

УДК 7.05:004.92

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.35.1>

ПРО РОЛЬ КРЕСЛЕННЯ В СИСТЕМІ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

Бердинських Святослав Олександрович¹, Яковлев Микола Іванович²

¹ кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри дизайну,
Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК»», Київ, Україна,
e-mail: SviatislavBO@krok.edu.ua, orcid: 0000-0003-2911-7504

² доктор технічних наук, професор,
академік-секретар відділення синтезу пластичних мистецтв,
Національна академія мистецтв України, Київ, Україна,
e-mail: Gychamy@gmail.com, orcid: 0000-0002-3977-0374

Анотація. Метою дослідження є виявлення ключових формотворчих, комунікативних і образно-візуальних властивостей креслення в контексті аналізу сучасного інструментарію формоутворення, оцінювання його ефективності використання за одночасного поєднання із цифровими інструментами моделювання.

Методологія. У дослідженні використано методи пошуку й аналізу інформаційних джерел у сфері окресленої проблематики; історичний підхід для виявлення закономірностей розвитку проєктної графіки; метод аналізу творчих проєктів і портфоліо відомих мистців – архітекторів, дизайнерів; метод структурно-системного аналізу й узагальнення результатів досліджень.

Результати. Виявлена роль креслення як основного засобу професійної комунікації – головної ланки, яка забезпечує зв'язок між проєктувальником і виконавцем; засобу узагальнення проєктної діяльності на ключових її етапах; ефективної форми презентації властивостей зображеного об'єкта. Висвітлено процес розвитку креслення, його прийомів і правил, який мав безпосередній вплив на формування проєктної культури, на естетичне осмислення та гармонізацію рукотворних форм, а також на подальший розвиток геометричного моделювання. Дана оцінка ефективності синтезу автоматизованого креслення із цифровими інструментами проєктування, обробки зображень і 3D-моделювання в межах питань розширення можливостей моделювання та візуалізації.

Наукова новизна. У роботі вперше комплексно схарактеризовано роль креслення в сучасній формотворчій практиці, традиційні та новітні способи його раціонального поєднання з іншими різновидами проєктного моделювання.

Практична значущість одержаних результатів полягає в можливості їх застосування в дизайн-практиці, прикладній геометрії та навчальному процесі підготовки фахівців художньо-творчих галузей, у наукових дослідженнях мистецтвознавства, культурології, архітектури та дизайну.

Ключові слова: візуальне моделювання, формоутворення, дизайн-практика, геометрична модель, проєктна культура.

ВСТУП

Як доводить практика, цифрові технології графічного моделювання в дизайні приводять не до цілковитого скасування використання усталених підходів у проєктних

процесах, а радше – до закономірної їх трансформації. Мова йде про переосмислення ролі традиційних проєктних засобів і технологій у системі прогресивних сучасних практик.

Реальністю нині став прогрес 3D-моделювання, що суттєво змінив принципи збереження і трансляції інформації про просторові об'єкти, тому значення традиційних засобів візуалізації дизайн-процесу потребує ревізії.

Зокрема, така потреба постає щодо звичної креслярської графіки на етапах візуалізації проєктної ідеї. З-поміж таких інструментів, як проєктна технічна ілюстрація, скетч, схема, рендер або 3D-модель, креслення має властиві йому суто функціональні й конструктивні ознаки.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У науковому дискурсі останніх десяти років інтерес до креслення окреслюється за низкою проблемних аспектів. Серед них – аналіз ефективності деяких різновидів цифрового інструментарію автоматизованого проєктування, порівняння автоматизованого креслення з його традиційним аналогом, роль інженерної графіки в сучасному проєктному процесі, прогресивні підходи до створення креслень у цифровому вимірі.

У роботі М. Фахрі за співавторами (2021 р.) [13] оцінюються переваги в освітньому процесі для викладачів і студентів щодо автоматизованого проєктування (далі – САПР) порівняно із традиційним ручним кресленням у курсових роботах (завдання, курсові проєкти й іспити) зі створення робочих креслень. На переконання авторів, САПР відіграє значну роль у покращенні якості робочих креслень, оскільки допомагає користувачам створювати високоякісні креслення, які забезпечують кращу якість документації, точність, зменшення технічних помилок і краще прочитування. Переваги методу ручного креслення автори вбачають в тому, що воно підвищує рівень і діапазон інновацій і креативності, забезпечує оригінальність фізичного зразка та конструктивну точність деталей. Однак до його недоліків належить збільшення витрати часу на створення, особливо на модифікацію. Це ускладнює видалення елементів, і немає команди «скасування». Висновком даної статті є те, що курсова робота з робочих креслень має поєднувати методи САПР і ручного креслення, щоб використовувати переваги обох для покращення результатів навчання курсу.

Автори П. Хейдарі та С. Полатоглу (2018 р.) [14] аналізують вплив комп'ютерного інструментарію на процес мислення дизайнера на ранній стадії проєктування. Проблему використання цифрових систем дослідники вбачають в тому, що на відміну від звичайного ручного ескіза, такі системи не

відповідають швидкості процесу мислення дизайнера та унеможливають неоднозначність у творчості. Незважаючи на це, у статті доведено, що цифрові інструменти можуть підтримувати та покращувати творчість, а саме заохочувати творчу поведінку та дозволяти стимулювати та досліджувати широкий спектр альтернатив дизайну, якісно переосмислюючи попередні ідеї. Перспективний напрям подальшого розвитку полягає в удосконаленні цифрових систем або нових способів роботи з ними. Очікується, що завдяки прогресу в інтерфейсі користувача цифрових програм у майбутньому ці програми будуть використовуватися як інструменти проєктування та мислення на ранніх етапах проєктного процесу в освітньому контексті.

У статті Б. Рамацеце зі співавторами (2023 р.) [17] мали за мету дослідити застосування інженерної графіки та її перспективи в технічних сферах для покращення майбутнього процесу проєктування продукту. У статті наголошується, що застосування інженерної графіки в дизайні включає різні форми – від простого традиційного креслення до більш складних тривимірних методів, як-от автоматизоване проєктування (САПР). Наведені результати показали, що знання інженерної графіки та пов'язаних з нею інструментів підвищують креативність у розробці інноваційних рішень. Також автори стверджують, що інженерна графіка здатна подолати розрив між проєктуванням і виробництвом у різних галузях.

Автор Дж. Баррека (2023 р.) [5] доводить, що графіка для архітектора є найбільш ефективним інструментом для формального дослідження та концептуального синтезу, що графічний знак стає інструментом, який дозволяє йому мислити, проєктувати та спілкуватися суто візуально, без будь-яких технологічних засобів. Креслярський малюнок супроводжує дизайнера у творчому процесі, він стає візуальною опорою для думки і реальною мовою, що виражається в поетапному визначенні початкової ідеї проєкту, у послідовній просторовій перевірці, у синхронному вивченні деталей. Автор статті як архітектор-практик є прихильником використання традиційної графіки, але не заперечує переваги цифрових технологій.

У дослідженні Р. Кастело-Бранко зі співавторами (2022 р.) [9] доводиться, що методи представлення моделі суттєво впливають на мислення архітекторів, що робота із двовимірними представленнями типу планів, розрізів може обмежити наміри проєктувальника формами, які можна легко візуалізувати в цьому форматі, тоді як мислення за допомогою

фізичних моделей може підштовхнути до більш скульптурної інтерпретації ідей. Як резюме автори стверджують, що архітекторів варто мотивувати володіти кількома методами представлення, раціональністю щодо вибору відповідного інструменту для виконання будь-якого завдання.

Деякий інтерес становлять дослідження і практичні розробки, спрямовані на оптимізацію процесу створення цифрового креслення. Зокрема, у статті Ч. Лі зі співавторами (2020 р.) [16] дослідники представляють систему САПР-моделювання *Sketch2CAD* на основі ескізних зображень, у якій користувачі поступово створюють об'єкти, вносять бажані зміни форми, які система автоматично перетворює на операції САПР. Отже, спрощення процедури введення інформації може дати більше творчої свободи у процесі геометричного моделювання.

У статті С. Юзі співавторами (2021 р.) [21] представлено підхід до креслення дизайну «у повітрі», заснований на двоетапному підході, поширеному у практиці креслення 2D. Основною проблемою для 3D-малювання у віртуальній реальності, яку автори пропонують вирішити, є покращення точності координат керування створенням лінії.

У статті С.О. Бердинських зі співавторами (2023 р.) [2] йдеться про роль графічно формалізованих зображень, які вирізняються лаконічністю щодо використання зображувальних ресурсів і забезпечують інформативність і ефективність у побудові графічного виразу. До таких зображень належить креслення. У публікації зазначено, що відмова від надмірно охопленої об'єктивності у проєктній графіці дозволяє по-новому використовувати напрацьовані в образотворчому мистецтві й архітектурі прийоми та засоби традиційних графічних технік. Таким чином нефотореалістична візуалізація проєктних образів розвивається завдяки переосмисленню та цифровій трансформації таких засобів зображення, як колаж, рисунок, креслення.

Стаття О.С. Ісламоглу та К.О. Дегер (2015 р.) [15] присвячена оцінюванню рукотворного та комп'ютерного підходу до проєктування та презентації на різних етапах дизайн-освіти. Автори доводять, що малюнок від руки доцільно застосовувати на початку процесу дизайну, зокрема стадії ескіза, але на пізніших стадіях виникають негативні аспекти, коли малюнок від руки вже не відтворює необхідні аспекти проєкту. До позитивних рис комп'ютерного формоутворення автори відносять деталізацію, якість дизайну та моделювання.

У дослідженні професора М.І. Яковлева «Критичний погляд на сучасну підготовку дизайнерів в інженерному середовищі» (2005 р.) [4] аналізується перебіг формування професійного мислення дизайнерів на етапах освітньо-виховного процесу, надається оцінка ролі пропедевтичних дисциплін, які пов'язані з опануванням необхідних компетенцій, зокрема і професійного мислення. Набуття необхідних знань, умінь і навичок, на думку автора, потребує поєднання в навчальних програмах елементів рисунка, основ композиції, колористики, площинно-графічного й об'ємного моделювання, також наголошується на ролі креслення та нарисної геометрії як основних інструментів формоутворення об'ємно-просторових об'єктів.

У результаті проведеного аналізу літератури можна зробити висновок про те, що питання використання різноманітних інструментів опису геометричної будови об'єкта, споріднених кресленню, акумулювало в собі низку невизначених моментів. Водночас підтверджується ефективність застосування геометричного моделювання на пізніх етапах дизайн-процесу. Однак роль традиційного та цифрового креслення в сучасній художньо-проєктній культурі виявлена лише з окремих позицій, тому потребує комплексного аналізу.

МЕТА

Мета роботи – виявити роль креслення у процесі розвитку дизайн-культури та на сучасному етапі формування засобів візуалізації, дати оцінку ефективності та доцільності його застосування в дизайн-практиці в контексті комп'ютеризації виконання та синтезі із прогресивними формами моделювання об'єктів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Для виявлення характерних особливостей креслення схарактеризуємо термінологічний апарат його візуальних засобів. У словнику української мови креслення визначається як умовне графічне зображення якогось об'єкта (машин, споруд тощо), виконане за допомогою креслярських інструментів на папері, кальці або будь-якому іншому носії. Походження слова «креслення» пов'язують із первісними значеннями «шкрябати», «дряпати», «проводити лінії». Зважаючи на зміну способу виконання сучасної проєктної документації, термін «креслення» потребує уточнення. Отже, у структурі сучасних засобів проєктної візуалізації поняття «креслення» можна трактувати як зображення, що описує форму або конструкцію об'єкта, виконане за

визначеними правилами та побудоване у проєкційній і пропорційній відповідності об'єкта за допомогою нормованих ліній, які визначають не тільки контур, але й зовнішні та внутрішні елементи.

Залежно від призначення, креслення має декілька різновидів – робоче, презентаційне, ескізне. Залежно від способу створення зображення – ортогональне, аксонометричне, схематичне, креслення-перспектива. Визначаючи роль креслення в сучасних дизайн-процесах, варто дати оцінку його значенню у традиційній проєктній культурі. Передусім креслення виконує функцію документа, який регламентує процес реалізації проєктного задуму. Висока точність, уніфікованість і стандартизованість креслення зумовили його властивість щодо збереження та передачі інформації про властивості об'єктів. Для дизайнера креслення традиційно є основним засобом професійної комунікації з іншими ланками проєктування та реалізації проєкту. Фактично, за допомогою креслення проєктувальник може з необхідною точністю за допомогою графічних образів і символів пояснити, якою саме має бути форма та яким чином вона може бути реалізована.

Креслення є кінцевим результатом проєктування, що конкретизує характеристику геометричної, конструктивно-технологічної будови об'єкта. Окрім того, це проміжний етап узагальнення проєктної діяльності етапів творчого пошуку, розроблення й уточнення даних про об'єкт. Креслення, будучи основою геометричного моделювання, слугує для перевірки, корегування й оцінювання функціональних, естетичних і конструктивно-технологічних аспектів проєктного вирішення графічними та розрахунковими методами. Системи автоматизованого проєктування змінили підхід до створення креслення, однак його концептуальна основа та правила лишаються незмінними.

Як відомо, становлення та розвиток креслення відбувались відповідно до практичних потреб людства. Уважається, що креслення вперше застосовувалося у сфері будівництва та землевпорядкування. До нас дійшли прадавні відомості про перші креслення, так звані «плани» (рис. 1, 2), які виконувались у натуральному розмірі безпосередньо на поверхні землі чи на місці майбутньої споруди дерев'яним циркулем-вимірником і мотузковим трикутником [1].

Лінія поступово набувала значення основного конструктивного елемента креслення. Особливості людського сприйняття привели до формування зображувальних

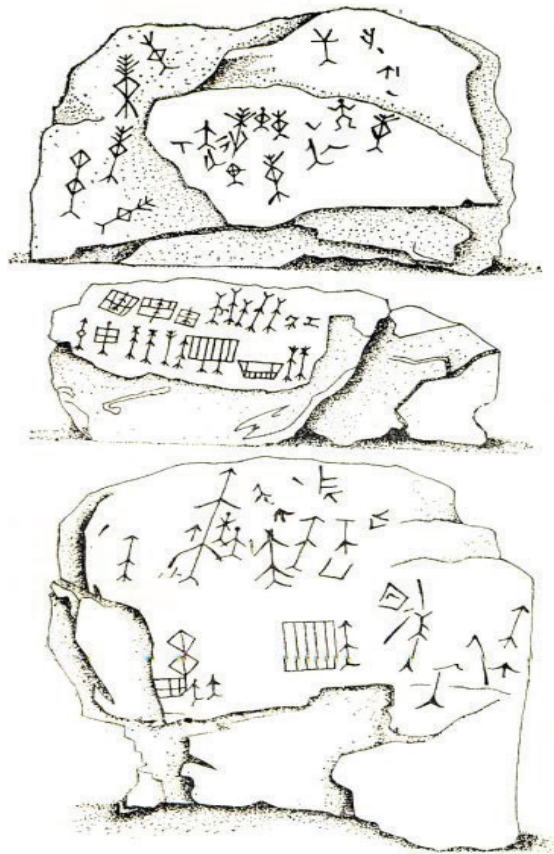


Рис. 1. Перші прообрази креслень

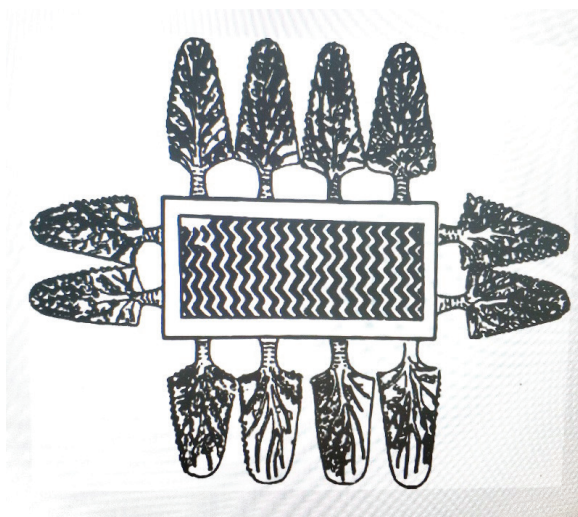


Рис. 2. Креслення часів Стародавнього Єгипту

прийомів, в основі яких сприйняття контуру не як самостійної лінії, а як лінійного утворення, що характеризує структурні якості предмета. Виразність і наочність зображених форм у кресленнях еволюціонували з умінням використовувати закономірності зорового

сприйняття [1]. Лінійне відображення предмета стало здатне передавати інформацію про такі його властивості, як розмір, маса, форма, структура, ракурс (рис. 3) [1].

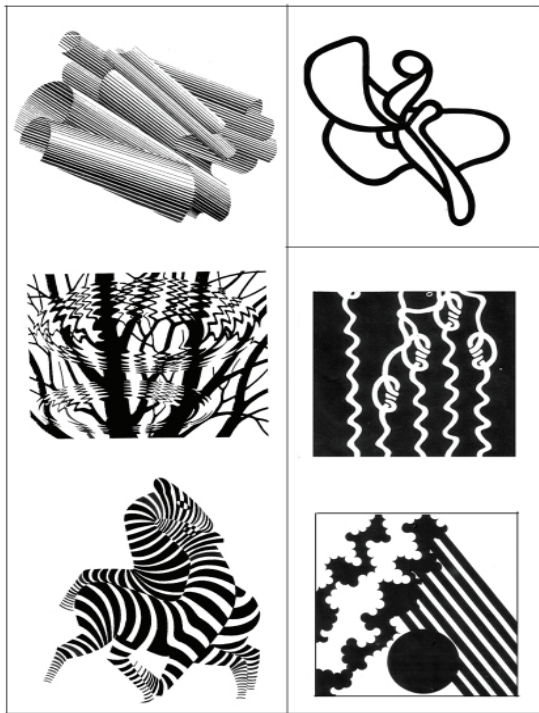


Рис. 3. Універсальні формотворчі властивості лінії

Однак як повноцінний засіб проектування креслення почало використовуватись із застосуванням масштабу. Концепція масштабу як числової пропорції з'явилася в епоху Відродження (у цей період було створено перші професійні креслярські інструменти, які полегшували роботу з масштабами), що стало стандартом у XVIII–XIX ст. завдяки розвитку науки, технологій і стандартизації.

Спосіб моделювання пластично-конструктивних елементів будівель за допомогою геометричних побудов став основою проєктної культури. Фактично креслення стало каталізатором і основним засобом формування теорії пропорціонування і гармонії. Наприклад, фасад споруди як головний елемент виразності набуває розмаїття вирішень завдяки пошуковим процедурам за посередництвом креслярської графіки в моделюванні композиційно-виразних властивостей. Синхронна гармонізація форми водночас дозволяє реалізовувати ідею про найбільш гармонійні структури. Раціональне втілення площинних форм у просторі об'єкти відбувається через відповідні, нескладні геометричні перетворення.

Креслення кінця XVII ст. (рис. 4) демонструє наявність тогочасних правил побудови зображення та деталізацію, що залишаються актуальними і дотепер. Система нанесення розмірів додатково аргументує значення

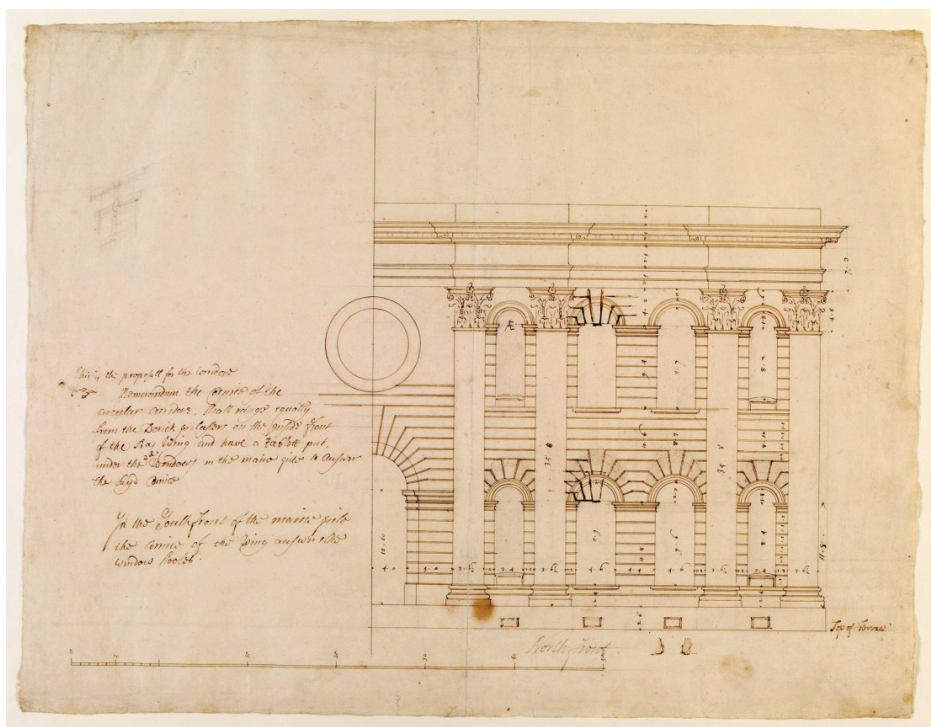


Рис. 4. Архітектурне креслення північної частини або входу до замку Говард, автори Дж. Ванбру та Н. Гоксмур, приблизно 1699 р., Англія (із сайту <https://www.vam.ac.uk/>)

зображення як проєктного документа для подальшої реалізації будівництва.

Еволюція графічного моделювання привела до формування візуальних функціонально-естетичних ознак креслення, а саме – об'єктивної інформативності, однозначної змістовості, об'ємно-просторової виразності, раціональної лаконічності. З обґрунтуванням теорії ортогональних проєкцій, а згодом – нарисної геометрії в 1795 р., креслення стало інструментом вичерпного опису морфології просторового об'єкта на площині. Більшість завдань формоутворення стали можливими щодо вирішення за допомогою проєціювання на дві чи більше проєктних площин. Отже, креслення як науково обґрунтована система графічного моделювання сформувалось завдяки процесам еволюційного розвитку індустрії, удосконаленню інженерних практик. Водночас можна сказати, що авторські права на правила графічного моделювання мають бути віддані зодчим, художникам, поліграфістам і талановитим ремісникам.

Нарисна геометрія, набувши розвитку, стимулювала нові напрями в дизайні, запозичила у природи ергономічні та біонічні принципи конструювання поверхонь, дозволила вирішувати науково обґрунтованими методами формотворчі завдання складних об'ємно-просторових форм. Це привело до більшого розмаїття в життєвому середовищі рукотворних об'єктів [3; 7]. Візуалізація конструктивно-пластичних властивостей, зокрема побудова тіней за особливими правилами, привела до суттєвого зростання якості інформативних способів зображень просторових об'єктів.

Еволюція креслярської практики вплинула на проєктну культуру XIX–XX ст. Цей вплив став особливо помітний у часи промислової революції і пізніше. Уміння розв'язувати просторове завдання формоутворення засобами графічного моделювання на площині становило основу професійного мислення дизайнера. Декомпозиційні дії з об'ємними формами, їх представлення окремими проєкціями, системою перерізів і розрізів, додатковими місцевими виглядами стали ефективним інструментарієм вирішення завдань організації форми і простору. Креслення стало базою для пошукових видозмін проєктних рішень, заснованих на мотивованих знаннях про об'єкт і його об'єктивні характеристики. Теорія ортогональних проєкцій дозволяла презентувати на площині проєктований об'єкт через обрисовий реальний і прихований (внутрішній) вигляди його формотворчих компонентів. Вихідні дані про об'єкт, формалізовані

за допомогою креслення (обмірні креслення, топографічна підоснова тощо), становлять основу для подальшого аналізу та розвитку проєктної думки.

Модерністські течії початку XX ст., зокрема на етапі становлення конструктивізму, спонукали митців до пошуку новаційних прийомів візуалізації своїх проєктних ідей. Стильові принципи кубізму відбилися на пластичності архітектури, формі побутових речей, інструментарію та техніці виконання проєктної графіки. Прогресували прийоми вдосконалення і розвитку геометричних засобів проєктної графіки. Широке використання аксонометричних проєкцій на засадах графічного мінімалізму в поєднанні з локальними світлотіньовими аксесуарами було зумовлене намаганням відійти від усталених традицій, знайти нові естетичні прийоми організації форм, які переважно базувалися на поєднанні та зіставленні елементарних геометричних модулів. Запанував «культ прямого кута».

Тривалий час більшість архітектурних будівель і споруд, меблів, об'єктів промислового дизайну була прямокутною, подібна за виглядом до форми куба та паралелепіпеда, отже, могли з легкістю бути описаними в системі трьох основних ортогональних проєкцій. З розвитком промисловості й урізноманітненням пластики форм креслення не завжди стало здатним вичерпно описати форму об'єкта, особливо пластично-складних форм, що, у свою чергу, потребувало інших інструментів. Із часом ручна техніка креслення, яка мала окремі переваги, а саме – моторну активність і кращу сенсорну координацію, поступилася автоматизованому виконанню.

Прогрес у розвитку САПР-креслення відбувся на початку 2000-х рр., з розширенням можливостей програм щодо керування навігацією у графічному середовищі. Швидкість і точність цифрового креслення стали його головними пріоритетами. У комп'ютерній графіці лінія створюється через визначення на екрані початкової та кінцевої точок відрізка або введенням із клавіатури значення довжини під час визначення початкової точки та напрямку. Система прив'язок точок забезпечує точність геометричних побудов. Як наслідок, під час виконання комп'ютерного креслення відсутній кінестетичний акт синхронного руху руки й ока, характерний для традиційного креслення. Це зумовлює порівняно менший сенсорно-моторний зв'язок, аніж за рукотворного виконання. Проте розвиток екранних технологій спрямований на усунення цих недоліків.

САПР-креслення унаслідувало всі прийоми традиційного, надало точності

побудовам, створило нові інструменти візуалізації та редагування проектних образів. Лінії в комп'ютерній графіці об'єднуються у групи. Кожна група як ціле, її компоненти можуть підлягати корекції та трансформаціям (перенесення, обертання, масштабування) і множенню. Арсенал засобів трансформацій становить суть подальших комбінаторних принципів формоутворення.

Концепт цифрового креслення має перевагу перед традиційним завдяки можливості виконувати декомпозиційні операції із графічними структурами за різними ознаками (об'єкт, форма, група елементів, геометричні примітиви тощо). Це забезпечує швидкість і оперативність опрацювання можливих варіантів. Створення проекту в САПР-просторі ґрунтується на використанні двох підходів.

Перший підхід передбачає використання традиційного способу проекційної побудови креслень на теоретичних засадах нарисної геометрії. Це «креслярська» парадигма графічного моделювання, реалізована інструментами векторної графіки. Тут убачаються очевидні пріоритети: звичний простір освоєння, мобільність, швидкість і оперативність дії. Зберігається логіка традиційного креслення, водночас інтегруються нові інструменти формоутворення та редагування комп'ютерної графіки, для яких характерний комбінаторний потенціал. Цей спосіб найбільш уживаний дизайнерами – представниками «класичної» школи традиційної проекційної графіки.

Варто зауважити, що у процесі роботи в багатьох користувачів-дизайнерів відчувається брак теоретичних знань із нарисної геометрії. Проблеми, пов'язані з освоєнням креслення на етапі професійної підготовки, компенсує другий підхід, а саме використання цифрових продуктів за посередництва 3D-моделювання, яке дещо ускладнює процес, деякою мірою обмежує творчість. Другий підхід характеризується меншою гнучкістю, ніж традиційний. Він може вести до спрощення рішень, спонукати використовувати зрозумілі (більш прості) інструменти.

Позитивами 3D-моделювання можна вважати наочність процесу, динамічне представлення та можливість отримання низки потрібних проекцій в автоматизованому режимі. Окрім того, другий підхід (3D) забезпечує безпомилкову проекційну відповідність, що мотивує до його використання на кінцевих етапах проектного процесу. Він дозволяє вибрати потрібну проекцію для розроблення креслення. Завдяки цьому сучасна дизайн-документація містить більш різноманітні форми представлення, які унаочнюють уявлення та

одночас дають необхідні параметри для реалізації об'єкта.

Варто зазначити, що прогресивні рішення для 3D-моделювання в результаті еволюції в різних напрямках діяльності (гейм-індустрія, інженерне проектування, архітектурне проектування, анімація та створення персонажів для мультфільмів) створили різноманітні підходи до реалізації формотворчих ідей формоутворення. Часто моделювання пов'язане зі зміною структури полігональної сітки (полігональне моделювання), яка слушно вважається основою описання просторової поверхні, параметрів NURBS або Bezier поверхонь (поверхневе моделювання), поєднання простих геометричних примітивів CSG (Constructive Solid Geometry) тощо. Наприклад, порівняно із кресленням, де лінія становить головний формотворчий орієнтир, полігональне моделювання представляє принципово інші сценарії моделювання. Проте деякі 3D-інструменти, як-от SketchUp, створені таким чином, щоб зберігати інтуїтивно звичні для креслара принципи моделювання, зокрема й у творчо-пошуковому процесі. Вони мають попит серед архітектурної спільноти. Креслення як опорний базис використовується також для створення таких 3D-моделей, де потрібна висока точність.

Інший аспект, пов'язаний із використанням креслення, полягає в мотивації застосування його зображувальних прийомів. Як відомо, креслення володіє високою інформативністю та змістовністю щодо передачі інформації про низку властивостей об'єктів (форма, геометрична характеристика, структура, конструкція, спосіб виготовлення тощо).

Потреба в тиражуванні креслення привела до його граничної умовності в засобах. Контурні лінії, лінії невидимого контуру, осьові та допоміжні лінії становлять арсенал конструктивної абетки елементів зображення. Співвідношення їхніх товщин стало основним засобом виразності та читабельності. Інженерне креслення в ортогональних проекціях передбачає наявність професійних навичок щодо вичерпного уявлення про об'єкт на основі його площинних зображень. Відносно складні просторові форми можуть додатково зображуватись в аксонометрії.

Архітектурне креслення має особливі, порівняно з інженерним, аксесуари щодо усвідомлення пластики форми, воно несе більш змістовну інформацію для сприйняття естетичного аспекту форми. В архітектурній і дизайнерській діяльності креслення поєднувалось із графічними засобами моделювання, спрямованими на передачу пластичних

і колірно-фактурних властивостей форми, сформувало основу професійної проєктної графіки. Теорія тіней, аксонометрія та перспектива стали компонентами зображувальної культури дизайнера, які дозволили об'єктивно передавати наочний вигляд форми.

Розмаїття графічних прийомів, засобів стилізації та формалізації об'єктів і способів точної побудови зображень лягло в основу архітектурно-дизайнерської візуалізації – синтезу художньої образотворчої культури й інженерної графіки. Таке поєднання стало основою універсальної візуальної мови дизайнера, що дозволила інформативно описувати будь-яку концепцію формоутворення. Відомі архітектори використовували різні прийоми зображення простору та форми, щоби довести цінність проєктної думки, – аксонометричні

зображення, ортогональні проєкції або центральне проєкціювання, які можуть поєднуватись із показом внутрішніх частин проєктованих форм. Наприклад, у деяких випадках потрібно було зобразити зовнішній вигляд з акцентом на ритмічності форм і гармонійності фасаду, на виявленні контрастних властивостей матеріалів, в інших – виявити взаємозв'язки структурних компонентів простору у відображенні конструктивної будови як основної логіки формоутворення. Або потрібно проявити ідею поєднання структурних блоків як основи об'ємно-просторової композиції.

На рисунках представлені проєкти – зразки традиційної архітектурної графіки ХХ ст. Зокрема, на рис. 5 автор Ле Корбюзьє використовує розріз для моделювання внутрішнього простору будинку, зображеного

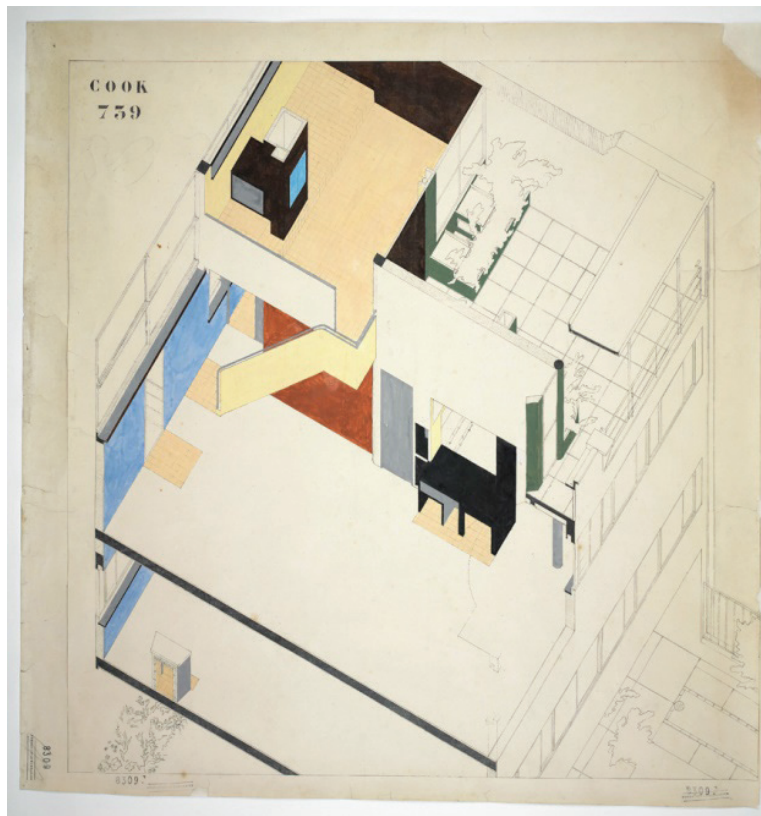


Рис. 5. Креслення Ле Корбюзьє (з ресурсу <https://www.fastcompany.com>)

в диметричній проєкції. Колір використовується умовно – на позначення різних функціональних поверхонь інтер'єру та для моделювання загальної колористики середовища (колір був частиною концепції з перших ескізів). Варто зазначити, що диметрична проєкція, хоча й дає спотворене уявлення про просторові характеристики об'єкта, вирізняється простотою побудови. Отже, як ефективний інструмент

моделювання та оцінювання проєктних рішень цей прийом просторового зображення посів належне місце у проєктній графіці багатьох митців.

Схоже за способом зображення на рисунку 6, де із прозорими поверхнями та розрізом дозволяє сприймати взаємозв'язок зовнішньої поверхні та внутрішнього простору. Акцент площин чорним кольором сприяє диференціації графічних елементів.

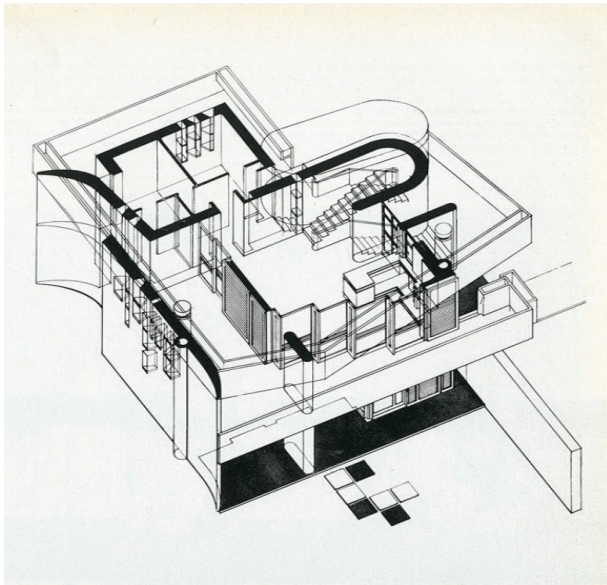


Рис. 6. Архітектурне креслення.
Альберто і Діамбра Гатті. *L'Architettura*, 1967 р.
(з ресурсу <https://rndrd.com>)

На графічне подання креслення вплинули естетичні міркування визначеного періоду або філософія мистецької школи, мислення архітектора. Так, наприклад, на рисунку 7, де інтер'єрний простір також

зображено за допомогою косокутної фронтальної диметричної проєкції з кутом нахилу осі вертикалей 45° . Такий прийом характерний для графічного мистецтва епохи конструктивізму та для представників школи Баухаузу. Фарбування поверхонь стін, підлоги, меблів має локальний характер, отже, не зумовлено світлотіньовим моделюванням.

Рисунок 8 демонструє використання центрального проєкціювання для зображення внутрішнього простору. Локальне вирішення площин і лаконічність у засобах зумовлюють інформативність зображення. Прийом фотомонтажу (характерний для графічних творів доби конструктивізму, а також модернізму) у зображенні людей контрастує з вирішенням архітектури та посилює виразність.

На рисунку 9 проєкт подано в лінійній техніці. Інтерес становить принцип вирішення композиції простору презентації. Аксонометричне зображення створює перший план і завдяки активній динаміці формує виразність і загальний контраст. Яскравий приклад використання обмежених графічних засобів для досягнення максимальної виразності композиції.

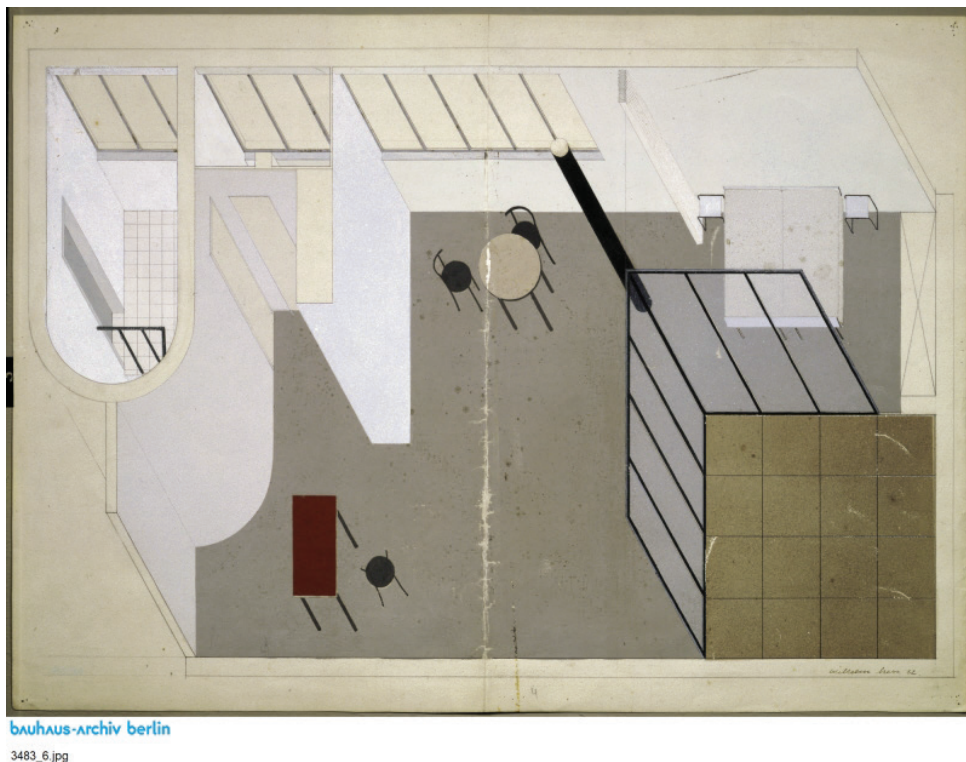


Рис. 7. Вільгельм Якоб Гесс. Кольорове планування квартири в маєтку Юнкерс (1932 р.).
(З ресурсу <https://www.bauhaus.de>)



Рис. 8. Архітектурне креслення.
Фуміхіко Макі (Японія). Журнал "Architect". 1994 р.
(з ресурсу <https://rndrd.com>)

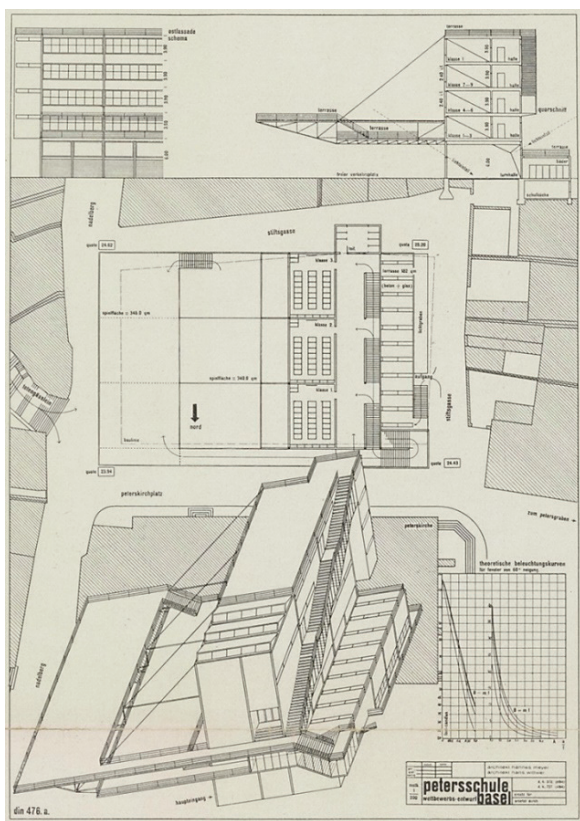


Рис. 9. Архітектурне креслення.
Ханнес Майєр і Ганс Віттвер. Журнал "Bauhaus".
1927 р. (з ресурсу <https://rndrd.com>)

Використання контрастної лінії та диметричної проекції демонструється в зображенні внутрішнього простору на рисунку 10. Тональне моделювання та лінійні текстири використано для диференціації поверхонь архітектури. Динамізм внутрішнього простору контрастує зі статичним зображенням зовнішньої форми прямокутника.

На рисунку 11 структура будівлі виявлена за допомогою розрізу в аксонометрії. Колір слугує для виявлення окремих планувальних зон, а також є композиційною плямою. Архітектура модернізму, для якої характерні простота та чистота форм, прямі лінії та функціональність, уміло підкреслюється лаконічністю графічного подання. Отже, простежується єдність змісту та форми.

Ера комп'ютерного проектування привела до появи інших форм презентації, заснованих на алгоритмах обрахунку 3D-моделі. Автоматизація створення візуалізацій дозволила скоротити витрати на презентацію, однак стала причиною поширення однамітності графічного подання, нівелювала комунікативно-виразовий потенціал проектного зображення.

Проте фотореалістичний рендер не витіснив креслення з арсеналу презентативних засобів дизайну. Сучасне креслення, набувши точності завдяки інтеграції інструментарію векторної графіки та 3D-моделювання, стало розвиватись як графічно формалізований засіб зображення форми.

У більшості випадків сучасної архітектурної графіки креслення мають типово оформлення, оскільки акцент у зображенні властивостей об'єкта спрямований на фотореалістичне подання та використання новітніх динамічних форм. Але пошук нестандартних рішень щодо презентації ідей графічними засобами апелює до переосмислення використання традиційних прийомів візуалізації, напрацьованих упродовж XX ст. Оригінальні форми сучасної графіки передбачають експерименти у використанні ресурсів векторного зображення.

Так, наприклад, на рисунку 12 автор поєднує характерний для креслення спосіб передачі структури об'єкта (аксонометричне зображення простору) з реалістичним зображенням текстур.

Рисунок 13 демонструє цифрову обробку креслення в растровому редакторі, що передбачає накладення реалістичних текстур, елементів антуражу, меблів, посилення враження просторовості за допомогою світлотіньового моделювання. Автор ставить за мету досягнення передачі атмосфери середовища, що мусить підвищити привабливість зображення. Варто зазначити, що пошуки нових прийомів можна пов'язати з новими естетичними викликами: відходом від логіки раціонального модернізму та впливу культури постмодернізму з його тяжінням до емоційності й асоціативності.

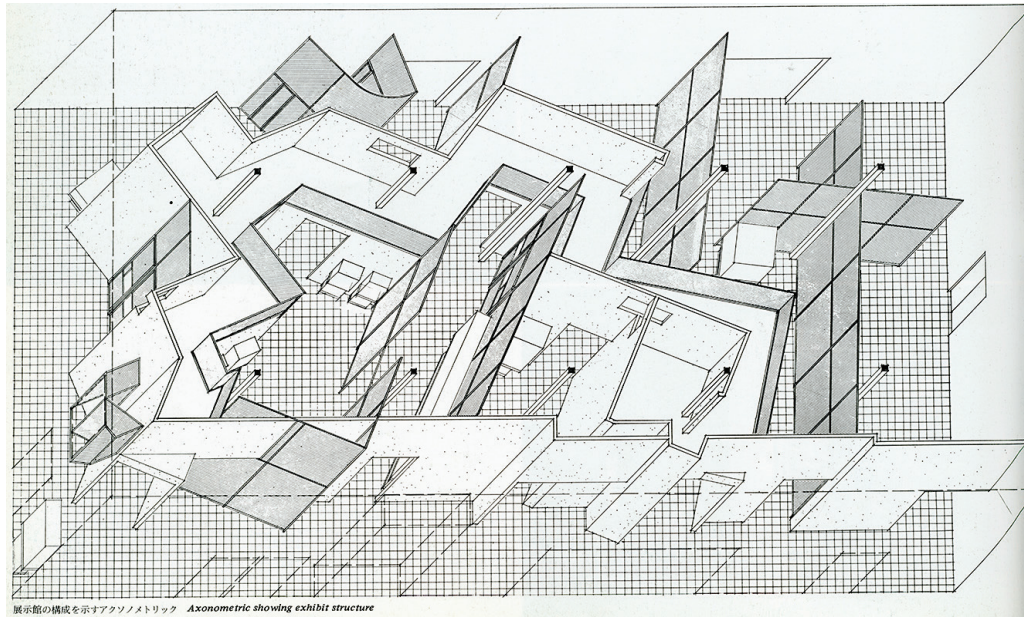


Рис. 10. Архітурне креслення. Френк Гері. Журнал "GA Document". 1982 р. (з ресурсу <https://rndrd.com>)

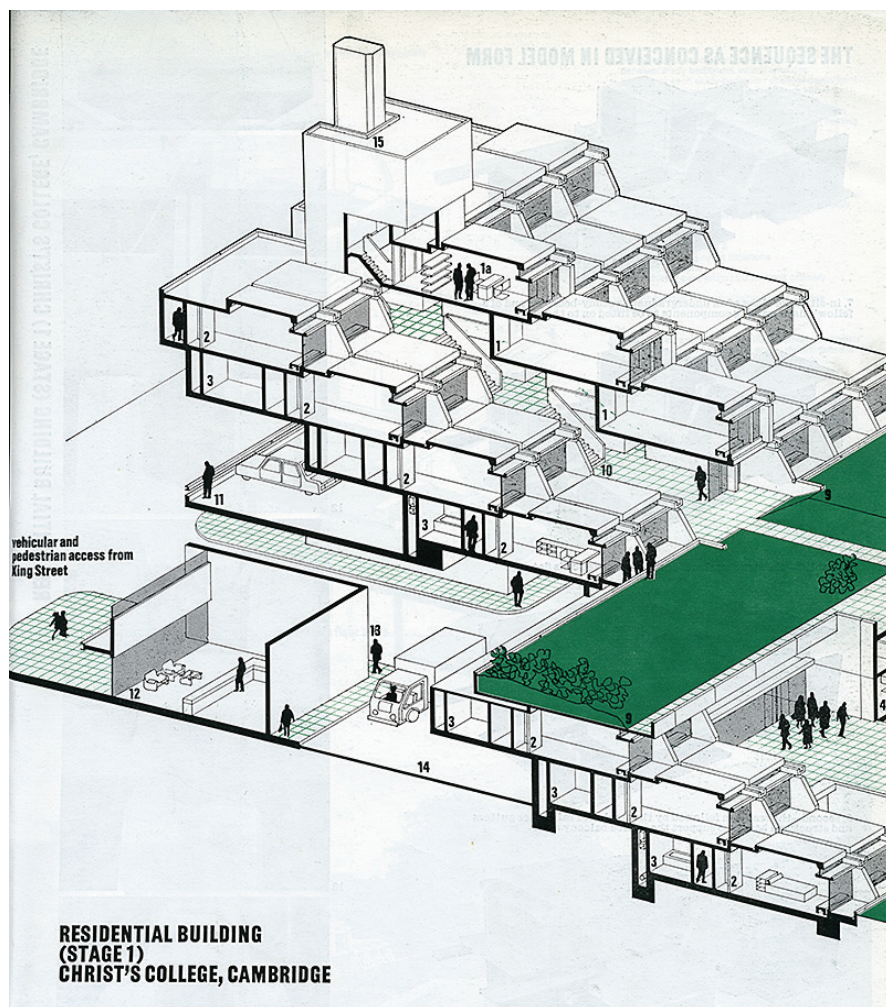


Рис. 11. Архітурне креслення. Денис Лаздун. Журнал "Architectural Review". 1971 р. (з ресурсу <https://rndrd.com>)

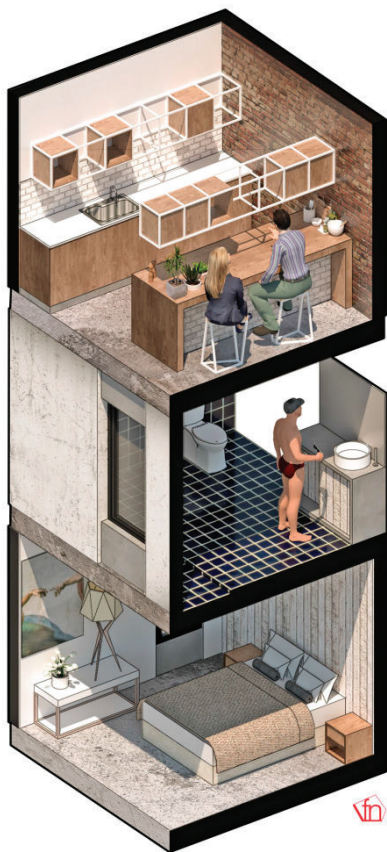


Рис. 12. Автор Фернандо Нейра Морета (з ресурсу <https://www.domestika.org/en/fn23grafica/portfolio>)



Рис. 13. Автор Марія Хосе Сілветі Еспіноза (з ресурсу <https://www.domestika.org/en/mariajosecilveti>)

Серед вартих уваги експериментів із кресленням треба згадати роботи студії "Sander Patelski" (рис. 14). На рисунку 14 зображені цифрові картини – приклади виконання відомих об'єктів модерністської архітектури в авторській техніці, яка близька за візуальними ознаками до креслення. Використано лаконічні форми, чітку світлотінь, колірну гаму та прийоми зображення, характерні для архітектурної графіки минулого століття. Зображення фасадів, абстрактних композицій і оригінальних інтер'єрних схем натхненні стилем середини XX ст. Приклад єдності форми зображення і змісту.

ВИСНОВКИ

Креслення як засіб професійної комунікації є ефективним інформаційним каналом між проєктувальником і виконавцем. Узагальнюючи етапи проєктної діяльності, геометричного моделювання об'ємно-просторових і площинних форм, креслення виконує провідну роль у перевірці й оцінюванні функціональних, естетичних і конструктивно-технологічних аспектів проєктного вирішення.

Концептуальна основа та правила креслення, незважаючи на цифрове перетворення, лишаються незмінними, що свідчить про ефективність його формотворчих і комунікативно-змістовних засад.

Поступ креслення пов'язаний із розвитком індустрії та інженерних практик, за вдосконалення прийомів зображення завдяки художникам, поліграфістам, архітекторам і ремісникам. Еволюція креслення стала рушієм розвитку проєктної культури, вплинула на розвиток естетичних міркувань, відкрила шляхи до урізноманітнення форм рукотворних об'єктів.

Бачення майбутнього об'єкта крізь призму креслення, яке за способом оформлення позначало на собі характерні ознаки стилю епохи, становило важливий компонент проєктного мислення і обґрунтування проєктних рішень аж до періоду появи комп'ютерних технологій візуалізації.

Закономірна трансформація креслення у 3D-моделювання не призвела до скасування його використання в сучасній проєктній практиці. Натомість традиційний підхід у виконанні креслення став логічно

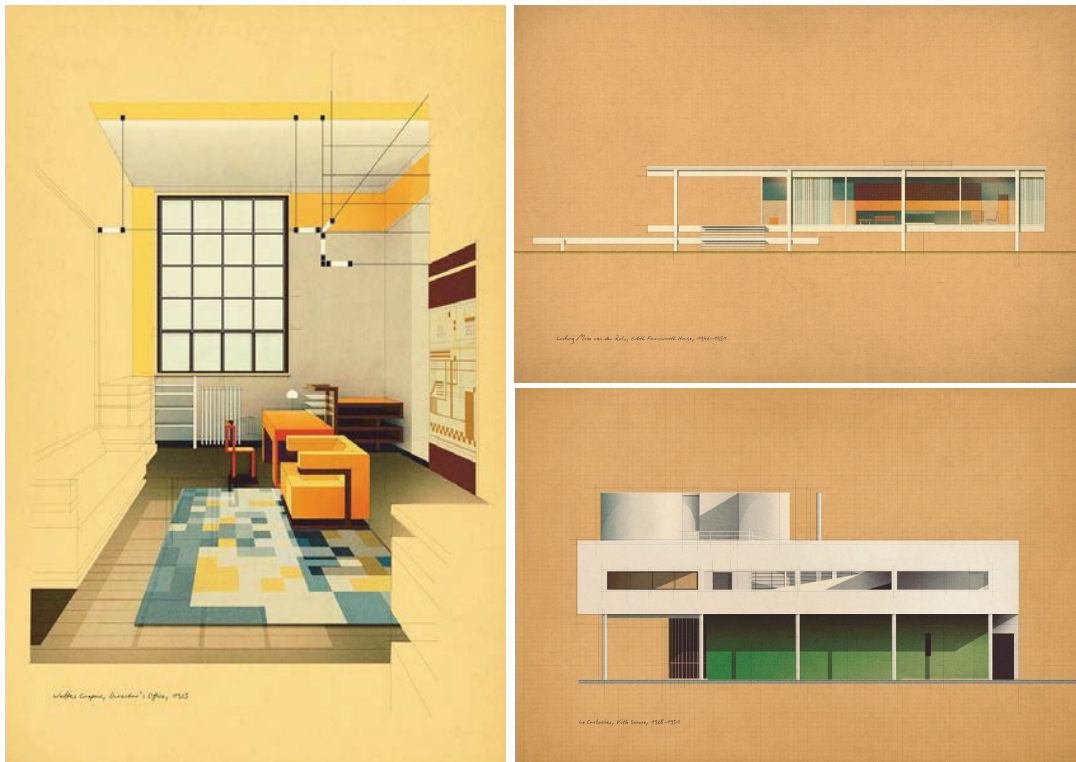


Рис. 14. Графічні цифрові зображення за мотивами творів модерністської архітектури. Студія "Sander Patelski" (з ресурсу <https://sanderpatelski.com>)

зумовленим складником у структурі засобів візуалізації. Розширивши арсенал своїх можливостей завдяки цифровізації, креслення на етапах творчого пошуку і презентації форми демонструє ефективність у вирішенні проектних завдань.

Доцільність використання креслення нині зумовлюється типом і складністю просторової будови форми проєктованого об'єкта, технологією його виготовлення. Оскільки засіб моделювання має безпосередній вплив на якість кінцевого продукту, то вибір креслення засобом моделювання має бути мотивований об'ємно-пластичними властивостями форми, характерними для візуалізації у форматі креслення.

У раціональному поєднанні із 3D-моделюванням, інструментарієм растрових редакторів, креслення здатне стати універсальним і ефективним інструментом вирішення завдань презентаційного та формотворчого характеру.

Подальший розвиток цифрового креслення вбачається також у вдосконаленні способів його створення, у подальшому синтезі нормативних вимог із графікою образотворчого мистецтва, архітектури та дизайну, зокрема й покращенні сенсорно-моторного зв'язку та взаємодії на рівні «людина – комп'ютер».

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Бердинських С.О. Синтез традиційних і новітніх засобів проектної графіки : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.03. Київ, 2016. 299 с.
- [2] Бердинських С.О., Яковлев М.І., Колосніченко О.В., Пашкевич К.Л. Об'єктивні та емоційні властивості сучасної візуалізації в дизайн-проектванні. *Art and design*. 2023. № 1 (21). С. 83–95. <https://doi.org/10.30857/2617-0272.2023.1.8>.
- [3] Кашенко О.В. Формоутворення в дизайні та архітектурі на основі моделювання біопрототипів : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.01.03. Київ, 2013. 40 с.
- [4] Яковлев М.І. Критичний погляд на сучасну підготовку дизайнерів у інженерному середовищі. *Українська академія мистецтва: дослідницькі та науково-методичні праці*. Київ, 2005. Вип. 12. С. 134–138.
- [5] Barreca G. Drawing for the Project: Dimension and Space for an Architecture Imagined before its Realization. *Disegno*. 2023. № 13. Р. 91–100. <https://doi.org/10.26375/disegno.13.2023.11>.
- [6] Bauhaus : вебсайт. URL: <https://www.bauhaus.de> (дата звернення: 14.01.2025).
- [7] Bodnar O. Experimental Trends in the Design of the Architectural Environment of Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Bulletin of KNUKIM. Series in Arts*. 2023. № 48. Р. 117–124. <https://doi.org/10.31866/2410-1176.48.2023.282473>.
- [8] Budds D. Copy Le Corbusier's Color Theories with These Stunning Tiles. 2017. *Fastcompany* : вебсайт. URL: <https://www.fastcompany.com/90110374/copy-le-corbusiers-color-theories-with-these->

stunning-tiles?utm_content=buffer77d6d&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer&epik=dj0yJnU9UVQzRkxUNjZyQlBqa1dyZ1VBNzc2Nm9Ud3d1LVZSULomcD0wJm49RWFiazlmNUliQnRfa2JtNEROekpadyZ0PUFBQUFB2QzZbmM0 (дата звернення: 14.01.2025).

[9] Castelo-Branco R., Caetano I., Leitão A. Digital representation methods: The case of algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*. 2022. Vol. 11. Issue 3. P. 527–541. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.12.008>.

[10] Cucker F. *Manifold Mirrors: The Crossing Paths of the Arts and Mathematics*. Cambridge University Press, 2013. 415 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139014632>.

[11] Giesecke F.E., Lockhart S., Goodman M., Johnson C.M. *Technical drawing with engineering graphics*. Pearson, 2023. 1024 p.

[12] Domestika : вебсайт. URL: <https://www.domestika.org> (дата звернення: 14.01.2025).

[13] Fakhry M., Kamel I., Abdelaal A. CAD using preference compared to hand drafting in architectural working drawings coursework. *Ain Shams Engineering Journal*. 2021. Vol. 12. № 3. P. 3331–3338. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.01.016>.

[14] Heidari P., Polatoglu Ç. Current Discussions on Digital Sketching in the Early Stages of Architectural Design in Education. *IJAUP*. 2018. Vol. 28. № 1. P. 25–35. <https://doi.org/10.22068/ijaup.28.1.25>.

[15] Islamoglu O.S., Deger K.O. The Location of Computer Aided Drawing and Hand Drawing on Design and Presentation in the Interior Design Education. *Procedia – Social and Behavioral Science*. 2015. Vol. 182 (13). P. 607–612. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.792>.

[16] Li C., Pan H., Bousseau A., Mitra N.J. Sketch2CAD: sequential CAD modeling by sketching in context. *ACM Trans. Graph.* Vol. 39. Issue 6. Article 164. P. 1–14. <https://doi.org/10.1145/3414685.3417807>.

[17] Ramatsetse B., Daniyan I., Mpofu K., Makinde O. State of the art applications of engineering graphics and design to enhance innovative product design: a systematic review. *Procedia CIRP*. 2023. Vol. 119. P. 699–709. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.05.006>.

[18] RndrD : вебсайт. URL: <https://rndrd.com> (дата звернення: 14.01.2025).

[19] Sanderpatelski : вебсайт. URL: <https://sanderpatelski.com> (дата звернення: 14.01.2025).

[20] Victoria and Albert Museum : вебсайт. URL: <https://www.vam.ac.uk> (дата звернення: 14.01.2025).

[21] Yu X., DiVerdi S., Sharma A., Gingold Y. ScaffoldsSketch: Accurate industrial design drawing in VR. *The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. 2021. P. 372–384. <https://doi.org/10.1145/3472749.3474756>.

REFERENCES

[1] Berdyskykh, S.O. (2016) Syntez tradytsiinykh i novitnikh zasobiv proektnoi hrafiky [Synthesis of Traditional and Modern Means of Design and Graphics at the Art Form]. *Candidate's thesis*: 05.01.03. Kyiv [in Ukrainian].

[2] Berdyskykh, S.O., Yakovliev, M.I., Kolosnichenko, O.V., & Pashkevich, K.L. (2023). Ob'iektyvni ta emotsiini vlastyvoli suchasnoi vizualizatsii v dyzain-proektuvanni [Objectivity and graphic formalization of modern project visualization in design]. *Art and Design*, 1 (21), 83–95 <https://doi.org/10.30857/2617-0272.2023.1.8> [in Ukrainian].

[3] Kashhenko, O.V. (2013). Formoutvorennja v dyzajni ta arkhitekturi na osnovi modeljuvannja bioprototypiv [Formation in design and architecture based on the modeling of bioprototypes]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

[4] Jakovljevič, M.I. (2005). Krytychnyj pohljad na suchasnu pidgotovku dyzajneriv u inzhenernomu seredovyshhi [A critical look at the daily training of designers in the engineering profession]. *Ukrajinsjka akademija mystectva: Doslidzhennja ta naukovometodychni praci*, 12, 134–138 [in Ukrainian].

[5] Barreca, G. (2023). Drawing for the Project: Dimension and Space for an Architecture Imagined before its Realization. *Diségno*, (13), 91–100. <https://doi.org/10.26375/disegno.13.2023.11> [in English].

[6] Bauhaus. (n.d.). Retrieved January 14, 2025, from <https://www.bauhaus.de> [in English].

[7] Bodnar, O. (2023). Experimental trends in the design of the architectural environment of Ukraine in the second half of the 20th century. *Bulletin of KNUKIM. Series in Arts*, (48), 117–124. <https://doi.org/10.31866/2410-1176.48.2023.282473> [in English].

[8] Budds, D. (2017). Copy Le Corbusier's Color Theories With These Stunning Tiles. Retrieved January 14, 2025, from https://www.fastcompany.com/90110374/copy-le-corbusiers-color-theories-with-these-stunning-tiles?utm_content=buffer77d6d&utm_medium=social&utm_source=pinterest.com&utm_campaign=buffer&epik=dj0yJnU9UVQzRkxUNjZyQlBqa1dyZ1VBNzc2Nm9Ud3d1LVZSULomcD0wJm49RWFiazlmNUliQnRfa2JtNEROekpadyZ0PUFBQUFB2QzZbmM0 [in English].

[9] Castelo-Branco, R., Caetano, I., & Leitão, A. (2022). Digital representation methods: The case of algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 11 (3), 527–541. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.12.008> [in English].

[10] Cucker, F. (2007). *Manifold Mirrors: The Crossing Paths of the Arts and Mathematics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139014632> [in English].

[11] Giesecke, F.E., Lockhart, S., Goodman, M., & Johnson, C.M. (2023). *Technical drawing with engineering graphics*. Pearson. 1024 p. [in English].

[12] Domestika. (n.d.). Retrieved January 14, 2025, from <https://www.domestika.org> [in English].

[13] Fakhry, M., Kamel, I., & Abdelaal, A. (2021). CAD using preference compared to hand drafting in architectural working drawings coursework. *Ain Shams Engineering Journal*, 12 (3), 3331–3338. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.01.016> [in English].

[14] Heidari, P., & Polatoğlu, Ç. (2018). Current discussions on digital sketching in the early stages of architectural design in education. *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, 28 (1), 25–35. <https://doi.org/10.22068/ijaup.28.1.25> [in English].

- [15] Islamoglu, O.S., & Deger, K.O. (2015). The Location of Computer Aided Drawing and Hand Drawing on Design and Presentation in the Interior Design Education. *Procedia – Social and Behavioral Science*, 182, 607–612. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.792> [in English].
- [16] Li, C., Pan, H., Bousseau, A., & Mitra, N.J. (2020). Sketch2cad: Sequential cad modeling by sketching in context. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 39 (6), 1–14. <https://doi.org/10.1145/3414685.3417807> [in English].
- [17] Ramatsetse, B., Daniyan, I., Mpofu, K., & Makinde, O. (2023). State of the art applications of engineering graphics and design to enhance innovative product design: a systematic review. *Procedia CIRP*, 119, 699–709. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.05.006> [in English].
- [18] RndrD. (n.d.). Retrieved January 14, 2025, from <https://rndrd.com> [in English].
- [19] Sanderpatelski. (n.d.). Retrieved January 14, 2025, from <https://sanderpatelski.com> [in English].
- [20] Victoria and Albert Museum. (n.d.). Retrieved January 19, 2025, from <https://www.vam.ac.uk> [in English].
- [21] Yu, X., DiVerdi, S., Sharma, A., & Gingold, Y. (2021). Scaffoldsketch: Accurate industrial design drawing in vr. *The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 372–384. <https://doi.org/10.1145/3472749.3474756> [in English].

ABSTRACT

Berdynskykh S., Yakovliev M. On the role of drafting in the system of modern visualization tools

Purpose. The aim of the study is to identify the key formative, communicative, and visual-imagery properties of drafting in the context of analyzing modern form-making tools, as well as to assess its effectiveness when combined with digital modeling tools.

Methodology. The study employs methods of searching and analyzing information sources within the outlined problem area; a historical approach to identify patterns in the development of design graphics; analysis of creative projects and portfolios of renowned artists, architects, and designers; as well as methods of structural-system analysis and generalization of research findings.

Results. The study reveals the role of drafting as a primary means of professional communication – serving as a critical link between the designer and executor; a tool for synthesizing design activities at key stages; and an effective form of presenting the properties of the depicted object. It highlights the evolution of drafting methods and rules, which directly influenced the formation of design culture, aesthetic interpretation, and harmonization of man-made forms, as well as the further development of geometric modeling. The research evaluates the effectiveness of synthesizing automated drafting with digital design, image processing, and 3D modeling tools to expand the possibilities of modeling and visualization.

Scientific novelty. The study provides a comprehensive characterization of the role of drafting in modern form-making practices for the first time, detailing traditional and innovative ways of its rational integration with other types of design modeling.

Practical relevance. The findings can be applied in design practice, applied geometry, and the educational process of training specialists in artistic and creative fields, as well as in research within art studies, cultural studies, architecture, and design.

Keywords: visual modeling, form-making, design practice, geometric model, design culture.

AUTHOR'S NOTE:

Berdynskykh Sviatoslav, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Design, "KROK" University, Kyiv, Ukraine, e-mail: SviatoslavBO@krok.edu.ua, orcid: 0000-0003-2911-7504.

Yakovliev Mykola, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academic Secretary of Department of Synthesis of Plastic Arts, National Academy of Arts of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: Gychamu@gmail.com, orcid: 0000-0002-3977-0374.

Стаття подана до редакції 21.01.2025 р.