

УДК 378.147:004

DOI: 10.32342/2522-4115-2024-1-27-21

**М.Г. ПОГОРЕЛОВ,**  
доктор філософії,

доцент кафедри теорії і практики технологічної та професійної освіти,  
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (м. Слов'янськ)

**А.А. ПРАСОЛ,**

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,  
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» (м. Слов'янськ)

## КОМП'ЮТЕРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ У ВИКЛАДАННІ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН: ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

У статті досліджено розвиток ідей наочності та візуалізації в організації навчального процесу, зокрема у викладанні загальнотехнічних дисциплін. Розглянуто історичний контекст запровадження засобів електронної візуалізації в освіті, починаючи від перших проєкторів до сучасних технологій комп'ютерної візуалізації, таких як 2D і 3D-візуалізація, стереоскопічне 3D, віртуальна реальність (VR) та доповнена реальність (AR).

Визначено сутність комп'ютерної візуалізації як загального терміну для позначення графічних методів створення, аналізу та передачі інформації. З'ясовано, що весь візуальний контент може бути розділений на три підгрупи, серед яких структуровані, художні та демонстраційні візуальні об'єкти, які, своєю чергою, можуть бути статичними або динамічними, перебувати в одній площині або бути розгорнутими в тривимірному просторі.

Проаналізовано вплив комп'ютерної візуалізації на методику викладання загальнотехнічних дисциплін. Наведено орієнтовний перелік програмного забезпечення для створення засобів комп'ютерної візуалізації. З-поміж них додатки для створення презентацій та інфографіки, для 3D-моделювання, додатки й сервіси на базі віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR), програми-симулятори та програми-емулятори.

Виявлено головні напрями використання засобів комп'ютерної візуалізації у викладанні загальнотехнічних дисциплін, що застосовують допоміжний синопсис, схеми, таблиці, блок-схеми, графі, фрейми, хмари слів, доменні структури, картки пам'яті, комікси, евристичні замальовки, анімацію знань, інфографіку, мультимедійні презентації, навчальне відео, статичні і динамічні 2D і 3D моделі, об'єкти віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR).

Зроблено висновок про те, що дидактична ефективність комп'ютерної візуалізації у викладанні загальнотехнічних дисциплін забезпечується певними положеннями, а саме: спрямованість на швидке і повне запам'ятовування студентами понять, теорій і концепцій, що вивчаються; відповідність принципам достовірності, якості, повноти, достатності, логічності, простоти сприйняття, оптимальності, єдності графіки й тексту, акцентування на ключових моментах; спонукання студентів до самостійного аналізу і конструювання нових, нетривіальних дидактичних завдань, що дозволяють їм досліджувати поняття, явище чи об'єкт в умовах самостійного пошуку та навчального експериментування.

**Ключові слова:** наочність, візуалізація навчального матеріалу, комп'ютерна візуалізація, загальнотехнічні дисципліни, типологія засобів комп'ютерної візуалізації, методика викладання.

**Постановка проблеми.** Освіта є однією з найважливіших сфер життя сучасного суспільства. Її головна місія полягає в передачі досвіду, накопиченого людством, новому поколінню, а для вищої освіти – у підготовці конкурентоспроможних фахівців, здатних забезпечувати суспільний прогрес. Мірою розвитку технологій змінюється й інструментарій освіти, оскільки нові технологічні рішення поступово інтегруються в освітнє середовище.

© М.Г. Погорелов, А.А. Прасол, 2024

З-поміж засобів навчання системи електронної візуалізації відігравали важливу роль в освіті з перших днів їх появи. У 1930-х роках у школах з'явилися проектори, а наприкінці десятиліття, у 1939 році, у класі було встановлено перший телевізор, з середини минулого століття навчальні аудиторії вже оснащувалися проективною технікою (кодоскоп, діапроектор, епідіаскоп, кінопроектор), комплектом засобів площинної наочності, електронними моделями різних об'єктів і процесів, а у 1990-х рр. – першими комп'ютерами. Сьогодні в освіту впроваджуються технології комп'ютерної візуалізації, яку слід розуміти як загальний термін для позначення графічних методів створення, аналізу й передачі інформації. До них належать презентації, цифрові графічні зображення, 2D і 3D-візуалізації, як-от: стереоскопічне 3D (S3D), віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR).

Викладання загальнотехнічних дисциплін, таких як технологія конструкційних матеріалів, інженерне креслення, технічна механіка, теорія механізмів і машин, електротехніка, теплотехніка тощо, не є винятком у процесі цифровізації освітнього середовища. Донедавна їх викладання здійснювалося за допомогою традиційних технічних засобів наочності, методів розрахунку та креслення, але нині такий стан речей не задовольняє потреб сучасних студентів і вимог ринку праці. Сучасний розвиток комп'ютерів і програмного забезпечення дозволяє використовувати їх для підтримки роботи кваліфікованого інженера, що майже повністю трансформувало традиційні методи навчання і викладання загальнотехнічних дисциплін. Інноваційні підходи, такі як комп'ютерна візуалізація та 3D-моделювання, надають нові можливості для більш ефективного й інтерактивного навчання загальнотехнічних дисциплін, а в перспективі – високоефективного виконання фахівцями професійних функцій.

Зі свого боку, використання комп'ютерної візуалізації створює нові можливості для передачі знань. Вони полегшують усвідомлення й інтерпретацію технічних питань, сприяють міцному запам'ятовуванню, створюють підґрунтя для розв'язання навчальних і професійних завдань, підготовки курсових і дипломних проєктів, технічної документації. Засоби візуалізації не тільки покращують розуміння складних технічних концепцій, але й забезпечують розвиток технічної та просторової уяви студентів, що є надзвичайно важливим для майбутніх інженерів і фахівців технічних спеціальностей.

Водночас, багато педагогів та освітніх установ стикаються з труднощами у розробленні та використанні засобів комп'ютерної візуалізації через недостатнє технічне й програмне забезпечення й неволодіння відповідними технологіями, що значно ускладнює інтеграцію сучасних підходів у навчальний процес.

**Аналіз останніх публікацій.** Ідея наочності має глибоке коріння і завжди викликала непересічний інтерес з боку фахівців педагогічної, психофізіологічної, інженерної і ергономічної галузей, а також сфери мистецтва. Описуючи дидактичний принцип наочності, Я.А. Коменський вважав необхідним використовувати всі наявні органи чуття людини як головні компоненти сприйняття досліджуваних предметів. Висунутий ученим принцип наочності дотепер правомірно вважається «золотим правилом» дидактики. Й.Г. Песталоцці, автор теорії природовідповідного навчання, не обмежував свого розуміння наочності тим, що учням слід давати знання тільки на основі чуттєвого досвіду. Він уважав, що розвиток логічного мислення є невід'ємною частиною принципу наочності. Своєю чергою, К.Д. Ушинський наголошував, що головне у навчанні – не забезпечення наочності знань, а формування на цій основі чуттєвого образу. Подальший поступ педагогіки підтвердив, що наочність є важливим та необхідним засобом організації навчального процесу на будь-якому рівні [О.П. Буйницька, 2012]. Цю проблему висвітлено в роботах вітчизняних та зарубіжних класиків педагогічної науки і наук про освіту (І. Вишенський, Ф. Дістервег, Дж. Дьюї, Я. Коэльєвський, Ч. Купісевич, М. Монтень, М. Пірогов, Й. Песталоцці, С. Русова, Е.Л. Торндайк, К. Ушинський) та науковців сучасності (С. Архангельський, К. Бабанський, Н. Волкова, В. Давидов, В. Євдокимов, І. Малафіїк, А. Онищук, В. Паламарчук, О. Савченко, М. Фіцула, В. Чайка та ін.).

Принцип наочності надав поштовх для розвитку та утвердження принципу комп'ютерної візуалізації і сьогодні педагоги мають в своєму арсеналі такі інформаційно-комунікаційні засоби навчання, які за своїми дидактичними характеристиками значно перевершують засоби традиційної наочності. Упровадженню цього принципу в навчання і викладання сприяє новий, сформований у цифровому суспільстві у здобувачів освіти, тип

мислення. За оцінками дослідників, у зв'язку зі зростаючим потоком інформації утворюється так зване «кліпове» мислення, яке обмежує обсяг перероблюваних даних одним кадром. Засоби комп'ютерної візуалізації дозволяють підвищити ефективність навчання. Завдяки послідовній зміні кадрів, наочності й інтерактивності студентам легше побудувати причинно-наслідковий ланцюжок між різними фактами, усвідомити закони і закономірності, що існують в досліджуваному об'єкті [О. Бабич, О. Семеніхіна, 2014; О.П. Буйницька, 2012; В.В. Девін, В.С. Ткачук, Д.В. Скоробогатов, 2018; М.Г. Друшляк, 2018; Л.В. Кохан, 2016; R. Arnheim, 1974; J. Schwabish, 2021].

Спираючись на значні переваги комп'ютерної візуалізації у викладанні, дослідники цієї проблеми наголошують на тому, що застосування засобів комп'ютерної візуалізації потребує розробки та запровадження спеціальних методів задля залучення й утримання уваги, організації усвідомлення й забезпечення міцного запам'ятовування знань студентами [G. Alieksieieva, O. Novak, V. Miziuk, Y. Saienko, 2021; R. Arnheim, 1974; N.A. Dotsenko, 2021; K. Dzienic, M. Włodarczyk, M. Paśnikowska, 2014; H.I. Ivanova, O.O. Lavrentieva, L.F. Eivas, I.O. Zenkovych, A.D. Uchitel, 2021].

**Метою статті** є огляд розвитку ідей наочності та візуалізації в організації навчального процесу, з'ясування сутності комп'ютерної візуалізації й класифікації її типів і видів, визначення напрямів використання комп'ютерної візуалізації у викладанні загальнотехнічних дисциплін та програмних додатків, які забезпечують їх розроблення для потреб освітнього процесу.

**Виклад основного матеріалу.** Тема наочності, її ролі та місця в освітньому процесі є стрижневою для багатьох наукових праць. У більшості з них *наочність* розглядається як образ у пам'яті людини, який формується з представленої їй інформації, допомагаючи засвоювати її більш усвідомлено та з великим інтересом. Наочність виявляється у здатності сприймати інформацію не лише за допомогою органів зору, але й з використанням інших органів чуття, таких як слух, нюх, смакові та тактильні відчуття [М.Г. Друшляк, 2018].

Наочність є властивістю опису досліджуваного об'єкта, який дозволяє відобразити його існування та характеристики. Сучасні дидакти розглядають «наочність як джерело знань, на основі якого формуються чуттєві уявлення й поняття, як ілюстрацію до положень, що вивчаються, опору для абстрактного мислення» [С.У. Гончаренко, 2011, с. 306].

Визначень терміну «наочність» досить багато і, зберігаючи їх загальну думку можна підсумувати, що в освітньому процесі наочність є засобом представлення різноманітної інформації для викладання будь-яких галузей знань і водночас способом відображення візуального образу в пам'яті учнів із подальшим усвідомленням сутності досліджуваних об'єктів. Установлено, що значення наочності в навчанні не викликає заперечень, оскільки наочні засоби ефективно сприяють розвитку розумової діяльності того, хто навчається. Загалом наочність асоціюється зі здатністю подати інформацію якомога візуально незалежно від характеристик об'єкта; із закріпленням в уявленні образом об'єкта та його характеристик; за допомогою безпосередньої (наявний для розгляду об'єкт) та знакової наочності (моделі та абстракції) [Л.В. Кохан, 2016].

Багаторічне вивчення дидактичного принципу наочності та методів його застосування в освітньому процесі дало початок терміну, що уособив поглиблене, проаналізоване та усвідомлене, унаочнене представлення інформації та був позначений як «*візуалізація*» (з лат. visualis – «той, що сприймається очима, наочний») [Л.М. Михайлова, 2020, с. 30].

У численних дослідженнях підкреслюється відмінності між принципами наочності та візуалізації інформації. Якщо наочність за допомогою зорових каналів дозволяє відображати інформацію у свідомості, тим самим надаючи опору для ефективного запам'ятовування, то візуалізація є інструментом створення інформаційного потоку, придатного для подальшого наочного вивчення. Тобто візуалізація має складнішу за наочність структуру, оскільки додатково включає систему дій із конструювання образу досліджуваних предметів чи явищ, її головним призначенням є «вмикання» у свідомості суб'єкта «механізмів уяви, встановлення і закріплення асоціативних зв'язків між зоровими образами і характером основних понять» [О. Бабич, О. Семеніхіна, 2018].

Дж.М. Додеро, А.М. Вал, Дж. дель Торрес вказують на те, що візуалізація – це будь-який метод представлення спостережуваної реальності, тоді як результатом візуалізації

або візуальної моделі є будь-яка конструкція, що сприймається візуально і моделює сутність об'єкта пізнання. Тож, візуалізацію можна представити як мисленнєву діяльність зі створення візуальних, наочних, чуттєвих засобів, які доповнюють і збагачують інструментарій вирішення науково-технічних завдань і викладу навчального матеріалу. При використанні наочних чи візуальних засобів людина звертається як до очей, до цілої комбінації почуттів, що дозволяє ефективно запам'ятовувати матеріал із допомогою емоційного впливу [J.M. Doderо, A.M. Val, J. del Torres, 2010].

Р. Арнхейм, розглядаючи особливості створення й сприйняття художнього образу, наголошує, що візуальна модель містить більше, ніж реєструє наше око. У процесі візуального вивчення предметів людина формує свій образ в зоровій області головного мозку і цей процес відчувається як властивості об'єктів, що сприймаються. Однак, для того, щоб скласти повний комплект характеристик об'єкта людині необхідно порівняти своє внутрішнє відчуття об'єкта з тим, що вона безпосередньо бачить [R. Arnheim, 1974].

Отже, поняттям візуалізації як модельного уявлення, послуговувалися ще до появи ІКТ, і застосовували його у психотерапевтичних практиках, сугестивних моделях навчання, мистецтві з метою впливу на психічні процеси індивіда, активізації його сприйняття та мислення.

Трансформація поняття візуалізації почалося з появою перших електронних обчислювальних машин (ЕОМ). Уже друге покоління ЕОМ надало можливість користувачеві взаємодіяти з комп'ютером через монітор. На цьому етапі становлення ЕОМ під комп'ютерною візуалізацією розуміли виведення символів або цифр на екран дисплея, що віддзеркалювало процес обробки даних. Кожне наступне покоління ЕОМ відкривало нові способи взаємодії людини і комп'ютера. Сучасна комп'ютерна техніка, завдяки мініатюризації, порівняно низької вартості й широкого розповсюдження, стала чи не головним засобом навчання і викладання, джерелом знань для учня й методичним інструментом педагога. Як слушно наголошує М. Друшляк, у сучасному світі відбувається «візуальний поворот», який виявляється в тому, що візуалізація стає однією з найпопулярніших форм представлення інформації, збільшується візуальна складова всіх сфер життя людини, вона постійно супроводжується утворенням нових смислів і знань візуальними засобами комунікації» [М.Г. Друшляк, 2018, с. 80].

Під комп'ютерною візуалізацією розуміють:

– «наочне уявлення на екрані об'єкта, явища, процесу, його складових частин або їх моделей, при необхідності – у всіляких ракурсах, деталях, із можливістю демонстрації внутрішніх взаємозв'язків складових частин, у розвитку, у часовому та просторовому русі» [Н.І. Ivanova, О.О. Lavrentieva, L.F. Eivas, І.О. Zenkovych, A.D. Uchitel, 2021];

– методику переведення уявлень про об'єкти в геометричні образи, що дає можливість спостерігати результати комп'ютерного моделювання [K. Dziedzic, M. Włodarczyk, M. Pańnikowska, 2014];

– візуальне представлення на екрані комп'ютера абстрактних об'єктів та процесів у компактній формі або, навпаки – у деталях, з демонстрацією внутрішніх взаємозв'язків його складових частин [Н. Білошапка, 2018];

– візуальну розповідь, яка дає зручне, наочне уявлення про реальність, і критично важливий крок в обробці й аналізі даних [«Що таке візуалізація даних», 2024].

Отже, комп'ютерна візуалізація у вивченні загальнотехнічних дисциплін сприяє кращому засвоєнню знань, поєднанню неструктурованої інформації в один візуальний образ; спонукає до швидкої, але ефективної аналітики; відкриває можливість маніпулювання інформацією з метою підвищення ефективності навчальної роботи та повторення раніше вивченого матеріалу; дає змогу досліджувати складні технічні процеси і явища на моделях, що реалістично відтворюють умови їх функціонування; активує одночасну роботу різних типів пам'яті студентів, що, зі свого боку, підвищує ступінь сприйняття й засвоєння фактів, понять і явищ; формує візуальне мислення й зорове сприйняття, сприяє кращій передачі знань, розпізнаванню образів і підвищенню візуальної грамотності, що, своєю чергою позначається на технічному й інженерному мисленні, спостережливості й професійно важливих навичках студентів.

Розрізняють три напрями комп'ютерної візуалізації: наукова візуалізація, візуалізація програмного забезпечення та інформаційна візуалізація (див. рис. 1).

До засобів комп'ютерної візуалізації навчального матеріалу належать представлені в цифровій формі фото, відеофрагменти, відеопосібники, мультимедіа ресурси, що містять тексти, ілюстрації, статичні і динамічні 2D і 3D моделі, графічні та картографічні матеріали, креслення, символльні об'єкти, інфографіку, віртуальну (VR) й доповнену реальність (AR) та інші матеріали, необхідні для унаочнення навчального процесу. Вони можуть бути використані у викладанні загальнотехнічних дисциплін з метою підтримки викладання і навчання, роблячи заняття сучасними та захоплюючими, а діяльність студентів – більш різноманітною.

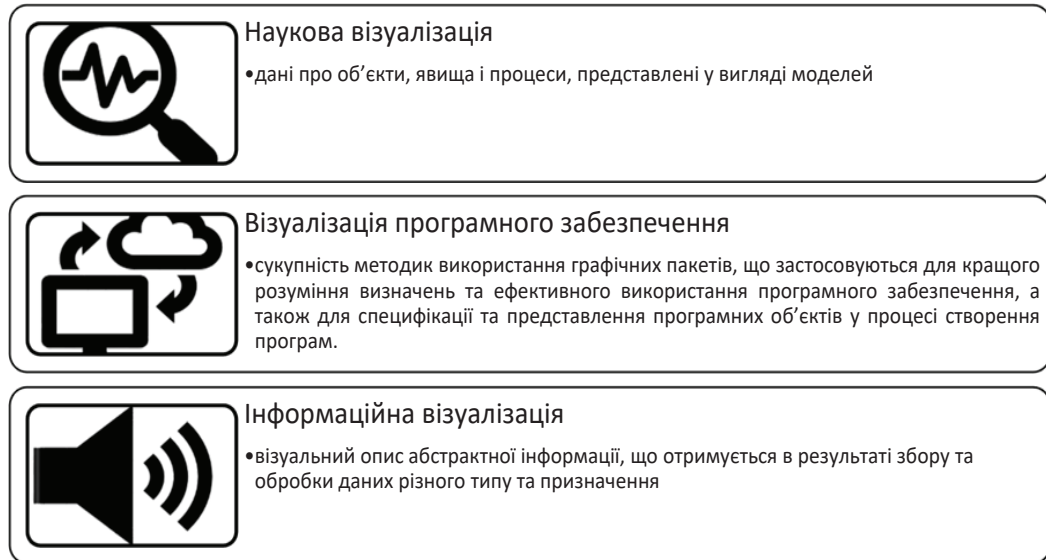


Рис. 1. Напрями комп'ютерної візуалізації (за [J.M. Dodero, A.M. Val, J. del Torres, 2010])

Тож, весь візуальний контент можна розділити на *три підгрупи* за деякими загальними ознаками, які притаманні кожному об'єкту окремо. Перша група – *структуровані візуальні об'єкти*, що додатково містять опис елементів. До цього класу належать такі види візуалізації як план, креслення, схема, фрейм, граф, діаграма, ментальна картка. Друга група – *художні візуальні об'єкти*, отримані шляхом використання технічних та / або програмних засобів і мають додатково яскраво виражену естетичну цінність (фото, колаж, ілюстрація, модель, евристичні замальовки, комікс тощо). Третя група – *демонстраційні візуальні об'єкти*, для яких характерним є композиція, задум, сюжет, сценарій чи певну послідовність. Цю групу представляють інфографіка, навчальний відеофільм, слайд-шоу, комп'ютерна презентація, об'єкти віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR).

Описані візуальні об'єкти розрізняються не лише за типологією, але й можуть виражатися в різних форматах, а саме: бути статичними або динамічними, перебувати в одній площині або бути розгорнутими в тривимірному просторі.

Відзначимо, що використання засобів комп'ютерної візуалізації в сучасному освітньому процесі не повинно зводитися до простого ілюстрування задля підвищення доступності та полегшення засвоєння навчального матеріалу, а має стати органічною частиною пізнавальної діяльності студента, засобом формування й розвитку не тільки наочно-образного, а й абстрактно-логічного мислення. Тому для посилення пізнавальних здібностей студентів, їх технічного мислення слід застосовувати не електронну наочність, яка передбачає пасивне сприйняття інформації або тривіальне управління ходом її демонстрації, а *когнітивну візуалізацію навчальної інформації*, таку, що активізує когнітивні процеси – розуміння, усвідомлення, аналіз, синтез, запам'ятовування [В.В. Девін, В.С. Ткачук, Д.В. Скоробогатов, 2018].



У навчальній практиці можна виокремити кілька напрямів застосування комп'ютерної візуалізації. Наприклад, візуалізація змісту навчального матеріалу (образне представлення нової навчальної інформації, закріплення навчального матеріалу, а також його систематизація за допомогою засобів візуалізації) у вигляді схеми, фрейму; презентація педагога, освітньо-професійної програми, закладу освіти; створення карт знань певної предметної галузі для трансформації навчального контенту в зручні візуальні конструкції; проведення спільної діяльності викладача та студента з метою представлення дистанційного курсу, мережевого проекту тощо у вигляді інфографіки.

Для створення засобів комп'ютерної візуалізації існує чимало програмного забезпечення, значна частина якого є або повністю, або умовно безкоштовною. З-поміж них додатки для створення презентацій та інфографіки: Prezi, Sway, Slides, Powtoon, Canva, Zoho Show, Genially, Emaze, Piktochart, Seidat, VideoScribe, Microsoft Visio, MS PowerPoint, Microsoft Power BI, Apache OpenOffice Impress, Google Presentations, Google Charts, Tableau Public, Infogram, Plotly. Популярні додатки для 3D-моделювання: Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, AutoCAD, Blender, Adobe After Effects, SketchUp, Cinema 4D. Додатки й сервіси на базі віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR), які можуть бути корисними у викладанні загальнотехнічних дисциплін: Google ARCore, Apple ARKit, CoSpaces Edu, ThingLink, Microsoft HoloLens, Unity та Unreal Engine та ін. На окрему увагу заслуговують програми-симулятори, які візуалізують різноманітні технічні об'єкти і процеси, зокрема PhET Interactive Simulations, Labster, CNC Simulator Pro, SimScale, Multisim, ANSYS, Cisco Packet Tracer та ін. [Н.І. Ivanova, О.О. Lavrentieva, L.F. Eivas, I.O. Zenkovych, A.D. Uchitel, 2021].

Головні напрями використання засобів комп'ютерної візуалізації у викладанні загальнотехнічних дисциплін показано в табл. 1.

Таблиця 1

**Комп'ютерна візуалізація у викладанні загальнотехнічних дисциплін**

Засіб комп'ютерної візуалізації	Опис	Приклади використання
Допоміжний синопсис (список допоміжних сигналів)	Умовний короткий реферат, який є чіткою конструкцією, що замінює собою систему фактів, понять, ідей, як взаємопов'язаних елементів частини навчального матеріалу	Опорний конспект, складання переліку кроків або компонентів у технічних процесах, наприклад, для ремонту автомобіля або складання електронних схем
Схема, таблиця	Графічне представлення структури, компонування або процесу, що демонструє взаємозв'язки між різними елементами або етапами	Візуалізація електричних схем для вивчення принципів роботи електронних пристроїв; створення таблиць для порівняння властивостей технічних процесів і об'єктів
Блок-схеми	Жорстка структура зображуваного матеріалу, що характеризується яскраво вираженим просторовим та/або часовим алгоритмом	Створення блок-схем для пояснення алгоритмів роботи програмного забезпечення або технічних процесів, таких як виробництво продукції
Граф	Математична структура, що складається з множини вершин (або вузлів) та множини ребер (або дуг), які з'єднують пари вершин	Аналіз даних щодо продуктивності машин, відображення взаємозв'язків у складних системах, таких як мережі постачання
Фрейм	Структура даних для представлення стереотипних ситуацій візуального сприйняття	Для моделювання структур даних та об'єктів у програмуванні, або для організації інформації в експертних системах
Хмара слів	Візуальне представлення текстових даних, де окремі слова або фрази відображаються у вигляді сукупності слів різного розміру	Візуалізація ключових термінів у технічних текстах для полегшення запам'ятовування і розуміння основних понять
Доменні структури	Представлення динаміки наукових знань у багатьох галузях за допомогою візуалізації зв'язків, відносин і джерел знань	Моделювання та аналіз доменних структур у комп'ютерних науках та інженерії, наприклад, для розробки програмної архітектури

Закінчення табл. 1

Засіб комп'ютерної візуалізації	Опис	Приклади використання
Карта пам'яті	Графічне вираження багатомірних процесів мислення, зручна техніка для представлення процесу мислення або структурування інформації	Структурування та візуалізація взаємозв'язків між науково-технічними концепціями, законами, закономірностями, принципами; класифікаційні й термінологічні схеми для опису технічних об'єктів
Комікс	Форма візуального мистецтва, що поєднує малюнки та текст для розповіді історій	Ілюстрування технічних процесів, таких як принцип роботи двигуна внутрішнього згоряння, історії техніки у доступній та зрозумілій формі
Евристичні замальовки	Графічні або текстові нотатки, які використовуються для візуалізації процесу мислення, ідей або рішень під час навчання або вирішення проблем. Вони можуть включати схеми, діаграми, малюнки та короткі пояснення, що допомагають зрозуміти складні концепції та знаходити інноваційні рішення через неформальні та інтуїтивні підходи	Візуалізація ідей та підходів при розв'язанні технічних завдань, наприклад, під час проектування нових пристроїв або систем; розв'язання навчальних задач; створення кінематичних схем тощо
Анімація знань	Об'єднує динамічну та інтерактивну візуалізацію, дозволяючи користувачам здійснювати певну взаємодію, наприклад контролювати, комбінувати та маніпулювати різними типами інформації під час створення та передачі знань	Демонстрація роботи технічних систем у динаміці, наприклад, анімація руху вузлів, механізмів, агрегатів; показ процесу в динаміці, наприклад дії сил і моментів сил, процесу передачі енергії, руху
Інфографіка	Візуальне представлення інформації, даних або знань за допомогою графічних елементів, таких як діаграми, графіки, карти, ілюстрації та піктограми	Представлення складних технічних даних у зручній та зрозумілій формі, наприклад, показ витрат матеріалів або енергоспоживання, правил техніки безпеки, алгоритму розв'язання технічного завдання тощо
Мультимедійна презентація	Спосіб подання інформації, який об'єднує різні типи медіа, такі як текст, зображення, аудіо, відео, анімації та інтерактивні елементи, з метою створення динамічного та інтерактивного навчального або інформаційного досвіду	Комплексне представлення навчального матеріалу з використанням тексту, зображень, відео та аудіо для пояснення або закріплення нового матеріалу
Навчальне відео	Мультимедійний освітній ресурс, який використовує аудіовізуальні елементи для передачі навчального матеріалу	Для пояснення нового матеріалу, демонстрації у виконанні практичних і лабораторних робіт, або процесів роботи з технічними пристроями та обладнанням
Статичні і динамічні 2D і 3D моделі	Спрощене представлення об'єкта, системи або концепції, яке використовується для пояснення, аналізу або прогнозування їх поведінки та властивостей	Візуалізація об'єктів і процесів у дво- та тривимірному просторі для детального аналізу конструкцій та симуляції їхньої роботи, схмотехнічного моделювання, вивчення й дослідження технічних об'єктів і процесів
Об'єкти віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR)	Цифрові елементи, які інтегруються в різні середовища задля створення інтерактивного та імерсивного досвіду	Імерсивне навчання через моделювання складних систем й інтерактивне вивчення технічних процесів, наприклад, віртуальні лабораторії або AR-керівництва, програм-симуляторів і програм-емуляторів, CAD/CAM/CAE системи

Отже, у практиці викладання засоби комп'ютерної візуалізації можуть застосовуватися як додаткові засоби навчання, що візуалізують окремі елементи знань, так і як домінуючі, що істотно впливають на всі інші компоненти методичної системи. У будь-якому випадку у викладача з'являється можливість конструювання принципово нових, часто нетривіальних, дидактичних завдань з використанням засобів комп'ютерної візуалізації.

При цьому підготовлена візуалізація має відповідати, принаймні, чотирьом принципам, визначеними і обґрунтованими Дж. Швабішем, а саме: ясність, мінімізація візуального шуму, єдність графіки й тексту, акцентування на ключових моментах [J. Schwabish, 2021].

**Висновки.** Використання комп'ютерної візуалізації у викладанні загальнотехнічних дисциплін дозволяє більш ефективно підготувати студентів до виконання завдань, які постають перед сучасними інженерами. Дидактична ефективність комп'ютерної візуалізації забезпечується такими важливими положеннями:

- створення й використання комп'ютерної візуалізації має бути передусім спрямоване на швидке й повне запам'ятовування студентами понять, теорій і концепцій, що вивчаються;

- побудована візуалізація має відповідати принципам достовірності, якості, повноти, достатності, логічності, простоти сприйняття, оптимальності, єдності графіки й тексту, акцентування на ключових моментах;

- слід додавати допоміжні наочні елементи та візуальні форми, які забезпечать виявлення студентами особливостей зв'язків між об'єктами;

- доцільно пропонувати студентам самостійно здійснювати аналіз і конструювання нових, нетривіальних дидактичних завдань, що дозволяють їм досліджувати поняття, явище чи об'єкт в умовах самостійного пошуку й навчального експериментування.

Аналізуючи досвід використання візуалізації в навчальному процесі, можна зробити висновок, що поширення технологій візуалізації відбувається досить стрімко. Це зумовлює необхідність проведення досліджень, спрямованих на аналіз впливу візуалізації на ефективність навчання, а також розробки практико-орієнтованих педагогічних технологій для їх ефективного використання в навчальному процесі та створення відповідного навчально-методичного забезпечення, що розглядаємо як *перспективу подальших наукових пошуків*.

### Список використаної літератури

Бабич, О., Семеніхіна, О. (2014). До питання про співвідношення понять наочність і візуалізація. *Фізико-математична освіта*, 2(3), 47–53.

Білошапка, Н. (2018). Використання засобів комп'ютерної візуалізації при формуванні інтелектуально-графічної культури майбутнього фахівця. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 4, 11–20.

Бондаренко, Т., Стеценко, В. (2023). Інноваційні технології в освітньому середовищі: методичний інструментарій та практична реалізація. *Теорія і практика професійного становлення фахівця в інноваційному освітньому середовищі: монографія* (с. 248–304). Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля.

Буйницька, О.П. (2012). *Інформаційні технології та технічні засоби навчання*: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури.

Гончаренко, С.У. (1997). *Український педагогічний словник*. Київ: Либідь.

Девін, В.В., Ткачук, В.С., Скоробогатов, Д.В. (2018). Використання програмного комплексу MDSolids у викладанні дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій». *Open educational e-environment of modern University*, 5, 77–87.

Друшляк, М.Г. (2018). Словник візуальної освіти: наочність, візуалізація, візуальне мислення. *Фізико-математична освіта*, 1(15), 2, 78–83.

Кохан, Л.В. (2016). Особливості використання наочних засобів навчання в процесі вивчення гуманітарних дисциплін. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 48 (101), 161–167.

Михайлова, Л.М. (Ред.). (2020). *Словник термінів і понять сучасної освіти*. Севе́родо-нецьк: Луганський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти.

Що таке візуалізація даних? Microsoft 365. Відновлено з <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/visio/data-visualization>



Alieksieieva, G., Novak, O., Miziuk, V., Saienko, Y. (2021). Visualization technologies for material development in professional training of future specialists. *Наукові записки кафедри педагогіки*, 48, 91–100. doi: 10.26565/2074-8167-2021-48-11

Arnheim, R. (1974). *Art and visual perception: A psychology of the creative eye*. Oakland: University of California Press.

Dodero, J.M., Val, A.M., del Torres, J. (2010). An extensible approach to visually editing adaptive learning activities and designs based on services. *Journal of Visual Languages and Computing*, 21(6), 332–346.

Dotsenko, N.A. (2021). Technology of application of competence-based educational simulators in the informational and educational environment for learning general technical disciplines. *Journal of Physics: Conference Series*, 1946, 012014. doi: 10.1088/1742-6596/1946/1/012014

Dziedzic, K., Włodarczyk, M., Paśnikowska, M. (2014). The usage of computer visualization in teaching technical subjects. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8 (2), 72–75. doi: 10.12913/22998624/571

Ivanova, H.I., Lavrentieva, O.O., Eivas, L.F., Zenkovych, I.O., Uchitel, A.D. (2020). The students' brainwork intensification via the computer visualization of study materials. *CTE Workshop Proceedings* [Online], 7, 185–209. doi: 10.55056/cte.346

Schwabish, J. (2021). *Better data visualizations: a guide for scholars, researchers, and wonks*. New York: Columbia University Press.

Yusoff, Z., Katmon, S.A., Ahmad, M.N., Miswan, S.H.M. (2013). Visual representation: enhancing students' learning engagement through knowledge visualization. *2013 International Conference on Informatics and Creative Multimedia* (pp. 242–247). Kuala Lumpur, Malaysia. doi: 10.1109/ICICM.2013.48

## References

Alieksieieva, G., Novak, O., Miziuk, V., Saienko, Y. Visualization technologies for material development in professional training of future specialists. *Scientific Notes of the Pedagogical Department*, 2021, no. 48, pp. 91–100. doi: 10.26565/2074-8167-2021-48-11

Arnheim, R. (1974). *Art and visual perception: A psychology of the creative eye*. Oakland, University of California Press, 528 p.

Babych, O., Semenikhina, O. To questions about interpretation of clarity and visualization. *Physical and Mathematical Education*, 2014, issue 2(3), pp. 47–53. (In Ukrainian).

Biloshapka, N. Vykorystannia zasobiv kompiuternoi vizualizatsii pry formuvanni intelektualno-hrafichnoi kultury maibutnoho fakhivtsia [The use of computer visualization tools in the formation of the intellectual and graphic culture of the future specialist]. *Pedagogical Sciences: Theory, History, and Innovative Technologies*, 2018, no. 4, pp. 11-20. (In Ukrainian).

Bondarenko, T., Stetsenko, V. (2023). Innovatsiini tekhnolohii v osvithomu seredovyskhi: metodychni instrumentarii ta praktychna realizatsiia [Innovative technologies in the educational environment: methodological tools and practical implementation]. *Teoriia i praktyka profesii-noho stanovlennia fakhivtsia v innovatsiinomu osvithomu seredovyskhi* [Theory and practice of professional development of a specialist in an innovative educational environment]. Dnipro, Alfred Nobel University Publ., pp. 248–304. (In Ukrainian).

Buinytska, O.P. (2012). *Informatsiini tekhnolohii ta tekhnichni zasoby navchannia* [Information technologies and technical means of education]. Kyiv, Center for Educational Literature Publ., 240 p. (In Ukrainian).

Devin, V., Tkachuk, V., Skorobogatov, D. Use of the MDSolids software in studying discipline “Material and Construction Mechanics”. *Open educational e-environment of modern University*, 2018, vol. 5, pp. 77–87. (In Ukrainian).

Dodero, J.M., Val, A.M., del Torres, J. An extensible approach to visually editing adaptive learning activities and designs based on services. *Journal of Visual Languages and Computing*, 2010, vol. 21, no. 6, pp. 332–346.

Dotsenko, N.A. Technology of application of competence-based educational simulators in the informational and educational environment for learning general technical disciplines.

*Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1946, AN: 012014. doi: 10.1088/1742-6596/1946/1/012014

Drushlyak, M.G. Glossary of visual education: visibility, visualization, visual thinking. *Physical and Mathematical Education*, 2018, issue 1(15), part 2, pp. 78–83. (In Ukrainian).

Dziedzic, K., Włodarczyk, M., Paśnikowska, M. The usage of computer visualization in teaching technical subjects. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2014, vol 8, issue 2, pp. 72–75. doi: 10.12913/22998624/571

Honcharenko, S.U. (1997). *Ukrainskyi pedahohichnyi slovnyk* [Ukrainian Pedagogical Dictionary]. Kyiv, Lybid Publ., 376 p. (In Ukrainian).

Ivanova, H.I., Lavrentieva, O.O., Eivas, L.F., Zenkovych, I.O., Uchitel, A.D.. The students' brainwork intensification via the computer visualization of study materials. *CTE Workshop Proceedings* [Online], 2020, vol. 7, pp. 185–209. doi: 10.55056/cte.346

Kokhan, L. Osoblyvosti vykorystannia naochnykh zasobiv navchannia v protsesi vyvchennia humanitarnykh dystsyplin [Features of the use of visual learning tools in studying humanities]. *Pedagogy of creative personality formation in higher and general academic schools*, 2016, issue 48(101), pp. 161–167. (In Ukrainian).

Mykhaylova, L.M. (Ed.). (2020). *Slovnyk terminiv i poniat suchasnoi osvity* [Dictionary of terms and concepts of modern education]. Severodonetsk, Luhansk Regional Institute of Post-graduate Pedagogical Education Publ., 194 p. (In Ukrainian).

Schwabish, J. (2021). *Better data visualizations: a guide for scholars, researchers, and wonks*. New York, Columbia University Press, 464 p.

What is data visualization? *Microsoft 365*. Available at: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/visio/data-visualization> (Accessed 3 April 2024).

Yusoff, Z., Katmon, S.A., Ahmad, M.N., Miswan, S.H.M. (2013). Visual representation: enhancing students' learning engagement through knowledge visualization. *2013 International Conference on Informatics and Creative Multimedia*. Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 242–247. doi: 10.1109/ICICM.2013.48

## COMPUTER VISUALIZATION IN TEACHING GENERAL TECHNICAL DISCIPLINES: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS

*Pohorielov Mykhailo*, PhD, Associate Professor of the Department of Theory and Practice of Technological and Vocational Education, HEI «Donbas State Pedagogical University», Slavyansk.

E-mail: [texfak@gmail.com](mailto:texfak@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-4706-3263

*Prasol Artem*, Master's student, HEI «Donbas State Pedagogical University», Slavyansk.

E-mail: [allakodik1983@gmail.com](mailto:allakodik1983@gmail.com)

ORCID: 0009-0001-5832-5903

DOI: 10.32342/2522-4115-2024-1-27-21

**Keywords:** *visual methods, visualization, computer visualization, general technical disciplines, typology of computer visualization aids, teaching methods.*

*The article investigates the development of visual aids and visualization ideas in the organization of the educational process, particularly in teaching general technical disciplines. The article aims to review the development of visual aids and visualization ideas in education, clarify the essence of computer visualization, classify its types and kinds, and determine the directions of computer visualization usage in teaching general technical disciplines and the software applications that ensure their development for educational purposes. The study operates methods of retrospective, content, and semantic analysis, classification, generalization, and modelling.*

*The historical context of introducing electronic visualization tools in education has been considered in the study, starting from the first projectors in the 1930s to modern computer visualization technologies such as 2D and 3D visualization, stereoscopic 3D, virtual reality (VR), and augmented reality (AR). The essence of computer visualization as a general term for graphic methods of creating, analysing, and transmitting information has been defined. Differences between the didactic principles of visual aids and visualiza-*

tion have been clarified. It has been highlighted that visualization has a more complex structure since it includes actions for constructing images of investigated objects or phenomena.

The article identifies the directions for implementing computer visualization, including scientific, software, and information visualization. It has been established that all visual content can be divided into three subgroups: structured, artistic, and demonstrative visual objects, which can be static or dynamic, in one plane or three-dimensional space.

The impact of computer visualization on the methods of teaching general technical disciplines has been analysed. It has been shown that modern approaches to using computer visualization provide new opportunities for more effective and interactive learning, promoting the development of students' technical and spatial imagination, which is crucial for future engineers and technical specialists.

An approximate list of software for creating computer visualization tools, which can be useful in teaching general technical disciplines, has been provided. Among them are applications for creating presentations and infographics, 3D modelling, VR and AR-based applications and services, simulators, and emulators.

The main directions for using computer visualization aids in teaching general technical disciplines are identified, including auxiliary synopsis, diagrams, tables, block diagrams, graphs, frames, word clouds, domain structures, memory cards, comics, heuristic sketches, knowledge animation, infographics, multimedia presentations, educational videos, static and dynamic 2D and 3D models, VR and AR objects.

It has been concluded, that the didactic effectiveness of computer visualization in teaching general technical disciplines is ensured by certain provisions, namely: the focus on the quick and complete memorization of studied concepts, theories, and ideas by students; adherence to the principles of reliability, quality, completeness, sufficiency, logic, simplicity of perception, optimality, unity of graphics and text, and emphasis on key points; encouraging students to independently analyse and construct new, non-trivial didactic tasks allowing them to explore concepts, phenomena, or objects in terms of independent search and educational experimentation.

Одержано 18.02.2024.