

8. Воєвода А. Л. Історія математичних відкриттів як засіб розвитку критичного мислення учнів. *Дидактика математики: теорія, досвід, інновації*. 2025. № 4. С. 81–91. URL: <https://doi.org/10.31652/3041-2277-2025-4-81-91>.
 9. Поль Дірак. Універсальний словник-енциклопедія. 4-те вид. К.: Теза, 2006.
 10. Martin Gardner Centennial. URL: <https://www.martingardner.org/>.
 11. Кукуш О. Г., Мігельман І. М., Радченко В. М., Федак І. В., Ясинський В. А. Вибрані задач Всеукраїнського турніру юних математиків. URL: <https://short-url.org/1mc0G>.

REFERENCES

1. Istoriiia matematyky v kulturnii spadshchyni Yevropy (2026). [History of Mathematics in the Cultural Heritage of Europe. Volume III: Mathematics of Europe from the Middle Ages to the 17th Century]. Tom III: Matematyka Yevropy vid Serednovichchia do XVII stolittia. Kyiv: Instytut matematyky NAN Ukrainy. 219 s. [in Ukrainian]
 2. Konforovych, A. H., Andriievska, H. M. (1980). Istoriiia rozvytku matematyky [History of the Development of Mathematics]. Kyiv, Ukraina: Vyscha shkola. [in Ukrainian]
 3. Liskovets, S., Huda O., Tymoshchuk V. (2020). Istoriiia matematyky v konteksti vyvchennia matematychnykh dystsyplin u zakladakh vyshchoi osvity [History of Mathematics in the Context of Studying Mathematical Disciplines in Higher Education Institutions]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*. № 4. S. 215–223.
 4. Bezv, V. (2007). Istoriiia matematyky yak intehratsiina osnova navchannia predmetiv matematychnoho tsykladu u fakhovii pidhotovtsi maibutnykh uchyteliv [History of Mathematics as an Integrative Basis for Teaching Mathematical Disciplines in the Professional Training of Future Teachers]: avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovooho stupenia doktora pedahohichnykh nauk: 13.00.02. Nats. ped. un-t im. M. P. Drahomanova. Kyiv: Vyd-vo NPU imeni M. P. Drahomanova. 45 s.
 5. Bezv, V. (2005). Istoriiia matematyky u fakhovii pidhotovtsi maibutnykh uchyteliv [History of Mathematics in the Professional Training of Future Teachers]: Monohrafiia Kyiv, Ukraina: NPU imeni M. P. Drahomanova.
 6. Yashchuk, K. (2024). Ohliad dysertatsiinykh doslidzhen pro istoriiu stanovlennia ta rozvytku metodyky navchannia matematyky v Ukraini [Review of Dissertation Research on the History of Formation and Development of Methods of Teaching Mathematics in Ukraine]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*. Sektsiia: Fyzyko-matematychna osvita. Tom 39. № 4. S. 40–45. [in Ukrainian]
 7. Voievoda, A. L. (2012). Zatsikavyty matematykoiu [Engaging with Mathematics]. 5–11 klasy. Kyiv, Ukraina: Redaktsii hazet pryrodnycho-matematychnoho tsykladu. URL: <https://is.gd/kxfNUI>. [in Ukrainian]
 8. Voievoda, A. L. (2025). Istoriiia matematychnykh vidkryttiv yak zasib rozvytku krytychnoho myslennia uchniv [History of Mathematical Discoveries as a Means of Developing Students' Critical Thinking]. *Dydaktyka matematyky: teoriia, dosvid, innovatsii*. № 4. S. 81–91. URL: <https://is.gd/5QOP79>. [in Ukrainian]
 9. Pol, Dirak. (2006). Universalnyi slovnyk-entsyklopediia [Universal Dictionary-Encyclopedia]. 4-te vyd. Kyiv: Teza. [in Ukrainian]
 10. Martin Gardner Centennial. URL: <https://www.martingardner.org/>. [in English]
 11. Kukush, O. H., Mitelman, I. M., Radchenko, V. M., Fedak, I. V., Yasynskyi, V. A. Vybrani zadach Vseukrainskoho turniru yunyh matematykyv [Selected Problems of the All-Ukrainian Tournament of Young Mathematicians]. URL: <https://short-url.org/1mc0G>. [in Ukrainian]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

АТАМАСЬ Володимир – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики та методики навчання математики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

Наукові інтереси: підготовка майбутнього вчителя математики, фрактальна геометрія, аналітична геометрія, теорія груп, олімпіадні задачі.

СЕРДЮК Зоя – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри математики та методики навчання математики Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

Наукові інтереси: підготовка майбутнього вчителя математики, математичний аналіз, дидактика математики, олімпіадні задачі.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ATAMAS Volodymyr – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy.

Scientific interests: training of future mathematics teachers, fractal geometry, analytic geometry, group theory, olympiad problems.

SERDIUK Zoia – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy.

Scientific interests: training of future mathematics teachers, mathematical analysis, mathematics didactics, olympiad problems.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2026 р.

Стаття прийнята до друку 29.03.2026 р.

УДК 37.02+004.92

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-804-810

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

УСОВ Валентин –

доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри професійної освіти та дизайну

Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-5370>

e-mail: valentinusov67@gmail.com

ШКАТУЛЯК Наталія –

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики та інформатики

Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4905-001Xh>

e-mail: shkatulyak56@gmail.com

ТКАЧУК Олена –

кандидат фізико-математичних наук,

викладач фізико-математичних дисциплін
 Одеського технічного фахового коледжу
 Одеської національної академії харчових технологій
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5443-9943>
 e-mail: vrublevskaylena@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ФРАКТАЛЬНИХ УЯВЛЕНЬ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ ДИЗАЙНЕРІВ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У представленому дослідженні розглядається концептуально новий підхід до модернізації вищої художньої освіти, що ґрунтується на інтеграції нелінійної геометрії у професійне становлення бакалаврів із дизайну. У статті пропонується нова схема традиційних методів формування проєктної компетентності, заснована на архітектурних якостях самоподібних структур як основної форми візуальної комунікації. Показано, що фрактальна парадигма в дизайні одягу, зокрема, перестає бути суто декоративним елементом, перетворюючись на гнучкий метод управління когнітивним сприйняттям та композиційною складністю. Звертається увага на феномен «soft fascination» (м'якої чарівності), який дозволяє проєктувати об'єкти з високим рівнем емоційного комфорту через відтворення природних візерунків. У цій статті представлено методологію алгоритмічного моделювання за допомогою інструментів з відкритим кодом, а саме JWildfire, Mandelbulb 3D та Inkscape, а також використання програм штучного інтелекту українською мовою (GPT, Copilot, Bing Image Creator). Представлено використання програмного середовища для генерації рекурсивних форм, що дозволяє вийти за межі евклідової метрики, опановуючи навички створення ітеративних, комп'ютеризованих візуальних зображень. Показано, що використання цифрової естетики сприяє трансформації професійного мислення: від простого малювання до програмування естетичного досвіду. Це забезпечує формування здатності синтезувати інноваційні технологічні рішення з класичними принципами художнього конструювання, що є важливим для напрямів «Професійна освіта (Дизайн)» та «Дизайн одягу». Такий підхід сприяє гуманізації цифрової освіти, створенню одягу як гармонійного продовження природного середовища людини. Це допоможе сформувати у здобувачів освіти здатності працювати в цифровій індустрії моди, зберігаючи при цьому гуманістичний елемент творчості.

Ключові слова: проєктна компетентність, дизайн одягу, професійна освіта, фрактальна геометрія, алгоритмічне моделювання, самоподібність, soft fascination, нейроестетика, комп'ютерний дизайн, цифрова мода, відкрите програмне забезпечення, рекурсивні структури, інформаційні технології.

USOV Valentyn –

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Professional Education and Design of the State institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky"
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7855-5370>
 e-mail: valentinusov67@gmail.com

SHKATULIAK Natalia –

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of the State institution "South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky"
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4905-001Xh>
 e-mail: shkatulyak56@gmail.com

TKACHUK Olena –

Candidate of physical and mathematical sciences, PhD, teacher of physical and mathematical disciplines of the Odessa Technical Vocational College of the Odessa National Academy of Food Technologies
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5443-9943>
 e-mail: vrublevskaylena@gmail.com

USING FRACTAL REPRESENTATIONS IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF DESIGNERS AS A MEANS OF DEVELOPING PROJECT COMPETENCE

This study explores a conceptually new approach to modernizing higher art education, based on the integration of nonlinear geometry into the professional development of undergraduate design students. The article proposes a new framework for traditional methods of developing design competence, based on the architectural qualities of self-similar structures as a primary form of visual communication. It is demonstrated that the fractal paradigm in fashion design, in particular, is no longer a purely decorative element, transforming into a flexible method for managing cognitive perception and compositional complexity. Attention is drawn to the phenomenon of "soft fascination," which allows for the design of objects with a high level of emotional comfort due to the reproduction of natural patterns. This article presents a methodology for algorithmic modeling using open-source tools, namely JWildfire, Mandelbulb 3D, and Inkscape, as well as the use of Ukrainian-language artificial intelligence programs (GPT, Copilot, Bing Image Creator). This article presents the use of a software environment for generating recursive forms, enabling students to go beyond the Euclidean metric by mastering the skills of creating iterative, computerized visual images. It is shown that the use of digital aesthetics facilitates the transformation of professional thinking from simple drawing to the programming of aesthetic experience. This fosters the ability to synthesize innovative technological solutions with classical principles of artistic design, which is important for the programs "Professional Education (Design)" and "Fashion Design." This approach promotes the humanization of digital education, creating clothing as a harmonious extension of the human environment. This will help develop students' ability to work in the digital fashion industry while maintaining a humanistic element of creativity.

Key words: design competence, fashion design, professional education, fractal geometry, algorithmic modeling, self-similarity, soft fascination, neurasthenics, computer design, digital fashion, open source software, recursive structures, information technology.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Сучасні підходи до проєктування одягу орієнтовані на створення більш складних конфігурацій, де форма розглядається не як послідовне конструювання, а як результат взаємодії численних компонентів [1]. У цифрову епоху традиційні методи конструювання не завжди здатні забезпечити природність і глибину структури, характерні для сучасного дизайну [2]. У цьому контексті значущим є впровадження фрактальних принципів, що дозволяють відтворювати складні й водночас збалансовані форми [3]. Інтеграція цих концепцій у навчальний процес здобувачів зі спеціальностей 015 «Професійна освіта (Дизайн)» і 022 «Дизайн» створює умови для виникнення нових підходів до розробки візуальних рішень, що відповідають вимогам сучасної індустрії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд сучасних наукових праць демонструє, що фрактальна геометрія як інструмент формотворення висвітлювалася, зокрема, у роботах Б. Мандельброта [4], Р. Тейлора зі співавторами [5]. Теми нейроестетики, яка досліджує механізми сприйняття краси та естетичного досвіду та мистецтва на рівні нейронних процесів [6]. Відновлювальний вплив природних структур на когнітивну активність (феномен «soft fascination») розглядали С. Каплан [7] і Ч. Хагерхолл [8]. Внесок у теоретичний розвиток українського дизайну та освіти здійснили В. Даниленко [9], М. Колосніченко [10] і К. Пашкевич [11], чий дослідження стали підґрунтям для впровадження інноваційних методів у проєктування одягу. Водночас методика цілісного застосування алгоритмічних моделей у професійній підготовці дизайнерів лишається недостатньо розвинутою.

Особливої уваги потребує підготовка бакалаврів з дизайну, де ключовим є освоєння інструментарію, поєднуючого математичну точність і візуальну естетику без значних фінансових затрат для закладів освіти та студентів. При цьому у межах практичних курсів дисциплін «Професійна освіта. Дизайн» і «Дизайн одягу» важливо використовувати неліцензійні програмні засоби з відкритим кодом (Open-Source Software, OSS) для генерації фрактальних образів:

JWildfire – для створення складних органічних структур та текстильних візерунків;

Mandelbulb 3D – для моделювання тривимірних фракталів у проєктуванні футуристичної архітектури костюмів;

Aporphysis 7X – класичний інструмент для розуміння алгоритмів ітераційних систем;

Inkscape – векторний редактор для обробки та адаптації фрактальних візерунків під промислові лекала одягу.

Використання відкритого програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом (OSS - Open-Source Software) сприяє формуванню технологічної гнучкості у майбутніх дизайнерів і забезпечує рівноправний доступ до сучасних методів проєктування незалежно від технічних ресурсів [12, 13].

Незважаючи на потенціал фрактального аналізу, існує розрив між теоретичним розумінням фрактальності та її практичним застосуванням студентами у створенні текстильних візерунків та архітектоники

одягу. Відсутня комплексна методика, що поєднує математичні принципи фракталів із творчим процесом бакалаврів-дизайнерів.

Мета статті. Теоретичне обґрунтування й висвітлення практичного досвіду застосування фрактальних уявлень для посилення творчого потенціалу та професійних компетенцій здобувачів спеціальності дизайну.

Методи дослідження. Аналіз, синтез та порівняльно-зіставлене спостереження.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі навчання фрактальна геометрія розглядається не просто як інструмент візуалізації, а як базова мова природних структур [1]. Для сучасного дизайнера фрактал перестає бути суто математичною абстракцією і набуває значення принципу динамічної єдності, де частина подібна до цілого (самоподібність). Важливо підкреслювати, що фрактальність є своєрідною мовою природи – від сніжинок до суцвіть броколі і розгалуження кровоносних судин, що дозволяє відійти від спрощеної геометрії до створення живих форм, які відповідають людській естетичній чуттєвості.

Ключовим поняттям для студентів є фрактальна розмірність (D), що на відміну від традиційної евклідової геометрії (лінія – розмірність 1, площа – 2, простір – 3) може набувати дробових значень. Це важливо, оскільки розмірність характеризує ступінь заповненості простору об'єктом [8].

Опираючись на нейроестетичні дослідження [14, 15], встановлено, що фрактальні структури середньої розмірності (D приблизно 1.3–1.5) сприяють зниженню когнітивного навантаження [5], що робить їх оптимальними для текстилю, гармонійного з психофізіологічним станом людини [4, 7].

У практичній діяльності розрізняють два полюси застосування розмірності: висока розмірність (D ≈ 1.8–1.9) позначається високою насиченістю деталями і характерна для складних аксесуарів та багатоярусних візерунків (принтів), що співвідноситься з аналізом складних живописних полотен де кожен фрагмент площини несе максимальне інформаційне навантаження [5], створює щільні, насичені деталями принти, що підходять для складних аксесуарів (хусток, шарфів). Це підтверджено дослідженнями А. Лама щодо текстильних орнаментів (патернів) [16].

Низька розмірність (D ≈ 1.1–1.3) формує повітряні, мереживні структури, які підходять для вечірнього вбрання та концептуальних 3D-друкованих елементів, що підтверджують роботи Іріс ван Херпен [17]. Отже, навчання роботі з алгоритмічними системами [8] дозволяє перетворити інтуїтивний пошук форми на науково обґрунтований проєктувальний процес, де параметри генерації визначають естетичні і функціональні характеристики майбутнього виробу.

Основні напрями застосування фракталів у навчальному процесі включають:

- текстильний дизайн – створення нескінченних безшовних патернів, що зберігають якість при масштабуванні;

- архітектонику форми – проєктування силуетів із використанням ітерацій, які додають образу ритмічність і динаміку;

- композиційний аналіз – застосування фрактальної сітки замість традиційного золотого перетину для нелінійного конструювання ескізів;

- декорування – генерація складних форм для вишивки, лазерної перфорації або 3D-елементів (гудзики, пряжки).

Аналіз джерел [9–13] дозволяє сформулювати рекомендації щодо генерації фракталів:

- починати з простої ітерації, визначаючи базову фігуру й правило її трансформації;

- експериментувати з кольорами, які в програмах на кшталт JWildfire суттєво впливають на сприйняття глибини;

- впроваджувати рандомізацію через метод випадкових пакетів (Random Batch Method, RBM) для знаходження унікальних форм [18], що можуть бути подальше відшліфовані вручну;

- застосовувати масштабування (Zoom) для детального вивчення структури і виділення потенційних принтів.

У науковій літературі наведено кілька значущих прикладів застосування фрактальних структур у дизайні одягу. Зокрема, у роботі [19] проаналізовано потенціал самоподібних геометричних структур як засобу формування специфічної естетики сучасного одягу. Автори демонструють процес математичного генерування орнаментів безпосередньо на тканині, застосовуючи засоби цифрової обробки зображень для досягнення складних візуальних ефектів. У дослідженні [20] розглядається фрактальна природа традиційного шитва, яка через повторення форми хреста породжує комплексний орнаментальний світ української вишивки.

Нижче наведено порівняльна характеристика безкоштовних програмних засобів фрактального моделювання у підготовці дизайнерів.

JWildfire – має середній рівень складності, спеціалізується на фракталах типу Fractal Flames (2D/3D), використовується для проектування авторських принтів, складних візерунків (патернів) для шовку та текстурування тканин; формати вихідних файлів – PNG, JPG високої роздільної здатності.

Mandelbulb 3D – із високим рівнем складності, орієнтований на 3D фрактали, застосовується для моделювання футуристичних силуетів, декорів для 3D-друку та концептуальних аксесуарів; формати виходу – OBJ (стандартизований тип файлів, які використовуються для зберігання даних 3D-геометрії [21]), рендери високої роздільної здатності.

Aprophysis 7X – базового рівня складності, працює з ітераційними системами (IFS), придатний для створення лінійних графічних структур, ескізів для вишивки чи лазерної перфорації; вихідні формати – BMP, JPG, експорт скриптів.

Inkscape – базовий рівень, орієнтований на векторну графіку з використанням L-систем [22], підходить для векторизації растрових фракталів, підготовки файлів для плотерної порізки та створення лекал; формати виводу – SVG, PDF, DXF.

Використання вищезазначених програмних продуктів представляє собою міждисциплінарний підхід до формування у студентів навичок повного циклу проектування – від генерації абстрактної ідеї у програмі JWildfire до технічної реалізації у форматах, готових для виробництва, наприклад, в Inkscape.

Слід відзначити, що професійні генератори фракталів (JWildfire, Mandelbulb 3D, Aprophysis, тощо) не підтримують інтерфейс із текстовими запитами українською мовою, працюючи виключно з числовими параметрами, формулами та ітераціями.

Для опрацювання текстових запитів українською можуть використовуватися безкоштовні ШІ-генератори із вбудованими модулями розпізнавання мови, такі як Bing Image Creator (DALL-E 3), що потребує наявності облікового запису Microsoft, а також Microsoft Designer – веб-інструмент на базі DALL-E, що дозволяє інтегрувати підписи, або ж інструменти Copilot у Microsoft Office 365, GPT тощо.

Для ілюстрації розглянемо приклад експериментального проекту «Алгоритмічний орнамент», який реалізує регулювання фрактальної розмірності шляхом зміни параметрів ітерацій та масштабування. Запит у Bing Image Creator або Copilot може виглядати так:

«Зроби візуалізацію у форматі колажу з трьох вертикальних панелей. Ліва панель (підпис «а»): легка, мінімалістична фрактальна структура з низькою розмірністю ($D \approx 1.2$), нагадує тонке мереживо або павутиння на білому фоні. Центральна панель (підпис «б»): гармонійний фрактальний візерунок середньої розмірності ($D \approx 1.5$), схожий на природне сучвіття, естетично прийнятний. Права панель (підпис «в»): щільний, складний фрактальний принт високої розмірності ($D \approx 1.9$), з великою кількістю деталей, придатний для текстилю. Професійний графічний стиль, високий контраст, темно-синій на білому фоні, роздільна здатність 8k». Результат моделювання за допомогою інструментів генеративного дизайну Copilot представлено на рис. 1.

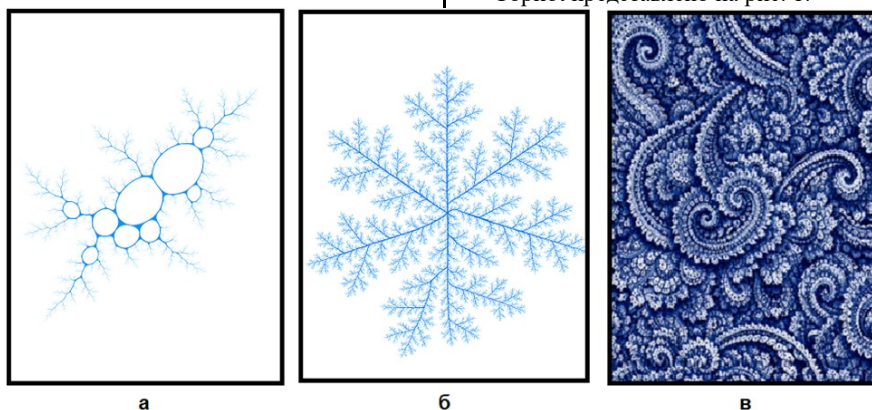


Рис. 1. Результат моделювання фрактальної розмірності (D) у дизайні за допомогою інструментів генеративного дизайну Copilot

Отримані результати моделювання, представлені на рис. 1, демонструють варіацію візуальної щільності: а) низька розмірність ($D \approx 1,0-1,2$) – розріджена структура для моделювання невагомих фактур та перфорації; б) середня розмірність ($D \approx 1,3-1,5$) – гармонійна біоморфна структура (ефект «soft fascination») для повсякденного текстилю; в) висока розмірність ($D \approx 1,9-1,95$) – насичений алгоритмічний принт для акцентних аксесуарів.

Отже, як видно з рис. 1, змінюючи параметри алгоритму, візуальне наповнення зображення збільшується від розріджених мереживних структур до насичених візерунків.



Рис. 2. Горизонтальний формат для рулону

На рис. 2 розглядається горизонтальний формат полотна, у якому фрактальна розмірність зростає зліва направо. Ліва частина ($D \approx 1,1-1,2$) характеризується тонкими, повітряними мереживними структурами з рідкими гілками. Центральна зона ($D \approx 1,3-1,55$) демонструє помірну складність, що поєднує кілька шарів і мікроранцюгів фракталів, відповідно збільшуючи щільність. Права частина ($D \approx 1,7-1,9$) містить більш насичені «органічні вибухи» фрактальних форм із багатою гіллястою структурою.

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Показано, що застосування фрактальних підходів у дизайні сприяє розвитку алгоритмічного мислення, в якому дизайнер визначає правила формотворення. При цьому використання спеціалізованих інформаційно-комунікаційних технологій з відкритим кодом забезпечує проектам технологічну унікальність, недосягну традиційними графічними редакторами. Перспективи подальших наукових досліджень полягають у пошуку шляхів впровадження концепції фрактальної розмірності та нейроекстетики у практику підготовки дизайнерів як наукового підґрунтя для створення візуально зручних і комфортних виробів.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- Lee Y. K. How complex systems get engaged in fashion design creation: Using artificial intelligence. *Thinking Skills and Creativity*. 2022. Vol. 46. P. 101137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101137>
- Yixin Zou, Yan Wang, Ding-Bang Luh. Parametric architecture and its representations in contemporary fashion design. *Journal of the College of Basic Education*. 2023. Vol. 29(120). S. 69-86. DOI: <https://doi.org/10.35950/cbej.v29i120.10754>
- Mai Samir. Fractal geometry applications in fashion design. *Design Journal*. 2022. Vol. 7. No. 31. Pp. 594–610. URL: <https://doaj.org/article/ee88717a519e4862935a7d2c29de3d>
- Mandelbrot B. B. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco, 1982. 468 p. URL: <https://lab.semi.ac.cn/library/upload/files/2019/1/412557940.pdf>

Розглянемо деякі приклади використання фрактального дизайну в навчальних проектах:

1. Генерація фракталу, наприклад, у програмі Arorphysis [23] з подальшим перенесенням до Inkscape [24] для підготовки файлів, призначених для плотерної порізки тканини або шкіри [25], при цьому текстові запити слід формулювати англійською мовою;

2. Створення колекції тканин із поступовою зміною складності візерунка у відповідності зі зміною фрактальної розмірності [26], що ілюструється прикладом на рис. 2, згенерованим за допомогою інструментів генеративного дизайну Copilot.

- Taylor R. P., Micolich A. P., Jonas D. Fractal analysis of Pollock's drip paintings. *Nature*. 1999. Vol. 399(6735). Pp. 422-422. URL: <https://scispace.com/pdf/fractal-analysis-of-pollock-s-drip-paintings-4radq7q84z.pdf>

- Нейроекстетика. URL: <https://nataliaivchyk.com/tag/nejroestetika/>

- Kaplan S. The restorative benefits of nature. *Journal of Environmental Psychology*. 1995. Vol. 15(3). P. 169–182. URL: <https://new.censusatschool.org.nz/wp-content/uploads/2013/09/restorative-benefits-of-nature.pdf>

- Hagerhall C. M. et al. Fractal dimension as a predictor of landscape preference. *Journal of Environmental Psychology*. 2004. Vol. 24(2). P. 247–255. URL: <https://cpb-us-e1.wpmu.cdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/e/12535/files/2015/12/Response-environmental-1z0nj7i.pdf>

- Даниленко В. Дизайнерська освіта України: перехід у нову якість. *Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв*. 2017. № 3. С. 4-10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/had_2017_3_3.

- Kolosnichenko M. V. et al. The Use of Modern Digital Technologies in the Design and Technology VET in Ukraine. *Journal of Technical Education and Training* 2021. Vol. 13. No. 4. P. 56-64. URL: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/JTET/article/view/8462/4740#:~:text=View%20of%20The%20Use%20of,online%2031%20December%2020211>.

- Пашкевич К. Л. Дизайн одягу на засадах тектонічного підходу: методи, засоби, проектні практики. Ч. 1: Конструктивне моделювання одягу: монографія. Київ: КНУТД, 2023. 130 с. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/23564>

- Борисова С. В. Концепція підготовки майбутніх графічних дизайнерів до проектування об'єктів дизайну засобами цифрових технологій. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2024. URL: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/691/588>.

- Alkhazaleh H. A., Abuhashish F., Arram A. W. Leveraging open-source software to advance learning technologies in higher education for interior design. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. 2025. Vol. 8. No. 5. P. 621-631. URL: <https://www.ijriss.com/index.php/ijriss/article/view/8778/1982>

- Zueva M. V. Fractality of sensations and the brain health: The theory linking neurodegenerative disorder with

distortion of spatial and temporal scale-invariance and fractal complexity of the visible world. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2015. Vol 7. Pp. 135. URL: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00135>

15. Robles K. E., Roberts M., Viengkham C., Smith J. H., Rowland C., Moslehi S., Stadlober S., Lesjak A., Lesjak M., Taylor R. P., Spehar B., & Sereno M. E. Aesthetics and Psychological Effects of Fractal Based Design. *Frontiers in Psychology*. 2021. Vol 12. Pp. 699962. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8416160/>

16. Lam A. D. K. T. A study on fractal patterns for the textile design of the fashion design." 2017 *International Conference on Applied System Innovation (ICASI)*, Sapporo, Japan, 2017. Pp. 676-678. DOI: 10.1109/ICASI.2017.7988605

17. Van Herpen I., Oxman N. Fractal Folds: 3D Printing in Fashion. *Fashion Theory*. 2016. Vol. 20(4). P. 415–432.

18. The principle of randomness in graphic design. URL: <https://www.canva.com/learn/design-principle-randomness/>; Luis Alvarez, Nelson Monzón, Jean-Michel Morel. Interactive Design of Random Aesthetic Abstract Textures by Composition Principles. *Leonardo*. 2021. № 54 (2). Pp. 179-184. URL: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/111499/1/interactive_design_random.pdf

19. Кулешова С. Г., Славінська А. Фрактальні алгоритми в дизайні модного одягу. Актуальні проблеми сучасного дизайну. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції* (20 квітня 2018 р., м. Київ): у 2-х т. Київ: КНУТД, 2018. Т. 2. С. 57-60. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/10472>

20. Славінська А. Л., Сиротенко О. П. Застосування фрактальної структури в орнаментах української національної вишивки. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки»*. 2019. №5. С. 57-63. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/11-8.pdf>

21. OBJ-файли: розуміння їхнього використання та застосування в 3D-моделюванні. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d/discover/what-are-obj-files.html#>

22. L-система що це таке. URL: <https://spinthe.owena.cx.ua/articles/l-sistema-shho-ce-take.html>

23. Apophysis Tutorials. URL: <https://mfccreative.co.uk/apophysis/apophysis-tutorials/>

24. Inkscape. Draw Freely. URL: <https://inkscape.org/learn/>

25. Using Inkscape with Cutters/Plotters. Using Inkscape with any kind of digital cutter/plotter, CNC, Gcode, Laser, EggBot, etc. URL: <https://inkscape.org/forums/cutplot/>

26. Wang W., Zhang G., Yang L. et al. Research on garment pattern design based on fractal graphics. *J. Image Video Proc.* 2019. № 29. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13640-019-0431-x>

REFERENCES

1. Lee, Y. K. (2022). How complex systems get engaged in fashion design creation: Using artificial intelligence. *Thinking Skills and Creativity*. 46. 101137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101137> [in English]

2. Yixin, Zou, Yan, Wang, Ding-Bang, Luh. (2023). Parametric architecture and its representations in contemporary fashion design. *Journal of the College of Basic Education*. 29(120). Pp. 69-86. DOI: <https://doi.org/10.35950/cbej.v29i120.10754> [in English]

3. Mai, Samir. (2022). (Fractal geometry applications in fashion design. *Design Journal*. Vol. 7. no. 31. pp. 594–610. URL: <https://doaj.org/article/ee88717a519e4862935a7d2c29de3d> [in English]

4. Mandelbrot, B. B. (1982). *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco. 468 p. URL: <https://lab.semi.ac.cn/library/upload/files/2019/1/412557940.pdf> [in English]

5. Taylor R. P., Micolich A. P., Jonas D. (1999). Fractal analysis of Pollock's drip paintings. *Nature*. Vol. 399(6735). P. 422-422. URL: <https://scispace.com/pdf/fractal-analysis-of-pollock-s-drip-paintings-4radq7q84z.pdf> [In English]

6. Neuroestetika [Neuroesthetics]. URL: <https://nataliai.vchky.com/tag/neuroestetika/> [in Ukrainian]

7. Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature. *Journal of Environmental Psychology*. Vol. 15(3). P. 169–182. URL: <https://new.censusatschool.org.nz/wp-content/uploads/2013/09/restorative-benefits-of-nature.pdf> [in English]

8. Hagerhall, C. M. et al. (2004). Fractal dimension as a predictor of landscape preference. *Journal of Environmental Psychology*. Vol. 24(2). P. 247–255. URL: <https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.uoregon.edu/dist/e/12535/files/2015/12/Responseenvironmental-1z0nj7i.pdf> [in English]

9. Danylenko, V. (2017). *Dyzainerska osvita Ukrainy: perekhid u novu yakist [Design lighting in Ukraine: transition to a new level]*. Visnyk Kharkivskoi derzhavnoi akademii dyzainu i mystetstv. № 3. S. 4-10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/had_2017_3_3. [in Ukrainian]

10. Kolosnichenko, M. V. et al. (2021). The Use of Modern Digital Technologies in the Design and Technology VET in Ukraine. *Journal of Technical Education and Training* Vol. 13. No. 4. P. 56-64. URL: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/JTET/article/view/8462/4740#:~:text=View%20of%20The%20Use%20of,online%2031%20December%202021> [in English]

11. Pashkevych, K. L. (2023). *Dyzain odiahu na zasadakh tektonichnoho pidkhodu: metody, zasoby, proektni praktyky [Clothing design based on the tectonic approach: methods, tools, design practices]*. Ch. 1: Konstruktyvne modeliuвання odiahu: monohrafiia. Kyiv: KNUVD. 130 s. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/23564> [in Ukrainian]

12. Borysova, S. V. (2024). *Kontseptsiia pidhotovky maibutnix hrachnykh dyzaineriv do proiektuvannya ob'ektiv dyzainu zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [Concept of training future graphic designers to design design objects using digital technologies]*. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriia: Pedahohika i psykholohiia*. URL: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/691/588> [in Ukrainian]

13. Ansari, M., Alkhazaleh, H. A., Abubhashish, F., Arram, A. W. (2025). Leveraging open-source software to advance learning technologies in higher education for interior design. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*. 2025. Vol. 8. No. 5. P. 621-631. URL: <https://www.ijirss.com/index.php/ijirss/article/view/8778/1982> [in English]

14. Zueva, M. V. (2015). Fractality of sensations and the brain health: The theory linking neurodegenerative disorder with distortion of spatial and temporal scale-invariance and fractal complexity of the visible world. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 7. 135. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00135> [in English]

15. Robles, K. E., Roberts, M., Viengkham, et al. (2021). Aesthetics and Psychological Effects of Fractal Based Design. *Frontiers in Psychology*. 12. 699962. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8416160/> [in English]

16. Lam, A. D. K. T. A study on fractal patterns for the textile design of the fashion design." 2017 *International Conference on Applied System Innovation (ICASI)*, Sapporo, Japan. Pp. 676-678. DOI: 10.1109/ICASI.2017.7988605. [in English]

17. Van, Herpen I., Oxman, N. Fractal Folds: 3D Printing in Fashion. *Fashion Theory*. 2016. Vol. 20(4). P. 415–432. [in English]

18. The principle of randomness in graphic design. (2021). URL: <https://www.canva.com/learn/design-principle-randomness/>; Luis Alvarez, Nelson Monzón, Jean-Michel Morel. Interactive Design of Random Aesthetic Abstract Textures by Composition Principles. *Leonardo*. 54 (2). Pp.179-184. URL: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/111499/1/interactive_design_random.pdf. [In English]

19. Kuleshova, S. H., Slavinska, A. (2018). *Fraktalni alhorytmy v dyzaini modnoho odiahu [Fractal algorithms in fashion clothing design. Aktualni problemy suchasnoho dyzainu]*. *Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (20 kvitnia 2018 r., m. Kyiv): u 2-kh t. Kyiv: KNUVD. T. 2. S. 57-60. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/10472>. [in Ukrainian]

20.Slavinska, A. L., Syrotenko, O. P. (2019). Zastosuvannya fraktalnoi struktury v ornamentakh ukrainskoi natsionalnoi vyshyvky [Application of fractal structure in ornaments of Ukrainian national embroidery]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky». №5. S. 57-63. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/11-8.pdf> [in Ukrainian]

21.OBJ-faily: rozuminnia yikhnoho vykorystannia ta zastosuvannia v 3D-modeliuvanni [OBJ files: understanding their use and applications in 3D modeling]. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d/discover/what-are-obj-files.html#> [in Ukrainian]

22.L-systema shcho tse take [What is the L-system]. URL: <https://spinthe.owena.cx.ua/articles/l-sistema-shho-ce-take.html> [In Ukrainian]

23.Apophysis Tutorials. URL: <https://mfccreative.co.uk/apophysis/apophysis-tutorials/> [In English]

24.Inkscape. Draw Freely. URL: <https://inkscape.org/learn/> [In English]

25.Using Inkscape with Cutters/Plotters. Using Inkscape with any kind of digital cutter/plotter, CNC, Gcode, Laser, EggBot, etc. URL: <https://inkscape.org/forums/cutplot/> [In English]

26.Wang, W., Zhang, G., Yang, L. et al. (2019). Research on garment pattern design based on fractal graphics. J Image Video Proc. 29. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13640-019-0431-x> [In English]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

УСОВ Валентин – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри професійної освіти та дизайну Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського.

Наукові інтереси: система вищої освіти, професійна підготовка майбутніх вчителів технологій, інформатики та фахівців зі сфери дизайну одягу та комп'ютерного дизайну, матеріалознавство конструкційних матеріалів, фізика приладів, елементів і систем.

ШКАТУЛЯК Наталія – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри прикладної матема-

тики та інформатики Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського.

Наукові інтереси: система вищої освіти, професійна підготовка майбутніх вчителів інформатики та прикладної математики, матеріалознавство конструкційних матеріалів

ТКАЧУК Олена – кандидат фізико-математичних наук, викладач фізико-математичних дисциплін Одеського технічного фахового коледжу Одеського національного техно-логічного університету.

Наукові інтереси: система вищої освіти, професійна підготовка майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій, фізика твердого тіла.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

USOV Valentin – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Professional Education and Design of the State institution «South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky».

Scientific interests: higher education system, professional training of future teachers of technology, computer science and specialists in the field of clothing design and computer design, materials science of structural materials, physics of devices, elements and systems

SKATULYAK Natalia – Candidate of physical and mathematical sciences, PhD, Associate Professor at the Department of Applied Mathematics and Informatics of the State institution «South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky».

Scientific interests: system of higher education, professional training of future teachers of informatics and applied mathematics, materials science of structural materials.

TKACHUK Olena – Candidate of physical and mathematical sciences, PhD, teacher of physical and mathematical disciplines at Odessa Technical Vocational College of the Odessa National Academy of Food Technologies.

Scientific interests: system of higher education, professional training of future specialists in the field of information technologies, the solid state physics.

Стаття надійшла до редакції 19.03.2026 р.

Стаття прийнята до друку 29.03.2026 р.

УДК 78.096:347.823.4-047.22

DOI: 10.36550/2415-7988-2026-1-223-810-816

ISSN 2415–7988 (Print) ISSN 2521–1919 (Online)

ПІВЕНЬ Микола –

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри пошуку, рятування та спеціальної фізичної підготовки
Української державної льотної академії
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8777-0475>
e-mail: costaluka011@gmail.com

ЗАХАРОВА Оксана –

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри пошуку, рятування та спеціальної фізичної підготовки
Української державної льотної академії
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8301-2060>
e-mail: sanusiazakharova@gmail.com

ЛОПАТЮК Олена –

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри пошуку, рятування та спеціальної фізичної підготовки
Української державної льотної академії
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2086-6250>
e-mail: lopatakelenka@gmail.com