

О.С. Воденнікова¹, канд. техн. наук, доц., доц., e-mail: oksana_vodennikova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0496-5435>

С.А. Воденніков², д-р техн. наук, проф., проф., e-mail: s_vodennikov@i.ua,

<https://orcid.org/0000-0002-5563-5244>

¹Запорізький національний університет (Запоріжжя, Україна)

²Національний університет «Запорізька політехніка» (Запоріжжя, Україна)

НаноАрт та металургія: використання штучного інтелекту для обробки структур металів та сплавів

Показано вплив штучного інтелекту (ШІ) на освітній процес, зокрема його можливості та обмеження для всіх учасників освітнього процесу. Зосереджується увага на застосуванні штучного інтелекту під час дистанційного навчання як віртуального помічника для виконання лабораторних та практичних занять за спеціальністю G10 «Металургія». Робиться акцент на використанні сучасних інформаційних технологій при роботі зі структурами металів і сплавів як об'єктами досліджень при створенні зображень НаноАрт. НаноАрт як симбіоз науки та мистецтва візуалізує невидимий світ атомів і молекул, відображаючи закономірності природи, які присутні як на макро-, так і на мікрорівні. У роботі приведено порівняння можливостей використання як штучного інтелекту (наприклад, ChatGPT), так і графічних редакторів (наприклад, Adobe Photoshop CS та Paint 3D) для створення зображень НаноАрт. Показано механізм перетворення чорно-білого зображення структури металів і сплавів в різнокольорові картини, в яких завдяки своєму творчому підходу та іноді «домалюванню» деяких деталей зображення автори бачать зовсім нові, а іноді і несподівані композиції — пейзажі, тварин, предмети та інші зображення.

Визначено, що штучний інтелект виявляється ефективним інструментом для оптимізації освітнього процесу та полегшує роботу як науково-педагогічних працівників, так і здобувачів вищої освіти, створюючи широкі можливості для підвищення якості освіти. Але все ж таки він не може замінити традиційне навчання, а є тільки помічником, здатним значно збагатити організацію освітнього процесу та підвищити якість надання освітніх послуг за умови етичного та раціонального його застосування.

Ключові слова: інформаційні технології, штучний інтелект, ChatGPT, НаноАрт, структура металів і сплавів, наноструктура.

Вступ. Швидкий прогрес у цифровому просторі сприяє розвитку новітніх технологій, які активно впроваджуються в освіту. Однією з таких інновацій є технології штучного інтелекту, що вражають своєю різноманітністю та потенціалом для покращення якості та ефективності навчання [1]. Але застосування штучного інтелекту в освіті вимагає розвитку надійних та етичних алгоритмів, технологій взаємодії з користувачами та уваги до соціально-економічних аспектів впровадження цих технологій в освітнє середовище [2].

Своєчасне впровадження інформаційних технологій в освітній процес закладів вищої освіти (ЗВО) — це шлях до модернізації освіти, інновацій та підвищення конкурентоспроможності українських

ЗВО на глобальній арені. Використання штучного інтелекту в освітньому процесі дасть змогу:

— викладачам генерувати та перевіряти тести, створювати презентації, аналізувати навчальні досягнення здобувачів вищої освіти та інше;

— здобувачам вищої освіти займатися пошуком інформації для наукових робіт, при підготовці до іспитів або заліків, генерації ідей для презентацій, отримання зворотного зв'язку на наукові роботи, вивчення мов;

— керівникам ЗВО оптимізувати адміністративні процеси (наприклад, заповнювати документацію, писати відповіді на запитання та інше) [3].

Серед найбільш популярних програм штучного інтелекту, що застосовуються в освітньому процесі,

слід виділити: Stable Diffusion, ComfyUI, Invoke AI, Whisper AI, DeepFaceLab, Coqui-ai, Obabooga [4], ChatGPT, Rytr, Ideogram AI, AutoDraw, Plus AI [5] та інші.

Однією з ключових можливостей використання ШІ є індивідуалізоване навчання. Ця технологія дозволяє створювати навчальні програми, які враховують індивідуальні потреби та рівень підготовки кожного здобувача вищої освіти, забезпечуючи більш ефективне засвоєння знань. Крім того, ШІ дозволяє аналізувати успішність здобувачів освіти та виявляти тих, хто потребує додаткової підтримки. Це сприяє більш ефективній роботі викладачів і сприяє підвищенню загального рівня освіти [6].

Особливо важливим є питання дотримання академічної доброчесності в умовах дистанційного навчання в Україні й, відповідно, активного використання різних цифрових ресурсів учасниками освітнього процесу [7]. Необхідно акцентувати увагу здобувачів на відповідальності при використанні ШІ, на етичних питаннях, на розвитку умінь та навичок особистого спілкування та взаємодії з колегами, а також на тому, що представляє величезну цінність для повноцінної особистості — збереження логічного та критичного мислення, тому що без цього неможлива наукова та професійна діяльність [8].

Постановка задачі. В сьогоденних реаліях дистанційного навчання в ЗВО України значним для освітнього процесу стає пошук нових альтернативних практичних та лабораторних занять, що зможуть поєднати в собі теоретичні та практичні складові за спеціальністю. Так безпосередньо в Запорізькому національному університеті для здобувачів вищої освіти, що навчаються за спеціальністю G10

«Металургія», пропонується взамін проведення в умовах лабораторій традиційних лабораторних занять з виплавки та обробки чорних та кольорових металів і сплавів (які не має можливості проводити в прифронтових містах через воєнний стан та високу вартість електроенергії) виконання як альтернативної роботи заняття під назвою «НаноАрт і металургія», яка є поєднанням науки і мистецтва через дослідження мікро- та макроструктур чорних та кольорових металів і сплавів. Поєднанням мистецтва та металургії у вигляді зображень НаноАрт створюються унікальні картини, що демонструють красу науки та її творчий потенціал.

Мета роботи. Метою роботи є дослідити можливість використання штучного інтелекту в освітньому процесі, зокрема при обробці структур металів і сплавів; показати важливість створення зображень НаноАрт як демонстрації глядачеві можливостей техніки зі створення мікроскопічних арт-об'єктів.

Об'єкт та методика дослідження. *Об'єктом дослідження* є структури металів і сплавів. *Предметом дослідження* є технологія створення зображень НаноАрт на основі структур металів і сплавів. *Методами дослідження* є загальні (емпіричні, комплексні й теоретичні) та спеціальні (графічні та кореляційні) методи наукових пізнань. При узагальненні та аналізі науково-технічної літератури використовувався комплексний підхід.

Матеріали та методика дослідження. Методологія створення зображення у стилі НаноАрт детально описана в роботах [9, 10] та представлена на рис. 1. В межах даної роботи використовувалися мікро- та макроструктури чорних та кольоро-

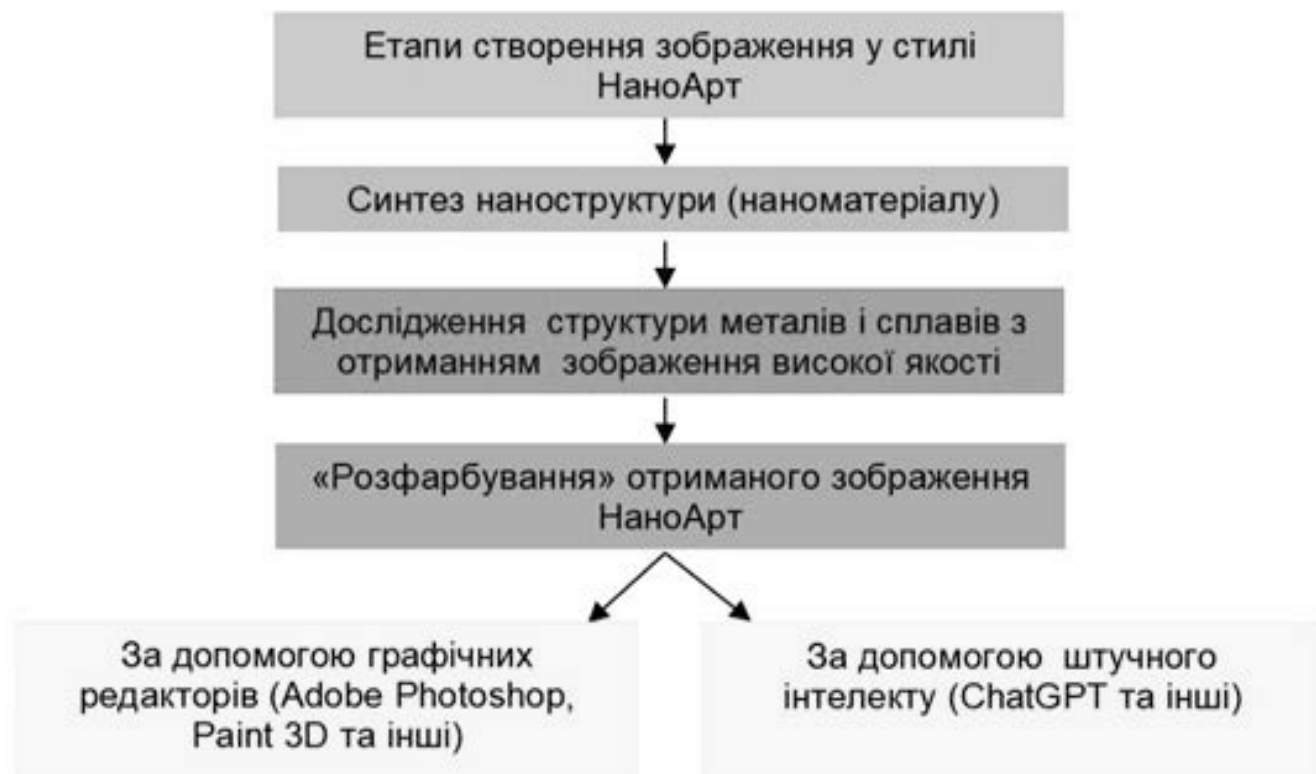


Рис. 1. Методологія створення зображення у стилі НаноАрт

вих металів і сплавів з атласу структур металів та сплавів [11] та джерел [12—15]. Для «розфарбування» вихідної структури матеріалу використовували графічні редактори Adobe Photoshop та Paint 3D, а також штучний інтелект (ChatGPT).

Слід зазначити, що при «розфарбуванні» отриманого зображення головним залишається творчий підхід автора (авторів) НаноАрт. З однієї вихідної структури автор (або колектив авторів) може побачити різні несподівані композиції — пейзажі, тварин, предмети та інші зображення. Можна змінювати не тільки колір зображення, але і проводити «домалювання» або «видалення» об'єктів.

Застосування цифрових технологій під час обробки фотографій передбачає використання програмних засобів для масштабування зображень, подібних до Adobe Photoshop (зокрема інструментів Enlarge Images, PhotoZoom та інших). Подальшим етапом є корекція кольорів цифрових зображень (Image), а також використання програм для роботи з графічними елементами та формами у векторному форматі (Vector). Одним із найбільш ефективних способів візуалізації нанооб'єктів є отримання мікрозображень за допомогою надпотужних мікроскопів. Такі зображення, як правило, мають чорно-білий формат. Подальше застосування кольорової обробки сприяє

підвищенню їхньої наочності та привертає увагу завдяки незвичності, геометричній досконалості форм і естетичному оформленню.

При використанні штучного інтелекту (зокрема, ChatGPT) можна створити AI-скрипт. В свою чергу AI-скрипт бере фото з мікроскопа; чистить, покращує якість; розпізнає структуру; будує кольорову карту фаз. Штучний інтелект автоматично розпізнає фази за контрастом і розфарбовує їх різними кольорами, що спрощує аналіз структури матеріалу.

ChatGPT дає змогу «допрацювати» структуру матеріалу, тобто за потреби «домалювати» деякі деталі для одержання більш чіткої картини НаноАрт.

Результати дослідження. При проведенні оцінки застосування різних інформаційних технологій для обробки структур металів та сплавів з отриманням зображення НаноАрт як приклад розглянемо вихідну структуру — електроосаджені магнітні масиви нанопроводів (CoFeB) (рис. 2а) [12], отриману Фанні Берон (Монреальська політехнічна школа, Канада), та створені за допомогою графічного редактора Paint 3D та штучного інтелекту (ChatGPT) зображення НаноАрт. Так, задаючи ChatGPT команду «Розмалуй зображення в зелених кольорах, щоб отримати зелені дерева в старому лісі», ми отримуємо з НаноАрт «Нановибухи» (рис. 2а) нове зображення

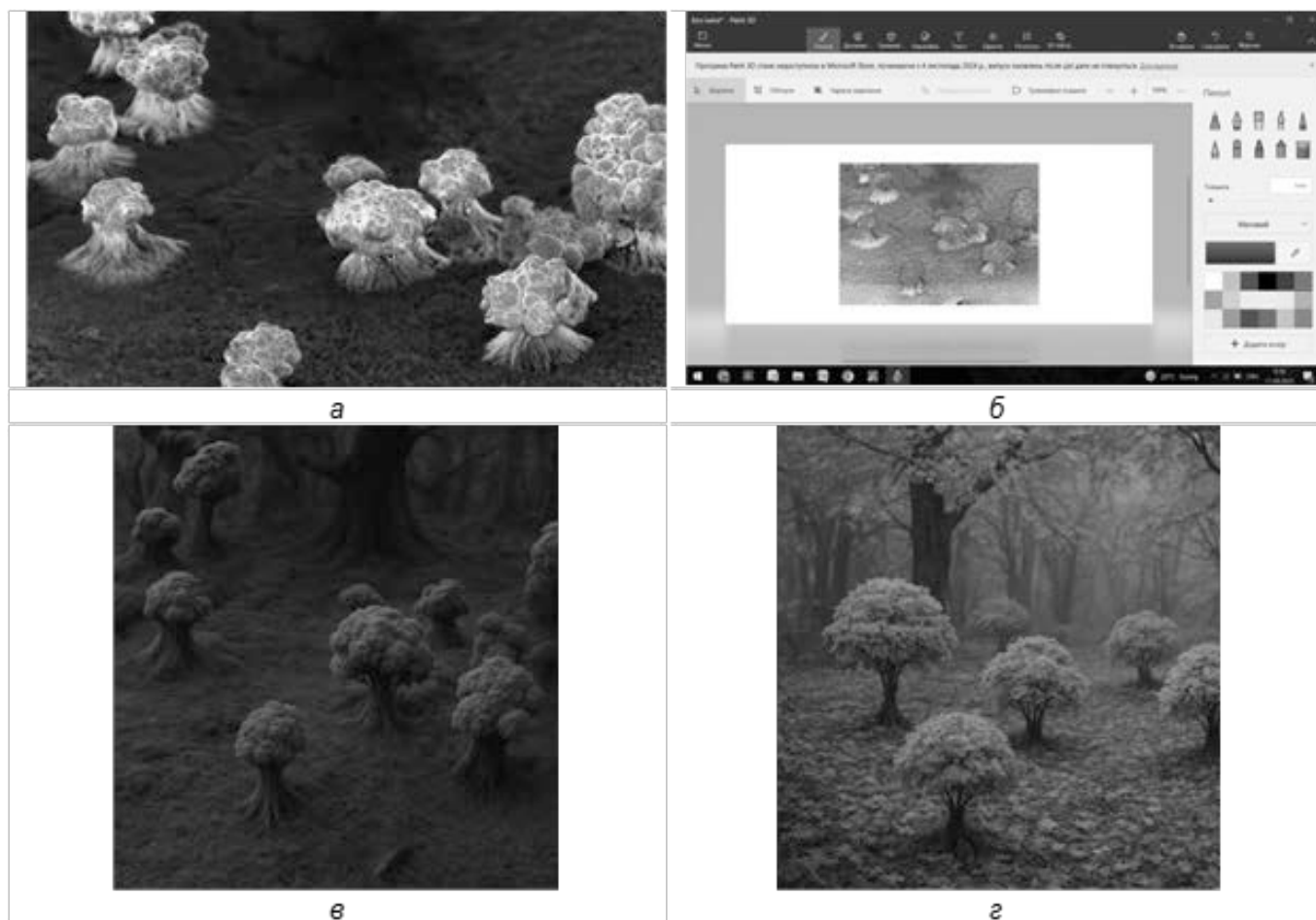


Рис. 2. Приклади зображень НаноАрт, створених за допомогою різних інформаційних технологій: а — НаноАрт «Нановибухи», створений з електроосаджених магнітних масивів нанопроводів (CoFeB), автор Фанні Берон [12]; б — НаноАрт «Зелений ліс», створений з використанням графічного редактора Paint 3D; в — НаноАрт «Зелений ліс», створений з використанням ChatGPT 5.2; г — НаноАрт «Осінній ліс», створений з використанням ChatGPT 5.2

— НаноАрт «Зелений ліс» (рис. 2в). Змінюючи команду на «Зроби зображення схожим на осінній ліс», ми отримуємо ще одне зображення — НаноАрт «Осінній ліс» (рис. 2а).

Слід зазначити, що при обробці структур металів та сплавів за допомогою ChatGPT слід чітко та послідовно давати команди, наприклад:

- «слід видалити з зображення подряпини»;
- «слід підвищити різкість зображення»;
- «поміняй на зображенні колір з жовтого на бла-

китний»;

— «домалюй на зображенні риси тварини (людини, предмету та інші)» та інші.

При роботі зі структурами металів та сплавів досить часто зображення (фото структури) під впливом часу, променів світла або потрапляння крапель води, жиру, масла чи інших факторів втрачає первісну якість, яку саме ChatGPT може покращити з отриманням більш чіткого зображення (рис. 3). Наприклад, мікроструктура чавуну, легованого 3,5 % вольфраму

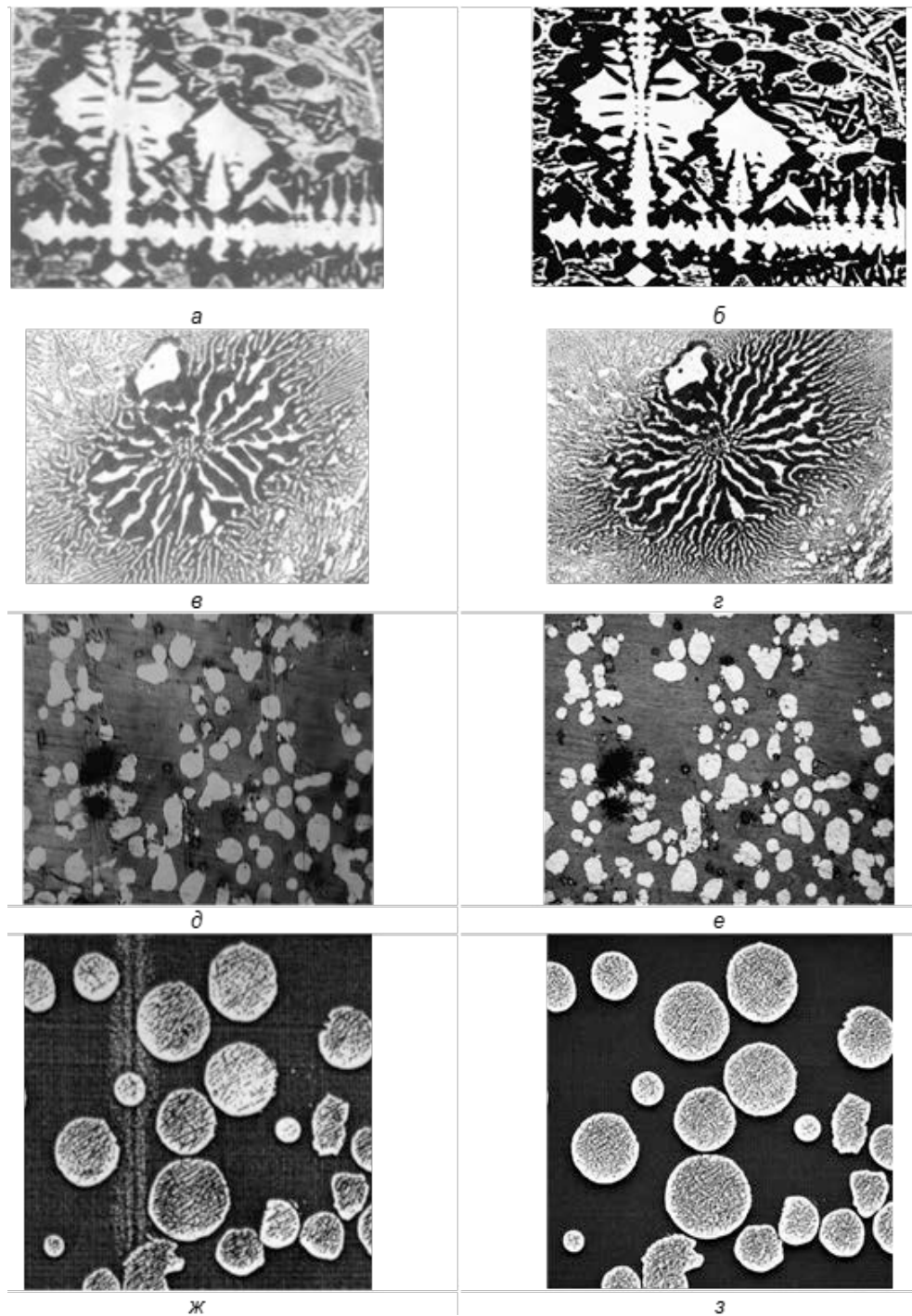


Рис. 3.

Механізм покращення якості структури матеріалу за допомогою штучного інтелекту: а, б — мікроструктура чавуну, легованого 3,5 % вольфраму, $\times 200$ з джерела [11] та відповідно покращеної якості за допомогою ChatGPT5.2; в, г — мікроструктура хромистого білого чавуну, $\times 500$ з джерела [11] та відповідно покращеної якості за допомогою ChatGPT5.2; д, е — мікроструктура малофосфористого шлаку з зовнішньої частини гарнісажу (світло відбите), $\times 200$ [13] та відповідно покращеної якості за допомогою ChatGPT5.2; ж, з — мікроструктура сплаву ЭП975МП (фракція -315+200 мкм), отриманого відцентровим розпиленням, $\times 250$ з джерела [14] та відповідно покращеної якості за допомогою ChatGPT5.2

(рис. 3а), завдяки роботі з ChatGPT, задаючи йому команди «Покращ якість зображення» та «Покращ різкість зображення», матиме вигляд, представлений на рис. 3б.

Обробка структури матеріалу за допомогою ChatGPT залежно від первісної якості зображення може займати від декількох хвилин до 2—5 годин. Дуже важливо правильно задавати команди, іноді їх може бути 1—3, а в складних випадках — і до десяти, при цьому доводиться робити декілька підходів, перефразувати команди та уточнювати опис суті обробки структури. Однією з проблем при обробці структур металів та сплавів за допомогою ChatGPT є

ліміт на генерацію зображень (створення або обробку картинок) у безкоштовному тарифі, що затрудняє можливості обробки великої кількості структур за одну добу.

Приклади зображень НаноАрт, отримані за допомогою графічного редактора Adobe Photoshop та штучного інтелекту (ChatGPT), представлені на рис. 4—8. При створенні зображень НаноАрт потрібно увімкнути уяву та творчі здібності. Так у чорно-білому вигляді (а саме такі кадри видає електронний мікроскоп) побачити в структурі зливка феротитану після травлення НаноАрт «Первісна людина» явно було не так просто (рис. 4б та рис. 4в).

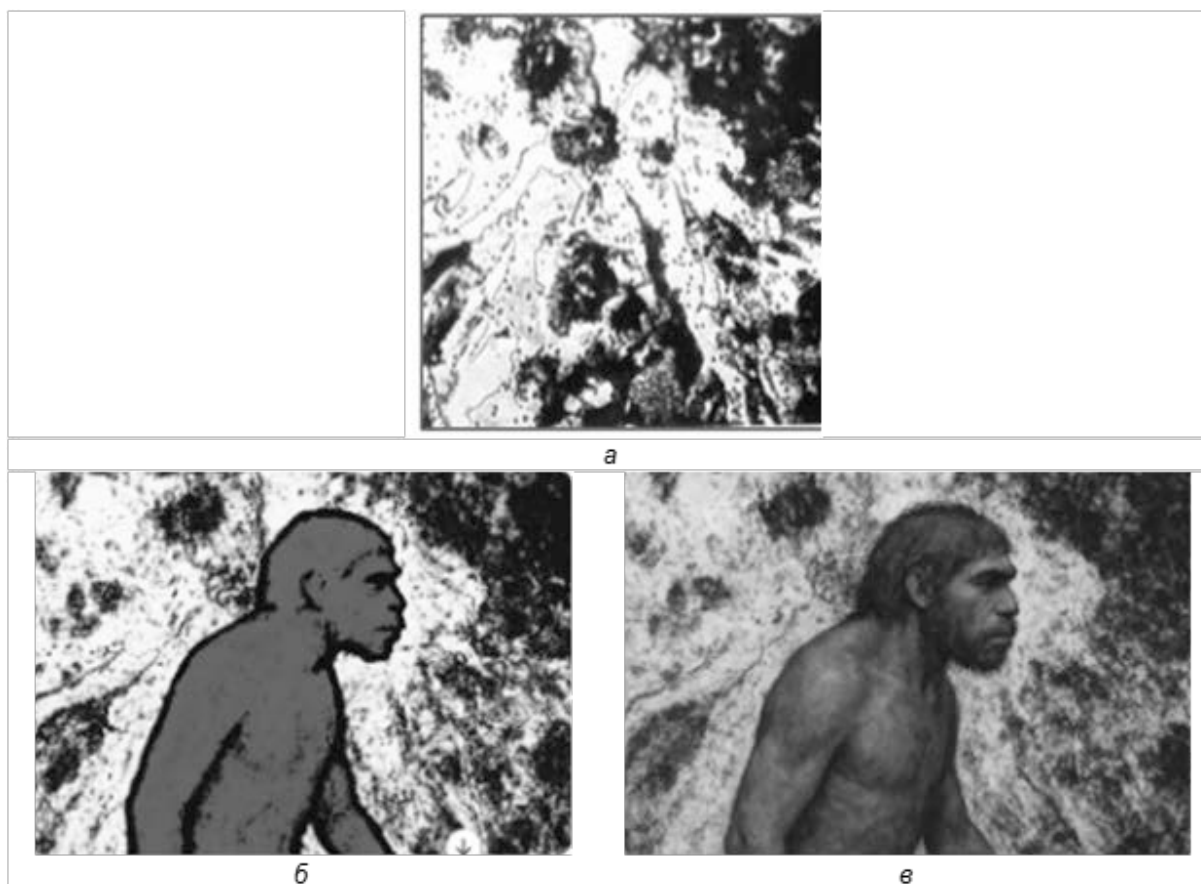


Рис. 4. НаноАрт «Первісна людина»: а — вихідна мікроструктура сплаву ФТі30А після травлення, $\times 300$ [15]; б — НаноАрт, створений за допомогою графічного редактора Adobe Photoshop; в — НаноАрт, створений за допомогою штучного інтелекту (ChatGPT)

Слід зазначити, що з однієї вихідної структури за допомогою ChatGPT можна отримати різні зображення НаноАрт. Наприклад, при отриманні НаноАрт «Осінній лист», створений на прикладі структури мідних сплавів (система Cu-Sn), задаючи ChatGPT команди «Зроби структуру більш схожою на лист з дерева», «Розмалюй структуру в жовто-коричневий колір, щоб вона була схожа на пожовклий лист з дерева», ми отримуємо один вид НаноАрт (рис. 7б), а задаючи ChatGPT команди «Розмалюй структуру в світлий та темний відтінки зеленого кольору», ми отримуємо вже зовсім інше зображення НаноАрт (рис. 7в).

Таким чином, технології штучного інтелекту (наприклад, застосування ChatGPT або інших інструментів штучного інтелекту для покращення зображень)

повинні прагнути бути доступними та зрозумілими для всіх, незалежно від цифрових навичок людини. Сам же штучний інтелект потребує моніторингу людини на кожному етапі використання, який іноді називають «людиною в циклі», щоб гарантувати, що гранична етична відповідальність покладається на людину. Водночас відкритим залишається питання забезпечення академічної доброчесності під час використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. Особливої уваги потребує оцінювання валідності інструментів виявлення можливих порушень, формування засад цифрової етики та удосконалення нормативно-правових і методичних підходів до організації академічної діяльності в умовах стрімкого технологічного розвитку. У цьому контексті особливої актуальності набуває розроблен-

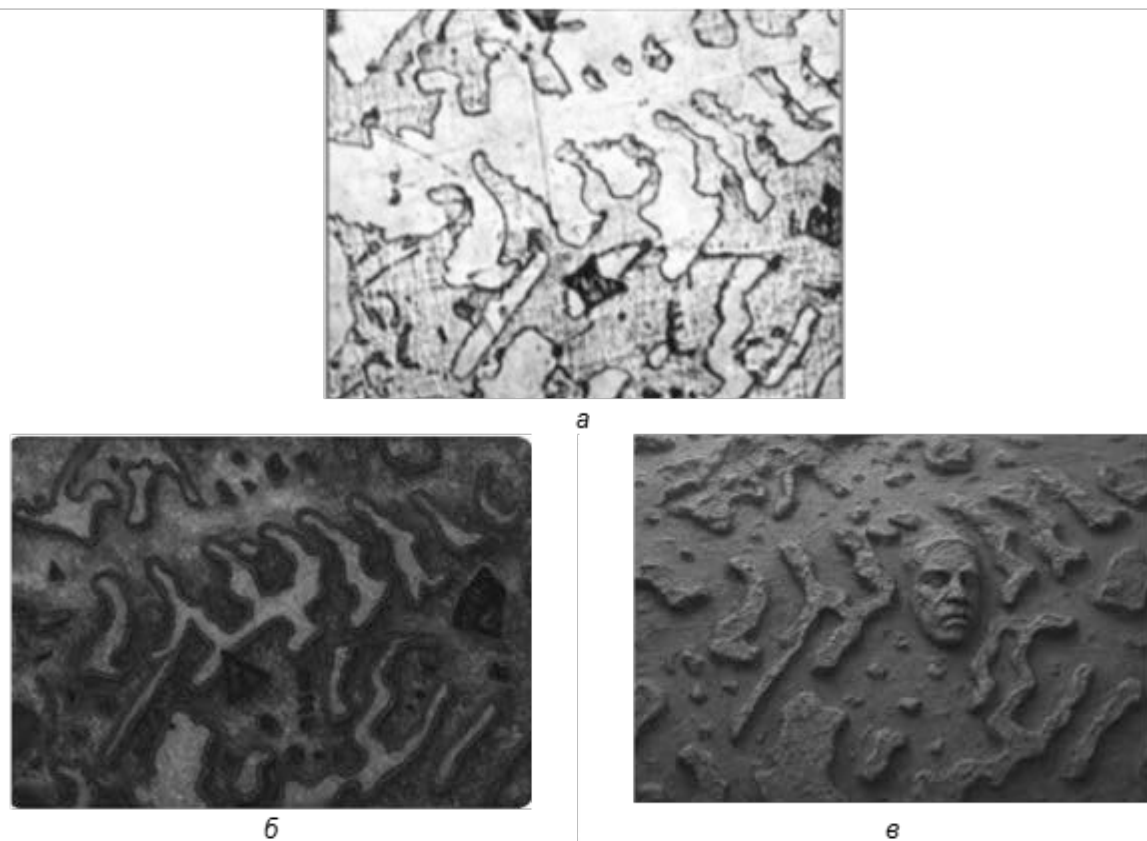


Рис. 5. НаноАрт «Рельєф морського дна»: а — вихідна мікроструктура сплаву феротитану (40 % Ti), отриманого методом ЕШВ, $\times 300$ [15]; б — НаноАрт, створений за допомогою графічного редактора Adobe Photoshop; в — НаноАрт, створений за допомогою штучного інтелекту (ChatGPT)

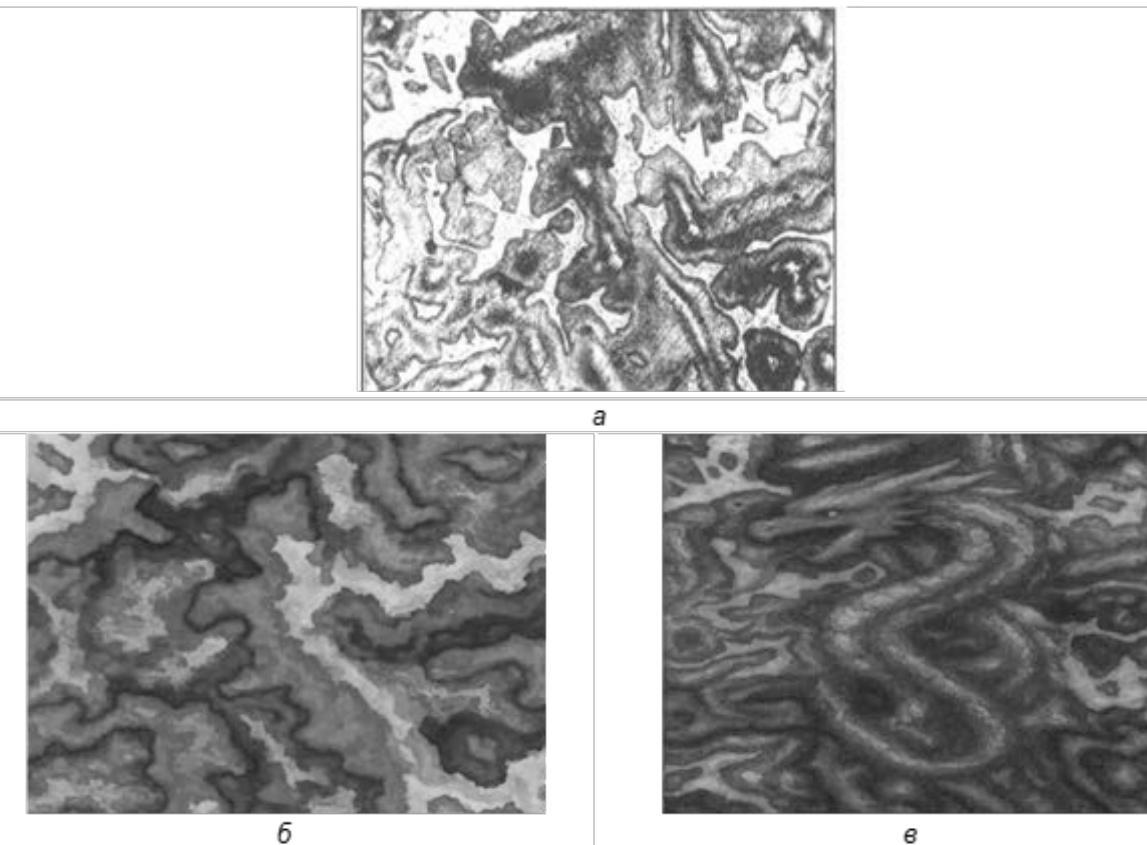


Рис. 6. НаноАрт «Казковий ліс»: а — вихідна мікроструктура мідних сплавів: олов'яниста бронза (система Cu-Sn), двофазна, $\times 100$ [11]; б — НаноАрт, створений за допомогою графічного редактора Adobe Photoshop; в — НаноАрт, створений за допомогою штучного інтелекту (ChatGPT)

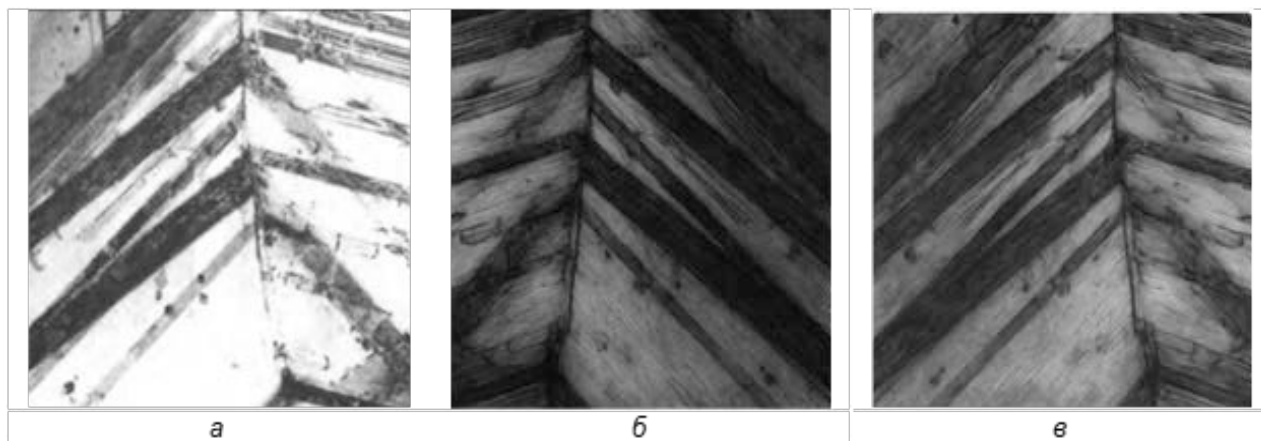


Рис. 7. НаноАрт «Осінній лист»: а — вихідна мікроструктура холодної деформації сталі Гадфільда ($\varepsilon = 20\%$), $\times 20000$ [11]; б, в — НаноАрт, створений за допомогою штучного інтелекту (ChatGPT)

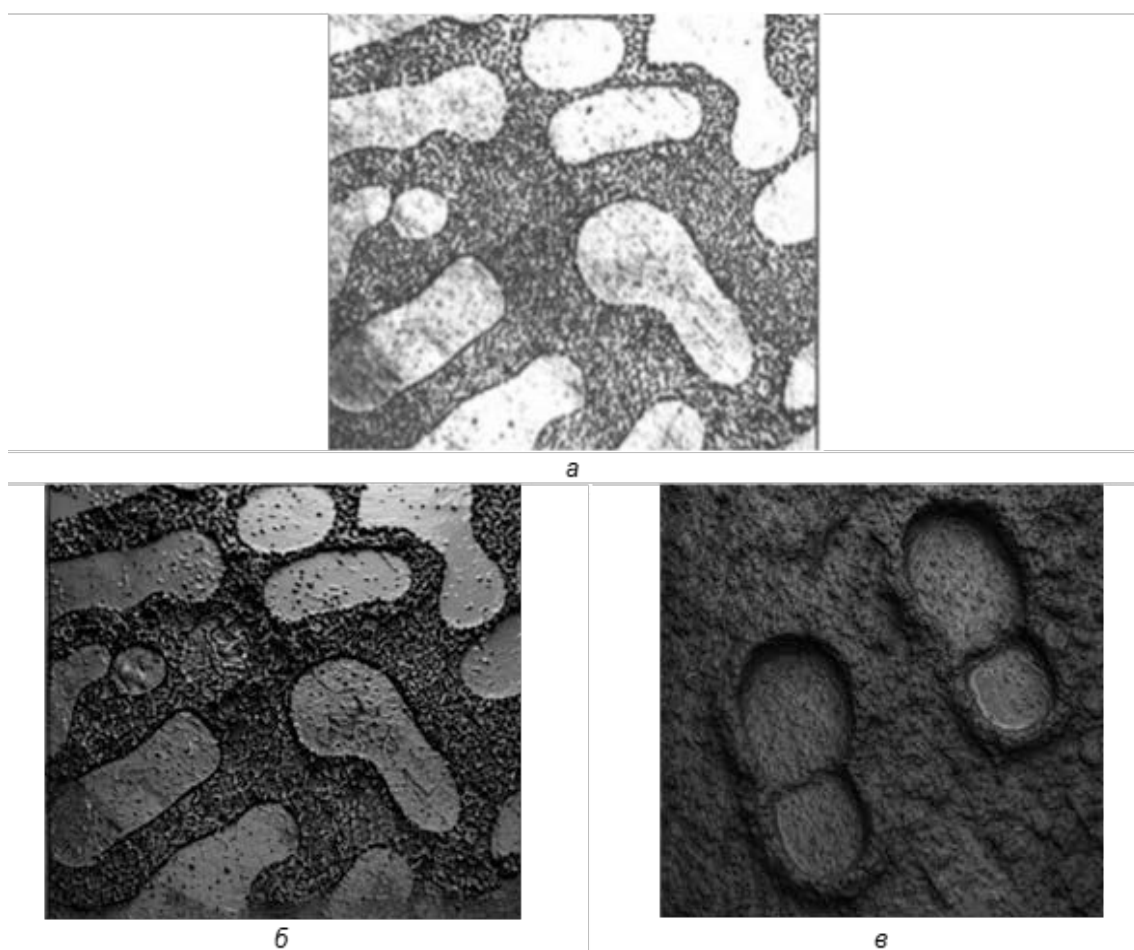


Рис. 8. НаноАрт «Сліди на землі»: а — вихідна мікроструктура модифікованого силуміну, $\times 100$ [11]; б, в — НаноАрт, створені за допомогою штучного інтелекту (ChatGPT)

ня ефективних підходів до регулювання та етичного використання технологій штучного інтелекту в освітньому середовищі, що, своєю чергою, сприятиме підвищенню рівня академічної доброчесності та формуванню відповідальної культури використання цифрових технологій у освітній і науковій діяльності.

Висновки

1. Штучний інтелект виявляється ефективним інструментом для оптимізації освітнього процесу та прискорення прогресу на шляху до Цілі сталого розвитку 4 «Якісна освіта».

Штучний інтелект при роботі зі структурами металів та сплавів може:

- автоматично аналізувати зображення;
- покращувати якість (видаляти подряпини, пил із мікрофотографій; підвищувати різкість, контраст, деталізацію зерен);
- відновлювати розмиті або низькоякісні знімки;
- виділяти потрібні ділянки структури;
- виконувати обробку без людського втручання;
- зберігати наукову точність.

Інструментами штучного інтелекту для покращення зображень можуть бути: Toraz GigaPixel AI, Remini, Adobe Firefly AI, OpenCV + AI фільтри.

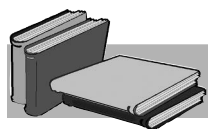
При автоматичному виділенні структурних елементів штучний інтелект може:

- автоматично сегментувати мікроструктуру;
- позначати межі зерен, пори, включення;
- створювати маски фаз для подальшої кількісної оцінки.

Інструментами штучного інтелекту при автоматичному виділенні структурних елементів можуть бути: Python-бібліотеки DeepLab, U-Net, Cellpose, ilastik, ImageJ з плагінами AI.

2. Представлено зображення НаноАрт, створені як з використанням графічних редакторів (наприклад, Adobe Photoshop CS та Paint 3D), так і штучного інтелекту (наприклад, ChatGPT). Показано механізм перетворення чорно-білого зображення структури металів і сплавів в різнокольорові картини, в яких завдяки своєму творчому підходу та іноді «домалюванню» деяких деталей зображення автори бачать зовсім нові, а іноді і несподівані композиції — пейзажі, тварин, предмети та інші зображення.

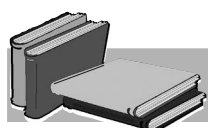
3. Визначено, що штучний інтелект виявляється ефективним інструментом для оптимізації освітнього процесу та полегшує роботу як науково-педагогічних працівників, так і здобувачів вищої освіти, створюючи широкі можливості для підвищення якості освіти. Але все ж таки він не може замінити традиційне навчання, а є тільки помічником, здатним значно збагатити організацію освітнього процесу та підвищити якість надання освітніх послуг за умови етичного та раціонального його застосування.



ЛІТЕРАТУРА

- Ілійчук Л. Штучний інтелект і якість освіти: можливості, виклики та загрози. *Науково-педагогічні студії*. 2024. Вип. 8. С. 232—248. <https://doi.org/10.32405/2663-5739-2028-8-232-248>
- Мельник А.В. Застосування штучного інтелекту в освітньому середовищі: потенціал та виклики. *Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Глухів, 7 квітня 2023 р.). Глухів: Глухівський НПУ ім. О. Довженка. Київ, 2023. С. 250—253. URL: <https://cutt.ly/twDG6sN8> (дата звернення: 09.10.2025).
- Воденнікова О.С., Воденніков С.А., Піщенко К.А. НаноАрт та металургія: використання інформаційних технологій при обробці мікро- та макроструктур чорних та кольорових металів і сплавів. *Сучасні технології промислового комплексу — 2025*: міжнародна науково-практична конференція (Херсон-Хмельницький, 17—19 вересня 2025 р.). Херсон, Хмельницький: ХНТУ, 2025. № 9. С. 196—199.
- Найкращі AI з відкритим вихідним кодом: Топ 17 найкращих платформ та інструментів штучного інтелекту. URL: <https://profitstore.ua/uk/blog/research/najkraschi-ai-z-vidkrytym-vyhidnym-kodom> (дата звернення: 12.01.2026).
- Топ-10 ШІ для роботи, навчання і творчості. URL: <https://kau.com.ua/top-10-shi-dlia-roboty-navchannia-i-tvorchosti/> (дата звернення: 12.01.2026).
- Коломієць А.М., Кушнір О.І. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2023. Вип. 70. С. 45—57. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57>
- Михайленко О.Г. Застосування штучного інтелекту в освітньому процесі вищої школи. Інновації та інтеграція цифрових трендів освітнього простору в економіку знань: матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації з економічних наук, 30 жовтня—10 грудня 2023 р. Львів-Торунь: Ліга-Прес, 2023. С. 130—134. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-332-6-38>
- Горчинський С.В., Софілканич М.І., Горбенко І.Ф. Якість української освіти й академічна доброчесність: вплив застосування штучного інтелекту. *Академічні візії*. 2023. Вип. 20. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8022979>
- Воденнікова О.С., Воденніков С.А., Піщенко К.А. НаноАрт та металургія: симбіоз мистецтва та нанотехнологій під час війни. *Метал та лиття України*. 2025. Т. 33. № 3—4 (342—343). С. 53—63. <https://doi.org/10.15407/steelcast2025.03-04.053>
- Воденнікова О.С., Воденніков С.А., Піщенко К.А. НаноАрт та металургія: використання інформаційних технологій при обробці мікро- та макроструктур чорних та кольорових металів і сплавів. *Наука та виробництво*. 2025. № 30. С. 69—80. <https://doi.org/10.31498/2522-9990302025347069>

11. Большаков В.И., Сухомлин Г.Д., Лаухин Д.В. Атлас структур металлов и сплавов. Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2010. 174 с.
12. FANNY BERON. Nano explosion. URL: <https://highlike.org/fanny-beron/> (дата звернення 17.01.2026).
13. Воденнікова О.С., Матяшева О.Б., Воденнікова Л.В. Вибір складу шихти з мінімальним теплоспоживанням для виплавки малофосфористого шлаку. *Процеси лиття*. 2021. Т. 145. № 3. С. 24—31. <https://doi.org/10.15407/plit2021.03.024>
14. Терновий Ю.Ф., Воденніков С.А., Воденнікова О.С. Інертні гази та утворення пор в гранулах жароміцних сплавів. *Науково-технічний журнал «Металознавство та обробка металів»*. 2021. Т. 27. № 1. С. 20—27. <https://doi.org/10.15407/mom2021.01.020>
15. Котов М.М. Дослідження впливу структури злитків феротитану, отриманих методом ЕШВ на їхню здатність подрібнюватися. *Актуальні напрями матеріалознавства: збільшення ресурсу конструкцій на основі конвергенції сучасних технологій обробки матеріалів*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 24—25 вересня 2020 р.). Харків: ХНАДУ, 2020. С. 94—97.



REFERENCES

1. Ilichuk, L. (2024). The impact of artificial intelligence on the quality of education: opportunities, challenges and threats. *Research and Educational Studies*, (8), 232-248. <https://doi.org/10.32405/2663-5739-2028-8-232-248> [in Ukrainian].
2. Melnyk, A. V. (2023). Application of artificial intelligence in the educational environment: potential and challenges. *Development of pedagogical skills of the future teacher in the conditions of educational transformations: materials of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference* (Hlukhiv, April 7, 2023, pp. 250—253). Hlukhiv, Ukraine : Hlukhiv National Pedagogical University named after O. Dovzhenko. <https://cutt.ly/twDG6sN8> [in Ukrainian].
3. Vodennikova, O. S., Vodennikov, S. A., & Pishchenko, K. A. (2025). NanoArt and metallurgy: use of information technologies in processing micro- and macrostructures of ferro and non-ferro metals and alloys. *Modern technologies of the industrial complex – 2025: international scientific and practical conference* (Kherson–Khmelnytskyi, September 17–19, 2025, no. 9, pp. 196-199). Kherson, Ukraine: KhNTU [in Ukrainian].
4. The best open source AI: Top 17 artificial intelligence platforms and tools. <https://profitstore.ua/uk/blog/research/najkraschi-ai-z-vidkrytyh-vyhidnym-kodom> [in Ukrainian].
5. Top 10 AI for work, learning and creativity. <https://kau.com.ua/top-10-shi-dlia-roboty-navchannia-i-tvorchosti/> [in Ukrainian].
6. Kolomiets, A. M., & Kushnir, O. I. (2023). Use of artificial intelligence in educational and scientific activities: opportunities and challenges. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, (70), 45-57. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57> [in Ukrainian].
7. Mykhailenko, O. H. (2023). Zastosuvannia shtuchnoho intelektu v osvithomu protsesi vyshchoi shkoly [Application of artificial intelligence in the educational process of higher education]. *Innovatsii ta intehratsiia tsyfrovych trendiv osvitianskoho prostoru v ekonomiku znan: materialy vseukrainskoho naukovopedahohichnoho pidvyshchennia kvalifikatsii z ekonomichnykh nauk*, 30 zhovtnia-10 hrudnia 2023 r. Lviv-Torun: LihaPres, pp. 130-134. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-332-6-38> [in Ukrainian].
8. Horchynskyi, S. V., Sofilkanych, M. I., & Gorbenko, I. F. (2023). The quality of Ukrainian education and academic integrity: the impact of the use of artificial intelligence. *Academic visions*, (20). <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8022979> [in Ukrainian].
9. Vodennikova, O. S., Vodennikov, S. A., & Pishchenko, K. A. (2025). NanoArt and Metallurgy: Symbiosis of Art and Nanotechnology During Wartime. *Metal and Casting of Ukraine*, 33(3-4(342-343)), 53-63. <https://doi.org/10.15407/steelcast2025.03-04.053> [in Ukrainian].
10. Vodennikova, O. S., Vodennikov, S. A., & Pishchenko, K. A. (2025). NanoArt and metallurgy: use of information technologies in processing micro- and macrostructures of ferro and non-ferro metals and alloys. *Science and production*, (30), 69–80. <https://doi.org/10.31498/2522-9990302025347069> [in Ukrainian].
11. Bolshakov, V. I., Sukhomlin, G. D., & Laukhin, D. V. (2010). Atlas of metal and alloy structures. State Higher Educational Institution “PGACEA” [in Russian].
12. FANNY BERON. Nano explosion. <https://highlike.org/fanny-beron/>
13. Vodennikova, O. S., Matyasheva, O. B., & Vodennikova, L. V. (2021). Selection for the composition of the charge with minimal heat consumption for smelting low-phosphorus slag. *Casting processes*, 145(3), 24-31. <https://doi.org/10.15407/plit2021.03.024> [in Ukrainian].
14. Ternovyi, Yu. F., Vodennikov, S. A., & Vodennikova, O. S. (2021). Inert gas absorption and pore formation in nickel-based hot-melt alloys. *Scientific Technical Journal “Metal Science and Treatment of Metals”*, 27(1), 20-27. <https://doi.org/10.15407/mom2021.01.020> [in Ukrainian].

15. Kotov, M. M. (2020). Doslidzhennia vplyvu struktury zlytkiv ferotytanu, otrymanykh metodom EShV na yikhniu zdattist podribniuvatsia [Investigation of the influence structure of ferrotitanium bars obtained by the ESS (electroslag smelting) method on their crushing]. *Current trends in materials science: increasing the service life of structures based on the convergence of modern materials processing technologies*: proceedings of the international scientific and practical conference (Kharkiv, September 24-25, 2020, pp. 94-97). Kharkiv, Ukraine: KhNADU [in Ukrainian].

Надійшла/Received 19.01.2026

Прийнята/Accepted 14.03.2026

Опублікована/Published 31.03.2026

Summary

O.S. Vodennikova¹, PhD (Engin.), Associate Professor, Associate Professor, e-mail: oksana_vodennikova@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0496-5435>

S.A. Vodennikov², Dr. Sci. (Engin.), Professor, Professor, e-mail: s_vodennikov@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5563-5244>

¹Zaporizhzhia National University (Zaporizhzhia, Ukraine)

²National University "Zaporizhzhia Polytechnic" (Zaporizhzhia, Ukraine)

NanoArt and Metallurgy: Using Artificial Intelligence to Process Metal and Alloy Structures

The impact of artificial intelligence (AI) on the educational process is shown, in particular its capabilities and limitations for all participants in the educational process. The focus is on the use of artificial intelligence during distance learning as a virtual assistant for performing laboratory and practical classes in the specialty G10 "Metallurgy". The emphasis is on the use of modern information technologies when working with metal and alloy structures as objects of research when creating NanoArt images. NanoArt as a symbiosis of science and art visualizes the invisible world of atoms and molecules, reflecting the laws of nature that are present at both the macro and micro levels. The paper compares the possibilities of using both artificial intelligence (for example, ChatGPT) and graphic editors (for example, Adobe Photoshop CS and Paint 3D) to create NanoArt images. The mechanism of transforming a black-and-white image of the structure of metals and alloys into multi-colored pictures is shown, in which, thanks to their creative approach and sometimes "repainting" of some details of the image, the authors see completely new, and sometimes unexpected compositions – landscapes, animals, objects and other images.

It is determined that artificial intelligence is an effective tool for optimizing the educational process and facilitates the work of both scientific and pedagogical workers and higher education students, creating broad opportunities for improving the quality of education. However, it cannot replace traditional learning, but is only an assistant capable of significantly enriching the organization of the educational process and improving the quality of educational services provided that it is used ethically and rationally.

Keywords

Information technologies, artificial intelligence, ChatGPT, NanoArt, structure of metals and alloys, nanostructure.