

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів

(повна назва кафедри)



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор

з навчально-виховної роботи

Галина ЄВСЄЄВА

2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Теоретичні основи розробки сучасних будівельних систем  
та технологія виготовлення виробів для цих систем»

(назва навчальної дисципліни)

освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

спеціальності 132 «Матеріалознавство»  
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-наукової програми «Прикладне матеріалознавство»  
(назва освітньої програми)

статус дисципліни нормативна

факультет інформаційних технологій та механічної інженерії  
(назва факультету/інституту)

форма навчання денна  
(денна, вечірня, заочна)

мова навчання українська

**1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

	Години	Кредити	Семестр	
			I	
Всього годин за навчальним планом, з них:	120	4	120	
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	38		38	
лекції	22		22	
лабораторні роботи	-		-	
практичні заняття	16		16	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	82		82	
підготовка до аудиторних занять	10		10	
підготовка до контрольних заходів	15		15	
виконання курсового проекту або роботи	15		15	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	12		12	
підготовка до екзамену	30	1	30	
<b>Форма підсумкового контролю</b>			Екзамен	

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи розробки сучасних будівельних систем та технологія виготовлення виробів для цих систем»  
(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство», ОНП «Прикладне матеріалознавство», магістр

(шифр та назва спеціальності, назва освітньої програми, назва освітнього ступеня)

«20» березня 2023 року – 10 с.

Розробники:

Володимир Волчук, д.т.н., проф. завідувач кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів  
(назва кафедри)

Протокол від «20» березня 2023 року № 7

Завідувач кафедри

(підпис)

(Володимир ВОЛЧУК)

(ім'я, прізвище)

«20» березня 2023 року

**Схвалено навчально-методичною радою факультету Інформаційних технологій та механічної інженерії**

(назва)

Протокол від «04» квітня 2023 року № 4

Голова

(підпис)

(Олександр ЛИХОДІЙ)

(ім'я, прізвище)

«04» квітня 2023 року

**Експертизу лабораторії моніторингу якості освіти та планування навчально-методичної роботи пройдено:**

«12» квітня 2023 року

(підпис)

(Віолетта ФЕДІНА)

(ім'я, прізвище)

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета дисципліни:** формування у студентів загальних уявлень щодо основних факторів, що мають місце при розробці матеріалів для будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.

**Завдання дисципліни:** оволодіння студентами загальними принципами вибору системи легування сталей для сучасних металевих будівельних конструкцій. Вміння встановлювати взаємозв'язок між комплексом властивостей металопрокату, його структурою та режимом термомеханічної обробки, за яким він виробляється.

**Пререквізити дисципліни.** Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Металознавство та обробка матеріалів»; «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»; «Методи структурного аналізу матеріалів»; «Будівельне матеріалознавство»; «Теорія процесів формування структури та властивостей конструкційних матеріалів».

### Постреквізити:

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту дипломної роботи.
2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

### Компетентності.

**ІК.** Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми з матеріалознавства у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

**ЗК.01** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК.02** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК.03** Здатність розробляти та управляти проектами.

**ЗК.04** Здатність спілкуватися іноземною мовою.

**ЗК.05** Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

**ЗК.06** Здатність працювати автономно.

**ЗК.07** Здатність працювати у команді.

**ЗК.08** Здатність працювати у міжнародному контексті.

**ЗК.09** Прагнення до збереження навколишнього середовища.

**СК.04** Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.

**СК.07** Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень, технологічних процесів та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог.

**СК.09** Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкурентних умов експлуатації.

**СК.11** Здатність застосовувати системний підхід для розв'язання прикладних задач виготовлення, обробки, експлуатації та утилізації матеріалів і виробів.

**СК.13** Здатність до креативного мислення щодо оперативної оцінки матеріалів пошкодженої інфраструктури внаслідок воєнних дій.

**Заплановані результати навчання.** (відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладне матеріалознавство» СВО ПДАБА – 132 мн-2020). У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**РН 1.** Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.

**РН 2.** Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.

**РН 6.** Наукові навички у галузі інженерії, для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом так і самостійно.

**РН 9.** Застосовувати методи LCA-аналізу еко-аудиту, підходів стійкого розвитку під час розробки нових матеріалів та впровадження нових технологій.

**РН 10.** Навички презентації наукового матеріалу та аргументів для добре інформованої аудиторії.

**РН 15.** Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.

**РН 16.** Здатність ефективно використовувати на практиці теоретичні концепції менеджменту та ділового адміністрування.

**РН. 20.** Створювати логістичні ланцюги «матеріал-споживач», що призведе до економії матеріально-часових витрат і дозволить забезпечити додаткові робочі місця.

**РН. 22.** Прогнозувати розвиток сучасного ринку матеріалів і технологій, застосовувати методи стратегічного планування для забезпечення сталого розвитку технологій у контексті глобалізаційних викликів.

#### **Методи навчання.**

Використовуються методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

Словесний – (лекція, пояснення, роз'яснення, розповідь)

Наочний – (ілюстрації, слайди, презентації)

Робота з книгою – (конспектування, реферування)

#### **Форми навчання:**

- групова;
- колективна;
- фронтальна.

#### **Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачас навчальна дисципліна:**

- електронний проектор;
- комп'ютер;
- програмне забезпечення - віртуальна лабораторія середовища Excel, Matlab  
Середовище математичного моделювання Microsoft Office.

### **3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**

1. Поняття будівельних систем. Застосування металевих конструкцій у багатоповерховому будівництві. Прокат для будівельних конструкцій сучасних будівельних систем виробництва. Призначення конструкцій.
2. Аналіз умов експлуатації металевих конструкцій. Вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей сталей для будівельних конструкцій. Методи визначення експлуатаційних властивостей. Оцінка міцності та пластичності, опір крихкому руйнуванню, втомної міцності та довговічності.
3. Теоретичні основи вибору систем легування сталей для будівельних конструкцій. Вплив легуючих елементів на структуру та комплекс властивостей сучасних будівельних сталей. Вплив вмісту вуглецю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту азоту на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту кремнію на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту міді на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту марганцю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту молібдену на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту нікелю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту алюмінію на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту хрому на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту фосфору на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту ніобію, ванадію і титану на властивості сплавів на основі заліза.
4. Класифікація і хімічний склад сталей для будівельних конструкцій. Класифікація по структурному признаку та рівню механічних властивостей у готовому прокаті. Марки сталей у нормативній документації України та зарубіжних стандартах. Класифікація сталей для магістральних трубопроводів.
5. Основні механізми зміцнення сучасних будівельних сталей. Зміцнення за рахунок формування твердих розчинів. Зміцнення за рахунок дисперсних часток другої фази. Зміцнення за рахунок підвищення щільності дислокацій. Зміцнення за рахунок зменшення розміру зерна.
6. Формування структури будівельних сталей при різних умовах термомеханічної обробки.  
Взаємозв'язок між структурою та комплексом властивостей будівельних сталей.  
Вплив пластичної деформації на процеси формування структури будівельних сталей.



7. Види руйнування сталей. Механічні характеристики та робота сталей під навантаженням. Міцність при статичному навантаженні. Діаграми розтягу. Фактори окрихчування. Механізм розповсюдження крихких тріщин у сталях з ферито-перлітної та бейнітної структури.
8. Технологічні властивості сталей для металевих конструкцій. Холодна механічна обробка сталей підвищеної міцності. Обробка різанням та давлением. Зварюваність термічно-зміцненої сталі.
9. Технологія виготовлення сучасних будівельних сталей. Сучасні способи виплавки, розкислення та розливки. Основні технологічні схеми одержання металопрокату для сучасних будівельних конструкцій. Технологічна схема гарячої прокатки. Технологічна схема контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки.
10. Механізми та технологія термічної обробки будівельних сталей Будівельні сталі підвищеної та високої міцності. Деформація аустеніту. Загальні положення теорії деформації аустеніту. Динамічне повернення. Динамічна рекристалізація. Структурні змінення на кінцевої стадії гарячої деформації. Прискорене охолодження після деформації. Деформація в двохфазній області. Загальні уявлення щодо деформації в двохфазній області. Деформація фериту. Механічне двійникування. Деформація цементиту. Вплив деформації в двохфазній області на комплекс властивостей металопрокату. Прискорене охолодження після деформації.
11. Технологічні та експлуатаційні властивості і опит застосування будівельних сталей підвищеної та високої міцності. Економічна цілеспрямованість та технічна потреба при застосуванні сталей. Приклади застосування сталей підвищеної та високою міцності. Використання сталей підвищеної та високою міцності в магістральних нафта- та газопроводах.
12. Вплив зовнішніх факторів на руйнування сталевих будівельних конструкцій. Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій.  
Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.
13. Підготовка до екзамену
14. Змістовий модуль 2. Курсова робота.
15. Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій.  
Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.
16. Підготовка до екзамену

#### 4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
<b>Змістовий модуль 1. Принципи, що полягають в основи розробки сучасних будівельних сталей.</b>					
Поняття будівельних систем. Застосування металевих конструкцій у багатоповерховому будівництві. Прокат для будівельних конструкцій сучасних будівельних систем виробництва. Призначення конструкцій.	12	2	8	-	2
Аналіз умов експлуатації металевих конструкцій. Вимоги до комплексу експлуатаційних властивостей сталей для будівельних конструкцій. Методи визначення експлуатаційних властивостей. Оцінка міцності	4	2	-	-	2

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
та пластичності, опір крихкому руйнуванню, втомної міцності та довговічності.					
Теоретичні основи вибору систем легування сталей для будівельних конструкцій. Вплив легуючих елементів на структуру та комплекс властивостей сучасних будівельних сталей. Вплив вмісту вуглецю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту азоту на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту кремнію на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту міді на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту марганцю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту молібдену на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту нікелю на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту алюмінію на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту хрому на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту фосфору на властивості сплавів на основі заліза. Вплив вмісту ніобію, ванадію і титану на властивості сплавів на основі заліза.	4	2	-	-	2
Класифікація і хімічний склад сталей для будівельних конструкцій. Класифікація по структурному признаку та рівню механічних властивостей у готовому прокаті. Марки сталей у нормативній документації України та зарубіжних стандартах. Класифікація сталей для магістральних трубопроводів.	4	2	-	-	2
Основні механізми зміцнення сучасних будівельних сталей. Зміцнення за рахунок формування твердих розчинів. Зміцнення за рахунок дисперсних часток другої фази. Зміцнення за рахунок підвищення щільності дислокацій. Зміцнення за рахунок зменшення розміру зерна.	7	2	-	-	5
Формування структури будівельних сталей при різних умовах термомеханічної обробки. Взаємозв'язок між структурою та комплексом властивостей будівельних сталей. Вплив пластичної деформації на процеси формування структури будівельних сталей.	6	-	-	-	6
Види руйнування сталей. Механічні характеристики та робота сталей під навантаженням. Міцність при статичному навантаженні. Діаграми розтягу. Фактори окрихчування. Механізм розповсюдження крихких тріщин у сталях з ферито-перлітної та бейнітної структури.	14	4	8	-	2
Технологічні властивості сталей для металевих конструкцій. Холодна механічна обробка сталей	4	2	-	-	2

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
підвищеної міцності. Обробка різанням та давленням. Зварюваність термічно-зміцненої сталі.					
Технологія виготовлення сучасних будівельних сталей. Сучасні способи виплавки, розкислення та розливки. Основні технологічні схеми одержання металопрокату для сучасних будівельних конструкцій. Технологічна схема гарячої прокатки. Технологічна схема контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки.	4	2	-	-	2
Механізми та технологія термічної обробки будівельних сталей Будівельні сталі підвищеної та високої міцності. Деформація аустеніту. Загальні положення теорії деформації аустеніту. Динамічне повернення. Динамічна рекристалізація. Структурні змінення на кінцевої стадії гарячої деформації. Прискорене охолодження після деформації. Деформація в двохфазній області. Загальні уявлення щодо деформації в двохфазній області. Деформація фериту. Механічне двійникування. Деформація цементиту. Вплив деформації в двохфазній області на комплекс властивостей металопрокату. Прискорене охолодження після деформації.	4	2	-	-	2
Технологічні та експлуатаційні властивості і опит застосування будівельних сталей підвищеної та високої міцності. Економічна цілеспрямованість та технічна потреба при застосуванні сталей. Приклади застосування сталей підвищеної та високою міцності. Використання сталей підвищеної та високою міцності в магістральних нафта- та газопроводах.	6	2	-	-	4
Вплив зовнішніх факторів на руйнування сталевих будівельних конструкцій. Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій. Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому числі відповідального призначення.	6	-	-	-	6
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>15</b>				<b>15</b>
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>90</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>52</b>
<b>Змістовий модуль 2. Курсова робота.</b>					
Теоретичні основи вибору системи легування сталей для будівельних металевих конструкцій. Розробка режиму термічної обробки сталей для металевих будівельних конструкцій, у тому	15	-	-	-	15

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
числі відповідального призначення.					
<b>Підготовка до екзамєну</b>	<b>30</b>	-	-	-	<b>52</b>
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>	-	-	-	<b>30</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>22</b>	<b>16</b>		<b>82</b>

### 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-3.	<b>Технічна діагностика фундаментів будівель і споруд, конструкцій каркасу, будівельних зварних металевих конструкцій.</b> Фундаменти. Конструктивні елементи каркасів будівель і споруд. Типи пошкоджень, що з'являються під час експлуатації фундаментів будівель і споруд, конструкцій каркасу, будівельних зварних металевих конструкцій.	6
4-6.	<b>Агрегатні стани речовини.</b> Основні властивості твердих тіл, рідин, газів та плазми.	6
7-9.	<b>Основи структурної кристалографії.</b> Основні параметри кристалічних решіток ОЦК, ГЦК та ГП.	6
10-12.	<b>Основні види термічної обробки металевих матеріалів.</b> Гартування, відпал, відпуск. Режимы термічної обробки.	6
13-15.	<b>Наноматеріали та композиційні матеріали.</b> Основні характеристики та структура фулеренів, фулеритів, графену та композиційних матеріалів.	6

### 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-4.	Прокат для будівельних конструкцій сучасних будівельних систем виробництва. Призначення конструкцій.	8
5-8.	Фактори окрихчування. Механізм розповсюдження крихких тріщин у сталях з ферито-перлітної та бейнітної структури.	8

### 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.		

### 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1.	підготовка до аудиторних занять	20
2.	підготовка до контрольних заходів	30
3.	виконання індивідуальних завдань	-
4.	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: - ядерно магнітний резонанс; - принци роботи атомно-силового мікроскопа.	10 5 5
	<b>Усього годин</b>	<b>60</b>

### 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю є тестовий метод та методи самоконтролю і самооцінки.



## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модульного контролю складається з:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 22 бали;
- практичні заняття - максимальна кількість – 48 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 30 балів).

*Присутності студента на лекціях* – 2 бали за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 2 бали, якщо неактивний був – 1 бал, якщо студент не був присутнім 0 балів.

*Практичні заняття.* Максимальна кількість балів - 48. Загальна кількість практичних занять – 6 (8 балів за практичне заняття). За практичне заняття нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні обґрунтування експериментальних даних – 7 - 5 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

*Контрольна робота* складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 10 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 10 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 9-7 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів -6- 5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

### **Змістовий модуль 2. Курсова робота.**

Максимальна оцінка за *курсую роботу* – 100 балів. Курсова робота складається з двох рівноважних розділів. Максимальна кількість балів за кожен розділ – 50 балів. На кожен розділ курсової роботи нараховують:

- за повністю викладений розділ – 50 балів;
- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 49-30 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 29-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді допущені груби помилки – 10-1 балів;
- за повну відсутність розрахункової частини – 0 балів.

### **Екзамен**

*Екзаменаційна робота* складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують**:

- повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 25 балів;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 24-18 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення явищ та відповідних процесів – 17-10 балів;

- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 9-1 балів;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметичне між оцінками за змістовий модуль 1, 2 та екзамен.

**Порядок зарахування пропущених занять:** захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацювання пропущеного практичного заняття шляхом виконання відповідного завдання згідно з тематикою практичного заняття.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Гладкий І. П., Мощенко В. І., Тарабанова В. П., Лалазорова Н. О., Глушкова Д. Б. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : навчальний посібник. Харків : ХНАДУ, 2014. 528 с.
2. Власенко А. М. Матеріалознавство та технологія металів : підручник для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти. Київ : Літера ЛТД, 2019. 224 с.
3. Афтандіянц Є. Г., Зазимко О. В., Лопатько К. Г. Матеріалознавство [Електронний ресурс] : підручник. Київ : Вища освіта, 2012. 548 с.
4. Прокопович І. В. Металознавство : навчальний посібник. Одеса : Екологія, 2020. 308 с.
5. Пушкарьова К.К., Кочевих М.О. Матеріалознавство для архітекторів та дизайнерів. Харків, Ліра-К, 2020. - 424 с.

### Допоміжна

1. Будівельні матеріали і конструкції підземних споруд: Конструкції кріплення [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво» / Г. І. Гайко; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 134 с.
2. Rajendra Karwa. Heat and Mass Transfer. — Jodhpur: Springer, 2015. P. 107.
3. Wool, Mineral. // The New International Encyclopædia. — Volume XX. — 1905. P. 643.
4. ↑ Swapna Mukherjee. Applied Mineralogy: Applications in Industry and Environment. — Delhi: Springer, 2012. P. 4.

## 12. ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Боброва Т. Б., Високос С. М., Глушко Ю. Ю. та ін. Основи матеріалознавства. Навч. посібник. Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 104 с. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2020/04/28/7materialoznavstvo.pdf>
2. Пушкарьова К.К., Кочевих М.О. Матеріалознавство для архітекторів та дизайнерів. Харків, Ліра-К, 2020. - 424 с. Режим доступу: [https://condor-books.com.ua/index.php?route=product/product&path=6&product\\_id=759](https://condor-books.com.ua/index.php?route=product/product&path=6&product_id=759)
3. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство.— Рівне : НУВГП. - 2016. – 448 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua>