Міністерство освіти та науки України

МЕТОДИ СТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ МАТЕРІАЛІВ

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітніх програм «Матеріалознавство»,
«Індустріальний інжиніринг»
спеціальності G8 Матеріалознавство,
галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 620.1 (07)
М-54

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Н.П. Поліщук

Рекомендовано до видання вченою радою факультету митної справи, матеріалів, технологій та гостинності ЛНТУ,
протокол №___ від «___» _____2026 року.
Голова вченої ради факультету ММТГ _____ В.В. Ткачук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри матеріалознавства ЛНТУ,
протокол №___ від «___» _____2026 року.

Завідувачка кафедри матеріалознавства _____ Н.Ю. Імбірович

Укладач: _____ О.Л. Садова, кандидат технічних наук, доцент кафедри матеріалознавства ЛНТУ.
Укладач: _____ В.П. Кашицький, кандидат технічних наук, доцент кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

Рецензент: _____ Д.А. Гусачук, кандидат технічних наук, професор кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

Відповідальний
за випуск: _____ Н.Ю. Імбірович, доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

М54 **Методи структурного аналізу матеріалів** : методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійних програм «Матеріалознавство», «Індустріальний інжиніринг» спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання / уклад. О.Л. Садова, В.П. Кашицький– Луцьк : ЛНТУ, 2026. – 19 с.

Видання складене відповідно до діючої програми курсу «Методи структурного аналізу матеріалів» та містить методичні вказівки до виконання самостійної роботи. Призначене для студентів спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання.

© Садова О.Л., В.П. Кашицький, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....4
РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ.....5
ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....9
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИКОНАННЯ.....12
ПИТАННЯ, ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН.....15
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....17

ВСТУП

Сучасний розвиток матеріалознавства, машинобудування та нанотехнологій базується на глибокому розумінні зв'язку між внутрішньою будовою матеріалу та його властивостями. Ключову роль у цьому процесі відіграють методи структурного аналізу, які дозволяють дослідити матеріали на макро-, мікро- та субмікроскопічному рівнях. Дисципліна «Методи структурного аналізу матеріалів» є фундаментальною складовою підготовки фахівців технічного та матеріалознавчого профілів, оскільки забезпечує інженерів та дослідників компетентностями для оцінки якості матеріалів, прогнозування їхньої поведінки в експлуатаційних умовах та розробки нових перспективних матеріалів.

Важливою частиною засвоєння цього курсу є самостійна робота студентів. Вона спрямована на поглиблення теоретичних знань, отриманих під час лекцій, та формування практичних навичок самостійного аналізу, розрахунку й інтерпретації експериментальних даних.

Мета і завдання дисципліни «Методи структурного аналізу матеріалів».

Мета вивчення дисципліни.

Ознайомлення студентів з теоретичними положеннями, на яких ґрунтуються розроблені розглядувані методи аналізу структури матеріалів, зокрема, знання таких методів як металографічний, електронна мікроскопія, рентгеноструктурний аналіз, дефектоскопія.

Завдання вивчення дисципліни

– дати студентам необхідні знання для вивчення різних методів структурного аналізу, їх особливостей та областей застосування;

– навчити студентів основним методикам дослідження різних матеріалів, що застосовуються в сучасній промисловості;

– ознайомити студентів з комп'ютерними програмами, які застосовуються при дослідженні структур.

РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

№	Назва теми	Лекції денна/ заочна	Лаб. денна/ заочна	Самост. робота денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання
1	Тема 1. Вступ. Макроструктурний аналіз металів	3/2	4/2	10/15	17/19	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
2	Тема 2. Мікроструктурний аналіз.	3/2	4/2	10/15	17/19	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
3	Тема 3. Техніка приготування металографічних шліфів	3/0	6/0	10/15	19/15	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
4	Тема 4. Металографічні мікроскопи, їх будова та принцип роботи	3/0	4/0	10/15	17/15	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
5	Тема 5. Кількісна металографія	3/0	4/0	12/23	19/23	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
6	Тема 6. Електронна мікроскопія. Застосування ЕМ для дослідження структури матеріалів.	3/2	5/2	10/15	18/19	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
7	Тема 7. Принцип дії растрового електронного мікроскопа, будова та технічні можливості	3/0	4/2	10/15	17/17	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
8	Тема 8. Автоіонна мікроскопія	3/0	4/0	10/15	17/15	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
9	Тема 9. Термоелектронна емісійна мікроскопія. Автоелектронна, фотоелектронна, вторинна емісії.	3/0	4/0	10/15	17/15	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
10	Тема 10. ІЧ-спектроскопія	3/0	6/0	13/23	22/23	МН1, МН2, МН3, МН4, МН5	МО1, МО2, МО4
	Разом	**30/6**	**45/8**	**105/166**	**180/180**		

ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА МЕТОДИ ДЕМОНСТРУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни «Методи структурного аналізу матеріалів» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

Методи навчання

МН1 словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо)

МН2 практичний метод (лабораторні та практичні заняття)

МН3 наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій)

МН4 робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату)

МН5 відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо)

Методи оцінювання

МО1 екзамен

МО2 усне або письмове опитування

МО3 колоквіум

МО4 тестування

МО7 презентації результатів виконаних завдань та досліджень

Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Критерії оцінки практичних та лабораторних робіт:

90–100 балів отримує здобувач освіти, який застосовує системні знання практичного матеріалу, передбачені навчальною програмою;

85–89 балів отримує здобувач освіти, який застосовує узагальнені знання практичного матеріалу, передбачені навчальною програмою;

75–84 балів отримує здобувач освіти, який виконує практичні завдання в цілому правильно, але з незначними неточності;

65–74 балів отримує здобувач освіти, який припускається помилок через недостатнє розуміння програмного матеріалу;

60–64 балів отримує здобувач освіти, який припускається значних помилок; виконання завдань викликає значні труднощі; потребує допомоги викладача;

35–59 балів отримує здобувач освіти, який має фрагментарні знання щодо виконання практичного завдання.

1–34 балів отримує здобувач освіти, який не може виконати практичні завдання.

Критерії підсумкового оцінювання:

90–100 балів отримує здобувач освіти, який вільно володіє програмним обсягом матеріалу, виявляє і демонструє особисті творчі здібності, вміє самостійно здобувати нові знання, демонструє ґрунтовні знання, вміння та практичні навички; без допомоги вміє викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, вміє використовувати методи наукового обґрунтування власних рішень, самостійно розкриває власні обдарування й нахили.

85–89 балів отримує здобувач освіти, який вільно володіє програмним обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв’язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна, вміє обґрунтувати на аргументувати свою думку.

75–84 балів отримує здобувач освіти, який вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому, самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати окремі аргументи для підтвердження думок.

65–74 балів отримує здобувач освіти, який відтворює значну частину теоретичного матеріалу, демонструє знання і розуміння основних положень з допомогою викладача може поверхнево відтворювати і аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.

60–64 балів отримує здобувач освіти, який володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні або володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

35–59 балів отримує здобувач освіти, який володіє матеріалом на рівні

окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу. *0–34 балів* отримує здобувач освіти, який володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів, елементів, об’єктів.

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗВО	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
0–34		F (незадовільно з обов’язковим повторним курсом)

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з навчальної дисципліни визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікових кредитів:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3 (екзамен)	Разом (підсумкова семестрова оцінка)
30%	30%	40%	100

ЗМІСТ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Питання, які виносяться на самостійне опрацювання

Модуль 1

Тема 1. Вступ. Макроструктурний аналіз металів

1. Опишіть будову дендрита та поясніть, у яких зонах литка формується рівноосна, а в яких — транскристалічна (стовпчаста) макроструктура.

2. Яка різниця у призначенні та виявленні дефектів між глибоким макротравленням (гарячими розчинами кислот) та поверхневим фарбуванням (реактив Баумана)?

3. Як за допомогою макроструктурного аналізу відрізнити деталь, виготовлену механічним різанням (точінням), від деталі, отриманої гарячим штампуванням або куванням?

Тема 2. Мікроструктурний аналіз

1. Які візуальні ознаки неякісного хімічного травлення шліфа під мікроскопом і як вони заважають ідентифікації фаз?

2. На якому принципі базується метод кольорового (плівкового) травлення і для аналізу яких саме фаз чи ліквацийних неоднорідностей його застосовують?

3. За якими оптичними ознаками у нетравленому стані шліфа розрізняють основні види неметалевих включень (сульфіди, оксиди, силікати)?

Тема 3. Техніка приготування металографічних шліфів

1. Які технологічні труднощі виникають при закріпленні у полімери зразків у вигляді фольги або дроту товщиною менше 1 мм і як їх вирішити?

2. Чому при переході на кожен наступний номер абразивного паперу необхідно змінювати напрямок шліфування на 90 градусів?

3. Що таке «шар наклепу» (деформований шар) та «рельєфність фаз»? Чому вони виникають під час полірування і як їх позбутися?

Тема 4. Металографічні мікроскопи, їх будова та принцип роботи

1. Для дослідження яких класів матеріалів (наприклад, анізотропних металів, титану, урану чи неметалевих включень) обов’язково використовують поляризаційні пристрої мікроскопа?

2. Яким вимогам мають відповідати імерсійні рідини (олії)? Для чого їх застосовують?

3. Як пов'язані між собою числова апертура об'єктива, корисне збільшення та глибина різкості металографічного мікроскопа?

Тема 5. Кількісна металографія

1. У чому полягає принципова відмінність між оцінкою розміру зерна за методом порівняння з еталонними шкалами (згідно з ДСТУ/ISO) та інструментальним методом випадкових січних? Який із них є більш об'єктивним і чому?

2. Як саме визначити розмір зерен за методом січних (підрахунок перетинів), якщо досліджуваний метал зазнав значної пластичної деформації (прокатки, волочіння) і має витягнуту (нерівноосну) форму зерен?

3. Що таке «бінаризація зображення» і чому етап встановлення правильного порогу яскравості (thresholding) є критичним для точного підрахунку площі фаз у сучасних програмах аналізу?

Модуль 2

Тема 6. Електронна мікроскопія. Застосування ЕМ для дослідження структури матеріалів

1. Що таке метод реплік (відбитків), які матеріали використовуються для їх виготовлення і у яких випадках досліджують репліки замість тонких фольг?

2. Навіщо при підготовці реплік чи дрібних часток для ПЕМ виконують їхнє косо кутове напилення важкими металами (хром, золото, платина)?

Тема 7. Принцип дії растрового електронного мікроскопа, будова та технічні можливості

1. Що відбувається з екраном та якістю зображення в РЕМ, якщо досліджувати діелектрик (кераміку) без попереднього нанесення струмопровідного шару?

2. Яка різниця між хвильоводисперсійним (WDS) та енергодисперсійним (EDS) спектрометрами за роздільною здатністю та швидкістю аналізу?

3. Чому глибина фокусу в РЕМ у сотні разів більша, ніж в оптичному мікроскопі при однаковому збільшенні? Як це впливає на аналіз шорстких поверхонь?

Тема 8. Автоіонна мікроскопія

1. За яких умов напруженість поля стає руйнівною для самого зразка-вістря (явище польового випаровування)?

2. Чому для отримання чіткого зображення в автоіонному мікроскопі зразок необхідно охолоджувати до рідкого азоту або гелію?

Тема 9. Термоелектронна емісійна мікроскопія. Автоелектронна, фотоелектронна, вторинна емісії

1. Які обмеження накладає термоелектронна емісійна мікроскопія на мінімальну температуру дослідження матеріалів і чому цим методом не можна вивчати низькоплавкі сплави?

2. Які чинники (геометрія поверхні, робота виходу, локальні магнітні чи електричні поля) визначають контраст зображення при вторинній електронній емісії?

Тема 10. ІЧ-спектроскопія

1. У чому перевага сучасних ІЧ-спектрометрів із Фур'є-перетворенням (FTIR) порівняно зі старими дисперсійними приладами призмового типу?

2. Які конструктивні особливості мають кювети для дослідження газоподібних продуктів, що виділяються під час деструкції або нагрівання матеріалів?

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИКОНАННЯ

01. Яке максимальне збільшення використовують при макроскопічному аналізі?
1. 20.
2. 30.
3. 40.
4. 50.
5. 60.

02. Що не визначають методом макроскопічного аналізу?
1. Вид зламу.
2. Вид обробки.
3. Наявність дислокацій.
4. Ліквацію.
5. Мікротріщини.

03. Якого не існує методу визначення розміру зерен?
1. Візуальний.
2. Підрахунку числа зерен.
3. Підрахунку площі зерен.
4. Підрахунку перетинів границь зерен.
5. Порівняння з еталонами шкал.

04. Якого виду аберацій не існує?
1. Коматична.
2. Хроматична.
3. Точкова.
4. Сферична.
5. Дисторсія.

05. Який з абразивних матеріалів має найнижчу твердість по шкалі Мооса?
1. Наждак.
2. Оксид алюмінію.
3. Карбід кремнію.
4. Оксид хрому.
5. Синтетичний алмаз.

06. Який абразивний матеріал називають дрібнозернистим?
1. 10-40 меш.
2. 40-150 меш.
3. 180-600 меш.
4. 650-750 меш.
5. 600-1000 меш.
07. Яке максимальне збільшення оптичного мікроскопа?

1. 500.
2. 1000.
3. 2000.
4. 5000.
5. 10000.

08. Яка роздільна здатність електронного мікроскопа?
1. 0,2 мкм.
2. 0,1 нанометра.
3. 500 нанометрів.
4. 1 мкм.
5. 1 мм.

09. Що називають травленням?
1. Взаємодія хімічного реагенту з поверхнею зразка.
2. Зменшення шорсткості поверхні.
3. Вибіркова фізична взаємодія з структурними складовими.
4. Взаємодія хімічного реагенту з структурними складовими.
5. Полірування поверхні алмазними пастами.

10. Кількістю чого визначається меш?
1. Абразивних частинок на 1 $мм^2$.
2. Отворів в решітці сита на 1 $мм^2$.
3. Отворів в решітці сита на 1 $см^2$.
4. Абразивних частинок на 1 $см^2$.
5. Абразивних частинок на 1 $м^2$.

11. Який з абразивних матеріалів не використовують для шліфування?
1. Оксид алюмінію
2. Наждак
3. Карбід кремнію
4. Оксид хрому
5. Алмаз.

12. Для якого типу мікроскопів готують репліки?
1. Растрових електронних мікроскопів.
2. Оптичних мікроскопів.
3. Автоіонних мікроскопів.
4. Просвічуючих електронних мікроскопів.
5. Термоемісійниих мікроскопів.

13. Яке призначення конденсорної лінзи?
1. Формує перше збільшене зображення.
2. Формує кінцеве збільшене зображення оптичних мікроскопів.

3. Підвищує величину збільшення.
4. Виконує фокусування електронного пучка.
5. Дозволяє досліджувати у поляризаційному світлі.

14. Який розмір заокруглення вістря зразка в автоіонній мікроскопії?
1. 100 Å.
2. 500 Å.
3. 10 Å.
4. 1 Å.
5. 50 Å.

15. Що служить зразком у термоелектронній мікроскопії?
1. Дно циліндра.
2. Стінки циліндра.
3. Спіраль.
4. Підготовлений зразок.
5. Репліка.

16. Викривлення зображення, коли на лінзу падає широкий пучок світла, що розходиться називається...
1. Сферична аберація.
2. Хроматична аберація.
3. Дисторсія.
4. Коматична аберація.
5. Астигматизм.

17. Який метод вимірюється кількість енергії, поглиненої зразком або, що виділилася зі зразка при неперервному підвищенні або зниженні температури або при витримці матеріалу при постійній температурі?
1. Термогравіметричний.
2. Диференційно скануюча калориметрія.
3. Термомеханічний.
4. Диференційно термічний аналіз.
5. ІЧ-спектроскопії.

18. Яку речовину додають під час готування зразка для реєстрації ІЧ-спектрів?
1. Бромід калію (KBr).
2. Перманганат калію ($KMnO_4$).
3. Хлорид барію ($BaCl_2$).
4. Нітрат срібла ($AgNO_3$).
5. Сульфат міді ($CuSO_4$).

ПИТАННЯ, ЯКІ ВИНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН

1. Макроструктурний аналіз металів

Характеристика елементів структури матеріалів.

Загальна характеристика методів структурного аналізу матеріалів.

Макроструктурний аналіз матеріалів.

Область застосування.

2. Мікроструктурний аналіз.

Виготовлення, полірування та травлення зразків.

Методи оптичної мікроскопії.

Визначення фазового складу і структури сплавів в умовах рівноваги.

3. Техніка приготування металографічних шліфів

Механічні способи закріплення зразків.

Закріплення зразків з використанням полімерів.

Способи виготовлення косого шліфа.

Способи збереження кромок.

Технологія процесу шліфування.

Характеристика абразивних матеріалів.

Види шліфування. Технологія виконання полірування.

Вимоги до операції полірування.

4. Металографічні мікроскопи, їх будова та принцип роботи

Особливості застосування оптичних мікроскопів.

Оптична система мікроскопа.

Освітлювальна система мікроскопа.

Механічна система мікроскопа.

5. Кількісна металографія

Визначення розмірів зерен.

Визначення відносного вмісту фаз.

6. Будова та можливості кількісного аналізу на мікроскопі МИМ-10

Призначення мікроскопа МИМ-10.

Будова і робота мікроскопа.

Проведення кількісного аналізу на мікроскопі МИМ-10.

7. Електронна мікроскопія.

Будова та принцип роботи електронного мікроскопа.

Макроструктурний аналіз матеріалів.

Область застосування.

Дифракція електронів.

8. Застосування ЕМ для дослідження структури матеріалів.

Застосування методу ЕМ.

Виявлення причин руйнування.

9. Принцип дії растрового електронного мікроскопа, будова та технічні можливості

Фізичні основи растрової електронної мікроскопії.

Будова і принцип роботи РЕМ.

Технічні можливості растрового електронного мікроскопа.

Метод сканування і якість зображення.

Застосування РЕМ для дослідження структури матеріалів.

10. Автоіонна мікроскопія

Утворення зображення при автоіонізації.

Дослідження поверхонь.

Дослідження об’ємних дефектів.

11. Термоелектронна емісійна мікроскопія. Автоелектронна, фотоелектронна, вторинна емісії.

Види електронної емісійної мікроскопії.

Будова термоелектронного мікроскопа.

Спостереження і реєстрація зображення.

Методи підсилення емісії (активація).

12. ІЧ-спектроскопія

Вступ. Теоретичні основи інфрачервоної спектроскопії.

Інструментальне обладнання.

Підготовка зразка до аналізу методом ІЧ-спектроскопії.

Види спектральних методів дослідження матеріалів.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи структурного аналізу матеріалів : метод. вказівки до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Матеріалознавство» галузь знань 13 Механічна інженерія спец. 132 Матеріалознавство денної та заоч. форм навч. / уклад. О. Л. Садова. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 89 с. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/1323

2. Санін А.Ф., Полішко С.О., Носова Т.В., Мамчур С.І. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з курсу «Методи структурного аналізу матеріалів». 2023. 34 с.

3. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навчальний посібник з вибіркової компоненти "Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування" для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка усіх форм навчання. / Уклад. С.П. Гожій. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 104 с.

4. Бузило В.І. Матеріалознавство : навч. посіб. / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, М 34 А.В. Яворський, О.А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 243 с.

5. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Матеріалознавство. 2020. – 612 с.

6. Металознавство : навчальний посібник / І. В. Прокопович. – Одеса : Екологія, 2020. – 308 с.

7. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навчальний посібник з вибіркової компоненти "Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування" для студентів

галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка усіх форм навчання. / Уклад. С.П. Гожій. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 104 с.

8. Гуріна Г.І. Спеціальні методи досліджень структури та властивостей композиційних матеріалів: конспект лекцій (для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Г. І. Гуріна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 53 с.

9. Савуляк В.І. С13 Методи та засоби дослідження складу, структури та властивостей ма- теріалів. Навчальний посібник / В.І. Савуляк – Вінниця : ВНТУ, 2021.

10. Санін А.Ф., Полішко С.О., Носова Т.В., Мамчур С.І. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з курсу «Методи структурного аналізу матеріалів». 2023. 34 с.

11. Методи дослідження складу та структури композитів та сировинних матеріалів [Електронний ресурс] : навч.посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Хімічні технології неорганічних в'яжучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів» спец. 161 «Хімічні технології та інженерія»/ / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.А. Свідерський та ін. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ:КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 164 с.

12. Конспект лекцій з дисципліни «Контроль структури, елементного та фазового складу матеріалів» для здобувачів освітнього ступеня бакалавр за спеціальностями галузі знань 13 “Механічна інженерія” денної форми навчання [Електронний ресурс] / [Упоряд. : Т.І. Бутенко, С.О. Колінько., Ващенко В.А.]; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 75 с.

М54 **Методи структурного аналізу матеріалів** : методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійних програм «Матеріалознавство», «Індустріальний інжиніринг» спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання / уклад. О.Л. Садова, В.П. Кашицький – Луцьк : ЛНТУ, 2026. – 19 с.

Видання складене відповідно до діючої програми курсу «Методи структурного аналізу матеріалів» та містить методичні вказівки до виконання самостійної роботи. Призначене для студентів спеціальності G8 Матеріалознавство, галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» денної та заочної форм навчання.

Комп’ютерний набір О.Л. Садова, В.П. Кашицький

Редактор О.Л. Садова

Підп. до друку 11.11.2026 р.
Формат 60х84/16. Папір офс. Гарнітура Times New Roman
Ум. друк. арк. 1,0 Обл.-вид. арк. 0,5