

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**  
**Навчально-науковий інститут**  
**«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ**  
**БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів  
 назва кафедри



**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Фізичні основи розробки та виробництва сучасних будівельних матеріалів»  
 назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

магістр

назва рівня вищої освіти

Спеціальність

132 «Матеріалознавство»

шифр і назва спеціальності

Освітньо-наукова програма

«Прикладне матеріалознавство»

назва освітньої програми

Статус дисципліни

обов'язкова

обов'язкова чи вибіркова

Обсяг дисципліни

5 кредитів ЄКТС

Код освітньої компоненти

ОК2.5

відповідно до освітньої програми

Мова викладання

українська

Розробник(и): професор кафедри  
матеріалознавства та обробки матеріалів  
 посада



Світлана ГУБЕНКО  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма ухвалена на засіданні кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів  
 назва кафедри

Протокол від «05» листопада 2024 р. № 4

Завідувач кафедри



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма погоджена групою забезпечення якості освітньо-наукової програми  
«Прикладне матеріалознавство»  
 підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти зі  
 спеціальності 132 «Матеріалознавство»

Протокол від «05» листопада 2024р. № 2

Гарант освітньої програми:



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

**Експертизу навчально-методичного відділу пройдено:**

  
 (підпис)

Віолетта ФЕДІНА  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«05» листопада 2024р.

Реєстраційний номер \_\_\_\_\_  
 надається фахівцем НМВ

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			П	
Всього годин за навчальним планом, з них:	150	5	150	
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	48		48	
Лекції	32		32	
лабораторні роботи	16		16	
практичні заняття	-		-	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	102		102	
підготовка до аудиторних занять	50		50	
виконання курсового проекту або роботи				
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	52		52	
підготовка до екзамену				
<b>Форма підсумкового контролю</b>			Залік	

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета:** ознайомлення студентів з основними будівельними матеріалами та їх класифікацію, структурування і формування властивостей на стадіях виготовлення та експлуатації, а також новітніми тенденціями створення будівельних матеріалів.

**Завдання:** засвоєння видів будівельних матеріалів по їх призначенню. Властивості та їх забезпечення. Сучасні технології виготовлення. Нові тенденції створення будівельних матеріалів. Ознайомитись з основними методами контролю якості будівельних матеріалів. Отримати практичні навички щодо виготовлення будівельних матеріалів для каркасного будівництва.

**Пререквізити дисципліни.** Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Термічна обробка», «Сплави на основі заліза», «Металознавство».

### Постреквізити дисципліни:

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.

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

**ФК.03** Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.

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

**Заплановані результати навчання.** (відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладне матеріалознавство» - 2024, спеціальності 132 «Матеріалознавство»). У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

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

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

**ПРН. 18.** Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.

### 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 передбачає навчальна дисципліна:**

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

### **3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ**

1. **Модуль 1. Основні поняття і класифікація будівельних матеріалів за їх призначенням.** Класифікація будівельних матеріалів по призначенню, виду вихідної сировини, засобу виготовлення, головним властивостям, технологічним властивостям.
2. **Потрібні властивості сучасних будівельних матеріалів та принципи їх забезпечень.** Основні властивості будівельних матеріалів зі сталі. Головні властивості та їх підрозділ Фізичні властивості. Механічні властивості. Теплофізичні властивості. Технологічні властивості дисперсних часток другої фази. Зміцнення за рахунок підвищення щільності дислокацій. Зміцнення за рахунок зменшення розміру зерна.
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. **Основні технологічні схеми виготовлення сучасних будівельних матеріалів.** Загальні положення теорії деформації металевих злитків. Ступень деформації. Вплив деформації на структуру. Технологічна схема гарячої прокатки. Технологічна схема контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки.
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. Загальні положення теорії деформації аустеніту. Динамічне повернення. Динамічна рекристалізація. Структурні змінення на кінцевій стадії гарячій деформації. Прискорене охолодження після деформації.
6. **Модуль 2. Будова та властивості сучасних будівельних матеріалів**
7. **Використання нанотехнологій при виробництві наноматеріалів.** Використання нанотехнологій в будівництві. Нанопокриття. Самоохолоджучі нанопокриття. Нанофарби. Поліпшення екологічних умов з використанням утеплювачів з нанопокриттями для стін. Наномодифікація металів і сплавів для будівельних матеріалів.
8. **Класифікація властивостей будівельних сталей їх довговічність і час експлуатації.** Фізичні властивості. Вологість та гігроскопічність. Теплотехнічні властивості. Механічні властивості. Довговічність та час експлуатації сучасних будівельних матеріалів.

9. **Полімерні і керамічні матеріали у будівництві.** Сучасні проблеми та нові тенденції виготовлення будівельних матеріалів.  
Використання полімерних та керамічних матеріалів у будівництві. Створення композитних матеріалів. Використання наноструктурування у будівельних матеріалах.
10. **Модуль 2. Будова та властивості сучасних будівельних матеріалів**
11. **Використання нанотехнологій при виробництві наноматеріалів.**  
Використання нанотехнологій в будівництві. Нанопокриття. Самоохолоджучі нанопокриття. Нанофарби. Поліпшення екологічних умов з використанням утеплювачів з нанопокриттями для стін. Наномодифікація металів і сплавів для будівельних матеріалів.
12. **Класифікація властивостей будівельних сталей їх довговічність і час експлуатації.**  
Фізичні властивості. Вологість та гігроскопічність. Теплотехнічні властивості. Механічні властивості. Довговічність та час експлуатації сучасних будівельних матеріалів.
13. **Полімерні і керамічні матеріали у будівництві.** Сучасні проблеми та нові тенденції виготовлення будівельних матеріалів.  
Використання полімерних та керамічних матеріалів у будівництві. Створення композитних матеріалів. Використання наноструктурування у будівельних матеріалах.
14. Лабораторні заняття
15. **Модуль 1. Фізичні основи розробки та виробництва сучасних будівельних матеріалів**
16. Класифікація будівельних матеріалів. Умови експлуатації металевих конструкцій.  
Класифікація будівельних матеріалів по призначенню, виду вихідної сировини, засобу виготовлення, головним властивостям, технологічним властивостям.
17. **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.  
Технологія виготовлення сучасного будівельного прокату.  
Сучасні технологічні схеми плавлення металу, гарячої деформації та холодної прокатки листової будівельної сталі. Формування різних профілів прокату для сучасних будівельних конструкцій.
18. **Модуль 2. Будова та властивості сучасних будівельних матеріалів**
19. **Механізми зміцнення ,структура та механічні властивості сталей підвищеної та високої міцності**  
Високоміцні будівельні сталі. Зміцнення низьколегованої сталі, її структура та властивості при безперервному охолодженні та відпуску. Термічне та термомеханічне зміцнення .Контрольована прокатка. Створення структур бейнітного класу, голчастого фериту та інших.
20. **Нанотехнології при виготовленні наноматеріалів.**  
Конструкційні композитні матеріали, що утворені на базі нанотехнологій. Нові види сталей. Виробництва енергозберігаючих наноплівочок для світлопрозорих конструкцій, покриттів самоочищення, паропроникливого скла.
21. **Самостійна робота**
22. **Підготовка до аудиторних занять**

23. **Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.**

Критерії оптимальної конструкції багатоповерхових споруд зі сталевими каркасами. Системи сталевих каркасів багатоповерхових споруд. Навантаження та вплив різних факторів експлуатації. Вибір матеріалів. Комп'ютерне моделювання при створенні будівельних матеріалів. Засоби та програми моделювання. Основні принципи при застосуванні комп'ютерного моделювання для будівельних матеріалів. Приклади створених матеріалів. Штучні будівельні матеріали. Кераміка. Скло. Шлаки. Цегла. Бетони. Кам'яні розплави. Фізичні основи їх створення.

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

##### Лекційний курс

№ теми	Назва розділу/ теми та її зміст	Тривалість (годин)
1	2	3
<b>Модуль 1. Фізичні основи розробки та виробництва сучасних будівельних матеріалів</b>		
1	<b>Основні поняття і класифікація будівельних матеріалів за їх призначенням.</b> Класифікація будівельних матеріалів по призначенню, виду вихідної сировини, засобу виготовлення, головним властивостям, технологічним властивостям.	4
2	<b>Потрібні властивості сучасних будівельних матеріалів та принципи їх забезпечення.</b> Основні властивості будівельних матеріалів зі сталі. Головні властивості та їх підрозділ Фізичні властивості. Механічні властивості. Теплофізичні властивості. Технологічні властивості дисперсних часток другої фази. Зміцнення за рахунок підвищення щільності дислокацій. Зміцнення за рахунок зменшення розміру зерна.	4
3	<b>Теоретичні основи вибору систем легування сталей для будівельних конструкцій.</b> 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
4	<b>Основні технологічні схеми виготовлення сучасних будівельних матеріалів.</b> Загальні положення теорії деформації металевих злитків. Ступень деформації. Вплив деформації на структуру. Технологічна схема гарячої прокатки. Технологічна схема контрольованої прокатки. Технологічна схема рекристалізаційної контрольованої прокатки.	4
5	<b>Основні механізми зміцнення сучасних будівельних сталей.</b> 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. Загальні положення теорії деформації аустеніту. Динамічне повернення. Динамічна рекристалізація. Структурні змінення на кінцевій стадії гарячої деформації. Прискорене охолодження після деформації.	4

<b>Модуль 2. Будова та властивості сучасних будівельних матеріалів</b>		
6	<b>Використання нанотехнологій при виробництві наноматеріалів.</b> Використання нанотехнологій в будівництві. Нанопокриття. Самоохолоджучі нанопокриття. Нанофарби. Поліпшення екологічних умов з використанням утеплювачів з нанопокриттями для стін. Наномодифікація металів і сплавів для будівельних матеріалів.	4
7	<b>Класифікація властивостей будівельних сталей їх довговічність і час експлуатації.</b> Фізичні властивості. Вологість та гігроскопічність. Теплотехнічні властивості. Механічні властивості. Довговічність та час експлуатації сучасних будівельних матеріалів.	4
8	<b>Полімерні і керамічні матеріали у будівництві. Сучасні проблеми та нові тенденції виготовлення будівельних матеріалів.</b> Використання полімерних та керамічних матеріалів у будівництві. Створення композитних матеріалів. Використання наноструктурування у будівельних матеріалах.	4
<b>Всього</b>		<b>32</b>

### 5. Практичні заняття

№ зан.	Тема занять	Тривалість (годин)
<b>Модуль 1. Фізичні основи розробки та виробництва сучасних будівельних матеріалів</b>		
1	<b>Класифікація будівельних матеріалів. Умови експлуатації металевих конструкцій.</b> Класифікація будівельних матеріалів по призначенню, виду вихідної сировини, засобу виготовлення, головним властивостям, технологічним властивостям.	2
2	<b>Теоретичні основи вибору систем легування сталей для будівельних конструкцій.</b> 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
3	<b>Технологія виготовлення сучасного будівельного прокату.</b> Сучасні технологічні схеми плавлення металу, гарячої деформації та холодної прокатки листової будівельної сталі. Формування різних профілів прокату для сучасних будівельних конструкцій.	4

<b>Модуль 2. Будова та властивості сучасних будівельних матеріалів</b>
--

4	<b>Механізми зміцнення ,структура та механічні властивості сталей підвищеної та високої міцності</b> Високоміцні будівельні сталі. Зміцнення низьколегованої сталі, її структура та властивості при безперервному охолодженні та відпуску. Термічне та термомеханічне зміцнення .Контрольована прокатка. Створення структур бейнітного класу, голчастого фериту та інших.	2
5	<b>Нанотехнології при виготовленні наноматеріалів.</b> Конструкційні композитні матеріали, що утворені на базі нанотехнологій. Нові види сталей. Виробництва енергозберігаючих наоплівків для світлопрозорих конструкцій, покриттів самоочищення, паропроникливого скла.	4
	<b>Всього</b>	<b>16</b>

#### 6. Теми лабораторних занять

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

#### 7. Самостійна робота

№ пп.	Назва теми	Тривалість (годин)
1	Підготовка до аудиторних занять	50
2	Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.	52:
3	Критерії оптимальної конструкції багатоповерхових споруд зі сталевими каркасами. Системи сталевих каркасів багатоповерхових споруд. Навантаження та вплив різних факторів експлуатації. Вибір матеріалів.	15
4	Комп'ютерне моделювання при створенні будівельних матеріалів. Засоби та програми моделювання. Основні принципи при застосуванні комп'ютерного моделювання для будівельних матеріалів. Приклади створених матеріалів.	15
5	Кераміка. Скло. Шлаки. Цегла. Бетони. Кам'яні розплави. Фізичні основи їх створення.	22
	<b>Усього годин</b>	<b>102</b>

#### 8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю є тестовий метод та методи самоконтролю і самооцінки.

#### 9. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

##### Модуль 1. Фізичні основи розробки та виробництва сучасних будівельних матеріалів

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 20 балів;
- практичні роботи – максимальна кількість – 40 балів;
- контрольної роботи за темами 1-6 (максимальна кількість балів 40).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію (10 лекцій), якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів – 40. Загальна кількість практичних робіт – 5 (8 балів за кожен лабораторну роботу). За кожен роботу **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 7-3 бали;



- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань – 2-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Контрольна робота складається з двох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 20 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 20 балів ;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 19-10 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 9-5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки – 4-2 бали;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

## **Модуль 2. Будова та властивості сучасних будівельних матеріалів**

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 12 балів;
- практичні роботи – максимальна кількість – 36 балів;
- контрольної роботи за темами 1-6 (максимальна кількість балів 52).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію (6 лекцій), якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів – 36. Загальна кількість лабораторних робіт – 3 (12 балів за кожну лабораторну роботу). За кожну лабораторну роботу **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 12 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 11-5 бали;
- 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 двох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 26 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав вірні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 26 балів ;
- схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 25-15 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 14-5 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки – 4-1 бали;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка визначається як середнє арифметичне між підсумковою оцінкою змістового модуля та оцінкою заліку.

**Порядок зарахування пропущених занять:** захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу; відпрацювання пропущеної лабораторної роботи шляхом виконання відповідного завдання згідно з тематикою лабораторної роботи.

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Гладкий І. П., Мощенок 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. Афтанділянц 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; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 134 с.
2. Rajendra Karwa. Heat and Mass Transfer. — Jodhpur: Springer, 2015. P. 107.
3. Swapna Mukherjee. Applied Mineralogy: Applications in Industry and Environment. — Delhi: Springer, 2012. P. 4.

## 11. 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>
4. Віртуальний читальний зал ННІ ПДАБА: <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?csf=1&web=1&e=hiwEpc&CID=c1fdb980-20aa-46a6-9136-5a2470148bab&FolderCTID=0x012000686B7E3420895E4193BB9DB5D43292AE&id=%2Fsites%2Fe-library%2FShared%20Documents%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B0%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2>