

УДК 378.147:7.05

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/97-1-43>

Володимир БЕРИНЕЦЬ,
 orcid.org/0009-0004-0986-4865
 аспірант, викладач кафедри рисунку
 Закарпатської академії мистецтв
 (Ужгород, Україна) Berynets952@proton.me

ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В ДИЗАЙНІ. ВИДИ, ОСОБЛИВОСТІ, ПЕРЕВАГИ

У статті здійснено класифікацію засобів візуалізації за рівнем деталізації, технікою виконання, модальністю та функціональним призначенням. Систематизовано основні типи традиційних, цифрових і гібридних підходів, що застосовуються в дизайнерській практиці та освітньому процесі.

Констатовано, що цифрові інструменти виявляють найбільшу ефективність на завершальних етапах проєктної діяльності, коли актуалізуються завдання деталізації, забезпечення презентаційної якості, редагування та підготовки матеріалів для комунікації із замовником. Водночас на стадіях первинного пошуку та концептуалізації цифрові засоби можуть створювати когнітивні бар'єри: студенти зосереджуються на опануванні інтерфейсу та технічних налаштуваннях, що уповільнює творчий процес і ускладнює безпосереднє осмислення форми.

Окрему увагу приділено обґрунтуванню доцільності поетапного впровадження цифрових інструментів у навчальний процес. Вони розглядаються як доповнення до традиційного скетчингу для розвитку та презентації проєктних рішень, а не як повноцінна альтернатива ручним практикам. Підтверджено, що надмірна орієнтація на цифрові технології на початкових етапах навчання може стримувати розвиток просторового мислення та послаблювати емоційну залученість студентів до творчої діяльності.

На основі систематизації наукових джерел виокремлено ключові педагогічні принципи інтеграції скетчингу в освітній процес, зокрема: поступовість і системність навчання, міждисциплінарний підхід, оптимальний баланс між творчою свободою та структурованістю завдань, а також рефлексивну практику. Традиційний скетчинг визначено як методологічний базис, що забезпечує формування візуально-просторових компетентностей, тоді як цифрові інструменти розглядаються як функціональна надбудова, яка ефективно застосовується на специфічних етапах проєктування.

Ключові слова: візуалізація в дизайні, скетчинг, засоби візуалізації, традиційні та цифрові інструменти, візуальне мислення, вища освіта, педагогічні практики.

Volodymyr BERYNETS,
 orcid.org/0009-0004-0986-4865
 Postgraduate Student, Lecturer at the Department of Drawing
 Transcarpathian Academy of Arts
 (Uzhhorod, Ukraine) Berynets952@proton.me

VISUALIZATION TOOLS IN DESIGN: TYPES, FEATURES, AND ADVANTAGES

The article presents a classification of visualization tools in design according to the level of detail, execution technique, modality, and functional purpose. The main types of traditional, digital, and hybrid approaches used in both design practice and the educational process have been systematized.

It is established that digital tools demonstrate the highest efficiency at the final stages of project activities, when the tasks of detailing, ensuring presentational quality, editing, and preparing materials for communication with the client become particularly relevant. At the same time, at the stages of initial search and conceptualization, digital tools can create cognitive barriers: students tend to focus on mastering the interface and technical settings, which slows down the creative process and complicates the direct comprehension of form.

Special attention is paid to substantiating the expediency of the gradual introduction of digital tools into the educational process. They are regarded as a complement to traditional sketching for the development and presentation of design solutions, rather than as a full-fledged alternative to manual practices. It has been confirmed that excessive reliance on digital technologies at the initial stages of training may hinder the development of spatial thinking and weaken students' emotional engagement in creative activities.

Based on the systematization of scientific sources, the key pedagogical principles for integrating sketching into the educational process have been identified. These include gradualness and systematicity of learning, an interdisciplinary approach, an optimal balance between creative freedom and the structured nature of tasks, and reflective practice. Traditional sketching is defined as the methodological foundation that ensures the formation of visual-spatial competencies, while digital tools are considered as a functional superstructure that is effectively applied at specific stages of the design process.

Key words: visualization in design, sketching, visualization tools, traditional and digital tools, visual thinking.

Постановка проблеми. Візуалізація є фундаментальним етапом будь-якого дизайнерського процесу, оскільки саме завдяки їй абстрактна ідея трансформується у зрозумілий і комунікабельний образ. У контексті вищої освіти, зокрема в межах дисципліни «Скетчінг», засоби візуалізації відіграють ключову роль у формуванні професійних компетентностей майбутніх дизайнерів. Скетчінг як ручна техніка швидкого фіксування ідей зберігає статус основи креативного мислення, попри активне впровадження цифрових інструментів. Новітні дослідження підтверджують, що традиційний скетчінг сприяє розвитку інтуїтивного розуміння форми, просторового мислення та швидкої генерації альтернативних варіантів, що є критично важливим для студентів закладів вищої освіти (Donnici et al., 2025).

Актуальність дослідження зумовлена суперечливістю сучасних освітніх тенденцій. З одного боку, активна цифровізація навчального процесу стимулює впровадження програмного забезпечення для 3D-моделювання, цифрового малювання та автоматизованого проектування. Заклади вищої освіти інвестують значні кошти в лабораторії віртуальної реальності, закуповують ліцензійне програмне забезпечення та орієнтують студентів на створення цифрових портфоліо, зазначають Вулетік Т. та Гай Т. (Vuletic & Nau, 2025). З іншого боку, багато провідних педагогів і практиків дизайну підкреслюють незмінну цінність традиційних технік скетчінгу для формування базових професійних навичок. Останні дослідження свідчать, що надмірна залежність від цифрових інструментів на ранніх етапах навчання може гальмувати розвиток просторової уяви, знижувати швидкість генерації ідей та обмежувати емоційну залученість студентів у творчий процес (Yıldızoğlu, 2024: 305).

Крім того, в умовах воєнного стану в Україні та пов'язаних із ним ресурсних обмежень питання доступності засобів візуалізації набуває особливої гостроти. Традиційний скетчінг не потребує електропостачання, дорогого обладнання чи стабільного інтернет-з'єднання, завдяки чому залишається універсальним і надійним інструментом освіти в будь-яких умовах. Це актуалізує необхідність перегляду навчальних програм з метою збереження й зміцнення фундаментальних навичок ручного малювання.

Аналіз досліджень. Сучасні наукові праці 2022-2025 років активно обговорюють співвідношення традиційних і цифрових засобів візуалізації в дизайнерській освіті. Г. Доннічі, Г. Гальє, та Л. Фріззієро (Donnici et al., 2025) наголошують на необхідності інтеграції ручних малюнків, циф-

рових інструментів і засобів штучного інтелекту в сучасному дизайні. Вулетік Т. та Гай Т. (Vuletic et al., 2025) аналізують трансформацію практик викладання скетчінгу. Н. Їлдізоглу (Yıldızoğlu, 2024) порівнює ефективність скетчінгу та цифрових інструментів в архітектурному дизайні, а М. Дас, М. Гуанг та М. Янг (Das et al., 2024) досліджують вплив цифрових засобів на генерацію концепцій в інженерному дизайні.

Більшість авторів сходяться на тому, що на етапі ранньої генерації ідей аналогові методи мають суттєві переваги. Зокрема, Новіка Д.Р., Віанто І., Андраде Кампос С. (Novica et al., 2023) у систематичному огляді літератури доводять, що традиційний скетчінг ефективніше підтримує когнітивні та креативні процеси на початкових стадіях проектування. Водночас цифрові інструменти виявляються продуктивнішими на етапах деталізації та презентації (Novoa, 2022; Weaver et al., 2022).

Мета статті – провести аналіз засобів візуалізації в дизайні, здійснити їх класифікацію за основними критеріями та теоретично обґрунтувати дидактичні переваги традиційного скетчінгу як фундаментального компонента професійної підготовки дизайнерів у закладах вищої освіти на підставі наукової літератури 2022–2025 років.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1. розкрити теоретичні засади візуального мислення в дизайні;
2. здійснити детальну класифікацію засобів візуалізації;
3. проаналізувати психофізіологічні аспекти роботи з традиційними та цифровими інструментами;
4. розробити рекомендації щодо інтеграції скетчінгу в освітній процес.

Виклад основного матеріалу. Візуалізація в дизайні – це багатовимірний феномен, який охоплює процеси створення, інтерпретації та комунікації візуальних репрезентацій ідей, форм, просторів і систем. Згідно з систематичним оглядом літератури, проведеним Новіка Д.Р., Віанто І., Андраде Кампос С. (Novica et al., 2023), візуалізація виконує принаймні чотири ключові функції в дизайнерському процесі (Novica et al., 2023: 4):

1. когнітивну – підтримка мислення та генерації ідей;
2. комунікативну – передача задуму колегам, замовникам і користувачам;
3. дослідницьку – тестування припущень та виявлення проблем;
4. рефлексивну – аналіз власного проектування та прийняття рішень.

Ці функції реалізуються через різноманітні засоби візуалізації, які можна класифікувати за кількома критеріями: за ступенем завершеності (від швидкого ескізу до фотореалістичного рендеру), за технікою виконання (традиційні матеріали, цифрові інструменти, гібридні підходи), за модальністю (двовимірні зображення, тривимірні моделі, анімація, інтерактивні прототипи) та за цільовим призначенням (особисті нотатки, командна робота, презентація клієнту) (Donnici et al., 2025).

Засоби візуалізації в дизайні класифікуються за носієм, технікою виконання та ступенем цифровізації. Основні категорії включають (рис. 1) (Novica et al., 2023: 8-9):

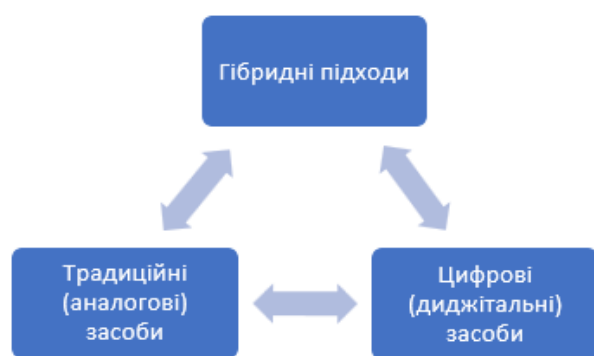


Рис. 1. Основні категорії засобів візуалізації

Традиційні (аналогові) засоби візуалізації передбачають ручне малювання на папері або інших фізичних поверхнях. До них належать графітові та кольорові олівці, маркери, туш, пастель, вугілля та акварель. Ці інструменти дозволяють створювати швидкі концептуальні скетчі, детальні ескізи та перспективні зображення.

Цифрові засоби включають планшети зі стилусом (Wacom, iPad Pro з Apple Pencil) та спеціалізоване програмне забезпечення (Procreate, Adobe Fresco, SketchBook). Вони поєднують тактильність ручного малювання з широкими можливостями редагування, масштабування та інтеграції в цифровий робочий процес.

Гібридні підходи полягають у поєднанні ручного скетчу з подальшим оцифруванням (фотографування або сканування з наступною обробкою в Adobe Photoshop чи Illustrator).

У навчальному процесі закладів вищої освіти традиційні засоби переважають на початкових етапах, оскільки вони ефективно розвивають базові навички спостереження, моторної координації та просторового мислення (Novica et al., 2023: 8–9).

Особливе місце в цій класифікації посідає скетчинг – спонтанне, швидке, часто схематичне зображення, що створюється на ранніх етапах проектування. Як зазначають Вулетік Т. та Гай Т. (Vuletic & Hay, 2025), скетчинг вирізняється своєю «незавершеністю», яка є не недоліком, а стратегічною перевагою: відкрита структура ескізу сприяє інтерпретації, доповненню та трансформації ідей, стимулюючи дивергентне мислення та колаборативну креативність (Vuletic & Hay, 2025: 3).

Традиційний скетчинг, виконаний ручними інструментами на паперових носіях, продовжує залишатися одним із найбільш досліджених і педагогічно обґрунтованих засобів візуалізації в дизайні. Особливого значення набуває його класифікація за типом матеріалів, технікою виконання та цільовим призначенням, оскільки вибір конкретної техніки суттєво впливає на характер ескізу, швидкість його створення та потенціал подальшого розвитку дизайнерської ідеї.

У рамках даного дослідження традиційний скетчинг класифіковано за трьома ключовими критеріями: типом матеріалів (табл. 1), технікою виконання (табл. 2) та цільовим призначенням (табл. 3).

Аналіз наведених даних свідчить, що кожен тип матеріалів має свої сильні сторони та оптимальну сферу застосування. Олівцевий скетчинг найкраще підходить для швидкого пошуку форми та тональних студій, чорнильний – для чіткої конструктивної роботи, а змішані техніки дозволяють поступово наближати ескіз до більш завершеного вигляду, зберігаючи при цьому динаміку творчого процесу.

Таблиця 1

Типи матеріалів для виконання скетчингу

Техніка скетчингу	Матеріали	Ключові характеристики	Переваги для роботи
Олівцевий скетчинг	графіт, вугілля, сангіна	Дозволяє варіювати лінію від тонкої до масивної, створювати градації тону; легко вносити корективи	Швидке опрацювання форми, тональні переходи, гнучкість у правках
Чорнильний скетчинг	перо, маркери, лайнери	Чіткість контуру, контрастність; незворотність лінії	Дисциплінує мислення та вчить приймати рішення
Змішані техніки	олівець та акварель; маркери та пастель	Поєднують лінійність та колористичні можливості	Наближають ескіз до фінальної візуалізації без втрати швидкості

Джерело: систематизоване автором на основі [6; 8; 9].

Аналіз технік виконання скетчінгу свідчить про їхню спеціалізацію залежно від етапу проектної роботи. Лінійний скетчінг є незамінним для точної конструктивної побудови, тональний – для передачі об’єму та матеріальності, тоді як концептуальний скетчінг оптимально підходить для швидкого фіксування ідей під час брейнштормінгу. Така диференціація дозволяє студентам свідомо обрати відповідну техніку залежно від поставленого творчого завдання.

Аналіз цільового призначення скетчінгу показує його універсальність протягом усього проектного циклу. Особисті нотатки (thumbnail sketches) забезпечують швидке фіксування ідей на етапі брейнштормінгу, комунікативні ескізи слугують ефективним засобом передачі концепції команді чи замовнику, а дослідницькі скетчі дозволяють системно порівнювати альтернативні рішення. Така диференціація дає змогу студентам свідомо обрати відповідний тип скетчінгу залежно від конкретного етапу проектної роботи.

Ключовою особливістю традиційного скетчінгу є його тактильність. Фізичний контакт руки з інструментом і поверхнею створює унікальний сенсомоторний досвід, який, як підтверджують нейрокогнітивні дослідження, активує ділянки мозку, відповідальні за просторове мислення, пам’ять і креативність (Novica et al., 2023: 9). Папір, олівець і гумка постають не просто мате-

ріалами, а «когнітивними партнерами», що безпосередньо впливають на хід думки дизайнера.

Розвиток цифрових технологій суттєво розширив арсенал засобів візуалізації в дизайні. Сучасні цифрові інструменти можна умовно поділити на три основні категорії (рис. 2) (Donnici et al., 2025):

Цифрові засоби візуалізації пропонують низку очевидних переваг (Yıldızoğlu, 2024: 310), зокрема:

- можливість миттєвого копіювання, масштабування та редагування без втрати якості;
- інтеграцію з іншими етапами проектування (CAD, прототипування);
- зручність колаборації в хмарному середовищі;
- доступність великих бібліотек текстур, матеріалів і шаблонів.

Слід зазначити, що цифрові інструменти виявляють найбільшу ефективність саме на пізніх етапах проектування, коли виникає потреба у створенні деталізованої, презентабельної візуалізації для клієнта або виробництва (Novoa, 2022).

Водночас новітні дослідження все частіше вказують на когнітивні та педагогічні обмеження цифрових засобів у контексті раннього проектування та навчання. Так, М. Дас, М. Гуанг та М. Янг (Das M. et al., 2024) у порівняльному експерименті встановили, що студенти, які використовували традиційний папір для генерації концеп-

Таблиця 2

Техніка виконання скетчінгу

Вид скетчінгу	Основний фокус	Для чого підходить найкраще	Переваги
Лінійний скетчінг	Акцент на контурі, пропорціях, конструкції об’єкта	Технічний аналіз та розробка форм	Формує точність побудови та логіку композиції
Тональний скетчінг	Робота зі світлотінню, об’ємом, матеріальністю	Передавання глибини, рельєфу та просторових ефектів	Розвиває спостережливість і розуміння просторових відношень
Концептуальний скетчінг	Мінімалістичні, символічні зображення (передає суть ідеї)	Брейнштормінг та раннє проектування	Допомагає швидко сформулювати та візуалізувати ідею без деталізації

Джерело: систематизоване автором на основі [1; 3; 4].

Таблиця 3

Цільове призначення традиційного скетчінгу

Тип скетчінгу	Характеристика	Основне призначення	Переваги
Особисті нотатки (thumbnail sketches)	Швидкі, мініатюрні ескізи «для себе», що фіксують миттєві інсайти	Швидка генерація й фіксація ідей без зайвих деталей	Економія часу, підтримка творчого потоку, фокус на інтуїції
Комунікативні ескізи	Більш деталізовані зображення для обговорення з командою або замовником	Передача ідеї та узгодження рішень	Краще комунікує концепт, полегшує зворотний зв’язок
Дослідницькі скетчі	Серії варіацій на одну тему; порівняння альтернатив	Пошук оптимального рішення через аналіз варіантів	Системність і можливість вибору найкращої опції

Джерело: систематизоване автором на основі [2].

цій, створювали значно більше унікальних ідей і варіантів рішень, ніж ті, хто працював на планшетах (Das et al., 2024: 8). Автори пояснюють це тим, що цифрові інтерфейси з їхніми меню, шарами та численними інструментами створюють додаткове когнітивне навантаження, яке відволікає увагу від суті проекту та уповільнює творчий потік думок.

Ще більш дискусійним є застосування інструментів штучного інтелекту для генерації візуальних концепцій. К. Бартлетт, Дж. Міллс та С. Гакінс (Bartlett K. A. et al., 2024) порівнювали рівень розуміння та інтерпретації ескізів, створених людьми, із зображеннями, згенерованими ШІ, у контексті продуктового дизайну. Результати показали, що хоча ШІ-рендери виглядають більш «професійно» та деталізовано, вони часто ускладнюють інтерпретацію конструктивних рішень, матеріалів і функціональних аспектів, оскільки алгоритми оптимізують візуальну привабливість, а не інженерну логіку (Bartlett et al., 2024: 203). Крім того, повне делегування візуалізації штучному інте-

лекту може негативно вплинути на розвиток власних візуально-просторових компетентностей студентів.

Отже, попри всі переваги цифрових технологій, традиційний скетчинг залишається незамінним інструментом у дизайні та освіті. Його унікальність полягає в поєднанні когнітивних, емоційних і педагогічних механізмів, які активуються під час ручного малювання. Цифрові методи доцільно вводити лише після опанування традиційних технік – як інструмент подальшого розвитку, а не як їхню заміну.

Аналіз сучасної наукової літератури дає змогу виокремити низку суттєвих переваг саме традиційного скетчингу (рис. 3):

Аналіз сучасної наукової літератури дозволяє виокремити низку суттєвих переваг традиційного скетчингу.

Розвиток креативності та інтуїції. Ручне малювання сприяє швидкій генерації ідей без обмежень програмного забезпечення. Воно підтримує



Рис. 2. Категорії цифрових інструментів

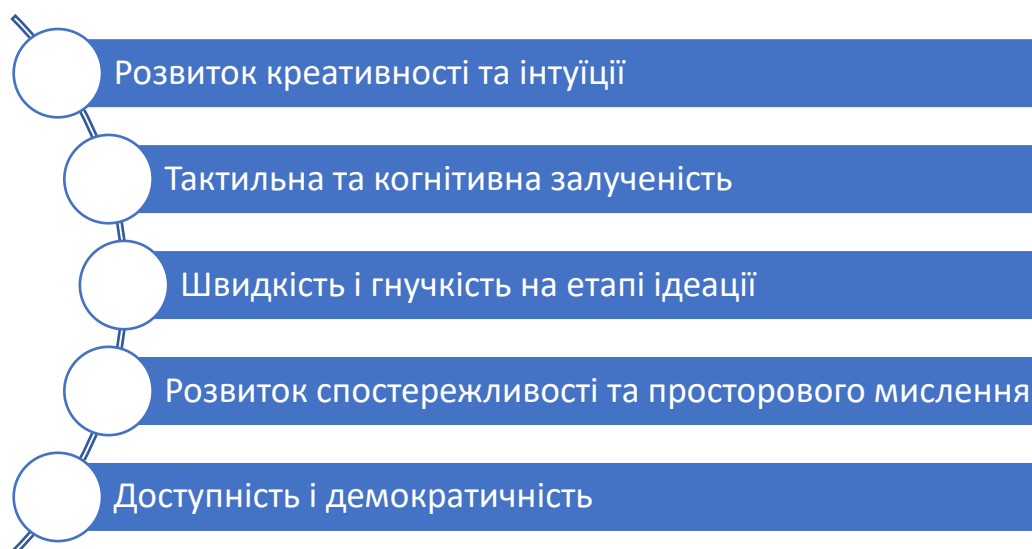


Рис. 3. Переваги традиційного скетчингу

Ключові принципи ефективного викладання традиційного скетчінгу у ВНЗ

Принцип/підхід	Сутність (як має будуватися навчання)	Практичний акцент
Поступовість та системність	Навчання має йти від простого до складного: від базових вправ на лінію та форму до перспективи, композиції й передачі матеріальності	Поетапне ускладнення завдань; розвиток навичок у логічній послідовності
Інтеграція з іншими дисциплінами	Скетчінг не має бути ізольованим; його слід використовувати в проєктних роботах з дизайну, інженерної графіки та ергономіки	Застосування скетчінгу як інструмента в суміжних дисциплінах і на різних етапах проєкту
Баланс між свободою та структурою	Надмірна технічна «жорсткість» може гальмувати креативність, а повна відсутність критеріїв – не стимулює професійне зростання	Використання оціночних рамок, які поєднують технічні й творчі складники
Рефлексивна практика	Навчати не лише створювати ескізи, а й аналізувати їх: що вдалося, що варто покращити, як ескіз вплинув на рішення	Ведення скетчбуків із коментарями, самоаналізом і пов'язуванням ескізів із проєктними висновками

Джерело: систематизоване автором на основі [1; 2; 6; 8].

«невизначеність» образу, що стимулює подальше переосмислення та розвиток концепції (Yildizoğlu, 2024: 301). Як зазначає дослідниця, «скетчінг – це інструмент проєктування, який можна вважати погано структурованим, таким, що не дає точних рішень, є інтуїтивним і має відкритий (незавершений) характер».

Тактильна та когнітивна залученість. Фізичний контакт руки з папером і інструментом активує моторну пам'ять і сприяє глибшому розумінню форми. Для початківців це особливо важливо: традиційний скетчінг формує інтуїтивне відчуття пропорцій, яке згодом переноситься на роботу з цифровими інструментами (Donnici et al., 2025). Автори підкреслюють, що «традиційний скетчінг зберігає унікальні переваги, особливо для початківців, оскільки сприяє інтуїтивному розумінню форми та техніки».

Швидкість і гнучкість на етапі ідеації. Скетч можна створити за лічені секунди в будь-якому місці без використання технічних засобів. Це особливо важливо під час мозкових штурмів і швидких клієнтських презентацій (Novica et al., 2023: 9). Дослідники зазначають, що «аналогове малювання є швидшим для створення чернеткових і приблизних ескізів».

Розвиток спостережливості та просторового мислення. Регулярна практика скетчінгу суттєво підвищує здатність до візуального аналізу, яка становить основу дизайнерської освіти (Vuletic & Nay, 2025: 517–522).

Доступність і демократичність. Традиційний скетчінг не потребує дорогого обладнання, що робить його особливо цінним для студентів закладів вищої освіти з різним рівнем матеріального забезпечення.

Впровадження скетчінгу як обов'язкової дисципліни у закладах вищої освіти вимагає ретель-

ного методологічного обґрунтування. Аналіз сучасних освітніх практик дозволяє виокремити кілька ключових принципів ефективного викладання традиційного скетчінгу (табл. 4).

Аналіз ключових принципів показує, що ефективне викладання традиційного скетчінгу вимагає не лише поступового ускладнення завдань, але й органічної інтеграції з іншими дисциплінами, дотримання балансу між творчою свободою та чіткими критеріями оцінювання, а також системної рефлексивної практики. Такий комплексний підхід сприяє формуванню у студентів не тільки технічних навичок, а й глибоких візуально-просторових компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності.

Окремим викликом сучасної дизайнерської освіти залишається інтеграція традиційного скетчінгу з цифровими інструментами. Замість бінарного протиставлення «папір проти планшета» сучасна педагогіка пропонує гібридні підходи. Зокрема, М. Дас, М. Гуанг та М. Янг (Das M. et al., 2023) у своєму експериментальному дослідженні експериментально довели, що найефективнішою стратегією є використання паперу для ранньої генерації ідей і цифрових інструментів – для подальшого розвитку та презентації проєктних рішень (Das et al., 2023: 9). Такий підхід дає змогу зберегти когнітивні переваги ручного малювання, водночас готуючи студентів до реалій професійної діяльності.

Висновки. Традиційний скетчінг у ручних техніках залишається незамінним засобом візуалізації в дизайні та ключовим елементом навчального процесу закладів вищої освіти. Його переваги – інтуїтивність, тактильна залученість, швидкість ідеації та розвиток креативного мислення – суттєво перевищують можливості цифрових інструментів на ранніх етапах проєктування. Цифрові методи є потужним

доповненням, але не заміною: лише опанувавши папір і олівець, студент здобуває фундаментальні візуально-просторові компетентності, які забезпечують справжню креативність і професійну гнучкість.

У сучасній дизайнерській освіті заклади вищої освіти повинні зберігати й посилювати блок традиційного скетчингу (щонайменше 60-70% навчальних годин на початкових курсах), поєднуючи його з поступовим і зваженим введенням

цифрових технологій. Такий збалансований підхід дозволить підготувати конкурентоспроможних фахівців, здатних органічно поєднувати інтуїтивне мислення з технологічною точністю. Подальші дослідження доцільно зосередити на розробці інтегрованих навчальних програм, у яких ручний скетчинг виступатиме методологічною основою для цифрової візуалізації, підтверджуючи його стабільну актуальність у дизайні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Donnici G., Galiè G., Frizziero L. Rethinking Sketching: Integrating Hand Drawings, Digital Tools, and AI in Modern Design. *Designs*. 2025. Vol. 9, No. 5. 119. DOI: <https://doi.org/10.3390/designs9050119>
2. Vuletic T., Hay T. Rethinking Sketching Education Practices. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2025)*. *Design Society*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.35199/EPDE.2025.87>
3. Yildizoglu N. Sketching Versus Digital Design Tools in Architectural Design. *JCoDe: Journal of Computational Design*. 2024. Vol. 5, No. 2. P. 301-316. DOI: <https://doi.org/10.53710/jcode.1504947>
4. Das M., Huang M., Yang M. The Influence of Digital Sketching Tools on Concept Generation in Engineering Design. *Journal of Mechanical Design*. 2024. Vol. 146, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4064031>
5. Bartlett K. A., Mills J., Hagins C. Comparing Understandability of Hand Sketches Versus AI-Generated Renders for Product Design. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2024)*. *Design Society*, 2024. URL: <https://www.designsociety.org/download-publication/47234> (дата доступу: 21.03.2026)
6. Novica D. R., Wianto E., Andrade Campos S. Drawing and ideation process in design education: A systematic literature review. *Cogent Arts & Humanities*. 2023. Vol. 10, No. 1. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311983.2023.2219487>
7. Das M., Huang M., Yang M. Paper or Tablet? The Impact of Digital Tools on Sketching During Engineering Design Concept Generation. In: *Proceedings of the ASME 2023 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2023)*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1115/DETC2023-114983>
8. Weaver M. B., Ray S., Hilton E. C. et al. Improving Engineering Sketching Education Through Perspective Techniques and an AI-Based Tutoring Platform. *International Journal of Engineering Education*. 2022. Vol. 38, No. 6. P. 1836-1850.
9. Merzdorf H. E. et al. Sketching Assessment in Engineering Education. 2022. URL: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10334605> (дата доступу: 21.03.2026)
10. Novoa M. Immersive Co-Design from Sketching to 3D CAD and Production. In: *Proceedings of the Design Society*. 2022. URL: <https://www.designsociety.org/download-publication/45845> (дата доступу: 21.03.2026)

REFERENCES

1. Donnici G., Galiè G., Frizziero L. (2025). Rethinking Sketching: Integrating Hand Drawings, Digital Tools, and AI in Modern Design. *Designs* 2025, 9(5), 119. DOI: <https://doi.org/10.3390/designs9050119>
2. Vuletic T., Hay T. (2025). Rethinking Sketching Education Practices. In: *Proceedings of the 27th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2025)*. *Design Society*. DOI: <https://doi.org/10.35199/EPDE.2025.87>
3. Yildizoglu N. (2024). Sketching Versus Digital Design Tools in Architectural Design. *JCoDe: Journal of Computational Design*, 5(2), 301-316. DOI: <https://doi.org/10.53710/jcode.1504947>
4. Das M., Huang M., Yang M. (2024). The Influence of Digital Sketching Tools on Concept Generation in Engineering Design. *Journal of Mechanical Design*, 146(3). DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4064031>
5. Bartlett K. A., Mills J., Hagins C. (2024). Comparing Understandability of Hand Sketches Versus AI-Generated Renders for Product Design. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2024)*. *Design Society*. URL: <https://www.designsociety.org/download-publication/47234>
6. Novica D. R., Wianto E., Andrade Campos S. (2023). Drawing and ideation process in design education: A systematic literature review. *Cogent Arts & Humanities*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/23311983.2023.2219487>
7. Das M., Huang M., Yang M. (2023). Paper or Tablet? The Impact of Digital Tools on Sketching During Engineering Design Concept Generation. In: *Proceedings of the ASME 2023 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2023)*. DOI: <https://doi.org/10.1115/DETC2023-114983>
8. Weaver M. B., Ray S., Hilton E. C. et al. (2022). Improving Engineering Sketching Education Through Perspective Techniques and an AI-Based Tutoring Platform. *International Journal of Engineering Education*, 38(6), 1836-1850.
9. Merzdorf H. E. et al. (2022). Sketching Assessment in Engineering Education. URL: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10334605>
10. Novoa M. (2022). Immersive Co-Design from Sketching to 3D CAD and Production. In: *Proceedings of the Design Society*. URL: <https://www.designsociety.org/download-publication/45845>

Дата першого надходження статті до видання: 06.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 19.05.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

