

СУЧАСНІ ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ:

методичні рекомендації до виконання
індивідуальних завдань

Запоріжжя 2026



УДК 62:004.9(072)
С89

Рекомендовано Науково-методичною
радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 7 від 4.06.2026 р.)

Укладач

Пашинська О.Г., доктор. техн. наук, професор.

С89 Сучасні промислові технології : методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань (для студентів економічних та управлінських спеціальностей усіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти) / уклад. О. Г. Пашинська. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». 2026. 21 с.

У методичних рекомендаціях наведено поради і методичні підходи до виконання індивідуальних завдань першого та другого змістових модулів з дисципліни «Сучасні промислові технології», вимоги до оформлення, подання та оцінювання результатів виконання індивідуальних завдань. Матеріал навчального посібника має на меті підвищити якість виконання роботи, виробити навички розв'язання задач. Рекомендовано для студентів економічних та управлінських спеціальностей усіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

УДК 62:004.9(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТИНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2026



ЗМІСТ

ВСТУП	4
ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ	6
1. Індивідуальне завдання №1	6
1.1. Теоретична складова	6
1.2. Порядок виконання роботи	9
1.3. Зміст звіту	10
1.4. Контрольні питання	10
2. Індивідуальне завдання №2	12
2.1. Теоретична складова	12
2.2. Порядок виконання роботи	16
2.3. Зміст звіту	16
2.4. Контрольні питання	16
Вимоги до оформлення індивідуального завдання.....	17
Приклад виконання індивідуального завдання	18
ЛІТЕРАТУРА.....	20



ВСТУП

Сучасні промислові технології – курс загальної підготовки, який спрямований на формування у здобувачів освіти розуміння принципів побудови технологічних процесів у основних галузях економіки, загальних та спеціальних закономірностей технологічного розвитку, принципів економічної оцінки технологій, принципів і критеріїв вибору технологічних рішень; розуміння і навичок професійного використання термінології, ведення міждисциплінарного діалогу зі спеціалістами основних промислових технологій, а саме: технологій розробки родовищ енергетичних ресурсів та їх збагачення, добування і збагачення неенергетичних ресурсів, технологій генерації енергії, металургійного виробництва, технологій транспортування та захисту навколишнього природного середовища.

Особливістю курсу є розгляд розвитку технологічних процесів у поєднанні з вивченням основ управління як науки, формування базових уявлень про підходи до управління, сучасні концепції управління, у тому числі – у застосуванні до питань підвищення операційної ефективності технологічних процесів.

У межах вивчення дисципліни «Сучасні промислові технології» студентам пропонується виконати індивідуальні завдання. Ці методичні рекомендації надають інформацію щодо складання кейсу задач, критеріїв оцінювання виконаних завдань першого та другого змістового модуля. У посібнику представлені основні формули, що забезпечує необхідний обсяг знань для успішного виконання індивідуальних завдань.

Під час виконання індивідуальних завдань кожен студент отримає однаковий за кількістю та змістовністю кейс задач згідно варіанту, який визначається його порядковим номером в списку академічної групи та пропонується викладачем в рамках відповідного освітнього компоненту та змістовного модуля.

Індивідуальні завдання виконуються самостійно у зручний для студента час в межах терміну подачі роботи, передбачених у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання» та розміщується у відповідному розділі на платформі Moodle. Розв'язання кожного завдання завантажується у вигляді файлу з розширенням .pdf або .jpg. Максимальна кількість балів вказана за кожне окреме завдання у зауваженнях та визначається в залежності від обґрунтування ходу розв'язання, рівня формалізації задачі, правильності отриманого розв'язку та аналізу результату, необхідності геометричної інтерпретації та/або побажання використовувати можливості MS Excel та інших програм.

Використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь,



отримана з використанням ШІ, містить суттєві похибки або не є комплексною, або не відповідає за ustalеним оформленням, термінологією, або іншим вимогам до завдання, то оцінка за виконання знижується.

Перевірка індивідуального завдання виконується протягом тижня після завершення терміну подачі роботи. За бажанням студента при наявності похибок або виконання індивідуального завдання не в повному обсязі допускається доопрацювання до передостаннього тижня навчання.



ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ №1. Класифікація наноматеріалів та нанотехнологій (змістовий модуль 1)

1.1. Теоретична складова

Індивідуальне завдання №1 може включати наступні види активностей:

1. Навчитись класифікації різних видів наноматеріалів та технологій для їх отримання.

2. Студент повинен знати: різновиди наноматеріалів та технологій їх отримання.

3. Студент повинен уміти: розрізняти види наноматеріалів за їхніми структурними особливостями; здійснювати вибір нанотехнологій для використання.

4. Студент повинен зробити висновки: підбиття підсумків проведеного дослідження.

5. Оформити список використаних джерел (перелік літератури, даних та Інтернет джерел, які були використані під час дослідження, оформлені відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання»).

6. Перед початком індивідуальної роботи рекомендується також проконсультуватися з викладачем для отримання конкретних рекомендацій та вказівок щодо планування роботи.

Нижче представлений загальний опис методики щодо класифікації наноматеріалів і нанотехнологій.

З кожним роком нанотехнології все більше поширюються у різних галузях промислового комплексу. До найперспективніших напрямків застосування нанотехнологій належать виробництво, технічне обслуговування та експлуатація техніки, оскільки завдяки нанотехнологіям забезпечується підвищення її якості та надійності функціонування. Тому подальше вдосконалення нанотехнологій та їх ширше застосування у цих напрямках є дуже актуальним.

Знання методики визначення частки поверхневих атомів у наночастинках має потенційно важливе економічне застосування у різних галузях, де використовуються наноматеріали. Ось кілька ключових напрямків економічних знань, які можна отримати:

- Оптимізація матеріалів та ресурсів з метою їх ефективного використання: розуміння частки поверхневих атомів допомагає створювати наночастинки з максимальною активною поверхнею при мінімальному об'ємі матеріалу. Це дозволяє зменшити витрати на сировину.



- Підвищення ефективності: у каталізі, наноматеріали з високою часткою поверхневих атомів демонструють кращі характеристики, що зменшує кількість необхідних матеріалів і знижує собівартість продукції.
- Створення інноваційних продуктів: наприклад, у фармацевтиці наночастинки використовують для цільової доставки ліків. Оптимізація їх структури з урахуванням частки поверхневих атомів підвищує ефективність препаратів, що відкриває нові ринки. У галузях, як-от косметика чи виробництво побутових товарів, наночастинки можуть надавати нові властивості продуктам (наприклад, захист від ультрафіолету або антибактеріальні властивості).
- Удосконалення технологічних процесів для зменшення енергетичних витрат: знання про частку поверхневих атомів дозволяє краще керувати розміром і формою наночастинок, що робить процеси у виробництві більш енергоефективними.

Підвищення продуктивності: Поліпшення властивостей матеріалів завдяки наночастинкам сприяє зростанню продуктивності промислового обладнання (наприклад, у виробництві електроніки або енергоносіїв).

Наноматеріали, які містять нанорозмірні структурні елементи, називаються наноструктурними матеріалами. Загалом наноматеріали можуть містити нанорозмірні структурні елементи. З іншого боку, зразки наноструктурних матеріалів можуть або мати, або не мати нанометровий масштаб розмірів хоча б в одному з трьох вимірів, зокрема, вони можуть мати мікро- і навіть макророзміри за всіма трьома вимірами.

Наноматеріали – це такі матеріали, які характеризуються нанометровим масштабом розмірів хоча б в одному із трьох вимірів. При цьому нанометровий масштаб розмірів може відноситися як до зразків матеріалів загалом, так і до їх структурних елементів. Відповідно, у першому випадку нанооб'єктами є безпосередньо зразки матеріалів, у другому – їх структурні елементи.

Основними типами наноструктурованих матеріалів за розмірністю структурних елементів, з яких вони складаються, є нульмерні (0D), одновимірні (1D), двовимірні (2D) та тривимірні (3D) наноматеріали. До нульмерних наноматеріалів відносяться нанокристали, нанокластерні матеріали та нанодисперсії, тобто матеріали, в яких наночастинки ізольовані один від одного. Одновимірні наноматеріали – нановолоконні (нанопруткові) та нанотубулярні матеріали з довжиною волокон (прутків, трубок) від 100 нм до десятків мікрометрів. До двовимірних наноматеріалів належать плівки (покриття) нанометрової товщини. Структурні елементи в 0D, 1D і 2D наноматеріалах можуть бути розподілені в рідкій або твердій макроскопічній матриці або на підкладці. До тривимірних наноматеріалів відносять порошки, волоконні, багатощарові та полікристалічні матеріали, в яких 0D, 1D та 2D структурні елементи щільно прилягають один до одного, утворюючи між собою поверхні розділу – інтерфейси. Важливим типом тривимірного наноструктурованого матеріалу є компактний або



консолідований (bulk) полікристал із зернами нанометрового розміру, весь обсяг якого заповнений нанозернами, вільна поверхня зерен практично відсутня, і є лише межі розділу зерен - інтерфейси. Утворення інтерфейсів та «зникнення» поверхні наночастинок (нанозерен) — принципова відмінність тривимірних компактних наноматеріалів від нанокристалічних порошків різного ступеня агломерації, що складаються з частинок такого ж розміру, як компактний наноструктурований матеріал.

Розвиток наноматеріалів відбувається у тісному взаємозв'язку з розвитком нанотехнологій, які є сукупністю методів і засобів, що дозволяють контрольованим чином створювати наноматеріали, а також оперувати ними, тобто застосовувати їх за тим чи іншим призначенням при виробництві, технічному обслуговуванні та експлуатації техніки.

Таким чином, нанотехнології в загальному випадку забезпечують вирішення наступних взаємопов'язаних завдань: одержання наноматеріалів із заданою структурою та властивостями; застосування наноматеріалів за певним призначенням з урахуванням їх структури та властивостей; контроль (дослідження) структури та властивостей наноматеріалів у ході їх отримання та застосування.

Завдання:

На малюнку 1 представлені у довільному порядку схематичні зображення наноматеріалів. У табл. 1 вказані назви різних видів наноматеріалів,

У індивідуальній роботі потрібно заповнити табл. 1, а саме:

1) вказати яку позицію на рис. 1 із зображенням відповідного наноматеріалу займає конкретний матеріал з наноструктурою, їх перелік приведено у таблиці 1;

2) вказати характерну розмірність структурних елементів наноматеріалів. Це відноситься до зразків матеріалів загалом або до їх структурних елементів.

3) вказати галузь застосування цього наноматеріалу.

1.2. Порядок виконання роботи

1. Вивчити основні тези роботи.
2. Проаналізувати завдання роботи.
3. Заповнити табл. 1 відповідно до методичних вказівок.
4. Відповісти на контрольні запитання.
5. Скласти звіт.




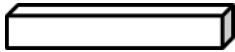
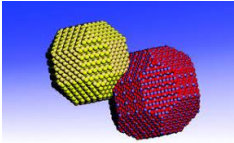
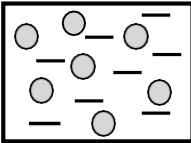
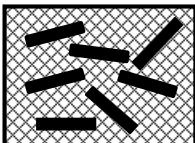
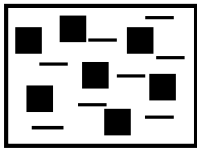
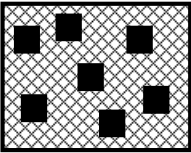
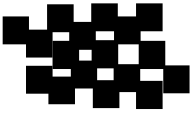
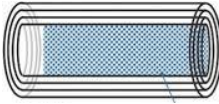
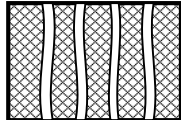
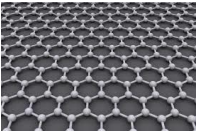
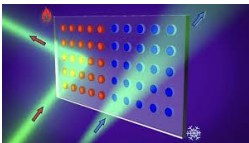

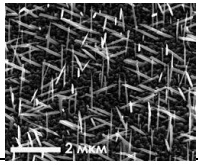

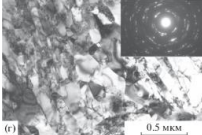
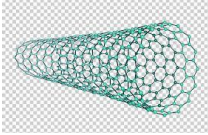

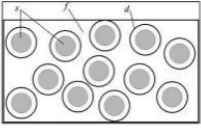
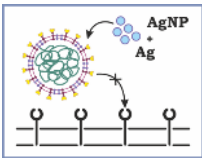
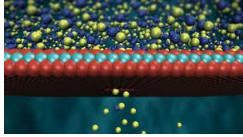
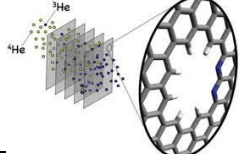
			
а	б	в	г
			
д	є	ж	з
			
і	к	л	м
			
н	о	п	р
			
с	т	у	ф
			
х	ц	ч	ш

Рисунок 1 - Схематичні зображення різних видів наноматеріалів

1.3. Зміст звіту

1. Вказати прізвище, навчальний курс, групу, дату виконання.
2. Вказати мету роботи.

Наприклад: «Ознайомитися з нанотехнологіями та наноматеріалами, у тому числі такими, що застосовуються при виробництві, технічному обслуговуванні та експлуатації техніки».

3. Заповнити таблицю 1 відповідно до методичних вказівок.
Варіант завдання дивись у таблиці №1 методичних вказівок по курсу.
4. Відповісти на контрольні запитання.
5. Навести використану літературу.

Таблиця №1 - Види наноматеріалів та галузь їх застосування

Варіант №	Види наноматеріалів	Позиція на рис. 1	Число вимірів з нанометровим масштабом	Галузь застосування
1 варіант	Нанокристал			
	Нанопора			
2 варіант	Кластер			
	Фулерен			
3 варіант	Нанотрубка			
	Наноплівка			
4 варіант	Нанопокриття			
	Нанокристалічний (нанозернистий) матеріал			
5 варіант	Наноконструкційний матеріал (армований наночастками)			
	Наноконструкційний матеріал (армований нановолокнами)			
6 варіант	Нанопористий матеріал (містить нанопори)			
	Ниткоподібний нанокристал, часто званий також нановіскер			
7 варіант	Вуглецеві нанотрубки			
	Нановолокно			
8 варіант	Графенова наноплівка			
	Нанопорошок			
9 варіант	Наносуспензія (містить наночастки)			
	Наноемульсія			

1.4. Контрольні питання

1. Що називається наноматеріалами?
2. Що таке нанотехнологічна революція та якими об'єктами вона оперує?
3. У яких галузях промисловості працюють нанотехнології?



4. Які нанотехнології використовують у гірнично-металургійному комплексі?
5. Які матеріали називаються наноструктурними?
6. Якими методами можна тримати наноструктурний стан у металах?
7. Які завдання вирішуються за допомогою нанотехнологій у гірнично-металургійному комплексі?
8. Як нанотехнології впливають на аналітичну діяльність по обробці показників гірнично-металургійного виробництва?
9. Вплив нанотехнологій на довкілля при гірнично-металургійному виробництві?
10. Який вплив мають нанотехнології на очистку води на гірнично-металургійних підприємствах?
11. Методи для отримання наноматеріалів та вимоги до них.
12. Методи отримання нанопорошків з найменшим/найбільшим розміром частинок, переваги і недоліки.
13. Опишіть метод отримання нанопорошку з газової фази.
14. Які існують методи отримання тонких плівок/покриттів?
15. Переваги і недоліки методу інтенсивної пластичної деформації.



2. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ №2

Оцінка долі поверхневих атомів у наночастиках (змістовий модуль 2)

2.1. Теоретична складова

Індивідуальне завдання №2 може включати наступні види активностей:

1. Практичне освоєння методики визначення частки поверхневих атомів у наночастинок; оцінка частки поверхневих атомів у наночастинок різних розмірів.

2. Знання методики визначення частки поверхневих атомів у наночастинок; характер залежності частки поверхневих атомів від розмірів наночастинок; характер впливу частки поверхневих атомів на активність наночастинок.

3. Вміння проводити оцінку частки поверхневих атомів у наночастинок різних розмірів. Оформити список використаних джерел (перелік літератури, даних та Інтернет джерел, які були використані під час дослідження, оформлені відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання»).

4. Перед початком індивідуальної роботи рекомендується також проконсультуватися з викладачем для отримання конкретних рекомендацій та вказівок щодо планування роботи.

При переході частинки речовини від макророзмірів до нанорозмірів відбувається різка зміна її властивостей. Однією з причин цієї зміни є значне збільшення частки поверхневих атомів у наночастиці, тобто відношення кількості атомів на поверхні до кількості атомів в обсязі наночастинок.

Атоми, що знаходяться поблизу поверхні, відрізняються за властивостями від атомів, що знаходяться в об'ємі матеріалу, тому поверхню матеріалу можна розглядати як особливий стан речовини. Чим більша частка атомів, що знаходяться на поверхні, тим сильніші ефекти, пов'язані з поверхнею. Значна частка атомів, що знаходяться на поверхні при малій кількості атомів у наночастиці, є одним з основних факторів, що призводять до відмінності властивостей наноструктур та об'ємних матеріалів.

Частка поверхневих атомів стає дедалі більше зі зменшенням розмірів частки. Для наночастинок практично всі атоми є «поверхневими», тому їхня фізична, хімічна та біологічна активність дуже велика.

Відомі різні приклади прояву вищої активності наночастинок порівняно із звичайними крупними частинками. Фізична активність наночастинок проявляється у зменшенні температури та збільшенні швидкості їх спікання. Хімічна активність наночастинок проявляється в їх



вищій сорбційній, каталітичній, реакційній здатності. Біологічна активність наночастинок проявляється в їх унікальних бактерицидних властивостях.

Знання про властивості наночастинок дозволяє точніше оцінити економічну цінність інноваційних продуктів і прогнозувати їх конкурентоспроможність на ринку. Компанії можуть залучати інвестиції, демонструючи ефективність використання наноматеріалів у своїх продуктах. Оптимізація використання наночастинок дозволяє скоротити відходи виробництва та негативний вплив на довкілля. Наприклад, у водоочищенні наночастинок використовуються для видалення забруднень, і їх ефективність значною мірою залежить від частки поверхневих атомів. Окрім того, використання передових наноматеріалів із високою поверхневою активністю може забезпечити конкурентні переваги на світовому ринку. Знання про поверхневі атоми допомагає розробляти стандарти для нових продуктів, що є важливим для їхнього просування на глобальних ринках. Використання знань про частку поверхневих атомів у наночастинках може знизити виробничі витрати, покращити якість продукції, стимулювати розвиток інноваційних галузей і збільшити конкурентоспроможність компаній. Це також сприяє розвитку ринку нанотехнологій в Україні й на глобальному рівні.

Оцінка частки поверхневих атомів у сферичній частинці, що складається з N щільноупакованих атомів, проводиться так. Нехай частка має сферичну форму. Обсяг сферичної частки:

$$V = (4/3)\pi R^3, \quad (1)$$

де R – радіус частки.

Обсяг, що припадає на один атом, можна подати у вигляді

$$v = (4/3)\pi r^3, \quad (2)$$

де r – середній радіус одного атома (для більшості атомів $r \approx 0,1$ нм).

Нехай частка складається з N щільноупакованих атомів. Тоді з урахуванням формули (2) обсяг такої частки можна подати у вигляді

$$V = Nv = (4/3)\pi Nr^3. \quad (3)$$

З урахуванням формул (1) і (3) отримуємо такий вираз для радіусу частинки:

$$R = rN^{1/3}. \quad (4)$$

Площа поверхні сферичної частки:

$$S = 4\pi R^2 = 4\pi r^2 N^{2/3}. \quad (5)$$

Число N_s атомів на поверхні частинки пов'язане з площею поверхні частинки через співвідношення:

$$S = sN_s, \quad (6)$$

де s – площа, яку займає одним атомом на поверхні частки.

Вважатимемо, що один атом займає на поверхні частинки площу квадрата зі стороною, що дорівнює діаметру d атома ($d = 2r$):

$$s = d^2 = 4r^2. \quad (7)$$

З урахуванням рівностей (6) і (7) отримуємо такий вираз для площі поверхні частинки:

$$S = sN_s = 4r^2 N_s. \quad (8)$$

Частка поверхневих атомів у частинці становитиме:

$$\sigma = N_s/N = S_v/sV = 4\pi R^2 (4/3) \pi r^3 / 4r^2 (4/3) \pi R^3 = \pi r/R, \quad (9)$$

або з урахуванням виразу (4):

$$\sigma = \pi / N^{1/3}. \quad (10)$$

Як видно з формул (9) і (10), частка атомів на поверхні частинки зменшується зі зростанням розміру частинки, а саме – радіусу R , тобто зі зростанням числа складових частинку атомів. Особливо помітна зміна частки атомів на поверхні проявляється при розмірах частинок, менших за 100 нм.

Щоб виразити частку атомів на поверхні частинки у відсотках, формулу (10) слід подати у вигляді

$$\sigma = (\pi / N^{1/3}) \cdot 100 \%. \quad (11)$$

Завдання:

У роботі потрібно:

Вибрати варіант завдання з таблиці №2. Визначити за формулою (4) радіус (R) частинок (при $r = 0,1$ нм) та за формулою (11) – частку поверхневих атомів σ у частках, що складаються з різного числа N атомів, зазначеного в таблиці 2, та занести отримані дані до таблиці 2.

Частка поверхневих атомів σ визначає активність наночастинок. Чим вона більша, тим менша кількість матеріалу потрібна для досягнення заданого ефекту. Отриманні значення частки поверхневих атомів σ у



частках підставити у формулу для оцінки собівартості наноматеріалу:

$$C=M/\sigma. \quad (12)$$

де C – собівартість одиниці наноматеріалу,
 M – вартість сировини, σ – частка поверхневих атомів.

При умові однакової вартості сировини 200 гривень за 1 кг вирахуйте зміну собівартості наноматеріалу при зміні частки поверхневих атомів та занесіть отримані дані до таблиці 2.

Таблиця 2 - Відповідність між значеннями N , R та σ

	Варіанти завдання, N								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9
R , нм									
σ , %									
C , гр/кг									

2.2. Порядок виконання роботи

1. Вивчити основні тези роботи.
2. Проаналізувати завдання роботи.
3. Визначити значення R , σ та C для конкретного варіанту завдання та занести отримані дані до таблиці 2.
4. Проаналізувати отримані результати.
5. Скласти звіт.

2.3. Зміст звіту

1. Вказати прізвище, навчальний курс, групу, дату виконання.
2. Вказати мету роботи.

Наприклад: «Визначити частку поверхневих атомів σ у частках, що складаються з різного числа N атомів. Оцінити собівартість цього наноматеріалу».

3. Заповнити таблицю 2 відповідно до методичних вказівок. Вихідні данні до виконання індивідуального завдання дивись у таблиці №2. Привести використану літературу.

4. Відповісти на контрольні запитання.
5. Зробити висновки.

2.4. Контрольні питання

1. Який характер залежності частки поверхневих атомів від розмірів наночастинок?
2. Який характер впливу частки поверхневих атомів на активність наночастинок?
3. Наведіть приклади прояву високої активності наночастинок.
4. Якою є приблизна величина радіуса одного атома?
5. Які характерні розміри наночастинок?
6. Що таке наноструктуровані метали?



ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Текст кожного індивідуального завдання бакалавра розміщується на сторінці книжкової орієнтації, яка обмежується полями: лівим – 30 мм, правим – 10 мм, верхнім – 20 мм, нижнім – 20 мм. Текст роботи друкується шрифтом Arial або Times New Roman, кеглем 14 з одинарним міжрядковим інтервалом. При оформленні роботи не використовується підкреслений шрифт.

Робота починається з титульного аркуша. За титульним аркушем розміщують послідовно: сформульована ціль роботи, заповнена таблиця з відповідями, висновки, список використаних джерел та додатки.

Нумерація сторінок має бути наскрізною, починаючи з титульного аркуша і до останньої сторінки, арабськими цифрами у нижньому правому кутку сторінки без крапки в кінці. Титульний аркуш вважається першою сторінкою і номер на ньому не проставляється

Абзацний відступ має бути 1,25 знака та бути однаковим впродовж усього тексту. Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути не менше, ніж два інтервали. Виконане завдання має бути прикріплено у системі Moodle у вигляді pdf – файла.



ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра матеріалознавства, механіки та природничих наук

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ ДО МОДУЛЯ 1 за освітньою компонентою: «СУЧАСНІ ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ»

за освітньо-професійною програмою першого (бакалаврського)
рівня як обов'язкового компоненту освітніх програм «Бізнес-аналітика»,
«Вартісне управління бізнесом»

Виконав(ла): здобувач(ка) вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
групи _____

(Прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірив: _____

(Посада, науковий ступінь, вчене звання)

(Прізвище, ім'я, по батькові)

Запоріжжя 202_



Мета індивідуального завдання №1:

Зміст:

Таблиця 1

Види наноматеріалів	Позиція на рис. 1	Число вимірів з нанометровим масштабом	Галузь застосування
Нанокристал	а	0	Перетворювачі в радіоелектроніці, квантовій електроніці, акустиці, обчислювальній техніці

Відповіді на контрольні запитання:

Висновки:

Література:

ЛІТЕРАТУРА

1. Nanomaterials: An overview of synthesis, classification, characterization, and applications / B. Mekuye, B. Abera. *NanoSelect*. 2023. Vol. 4, Iss. 8. P. 486–501. DOI: <https://doi.org/10.1002/nano.202300038>
2. Wakefield G. Nanomaterials: costs and opportunities. *NanoToday*. 2008. Vol. 3, Iss. 3/4. P. 48. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1748-0132\(08\)70044-8](https://doi.org/10.1016/S1748-0132(08)70044-8)
3. Колонтай С. М. Системи технологій : конспект лекцій / С. М. Колонтай. Одеса : Одеський держ. екол. ун-т, 2020, 112 с.
4. Бузило В. І., Сердюк В. П., Яворський А. В., Гайдай О. А. Матеріалознавство : навч. посіб. Дніпро : НТУ «ДП», 2021. 243 с .
5. Наноматеріали і нанотехнології : підруч. для студентів ВНЗ / В. О. Богуслаєв та ін. ; за заг. ред. В. О. Богуслаєва. Запоріжжя : АТ "Мотор Січ", 2015. 202 с.
6. Наноматеріали і нанотехнології : навчальний посібник / М. О. Азаренков та інш. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна. 2014. 316 с.
7. Боровий М. О., Куницький Ю. А., Каленик О. О., Овсієнко І. В., Цареградська Т. Л. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої. Київ : «Інтерсервіс», 2015. 350 с.
8. Кондир А. І. Наноматеріалознавство і нанотехнології : навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки. 2016. 452 с.
9. Смірнов О. П., Скоробагатько Ю. П., Семенко А. Ю. Основи металургії: виробництво чавуну : підручник. Олді+, 2023. 192 с.
10. Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник / Д. Ф. Чернега та ін. ; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.
11. Пашинська О. Г., Завдочев А. В., Кралюк М. О. Ресурсозберігаюча технологія комбінованої деформації маловуглецевого дроту, що ґрунтується на прокатці із зсувом, поєднаній із волочінням. *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. 2023. №6 (326). С. 405-414. DOI: doi.org/10.31891/2307-5732-2023-329-6
12. Смірнов В. О., Білецький В. С. Переробка корисних копалин : підручник. Львів : Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. 607 с.
13. Фізичні методи вивчення властивостей матеріалів : підручник / Е.К. Посвятенко та ін. Київ : НТУ, 2019. 176 с.



Навчально-методичне видання

Пашинська Олена Генріхівна

СУЧАСНІ ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ:

методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції