

УДК [378.091.212:004.92]:004.94

**Вплив сучасних тенденцій цифрового мистецтва  
на зміст підготовки з комп'ютерної графіки  
та цифрового дизайну**

Осадча Катерина Петрівна, Балута Вікторія Сергіївна

**Анотація**

З появою комп'ютерної техніки та комунікаційних технологій з'явилися такі сфери як комп'ютерна графіка, комп'ютерний і цифровий дизайн та такий феномен як цифрове мистецтво. У статті проаналізовано ці поняття, що надало можливість для подальшого їх вивчення. На основі аналізу Інтернет-ресурсів з тематики цифрового мистецтва виділено такі його основні тенденції: віртуальне мистецтво, 3D-друк, програмне забезпечення з відкритим кодом, мистецтво штучного інтелекту, поєднання 2D-анімації й сучасних технологій, 3D-живопис, UX/UI-дизайн, ігровий дизайн, концепт-арт та дизайн персонажів. Зважаючи на виділені тенденції показано, як вони впливають на зміст підготовки з комп'ютерної графіки та цифрового дизайну здобувачів освітньої програми «Цифровий дизайн».

**Ключові слова:** комп'ютерна графіка; цифровий дизайн; цифрове мистецтво; зміст підготовки; професійна освіта.

Submitted:  
15 February 2021  
Accepted:  
20 March 2021  
Published online:  
31 March 2021

© K. Osadcha  
© V. Baluta

This work is  
licensed under a  
["CC BY 4.0"](#) license.

**1**

---

**The influence of modern trends in digital art on  
the content of training in computer graphics  
and digital design**

Kateryna Osadcha, Victoria Baluta

**Abstract**

The development of digital technologies leads to a variety of pictorial arts. With the advent of computer technology and communication technologies, areas such as computer graphics, computer and digital design, and phenomena such as digital art have emerged. The article analyzes these concepts, which provided an opportunity for further study. Based on the analysis of Internet resources on digital art, the following main trends are identified: virtual art, 3D printing, open source software, art of artificial intelligence, a combination of 2D animation and modern technologies, 3D painting, UX / UI design, game design, concept art and character design. Examples of reflection these tendencies in modern art are given. Given the selected trends, it is shown how they affect the content of training in computer graphics and digital design for students of the educational program "Digital Design" (list of compulsory and optional educational components, the content of educational practice).

---

It is noted that to successfully work with computer graphics, students need to master traditional knowledge of pictorial arts (the concept of composition, color, perspective, proportions, shadows) and the ability to use them to create digital products using computer programs (2D graphic editors and 3D graphics) and digital technology (graphics tablet, personal and personal computer, projection equipment, camera, devices for VR and AR reality, scanner and printer, including 3D scanner and 3D printer).

**Keywords:** computer graphics; digital design; digital art; content of training; professional education.

## **ВСТУП**

---

Нині новим напрямом образотворчого мистецтва стало створення творів з використанням комп'ютера, графічного чи екранного планшета, стилуса та інших технічних пристроїв. Сучасне цифрове мистецтво швидко розвивається і проникає у багато сфер людської діяльності, захоплюючи позиції в оформленні книг, плакатів, постерів, рекламної продукції, індустрії комп'ютерних ігор і кіно. Залишаючи базисні принципи не змінними, воно продовжує удосконалюватись. Ці процеси у свою чергу потребують осмислення і узагальнення для модернізації змісту підготовки сучасних фахівців у галузі комп'ютерної графіки та цифрового дизайну.

Якщо на початку 21 ст. студенти у курсі «Комп'ютерна графіка» вивчали такі графічні редактори як Adobe Photoshop, CorelDraw ([Осадчий, 2000а](#)), XPaint, OpenOffice.org DRAW, XFig та Gimp ([Осадчий, 2003](#)), то сьогодні роботодавцями вимагається володіння програмними продуктами компаній Adobe Systems, Autodesk, Corel Corporation, Blender Foundation, Trimble Inc. та ін., а в навчальних закладах здійснюється навчання цим програмам ([Олійник, 2013](#)).

Аналіз та модифікація змісту підготовки з комп'ютерної графіки і дизайну розглядалися науковцями у таких аспектах: формування у студентів національних та естетичних цінностей CorelDraw ([Осадчий, 2000b](#)); інтеграція практично-технічної підготовки фахівців з комп'ютерної графіки і дизайну ([Корчевський, 2017](#)); формування змісту навчання комп'ютерної графіки майбутніх бакалаврів кібербезпеки ([Матвійчук-Юдіна, 2017](#)); формування базисних компетентностей з проєктування користувацьких інтерфейсів та веб-дизайну ([Чемерис, & Осадча, 2019](#)); формування графічних знань і вмінь за допомогою інформаційних технологій ([Глазунова, 2003](#); [Горбатюк, & Козак, 2018](#)); методичні засади навчання комп'ютерної графіки студентів закладів вищої освіти ([Гевко, & Коляса, 2019](#)). Проте аналізу сучасних тенденцій у цифровому мистецтві та те, як вони можуть бути застосовані у процесі викладання комп'ютерної графіки та цифрового дизайну, науковцями не приділялось достатньо уваги. Отже, метою дослідження є вивчення сучасних тенденцій цифрового мистецтва та визначення шляхів їх реалізації у змісті підготовки з комп'ютерної графіки та цифрового дизайну у закладах вищої освіти.

Комп'ютерна графіка починала своє існування завдяки досягненням в електротехніці, електроніці та телебаченні. До перших піонерів комп'ютерної графіки належать художники (Ч. Ксурі та Д. Уїтні) та дослідники (І. Сазерленд та К. Ноултон). У 50-х роках ХХ ст. вони розглядали можливості комп'ютера як ресурс для створення і взаємодії із зображеннями ([Carlson, 2017](#)). У ці ж роки у США в Технологічному інституті штату Массачусетс був розроблений комп'ютерний дизайн. Проте на той час висока вартість обладнання та відносно примітивне програмне забезпечення не дозволили використовувати цей метод широко, обмежившись його застосуванням у аерокосмічній та автомобільній промисловості ([Фиелл, & Фиелл, 2008](#)). Можна сказати, що комп'ютерна графіка офіційно розпочалася з роботи І. Сазерленда в 1963 р. над інтерактивним проектуванням лінійних креслень з використанням простого електронно-променевого дисплея ([Freeman, 1980](#)). В. Феттеру у 1960 році приписували формулювання поняття «комп'ютерна графіка» ([Carlson, 2017](#)). Наприкінці 70-х і на початку 80-х років відбулася друга хвиля розвитку комп'ютерної графіки, яка була утворена насамперед компаніями, що виробляли спецефекти, розробниками обладнання та програмного забезпечення, університетами та кінокомпаніями – Omnibus Computer Graphics, Во Gehring та ін. Увагу на комп'ютер як засіб для творчості вперше звернув М. Нолл у роботі «The Digital Computer as a Creative Medium» ([Noll, 1967](#)). Завдяки роботі таких комп'ютерних художників та дослідників комп'ютерної графіки як Е. Заяк, К. Ноултон, Л. Хармон, Р. Вайс, Л. Шварц Е. Кетмелл та ін. у 90-х роках з'явилися повноцінні образотворчі і повнокольорові роботи, виконані з використанням персонального комп'ютера.

Нині поняття комп'ютерної графіки потрактовується по-різному: як один з найпопулярніших напрямів computer science ([Лигун, & Шумейко, 2010](#)); область знань, яка вивчає і розробляє засоби і методи створення і перетворення графічних об'єктів за допомогою комп'ютера ([Морозенко, & Вишневський, 2013](#)). Найбільш повне визначення цього поняття представлено У. Е. Карлсоном: 1) графічні зображення, що виводяться на екран дисплея, плотер або принтер; 2) вивчення методів, що використовуються для отримання такого зображення; 3) використання комп'ютера для створення й обробки графічних зображень на відеоекрані, як у техніках анімації або виробництві аудіовізуальних засобів ([Carlson, 2017](#)).

Комп'ютерний дизайн визначають, як сферу дизайну, в якому за основний інструменту художнього конструювання та проектування слугує комп'ютер ([Борозна, & Шифрин, 2007](#)). Ключовим поняттям, що визначає особливості цього виду художньої творчості в словосполученні «комп'ютерний дизайн», є поняття «дизайн», що є професійним

---

моделюванням зовнішньої сторони (вигляду, звучання і т.ін.) реальних і віртуальних об'єктів і суб'єктів повсякденною культури, створенням (нині нерідко за допомогою комп'ютера) модного силуету з метою підвищення успіху презентації феноменів цієї культури без прямого зв'язку з їх функцією, змістом і семіотичним значенням ([Останин, 2004](#)).

Поняття цифрового дизайну є ширшим. Він може означати: 1) процеси проектування графіки, дизайн-об'єктів навколишнього оточення або віртуальних образів у середовищі доповненої/віртуальної реальності із застосуванням імерсійних 3D-технологій і спеціального програмного забезпечення цифрової обробки та генерації зображень ([Гардабхадзе, 2019](#)); 2) розробку засобів, систем та приладів мікроелектроніки; 3) опис основних принципів створення електронних пристроїв і процесів проектування цифрових схем і підсистем ([Harris, & Harris, 2013](#)). В загальному розумінні це поняття можна представити як проектне застосування цифрових технологій у різноманітних сферах сучасного дизайну – розробці елементів і систем інформаційного простору, мультимедіа в середовищному й експозиційному дизайні, розробці промислових виробів, насичених інтерактивними можливостями ([Лаврентьев и др., 2016](#)). У застосуванні цифрових технологій мистецтво також важливе, адже вони застосовуються мистецьким способом, майстерним спеціалістом, що володіє цифровим ремеслом. На відміну від традиційного образотворчого мистецтва цифрове має принципові відмінні особливості: цифровий формат, аналогова форма сприйняття інформації, візуальний характер повідомлення, а також такі властивості як безоб'єктність, доступність для редагування, легкість видалення, створення ідентичних копій і їх множинність, що призводить до масового відтворення. Отже, в цифровому мистецтві художник використовує цифрові технології (базуються на двійковому коді), і найчастіше за все – це комп'ютер.

## **РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

---

Зважаючи на те, що сучасний бізнес вимагає від цифрових дизайнерів різного спектру вмінь по створенню таких інноваційних цифрових продуктів, аналогів для яких ще не було у просторах цифрового світу, підготовка з комп'ютерної графіки здобувачів вищої освіти має орієнтуватися на сучасні тенденції цифрового мистецтва.

Аналіз інформаційних ресурсів (сайтів, порталів, платформ) з тематики цифрового мистецтва дозволив виділити такі тенденції цієї галузі: віртуальне мистецтво, 3D-друк, програмне забезпечення з відкритим кодом, мистецтво штучного інтелекту, поєднання 2D-анімації й сучасних технологій, 3D-живопис, ігровий дизайн.

Віртуальне мистецтво набуло популярності в середині ХХ ст. завдяки новим технологічним та комунікаційним розробкам. Віртуальне

мистецтво стосується художніх та естетичних пропозицій, які розробляються в нематеріальному та нефізичному контексті. Це означає, що воно стосується творів мистецтва, які не є «об'єктом» у сенсі своєї матеріальної присутності, а замість цього є ефемерними об'єктами, які не існують постійно і є тимчасовими. Віртуальність у мистецтві також може бути пов'язана з творами, які доступні лише за певних умов, і, отже, вони будуть повноцінними у своєму художньому та естетичному сенсі лише тоді, коли до нього звернеться громадськість, наприклад, твори мережевого мистецтва ([Albuquerque, & Almeida, 2012](#)). Прикладом такого мистецтва є синтетична галерея «FEELINGS», на якій на Mozilla Hubs (<https://hubs.mozilla.com/TqygwLx/feelings>) представлена цифрова виставка творів шести художників Аааіао, Метью Ганта ([рис. 1](#)), Клаудії Харт, Лажуне Макмілліан, Мартіни Менегон та Каті Шульц. Замислено заповнюючи безтілесний простір віртуального, представлені художники створюють нові моделі взаємодії між предметом, собою та іншими.

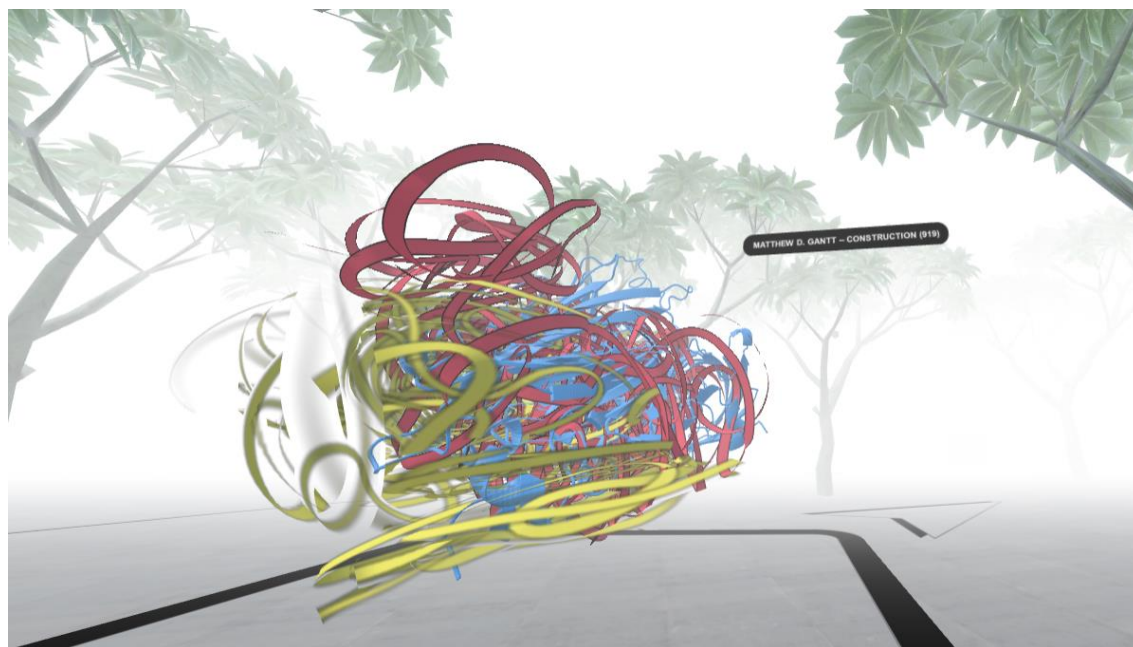


Рис. 1. Віртуальна робота Метью Ганта Будівництво (919) – скріншот з <https://hubs.mozilla.com/TqygwLx/feelings>

3D-друк завдяки понад 80 виробникам 3D-принтерів і десяткам тисяч підприємств, побудованих на основі технології 3D-друку не зменшує своїх обертів розвитку. Як прогнозує гігант програмного забезпечення для 3D-друку AMFG, у найближчі роки галузь стане ще більш різноманітною. Продовжуватимуть з'являтися захоплюючі нові технології – від 3D-друку кремнієм та металом до термопластичних полімерних волокон та навіть композиційних матеріалів, призначених для друку ([The Additive Manufacturing Industry Landscape, 2019](#)). Прикладом, що ілюструє мистецтво 3D-друку, можна назвати роботу Мікаели Джансе ван Вуурен «Хризантема».



Перехід цифрових дизайнерів до програмного забезпечення з відкритим кодом є важливою тенденцією останніх років. Великі компанії відкривають вихідний код для свого програмного забезпечення. Наприклад, Intel має власний Центр технологій з відкритим кодом (<https://01.org>), а Pixar надала вихідний код для своєї технології анімації відкрила свої анімаційні технології (<https://github.com/PixarAnimationStudios>). Зростає кількість активних користувачів Blender у світі (Siddi, 2020).

Мистецтво штучного інтелекту (мистецтво нейронних мереж) – це нова форма мистецтва, створена за допомогою розумних алгоритмів. Воно почало бурхливо розвиватися і піднімати цікаві філософські питання про те, що в першу чергу розуміється під мистецтвом. Але ажіотаж навколо мистецтва ШІ, як правило, забуває або ігнорує той факт, що код, що стоїть за ШІ, повинен створюватися в першу чергу людьми. Прикладом такого мистецтва є робота «Портрет Едмона Беламі», яка була продана на аукціоні за 432 500 доларів (McFadden, 2019).

З поширенням технологій 3D-анімації 2D-анімація почала занепадати, проте поєднання 2D-анімації й сучасних технологій надали їй нового дихання. Це яскраво відобразилося у графіці мультфільму «Клаус», де було використано якісний шейдінг (затемнення або висвітлення окремих ділянок при створенні зображення) (Failes, 2019).

3D-живопис включає створення та маніпулювання 3D-цифровими моделями та генерування зображень на основі змодельованої взаємодії світла, матеріалів, поверхонь та камери. Розвиток цього виду цифрового мистецтва пов'язаний з використанням віртуальної реальності, наприклад у роботах таких художників як Андрій Уджхазі та Олександра Горчинські.

UX-дизайн завдяки постійній потребі в удосконаленні юзабіліті дизайнерської продукції також залишається ключовим трендом сучасного цифрового мистецтва. UX-проектуванням називається вплив на відчуття і поведінку користувачів шляхом створення і взаємного узгодження тих елементів, які впливають на досвід взаємодії користувачів з конкретною компанією. До числа таких елементів відносяться фізичні об'єкти (наприклад, реальні товари і упаковка), звукові об'єкти (реклама, характерні музичні фрагменти) і навіть запахи (аромат свіжоспеченого хліба в крамниці). Крім того, сюди відносяться і нематеріальні об'єкти, з якими користувач може взаємодіяти, наприклад цифрові інтерфейси (веб-сайти, додатки для мобільних телефонів), та, звичайно, люди (представники служби підтримки, продавці, друзі і родичі) (Унгер, & Чендлер, 2011). Власне розробка цифрових інтерфейсів (UI-дизайн) і є продукцією сучасного цифрового художника. Адже цілком доцільно вважати мистецтво майстерність зробити взаємодію користувача із продуктом найбільш простою, зрозумілою, завдяки естетично привабливому і зручному інтерфейсу. Наразі акцент у UX/UI-дизайні

---

робиться на адаптивному дизайні інтерфейсів, анімації та використанні 3D-елементів.

Ігровий дизайн включає ширше поле розробки відеоігор і стосується використання творчості та дизайну для розробки гри в розважальних або освітніх цілях. Він передбачає створення ігрових середовищ, переконливих історій, персонажів, ігрових предметів (пропсів) та об'єктів (асетів), які сприяють взаємодії з іншими персонажами, користувачами чи об'єктами (рис. 2).

Дотичними до ігрового дизайну напрямом цифрового мистецтва є концепт-арт та дизайн персонажів. Концепт-арт - це вид ілюстрації, основною метою якої є виразити візуальну демонстрацію настрою для використання у фільмах, відеоіграх, анімації тощо для візуалізації концептуальної думки перед кінцевим продуктом. Концепт-арт також має на меті дати уявлення про візуальний розвиток та концептуальний дизайн уяви художника. Термін «концепт-арт» відноситься також до організації персонажів у відповідному середовищі (Shamsuddin, Islam, & Islam, 2013).



Рис. 2. Приклад ігрового дизайну – ліцензія Creative Commons

(<https://snappygoat.com/o/1bbc8f50a2be19681d0e0684d06ae83e3a38885e/minecraft-video-game-blocks-block-1106261.png>)

Дизайн персонажів (рис. 3) – створення когось або чогось, що, взято в контексті його оточення, викликає у аудиторії впевненість, реакцію чи очікування щодо фізичної будови, характеру та особистості творіння. Як зазначає Д. Зегмілер «дизайн персонажів – це все про ідеї та те, як їх поєднати» (Seegmiller, 2018).



Рис. 3. Концепт-арт персонажів – ліцензія Creative Commons  
([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Variance\\_in\\_character\\_design\\_-\\_Lia\\_Turtle,\\_Shain,\\_and\\_Cendrea\\_from\\_Chaos%26Evolutions.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Variance_in_character_design_-_Lia_Turtle,_Shain,_and_Cendrea_from_Chaos%26Evolutions.png))

Отже, розвиток цифрових технологій призводить до урізноманітнення форм цифрового мистецтва. Найпоширеніші з них наведені вище і спонукають до переосмислення змісту підготовки з комп'ютерної графіки та цифрового дизайну. Це було зроблено при розробці змісту з комп'ютерної графіки у процесі підготовки здобувачів освітньої програми «Цифровий дизайн». Зокрема було впроваджено такі обов'язкові освітні компоненти як «Проектування користувацьких інтерфейсів», «Цифрове дизайн-проектування» та вибіркові компоненти «Вступ до цифрового дизайну», «Цифровий живопис основами кольорознавства», «Комп'ютерні анімаційні технології». На 2-му курсі було проведено навчальну практику з дисципліни «Комп'ютерна графіка», під час якої студенти набували практичних умінь з оволодіння технологією 3D-сканування та 3D-друку.

Для успішної роботи з комп'ютерною графікою студентам потрібно оволодіти традиційними знаннями з образотворчого мистецтва і вміннями застосовувати їх для створення цифрових продуктів за допомогою комп'ютерних програм та цифрової техніки. На нашу думку, фахівцеві з комп'ютерної графіки потрібне:

1. Знання основ художнього мистецтва: композиції, колористики, перспективи, пропорцій, світлотіні.
2. Володіння базовими навичками малюнка від руки: робота лінією як виражальним засобом графіки, ескізами та штрихуванням.
3. Здатність творчо підходити до справи: пошук та генерування ідей, моніторинг сучасних трендів образотворчого мистецтва. Фахівець повинен бути в курсі всіх нововведень, щоб залишатися затребуваним.
4. Вільне володіння графічними редакторами для створення растрових і векторних, 2D- і 3D-зображень.
5. Уміння застосовувати цифрові технології для втілення своїх ідей: малювати на графічному планшеті, використовувати персональний і



---

персональний комп'ютер, проекційну техніку, фотоапарат, пристрої для VR- та AR-реальності, сканер і принтер, у тому числі 3D тощо.

*Ukr. J. of Educ.  
Stud. and Inf.  
Technol.*  
2021, 9(1)

## ВИСНОВКИ

---

Аналіз ключових понять цифрового мистецтва та його тенденцій дозволили виділити сучасні напрями розвитку цифрового мистецтва такі як віртуальне мистецтво, 3D-друк, програмне забезпечення з відкритим кодом, мистецтво штучного інтелекту, поєднання 2D-анімації й сучасних технологій, 3D-живопис, ігровий дизайн. Нині спеціалісти з комп'ютерної графіки та цифрового дизайну повинні не лише вміти ретушувати та малювати зображення в у графічному редакторі, робити 3D-моделі і реалістичні візуалізації, працювати з предметною фотографією, створювати креативні концепції і показувати свої ідеї на скетчах, а й володіти засобами програмування графіки, розробки VR- та AR-проектів, віртуальних та 3D-малюнків та технологіями 3D-друку. Тому зміст підготовки з комп'ютерної графіки та цифрового дизайну має передбачати ознайомлення як традиційними знаннями з образотворчого мистецтва так і з цифровими технологіями та програмними засобами створення різноманітної цифрової продукції. Перспективами побільших досліджень є постійний моніторинг тенденцій у цифровому мистецтві та оновлення змісту освітньої програми «Цифровий дизайн» та змісту і переліку обов'язкових та освітніх компонентів цієї програми.

9

---

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

---

- Борозна, М. Г., & Шифрин, А. Е. (2007). Соотношение понятий «компьютерное искусство» и «компьютерный дизайн». *Компьютерный дизайн мультимедийных изданий. Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов*, 11(17), 96–99.
- Гардабхадзе, І. А. (2019). Дизайн постцифрового періоду: тенденції і перспективи. *Традиції та новації у вищій архітектурно-художній освіті*, 4, 7–14.
- Гевко, І., & Коляса, П. (2019). Методика навчання комп'ютерної графіки студентів закладів вищої освіти. *Молодь і ринок*, (3), 6–12. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.165988>.
- Глазунова, О. Г. (2003). *Методика навчання майбутніх фахівців аграрного профілю засобами комп'ютерної графіки*. (Автореф. дис. канд. пед. наук). Національний аграрний університет, Київ.
- Горбатюк, Р. М., & Козак, Ю. Ю. (2018). Педагогічні умови формування графічної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю в педагогічних університетах. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*, 6 (3), 33–47. <https://doi.org/10.32919/uesit.2018.03.04>.
- Корчевський, Д. О. (2017). *Теоретико-методичні основи інтеграції змісту практично-технічної підготовки фахівців з комп'ютерної графіки і дизайну*. (Автореф. дис. докт. пед. наук). Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова, Київ.

- Лаврентьев, А. Н., Жердев, Е. В., Кулешов, В. В., Мясникова, Л. Г., Сазиков, А. В., Бирюков, В. Е., Покровская, Л. В., & Левина, О. Ю. (2016). *Цифровое искусство: история, теория, практика*. Москва: МГХПА им. С. Г. Строганова.
- Лигун, А. О., & Шумейко, О. О. (2010). *Комп'ютерна графіка (Обробка та стиск зображень)*. Дніпропетровськ: Біла К. О.
- Матвійчук-Юдіна, О. В. (2017). Вітчизняний та зарубіжний досвід формування змісту навчання комп'ютерної графіки майбутніх бакалаврів кібербезпеки. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 62 (6), 264–276. <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1938>.
- Морозенко, О. П., & Вишневський, І. В. (2013). *Комп'ютерна графіка*. Дніпропетровськ: НМетАУ.
- Олійник, Ю. І. (2013). *Основи комп'ютерної графіки* (Ч. 1). Херсон: Штрих.
- Осадчий, В. В. (2000a). Формування професійних навичок спеціалістів-інформатиків на прикладі вивчення графічних редакторів Photoshop та CorelDraw. *Сучасні педагогічні інновації у підготовці і післядипломній освіті педагогічних кадрів*. Черкаси. 120–123.
- Осадчий, В. В. (2000b). Формування у студентів національних та естетичних цінностей під час викладання графічних редакторів. *Педагогічні науки*, 15(1), 68–72.
- Осадчий, В. В. (2003). Місце відкритого програмного забезпечення в обробці графічної інформації. *Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики*, 3, 247–250.
- Останин, А. А. (2004). *Дизайн, компьютерный дизайн: культурологическая интерпретация*. (Автореф. дис. канд. культуролог. наук). Москва.
- Унгер, Р., & Чендлер, К. (2011). *UX-дизайн. Практическое руководство по проектированию опыта взаимодействия*. СПб.: Символ-Плюс.
- Фиелл, Ш., & Фиелл, П. (2008). *Энциклопедия дизайна. Концепции. Материалы. Стили*. Москва: Астрель.
- Чемерис, Г. Ю., & Осадча, К. П. (2019). *Проектування користувацького інтерфейсу*. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В.
- Albuquerque, I., & Almeida, T. (2012). Virtual Art: a tendency in contemporary Art. In *Proceedings of the Contemp Art'12* (pp. 65-70). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/235901585\\_VIRTUAL\\_ART\\_A\\_TENDENCY\\_IN\\_CONTEMPORARY\\_ART](https://www.researchgate.net/publication/235901585_VIRTUAL_ART_A_TENDENCY_IN_CONTEMPORARY_ART).
- Carlson, W. E. (2017). *Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview*. Retrieved from <https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory>.
- Failes, I. (2019). Here's what made the 2D animation in 'Klaus' look '3D'. *Before & Afters*. Retrieved from <https://beforesandafters.com/2019/11/14/heres-what-made-the-2d-animation-in-klaus-look-3d>.
- Freeman, H. (1980). *Tutorial and Selected Readings in Interactive Computer Graphics*. IEEE computer society, CA & IEEE NY.
- Harris, D. M., & Harris, S. L. (2013). *Digital Design and Computer Architecture*. Waltham, MA, USA : Elsevier : Morgan Kaufmann.
- McFadden, C. (2019). *7 of the Most Important AI Artists That Are Defining the Genre*. Retrieved from <https://interestingengineering.com/7-of-the-most-important-ai-artists-that-are-defining-the-genre>.
- Noll, M. (1967). The Digital Computer as a Creative Medium. *IEEE Spectrum*, 4(10), 89-95. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.1967.5217127>.
- Seegmiller, D. (2018). *Digital Character painting using Photoshop® CS3*. Boston, Massachusetts: Charles River Media.
- Shamsuddin, A. K., Islam, M. B., & Islam, M. K. (2013). Evaluating content based animation through concept art. *International Journal of Trends in Computer Science*, 2(11), 818-830.

- Siddi, F. (2020). Blender by the Numbers – 2019. Retrieved from <https://www.blender.org/press/blender-by-the-numbers-2019>.
- The Additive Manufacturing Industry Landscape 2019: 171 Companies Driving the Industry Forward [Updated]. (2019). Retrieved from <https://amfg.ai/2019/02/27/additive-manufacturing-industry-landscape-2019>.

## REFERENCES

- Borozna, M. G., & Shifrin, A. E. (2007). Correlation of the concepts of "computer art" and "computer design". Computer design of multimedia publications. *Journal of scientific publications of graduate and doctoral students*, 11(17), 96–99. (in Russian)
- Gardabkhadze, I. A. (2019). Design of post-digital period: trends and prospects. *Traditions and novations of the higher architectonic and art education*, 4, 7–14. (in Ukrainian)
- Hevko, I., & Kolyasa, P. (2019). Technique of teaching students the computer graphics at higher education institution. *Youth and market*, (3), 6–12. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2019.165988>. (in Ukrainian)
- Glazunova, L. (2003). *A technique of training of the future specialists of an agrarian profile by means of the computer-generated image*. (Abstract of Doctoral Thesis). National agrarian university, Kiev. (in Ukrainian)
- Horbatiuk, R., & Kozak, Yu. (2018). Pedagogical conditions of formation of graphic competence of future engineers-teachers of the computer profile in pedagogical universities. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*, 6(3), 33–47. <https://doi.org/10.32919/uesit.2018.03.04>. (in Ukrainian)
- Korchevskiy, D. O. (2017). *Theoretical and methodological basis of content integration Practical technical training of specialists in computer graphics and design*. (Abstract of Doctoral Thesis). National Pedagogical University named after M. Drahomanov, Kyiv. (in Ukrainian)
- Lavrentev, A. N., Zherdev, E. V., Kuleshov, V. V., Myasnikova, L. G., Sazikov, A. V., Biryukov, V. E., Pokrovskaya, L. V., & Levina, O. Yu. (2016). *Digital art: history, theory, practice*. Moscow: MGHPA im. S.G. Stroganov. (in Russian)
- Lyhun, A. O., & Shumeiko, O. O. (2010). *Computer graphics (Image processing and compression)*. Dnipropetrovsk: Bila K. O. (in Ukrainian)
- Matviichuk-Yudina, O. V. (2017). Domestic and foreign experience of the content formation of computer graphics education for future bachelors of cybersecurity. *Information Technologies and Learning Tools*, 62(6), 264–276. <https://doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1938>. (in Ukrainian)
- Morozenko, O. P, & Vishnevsky, I. V. (2013). *Computer Graphics*. Dnipropetrovsk: NMetAU. (in Ukrainian)
- Oliylyk, Y. I. (2013). *Fundamentals of computer graphics* (Part 1). Kherson: Shtrykh. (in Ukrainian)
- Osadchiy, V. V. (2000a). Formation of professional skills of computer specialists on the example of studying graphic editors Photoshop and CorelDraw. *Modern pedagogical innovations in training and postgraduate education of teachers*. Cherkasy. 120–123. (in Ukrainian)
- Osadchiy, V. V. (2000b). Formation of students' national and aesthetic values during the teaching of graphic editors. *Pedagogical sciences*, 15(1), 68–72. (in Ukrainian)
- Osadchiy, V. V. (2003). Place open source software in processing image information. *Theory and methods of learning mathematics, physics, informatics*, 3, 247–250. (in Ukrainian)
- Ostanin, A. A. (2004). *Design, computer design: cultural interpretation*. (Abstract of Candidate's Thesis). Moscow. (in Ukrainian)

- Unger, R., & Chandler, K. (2011). *UX design. A practical guide to designing interaction experiences*. St. Petersburg: Symbol-Plus. (in Russian)
- Fiell, S., & Fiell, P. (2008). *Encyclopedia of Design. Concepts. Materials. Styles*. Moscow: Astrel. (in Russian)
- Chemeris, G. Y., & Osadcha, K. P. (2019). *User interface design*. Melitopol: FOP Odnoroh T. V. (in Ukrainian)
- Albuquerque, I., & Almeida, T. (2012). Virtual Art: a tendency in contemporary Art. In *Proceedings of the Contemp Art'12* (pp. 65-70). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/235901585\\_VIRTUAL\\_ART\\_A\\_TENDENCY\\_IN\\_CONTEMPORARY\\_ART](https://www.researchgate.net/publication/235901585_VIRTUAL_ART_A_TENDENCY_IN_CONTEMPORARY_ART). (in English)
- Carlson, W. E. (2017). *Computer Graphics and Computer Animation: A Retrospective Overview*. Retrieved from <https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory>. (in English)
- Failes, I. (2019). Here's what made the 2D animation in 'Klaus' look '3D'. *Befores & Afters*. Retrieved from <https://beforesandafters.com/2019/11/14/heres-what-made-the-2d-animation-in-klaus-look-3d>. (in English)
- Freeman, H. (1980). *Tutorial and Selected Readings in Interactive Computer Graphics*. IEEE computer society, CA & IEEE NY. (in English)
- Harris, D. M., & Harris, S. L. (2013). *Digital Design and Computer Architecture*. Waltham, MA, USA : Elsevier : Morgan Kaufmann. (in English)
- McFadden, C. (2019). *7 of the Most Important AI Artists That Are Defining the Genre*. Retrieved from <https://interestingengineering.com/7-of-the-most-important-ai-artists-that-are-defining-the-genre>. (in English)
- Noll, M. (1967). The Digital Computer as a Creative Medium. *IEEE Spectrum*, 4(10), 89-95. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.1967.5217127>. (in English)
- Seegmiller, D. (2018). *Digital Character painting using Photoshop® CS3*. Boston, Massachusetts: Charles River Media. (in English)
- Shamsuddin, A. K., Islam, M. B., & Islam, M. K. (2013). Evaluating content based animation through concept art. *International Journal of Trends in Computer Science*, 2(11), 818-830. (in English)
- Siddi, F. (2020). Blender by the Numbers – 2019. Retrieved from <https://www.blender.org/press/blender-by-the-numbers-2019>. (in English)
- The Additive Manufacturing Industry Landscape 2019: 171 Companies Driving the Industry Forward [Updated]*. (2019). Retrieved from <https://amfg.ai/2019/02/27/additive-manufacturing-industry-landscape-2019>. (in English)

Про авторів:

**Осадча Катерина Петрівна**, кафедра інформатики і кібернетики, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, Мелітополь, Україна. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0653-6423>. [okp@mdpu.org.ua](mailto:okp@mdpu.org.ua)

**Балута Вікторія Сергіївна**, кафедра інформатики і кібернетики, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, Мелітополь, Україна. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3310-2877>. [viktoria\\_baluta@mdpu.org.ua](mailto:viktoria_baluta@mdpu.org.ua)

About the authors:

**Kateryna P. Osadcha**, Department of Informatics and Cybernetics, Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, Ukraine. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0653-6423>. [okp@mdpu.org.ua](mailto:okp@mdpu.org.ua)

**Victoriia S. Baluta**, Department of Informatics and Cybernetics, Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, Ukraine. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3310-2877>. [viktoria\\_baluta@mdpu.org.ua](mailto:viktoria_baluta@mdpu.org.ua)