |
| 74-81  | <b>C</b>    |  |   |
| 64-73  | <b>D</b>    | задовільно   |   |
| 60-63  | <b>E</b>    |  |   |
| 35-59  | <b>FX</b>   | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 1-34   | <b>F</b>    | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

## 11. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Конспект лекцій, комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни, презентаційні матеріали.

## 12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Дубовий О. М. Інженерне матеріалознавство : підручник / О. М. Дубовий, Ю. О. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева, С. М. Самохін – Миколаїв : НУК, 2009. –

444 с.

2. Боброва Т. Б. Основи матеріалознавства / Т. Б. Боброва, С. М. Високос, Ю. Ю. Глушко, М. В. Пехова, В. О. Сашко, Т. М. Терещенко // ТОВ «Геберіт Трейдінг», 2019. – 103 с.
3. Методичні вказівки з дисципліни “Матеріалознавство” до виконання лабораторного практикуму з розділу “Механічні властивості матеріалів” для студентів усіх форм навчання. / Укл.: Трофименко В.В., Клименко О.П., Овчаренко В.І. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2012. – 38 с.
4. Азаренков В. М. Функціональні матеріали та покриття : навчальний посібник / [М. О. Азаренков, В. М. Береснєв, С. В. Литовченко та ін.]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 202 с.
5. Власенко А. М. Матеріалознавство та технологія металів: підручник. – Київ: Літера ЛТД, 2019. – 224 с.
6. Основи матеріалознавства (метали): чавуни : метод. вказ. для самост. вивчення дисц. "Матеріалознавство і біосумісні матеріали" для студ. денної форми навч. першого рівня вищої освіти (бакалавр); Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка ; уклад.: В. О. Шигимага. – Харків : [б. в.], 2020.– 24 с.
7. Дубовий О. М. Збірник лабораторних робіт з дисципліни "Матеріалознавство" / О. М. Дубовий, Н. Ю. Лебедева, С. М. Торубарова. – Миколаїв : Видавництво НУК, 2011. – 96 с.
8. Методичні рекомендації до організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Конструкційні матеріали» (для студентів усіх форм навчання освітнього рівня «бакалавр» / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : В. І. Скуріхін, В. М. Фатєєв. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 40 с.
9. Літовченко П. І. Технологія конструкційних матеріалів: навч. посіб. / П. І. Літовченко, Л. П. Іванова. – Х. : НА НГУ, 2016. – 306 с. : іл.
10. Івлієв А. І. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Технологія конструкційних матеріалів" / А. І. Івлієв, Н. Ю. Лебедева, Т. А. Янковець. – Миколаїв : НУК, 2014. – 36 с.
11. Казимиренко Ю. О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсів "Матеріалознавство" і "Технологія конструкційних матеріалів" / Ю. О. Казимиренко, Н. Ю. Лебедева. – Миколаїв : НУК, 2012. – 52 с.

#### **Додаткова**

1. Шкурат С. І. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Обробка металів різанням». – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 40 с.
2. Гарнець В. М. Конструкційне матеріалознавство / В. М. Гарнець, В. М. Коваленко. – К.: Либідь, 2007. – 384 с.
3. Пахаренко В.Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів (металургія, ливарне виробництво) : навч. посібник / В. Л. Пахаренко, М. М. Марчук. — Рівне, 2009. — 182 с.
4. Сологуб М.А. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вузів – К.: Вища школа, 2002. 379 с.

5. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Практикум: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. за напрямом Інженерна механіка] / В. В. Попович, А. І. Кондир, Е. І. Плешаков та ін. — Львів : Світ, 2009. — 551 с.
6. Хільчевський В.В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : Навч. посібник / В. В. Хільчевський. — Київ : Либідь, 2002. — 328 с.
7. Матеріалознавство. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / А.В. Галико, О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост – Кіровоград: КОД, 2015. – 168 с.
8. Гапонова О. П. Сталі та сплави з особливими властивостями : Навч. посібник / О. П. Гапонова, А. Ф. Будник. — Суми : СумДУ, 2014. — 240 с.
9. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: словник довідник / В. Попович, В. Попович. – Львів : Світ, 2010. – 304 с.
10. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник.– Львів, Афіша, 2002. 304 с

### 13. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <http://rada.gov.ua>
2. Офіційний сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>
3. Калькулятор конвертації значень твердості по різним шкалам. URL: <https://www.gordonengland.co.uk/hardness/hvconv.htm>
4. Принцип дії і будова оптичного мікроскопу. URL: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt\\_mikroskop&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_mikroskop&l=ua)
5. Принцип дії і будова спектроскопа. URL: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=atom\\_spektroskop&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=atom_spektroskop&l=ua)
6. Принцип дії і будова рентгенівської трубки. URL: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt\\_rentgen&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_rentgen&l=ua)
7. Кристалічна ґратка кремнію. URL: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol\\_kremik&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_kremik&l=ua)
8. Біметали. URL: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf\\_bimetal&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_bimetal&l=ua)
9. Закон Гука. URL: [https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf\\_hook&l=ua](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_hook&l=ua)
10. Анімація «Фазові переходи» . URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Fazovi\\_perehodi-46030](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Fazovi_perehodi-46030)
11. Анімація «Виплавка алюмінію» . URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Viplavka\\_aluminiyu-146849](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Viplavka_aluminiyu-146849)
12. Анімація «Чорна металургія» . URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Chorna\\_metalurgiya\\_serednij\\_riven-47111](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Chorna_metalurgiya_serednij_riven-47111)
13. Анімація «Кубічна ґранецентрована кристалічна ґратка». URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Kubichna\\_granecentrovana\\_gratka-12007](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Kubichna_granecentrovana_gratka-12007)

14. Анімація «Кубічна об'ємцентрована кристалічна ґратка». URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Kubichna\\_ob\\_yemnocentrovana\\_kristalichna\\_gratka-12005](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Kubichna_ob_yemnocentrovana_kristalichna_gratka-12005)
15. Анімація «Гексагональна ґранецентрована кубічна ґратка». URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Geksagonalna\\_kristalichna\\_gratka\\_metaliv-11996](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Geksagonalna_kristalichna_gratka_metaliv-11996)
16. Анімація «Графіт». URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Grafit-12002](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Grafit-12002)
17. Анімація «Кремній». URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Kremnij-147978](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Kremnij-147978)
18. Принцип дії та будова електронного мікроскопу. URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Yak\\_pracyuye\\_elektronnij\\_mikroskop-148042](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Yak_pracyuye_elektronnij_mikroskop-148042)
19. Типи шестерен. URL: [https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D\\_sceni-Tipi\\_shesteren-139783](https://ua.mozaweb.com/uk/Extra-3D_sceni-Tipi_shesteren-139783)
20. Віртуальна лабораторна робота «Визначення щільності твердого тіла». URL: <https://www.golabz.eu/lab/determination-of-density-of-solid>
21. Віртуальна лабораторна робота «Спектроскопія». URL: <https://www.golabz.eu/lab/spectroscope>
22. Віртуальна лабораторна робота «Кулонівські сили та сили Ван-дер-Ваальса». URL: <https://www.golabz.eu/lab/molecular-workbench>