

Scientific journal  
**PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION**  
 Has been issued since 2013.  
 Науковий журнал  
**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА**  
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571  
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571  
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2021-032-6-004

УДК 378.14: 371.214.46

## ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ (ПРОДОВЖЕННЯ)

Марина ДРУШЛЯК ✉

Сумський державний педагогічний університет  
 імені А.С.Макаренка, Україна  
 marydru@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

## MEANS OF FORMATION OF VISUAL AND INFORMATION CULTURE OF PRE-SERVICE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS (CONTINUATION)

Marina DRUSHLYAK ✉

Makarenko Sumy State Pedagogical University,  
 Ukraine  
 marydru@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

## АНОТАЦІЯ

**Формулювання проблеми.** Сучасний вчитель математики та інформатики повинен мати високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури, тобто повинен мати ціннісні установки, прагнення до розвитку в галузі візуалізації та інформатизації освіти; володіти інформатико-математичні, психолого-педагогічні та технологічні знаннями; умінями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал. Це залежить, серед іншого, від методу пізнавальної теоретичної та практичної діяльності викладачів і студентів, який передбачає постановку мети, необхідну систему дій, відповідні засоби й одержаний результат – високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

**Матеріали і методи.** Основою дослідження стали наукові розвідки вітчизняних і закордонних учених, які займаються вивченням питань підготовки майбутніх учителів математики та інформатики. Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, зіставлення, узагальнення власного досвіду.

**Результати.** З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики використані нами засоби навчання можна умовно поділити на групи: друковані засоби (навчально-методична література, навчальні посібники, навчальні програми, системи задач для лабораторних робіт), комп'ютерні засоби (програмне забезпечення предметного спрямування, програми динамічної математики, хмаро орієнтовані сервіси, віртуальні лабораторії), інтерактивні засоби (візуалізовані завдання, інтерактивні аплети, когнітивно-візуальні моделі). У даній статті обґрунтовано доцільність використання таких засобів навчання як скрайбінг, інфографіка та віртуальні фізичні лабораторії.

**Висновки.** За результатами впровадження розглянутих засобів у професійну підготовку у майбутніх учителів математики та інформатики спостерігалось підвищення рівнів сформованості візуально-інформаційної культури за всіма компонентами: професійно-мотиваційним, когнітивним, операційно-діяльним та рефлексивним.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** візуально-інформаційна культура, майбутні вчителі математики та інформатики, засіб навчання, скрайбінг, інфографіка, віртуальна фізична лабораторія.

## ABSTRACT

**Formulation of the problem.** Modern mathematics and computer science teacher must have a high level of formation of visual and information culture, ie must have values, aspirations for development in the field of visualization and informatization of education; have computer and mathematical, psychological, pedagogical and technological knowledge; ability to perceive, analyze, compare, compare, interpret, produce using information technology, structure, integrate, evaluate visually presented educational material. This depends, among other things, on the method of cognitive theoretical and practical activities of teachers and students, which involves setting goals, the necessary system of actions, appropriate means and the result - a high level of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers.

**Materials and methods.** The study was based on scientific research of national and foreign scientists studying the training of pre-service mathematics and computer science teachers. To achieve this goal, the methods of the theoretical level of scientific knowledge were used: analysis of scientific literature, synthesis, formalization of scientific sources, description, and comparison.

**Results.** In order to form a visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers, the teaching means we use can be divided into groups: printed materials (teaching means, textbooks, training software, task systems for laboratory work), computer tools (subject orientation software, dynamic mathematics software, cloud-oriented services, virtual laboratories), interactive means (visualized tasks, interactive applets, cognitive and visual models). This article substantiates the feasibility of using such teaching means as scribing, infographics and virtual physical laboratories.

**Conclusions.** As a result of the introduction of these means in the training of pre-service mathematics and computer science teachers, there was an increase in the levels of formation of visual and information culture in all components: professional and motivational, cognitive, operational and activity, reflective.

**KEYWORDS:** visual and information culture, pre-service mathematics and computer science teachers, learning means, scribing, infographics, virtual physical laboratory.

Для цитування:

Друшляк М. Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики (продовження). *Фізико-математична освіта*, 2021. Том 32. № 6. С. 23-28. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-032-6-004>

Друшляк, М. (2021). Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики (продовження). *Фізико-математична освіта*, 32(6). 23-28. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-032-6-004>

For citation:

Drushlyak, M. (2021). Means of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers (continuation). *Physical and Mathematical Education*, 32(6), 23-28. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-032-6-004>

Drushlyak, M. (2021). Zasoby formuvannya vizualno-informatsiinoi kultury maibutnix uchyteliv matematyky ta informatyky (prodovzhennia) [Means of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers (continuation)]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 32(6), 23-28. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-032-6-004>

✉ Corresponding author

© M. Drushlyak, 2021

## ВСТУП

**Постановка проблеми.** Сучасний вчитель математики та інформатики повинен мати високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури, тобто повинен мати ціннісні установки, прагнення до розвитку в галузі візуалізації та інформатизації освіти; володіти інформатико-математичні, психолого-педагогічні та технологічні знаннями; уміннями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал. Це залежить, серед іншого, від методу пізнавальної теоретичної та практичної діяльності викладачів і студентів, який передбачає постановку мети, необхідну систему дій, відповідні засоби й одержаний результат – високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Будемо дотримуватися широкого розуміння поняття «засіб навчання» і вважати засобами навчання вважати все те, що сприяє досягненню цілей освіти.

У попередній публікації (Друшляк&Шамоня, 2021) ми звертали увагу на такі засоби як візуалізоване завдання, інтерактивний аплет, електронний посібник, доповнена реальність, QR код, і обґрунтовували їх ефективність саме у контексті формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. У даному дослідженні зосередимося на обґрунтуванні доцільності використання скрайбінгу, інфографіки та віртуальних фізичних лабораторій.

**Мета статті.** Обґрунтувати доцільність використання засобів формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основою дослідження стали наукові розвідки вітчизняних і закордонних учених, які займаються вивченням питань підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики. Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, зіставлення, узагальнення власного досвіду.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

**Скрайбінг.** Сьогодні саме на пам'ять в процесі навчання математики припадає особливе навантаження, а тому актуальними стають мнемотехніки запам'ятовування навчального матеріалу.

Мнемотехніка (від грецького «mnemotikos» – мистецтво запам'ятовування) – це спосіб запам'ятовування нової інформації шляхом створення асоціативних зв'язків за допомогою спеціальних методів і прийомів. Роль мнемотехніки полягає не стільки в поліпшенні пам'яті, скільки в сприянні запам'ятовування через створення моделей або образів навчальної інформації.

Із урахуванням провідного принципу мнемотехніки – принципу візуалізації – нами розглядається створення таких образів, а саме використання скрайбінга при вивченні математики як технології когнітивної візуалізації навчального матеріалу і в той же час певному прийомі мнемотехніки (Drushlyak et al, 2021).

У загальному розумінні скрайбінг (від англ. «scribe» в значенні «drive a pen» – водити ручкою) – це технологія представлення інформації, суть якої полягає в синхронному супроводі усного викладу навчального матеріалу малюнками (фломастером на білій дошці або на аркуші паперу). Скрайбінг передбачає специфічний вид такого супроводу – ілюстрування «на льоту», що надає йому особливу емоційність та можливість концентрувати увагу слухача на основних смислових об'єктах. Для створення скрайбінг-презентацій сьогодні розроблено багато програм (VideoScribe, Moovly, Plotagon, Об'ясняшкі) і онлайн сервісів (PowToon, GoAnimate, Wideo).

**Інфографіка в освітньому процесі.** В умовах збільшення інформаційного контенту важливого значення набуває форма подачі матеріалу, яка найкращим чином забезпечує його розуміння і засвоєння. На допомогу викладачу приходять *візуальний переклад* – швидка і зрозуміла передача змісту навчального матеріалу з використанням, так званої, візуальної мови, яка, на думку О. Гладун, є «мовною системою, що для передачі і збереження інформації використовує візуальні повідомлення, які складаються зі специфічних дискретних одиниць (знаків) поєднаних у своєрідні конструкції, що мають специфічні формальні характеристики» (Гладун, 2009). Результатом такого перекладу є когнітивно-візуальна графіка або інформаційна графіка – інфографіка, мета якої полягає у створенні когнітивних моделей представлення знань. Це подання інформації у вигляді зображень, що «пояснюють». Навчальна наочність використовується не тільки для ілюстрації, а як самостійне джерело знань. Цю позицію відстоює також професор Техаського університету М. Чошанов, який використовує термін «когнітивна графіка» (Чошанов, 1996).

Інфографіка – це інформаційний блок, створений за допомогою зображення й типографічних елементів, що дає змогу зрозуміти або істотно полегшити розуміння подій, дій чи будь-яких важливих аспектів і супроводжує або замінює текстову інформацію (Simakova, 2019). О. Вовк та Р. Черемський наголошують, що до інфографіки можна зарахувати також і такі традиційні графічні об'єкти як таблиці, але тільки такі, що застосовують графіку як елемент зі смисловим навантаженням, наприклад, зафарбовування комірок таблиць різними кольорами для їх групування за певними ознаками (Вовк&Черемський, 2017). Зі слів найдосвідченішого експерта у галузі візуалізації даних та створення доцільної інфографіки у журналістиці Альберта Каіро (Резниченко, 2015) головними ознаками якісної інфографіки є контекст і нарративна структура, яка і відрізняє інфографіку від простої візуалізації. Він вважає, що ключовим є інтелектуальний процес створення інфографіки (структурування інформації), а комп'ютер є лише інструментом візуалізації.

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів інформатики на когнітивно-процесуальному етапі нашого дослідження у навчальні плани спеціальності 014.09 «Середня освіта (Інформатика)» було введено спецкурси «Візуалізація даних», «Інфографіка», «Комп'ютерна інфографіка в роботі вчителя».

У контексті використання інфографіки варто згадати карти пам'яті (mind maps) (Т. Бюзен), під якими розуміють схеми, які візуалізують певну інформацію при її обробці людиною, як спосіб зображення процесу загального системного мислення за допомогою структурно-логічних схем радіальної організації; когнітивно-графічні елементи (денотатні граfi, схеми фішбоун або діаграми Ішикава, «Будівля», «стратегічні» (дорожні) карти (roadmaps), променеві схеми-пауки (spiders), каузальні ланцюги (causal chains); фреймові моделі (Е. Гофман, М. Мінський); опорні конспекти (В. Шаталов).

В основі такої інфографіки лежить теорія «ущільнення» навчальної інформації. Це означення уточнює С. Клепко: «Ущільнення знань – це процес реконструкції певного фрагмента знань, засвоєння якого в реконструйованому вигляді вимагає менше часу, проте породжує еквівалентні загальнонавчальні технологічні вміння» (Клепко, 1998).

С. Грушевський та А. Остапенко виділяють етапи-рівні техніки граfiчного ущільнення навчальної інформації: етап кодування знань, етап укрупнення (раніше закодованого) – знаходження загальних та відмінних рис, виведення взаємозв'язків, об'єднання інформації у єдине ціле; етап структурування (раніше укрупненого) – створення крупномодульних граfiчних опор, закодованому матеріалу надається цілісна форма, яка сприяє найефективнішому засвоєнню цієї навчальної інформації (Грушевський&Остапенко, 2012).

У векторі когнітивної візуалізації необхідно звернути увагу на теорію логіко-змістового моделювання (Штейнберг, 2000). Продукти такого моделювання є результатами спеціальної форми діяльності, яку автор називає дидактичним дизайном. Функціональні властивості дидактичного дизайну диктуються специфікою предметної області і полягають у спеціальній візуальній організації навчального матеріалу, а також програмуванні та підтримки необхідних навчальних дій. Сукупність продуктів дидактичного дизайну утворюють дидактичне моделююче середовище, що підтримує навчальну діяльність по сприйняттю, переробці, фіксації та застосуванню знань, компонентами якого є логіко-сміслові моделі подання знань і умінь.

Кожний об'єкт когнітивно-візуальної граfiки повинен мати у своїй структурі два основних компонента – смисловий (основні поняття) та логічний (зв'язки, які організують основні поняття у семантично поєднану систему).

Доцільність використання когнітивно-візуальної граfiки знаходить підтвердження у дослідженнях нейропсихологів. С. Блейк, С. Пейп, М. Чошанов, аналізуючи дослідження нейропсихології, зазначають, що «мозок шукає сенс через встановлення закономірностей. Безладність і хаос ускладнюють продуктивну діяльність мозку. У будь-якій заданій ситуації або потоці інформації мозок намагається знайти будь-який сенс через встановлення закономірностей. Мозок має унікальну здатність «бачити» об'єкт одночасно в цілому і по частинах, в один і той же час розчленовувати і збирати його. Іншими словами, виконання взаємно-зворотних операцій – природна здатність мозку» (Блейк, Пейп&Чошанов, 2005).

Одним із традиційних видів когнітивно-візуальної граfiки є опорні схеми, які дозволяють навчити студентів розуміти навчальний матеріал. За визначенням Д. Чернілевського опорний конспект (конспект-схема) як матеріальний носій навчальної інформації, що має смислове навчальне навантаження по даній дисципліні, є елементом інформаційної системи, що відображає структуру курсу і внутрішню логіку наукового змісту кожної його смислової частини (Чернілевський, 2002). С. Левченко вважає, що опорні схеми – це висновки, що народжуються на очах студентів у момент пояснення й оформлення навчального матеріалу у вигляді таблиць, схем, малюнків. Опорні схеми повинні являти собою прості, зрозумілі і наочні схеми навчального матеріалу. Перевага та зручність опорних схем полягає в тому, що вони в лаконічному та спрощеному вигляді дозволяють донести основну думку або ідею за допомогою умовних символів та елементів.

Необхідність розробки спеціальних опорних схем у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики пов'язана ще з тим, що останнім часом знижується рівень підготовки абітурієнтів, які вступають на педагогічні спеціальності. Тексти підручників з математики орієнтовані на студента, який володіє достатніми базовими знаннями у галузі математики, володіє її логічним апаратом, знає термінологію і особливості побудови математичних текстів, вміє читати схеми, рисунки тощо. Студентам з низьким рівнем підготовки важко працювати з текстами підручників, особливо це стосується фундаментальних математичних дисциплін, до того ж вони мають суттєві прогалини в шкільній математичній підготовці.

Дотримуючись когнітивно-візуального підходу у навчанні і з метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики на різних етапах нашого дослідження була впроваджена наступна технологія: студенти (з високим рівнем навчальних досягнень) отримували змогу самостійно створювати візуалізовані навчальні матеріали, а саме когнітивно-візуальну граfiку з метою контролю засвоєння ними теоретичного матеріалу, а студенти з низьким рівнем навчальних досягнень, у свою чергу, використовували когнітивну властивість створених матеріалів з метою отримання нових знань або з метою контролю засвоєння теоретичного матеріалу. При використанні таких когнітивних схем слабким студентам необхідно осмислити наявну символічну інформацію, підібрати потрібні слова для розшифрування символічних записів. При такій організації роботи відбувається формування комунікативного аспекту операційно-діяльнісного компоненту візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, формуються навички візуальної комунікації між суб'єктами навчання, з одного боку, та між суб'єктами навчання та об'єктом когнітивно-візуальної граfiки з іншого.

Вміння ущільнити навчальний матеріал та розробити когнітивно-візуальну граfiку є показником рівня засвоєння теоретичних знань студентами з високим рівнем навчальних досягнень, оскільки це складний процес, який вимагає виділення найголовнішого з усього цілісного відібраного тексту, усвідомлення поверхневих та глибинних зв'язків, розділення інформації на логічні частини, сортування матеріалу (виокремлення головного від другорядного), здійснення групування матеріалу. З іншого боку, у контексті нашого дослідження це є показником сформованості візуально-інформаційної культури. З власного досвіду зазначимо, що студентам складно подолати бажання додати до об'єктів когнітивно-візуальної граfiки якнайбільше текстового матеріалу та докладніше розшифрувати зміст кожного елемента. Майбутні вчителі математики та інформатики повинні чітко усвідомлювати, що при створенні об'єктів когнітивно-візуальної граfiки потрібно керуватися принципом «мінімаксності»: «мінімум слів – максимум змісту».

**Віртуальні фізичні лабораторії.** Високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя інформатики характеризується опануванням інформаційних технологій для їх використання в майбутній професійній діяльності як на операційному рівні (формування навичок раціонального використання комп'ютерного інструментарію програмного забезпечення для певних типів професійних завдань), так і на процесуальному рівні (формування умінь коректно впроваджувати програмне забезпечення в освітній процес) з необхідністю передбачає розуміння теоретичних основ функціонування апаратного засобу чи, навіть, інформаційної системи загалом, теоретичного підґрунтя процесів, які відбуваються при цьому, які часто не тільки не відображаються, але і не згадуються в процесі фахової підготовки, оскільки є складним для сприймання.

Тому у підготовці майбутніх учителів інформатики вважаємо за необхідне зосередити увагу не тільки на боці «споживання» технічного чи спеціалізованого програмного забезпечення, а і на боці розуміння логічних, фізичних та математичних основ його функціонування, що відбувається значно ефективніше із залученням візуалізації фізичних явищ і процесів, які відбуваються на мікрорівні засобами віртуальних лабораторій.

В інформатиці термін «віртуалізація» в загальному випадку означає відокремлення логічного процесу від фізичного способу його реалізації, тому віртуальним вважають середовище, яке не потребує наявності фізичного простору для організації діяльності. Узагальнюючи означення науковців (Cerezo&Sastron, 2015; Zhou et al., 2005; Yang et al., 2012; Potkonjak et al, 2016), сприймаємо *віртуальну лабораторію* як середовище, у якому передбачено можливість моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і яке сприяє оволодінню новими знаннями та вміннями.

Зазвичай, віртуальні лабораторії використовують тоді, коли реальне виконання досліджень вимагає значних затрат матеріалів, електроенергії, часу, наявності складного обладнання, значних грошових витрат або виявляє фактор небезпечного впливу на дослідника. Такі лабораторії поряд з підтримкою наукових досліджень заощаджують час та кошти на проведення експерименту в реальному часі і сприяють безпосередньому удосконаленню побудованої моделі, передбачають можливі наслідки, прогнозують результати тощо (Головко та ін., 2015; Яшанов&Яшанов, 2013).

Серед переваг організації лабораторних робіт в умовах віртуальної лабораторії варто виділити: можливість самостійної організації та проведення візуалізованого віртуального експерименту і спостереження за його реалізацією; повну безпечність експериментів; забезпечення суб'єктивного досвіду при розв'язуванні нестандартних і проблемних ситуацій завдяки візуалізації досліджуваних процесів.

Віртуальні лабораторії як засоби комп'ютерної візуалізації у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики використовувалися нами з метою усвідомлення студентами логіки функціонування елементарних складових інформаційної системи – базових логічних елементів та приладів, які на них базуються, – комбінаційних та послідовних елементів, з яких будуть побудовані вузли та пристрої інформаційної системи. Функціонування зазначених елементів відбувається на мікрорівні і дуже швидко, а тому не є очевидним без використання візуалізації зазначених процесів. Водночас згідно з класичною інтерпретацією архітектури інформаційної системи, цифровий логічний рівень займає основоположну позицію в структурі її апаратної частини. Тому вважаємо необхідним сформувати у майбутніх вчителів інформатики уявлень про особливості здійснення інформаційною системою основних логічних та арифметичних операцій на апаратному рівні з метою подальшого свідомого засвоєння особливостей архітектурних рішень для програмної компоненти інформаційної системи.

Сьогодні налічується велика кількість віртуальних лабораторій, які використовують для побудови й аналізу складних електронних схем та моделювання їхньої роботи. Серед них – ORCAD, PICAD, EasyEDA, 123DCircuits, Electronics Workbench, LabVIEW, Micro-Cap, NI Multisim, Proteus та ін. Нами проведено аналіз наявного в них комп'ютерного інструментарію та потреба динамічної візуалізації процесів опрацювання сигналів у роботі (Semenikhina et al, 2020a). Проведений аналіз та думка експертів, що мають досвід викладання курсу мікроелектроніки, дозволив зупинити вибір на двох пакетах симуляції: *Proteus* і *Multisim*. Наявний у середовищах комп'ютерний інструментарій дозволяє, на наш погляд, якнайкраще візуалізувати ідеї, закладені дисципліни підготовки майбутніх учителів інформатики: часові та спектральні характеристики сигналів, перехідні та передавальні характеристики чотириполосників, логічні стани входів та виходів цифрових елементів тощо.

Використання віртуальних лабораторій як засобів комп'ютерної візуалізації прихованих (закритих) процесів, що відбуваються в інформаційній системі, зміщує акценти навчання з теоретичної та експериментальної площин в інтелектуальну галузь детального осмислення одержаних результатів.

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів інформатики віртуальні лабораторії як засоби комп'ютерної візуалізації ми використовуємо в рамках вивчення дисциплін «Архітектура інформаційних систем» та «Основи мікроелектроніки», зміст яких нами детально описано в роботі (Semenikhina et al, 2020b).

## ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами дослідження зроблено наступні висновки.

За результатами опанування скрайбінга формуються уявлення про сутність такої технології подачі навчального матеріалу, про види скрайбінгу, про програмне забезпечення для його створення; вміння відбору навчального контенту, який гармонійно підходить для того, щоб до нього була застосована технологія скрайбінгу, вміння створювати скрайби з різною навчальною метою, вміння раціонально обрати програму для створення скрайбів, вміння впроваджувати власноруч створені скрайби у освітній процес, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально; формуються навички візуальної комунікації, навички передання, сприймання та розуміння навчального контенту засобами скрайб-технології; критичне ставлення до скрайбінгу як технології візуалізації навчального матеріалу, усвідомлюються типові

помилки щодо вибору навчального матеріалу, що підлягає скрайбуванню, та місця впровадження скрайбів у освітній процес.

За результатами впровадження технології використання когнітивно-візуальної графіки формуються знання про структурування та ущільнення навчального контенту, знання про особливості використання когнітивно-візуальної графіки для освітніх цілей, формується візуальне мислення; вміння відбору навчального контенту, вміння обробки, інтеграції та генерації навчальної інформації з демонстрацією глибинних зв'язків між об'єктами; уміння систематизувати та аналізувати інформацію; уміння компактного подання матеріалу зі фокусуванням на ключовій інформації; навички візуального перекладу, уміння працювати із засобами створення когнітивно-візуальної графіки; навички доцільного впровадження когнітивно-візуальної графіки з урахуванням її дидактичного потенціалу; формуються навички візуальної комунікації, навички передавати навчальну інформацію візуальними засобами, навички сприймання та розуміння навчального контенту, поданого візуально; критичне ставлення до доцільності використання когнітивно-візуальної графіки в освітньому процесі.

За результатами використання віртуальних фізичних лабораторій формуються потреба у візуалізації фізичних явищ і процесів, які відбуваються на мікрорівні, засобами віртуальних лабораторій; знання про фізичні процеси, що пов'язані з роботою напівпровідникових приладів; логіку роботи базових елементів на основі побудови логічних функцій обробки двійкових сигналів через візуалізацію процесів, які відбуваються в інформаційній системі. Моделювання і симуляція, що здійснюються під час виконання лабораторних робіт, сприяють усвідомленню важливості візуалізації. Візуалізація логічних основ функціонування інформаційних систем загалом дає змогу не тільки познайомитися з ідеями, закладеними в основу того чи іншого інформаційного процесу, а і усвідомити логічні зв'язки, узагальнити та систематизувати власні уявлення про інформаційний світ; вміння та навички комп'ютерного моделювання, уміння демонструвати логіку роботи базових логічних елементів інформаційної системи, уміння застосовувати сучасну мікроелектроніку у межах професійної діяльності; критичне ставлення до доцільності використання віртуальних фізичних лабораторій в освітньому процесі, усвідомлення їх переваг перед реальними фізичними експериментами.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Cerezo, F., & Sastron, F. (2015). Virtual Laboratories and Teaching of Automatic Control in Basic Technology Education of Students of High School. *Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 12(4), 419-431. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.04.005>.
- Drushlyak, M., Semenikhina, O., Proshkin, V., & Sapozhnykov, S. (2021). Training pre-service mathematics teacher to use mnemonic techniques. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840, 012006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012006>.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V.M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, 95, 309-327.
- Semenikhina, O., Drushlyak, M., Lynnyk, S., Kharchenko, I., Kyryliuk, H., & Honcharenko, O. (2020). On Computer Support of the Course "Fundamentals of Microelectronics" by Specialized Software: the Results of the Pedagogical Experiment. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*, 9, 1, 309-316. <https://doi.org/10.18421/TEM91-43>.
- Semenikhina, O., Drushlyak, M., Yurchenko, A., Udovychenko, O., & Budyanskiy, D. (2020). *The use of virtual physics laboratories in professional training: the analysis of the academic achievements dynamics*. 16th International Conference on ICT in Research, Education and Industrial Applications (ICTERI-2020), 423-429.
- Simakova, S. (2019). Infographic as a Visual Language. *III Post Mass Media in the Modern Informational Society (PMMIS 2019) Journalistic Text in a New Technological Environment: Achievements and Problems*, 66, 53-63. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.08.02.7>.
- Yang, Y., Xiao, Z.Y., Cui, J., & Lin, X. (2012). Virtual Laboratory for Optical Communication Engineering Education. *International conference on technology enhanced education (ICTEE 2012)*.
- Zhou, Y., Jiang, J.J., Fan, S.C. (2005). A LabVIEW-based, interactive virtual laboratory for electronic engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 21(1), 94-102.
- Блейк, С., Пейп, С., & Чошанов, М. А. (2005). Использование достижений нейрпсихологии в педагогике США. *Педагогика*, 5, 85-90.
- Вовк, О.В., & Черемський, Р.А. (2017). Інфографіка як ефективний засіб навчання. *Системи обробки інформації*, 4 (150), 199-205. <https://doi.org/10.30748/soi.2017.150.41>.
- Гладун, О. (2009). До проблеми візуальної мови графічного дизайну України. *Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв*, 5, 42-46.
- Головко, М. В., Крижановський, С.Ю., & Мацюк, В. М. (2015). Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 47, 3, 36-48.
- Грушевський, С.П., & Остапенко, А.А. (2012). *Сгущение учебной информации в профессиональном образовании. Монография*. Краснодар : Кубан. гос. ун-т.
- Друшляк, М.Г., & Шамоля, В.Г. (2021). Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. *Фізико-математична освіта*, 5(31), 28-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-005>.
- Клепко, С.Ф. (1998). *Інтегративна освіта і поліморфізм знання : монографія*. К. Полтава Харків : ПОІПОП.
- Резниченко, Є. (2015). Альберто Каїро: «В інфографіці ви берете читача за руку й ведете від початку історії до висновку». [http://osvita.mediasapiens.ua/mediaprovsvita/how\\_to/alberto\\_kairo\\_v\\_infografitsi\\_vi\\_berete\\_chitacha\\_za\\_ruku\\_y\\_vedete\\_vid\\_pochatku\\_i\\_storii\\_do\\_visnovku/](http://osvita.mediasapiens.ua/mediaprovsvita/how_to/alberto_kairo_v_infografitsi_vi_berete_chitacha_za_ruku_y_vedete_vid_pochatku_i_storii_do_visnovku/)
- Чернилевский, Д.В. (2002). *Дидактические технологии в высшей школе: Учеб. пособие для вузов*. Москва : ЮНИТИ-ДАНА.
- Чошанов, М.А. (1996). *Гибкая технология проблемно-модульного обучения*. Москва : Народное образование.
- Штейнберг, В. Э. (2000). *Теоретико-методологические основы дидактических многомерных инструментов для технологий обучения*. Автореф. дис. докт. пед. наук, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы.
- Яшанов, С.М., & Яшанов, М.С. (2013). Теоретичні та методичні проблеми застосування вільно розповсюджаного програмного забезпечення в інформативній підготовці майбутнього вчителя. *Освітній дискурс*, 2, 18-29.

#### REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Cerezo, F., & Sastron, F. (2015). Virtual Laboratories and Teaching of Automatic Control in Basic Technology Education of Students of High School. *Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 12(4), 419-431. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.04.005>.
- Drushlyak, M., Semenikhina, O., Proshkin, V., & Sapozhnykov, S. (2021). Training pre-service mathematics teacher to use mnemonic techniques. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840, 012006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012006>.

3. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V.M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers and Education*, 95, 309-327.
4. Semenikhina, O., Drushlyak, M., Lynnyk, S., Kharchenko, I., Kyrlyuk, H., & Honcharenko, O. (2020). On Computer Support of the Course "Fundamentals of Microelectronics" by Specialized Software: the Results of the Pedagogical Experiment. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*, 9, 1, 309-316. <https://doi.org/10.18421/TEM91-43>.
5. Semenikhina, O., Drushlyak, M., Yurchenko, A., Udovychenko, O., & Budyanskiy, D. (2020). *The use of virtual physics laboratories in professional training: the analysis of the academic achievements dynamics*. 16th International Conference on ICT in Research, Education and Industrial Applications (ICTERI-2020), 423-429.
6. Simakova, S. (2019). Infographic as a Visual Language. III Post Mass Media in the Modern Informational Society (PMMIS 2019) Journalistic Text in a New Technological Environment: Achievements and Problems, 66, 53-63. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.08.02.7>.
7. Yang, Y., Xiao, Z.Y., Cui, J., & Lin, X. (2012). Virtual Laboratory for Optical Communication Engineering Education. International conference on technology enhanced education (ICTEE 2012).
8. Zhou, Y., Jiang, J.J., Fan, S.C. (2005). A LabVIEW-based, interactive virtual laboratory for electronic engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 21(1), 94-102.
9. Blejk, S., Pejp, S., & Choshanov, M. A. (2005). Ispol'zovanie dostizhenij neropsihologii v pedagogike SShA [Using the achievements of neuropsychology in pedagogy in the United States]. *Pedagogika*, 5, 85-90. (in Russian).
10. Vovk, O.V., & Cheremskyi, R.A. (2017). Infografika yak efektyvnyi zasib navchannia [Infographics yak effective navchannia]. *Systemy obrobky informatsii – Information processing systems*, 4 (150), 199-205. <https://doi.org/10.30748/soi.2017.150.41>. (in Ukrainian).
11. Hladun, O. (2009). Do problemy vizualnoi movy hrafichnoho dyzainu Ukrainy [To the problem of visual language of graphic design of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoi derzhavnoi akademii dyzainu i mystetstv – Bulletin of the Kharkiv State Academy of Design and Arts*, 5, 42-46. (in Ukrainian).
12. Holovko, M. V., Kryzhanovskiy, S.Iu., & Matsiuk, V. M. (2015). Modeliuvannya virtualnogo fizychnoho eksperymentu dia system dystantsiinoho navchannia v zahalnoosvitnii i vshchii pedahohichnii shkolakh [Modeling of virtual physical experiment for distance learning systems in secondary and higher pedagogical schools]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technologies and teaching means*, 47, 3, 36-48. (in Ukrainian).
13. Grushevskij, S.P., & Ostapenko, A.A. (2012). *Sgushhenie uchebnoj informacii v professional'nom obrazovanii. Monografija [Concentration of educational information in vocational education. Monograph]*. Krasnodar : Kuban. gos. un-t. (in Russian).
14. Drushlyak, M., & Shamonina, V. (2021). Zasoby formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky [Means of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 5(31), 28-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-005> (in Ukrainian).
15. Klepko, S.F. (1998). *Intehratyvna osvita i polimorfizm znannia : monohrafiia [Integrative education and knowledge polymorphism: monograph]*. K. Poltava Kharkiv : POIPOP. (in Ukrainian).
16. Reznichenko, Ye. (2015). Alberto Kairo: «V infografitsi vy berete chytacha za ruku y vedete vid pochatku istorii do vysnovku» [Alberto Cairo: "In the infographic, you take the reader by the hand and lead from the beginning of the story to the conclusion"]. [http://osvita.mediasapiens.ua/mediaprosvita/how\\_to/alberto\\_kairo\\_v\\_infografitsi\\_vi\\_berete\\_chytacha\\_za\\_ruku\\_y\\_vedete\\_vid\\_pochatku\\_i\\_storii\\_do\\_visnovku/](http://osvita.mediasapiens.ua/mediaprosvita/how_to/alberto_kairo_v_infografitsi_vi_berete_chytacha_za_ruku_y_vedete_vid_pochatku_i_storii_do_visnovku/) (in Ukrainian).
17. Chernilevskij, D.V. (2002). *Didakticheskie tehnologii v vysšej shkole: Ucheb. posobie dlja vuzov [Didactic technologies in higher school: Textbook. manual for universities]*. Moskva : JuNITI-DANA. (in Russian).
18. Choshanov, M.A. (1996). *Gibkaja tehnologija problemno-modul'nogo obuchenija [Flexible technology of problem-based learning]*. Moskva : Narodnoe obrazovanie. (in Russian).
19. Shtejnberg, V. Je. (2000). Teoretiko-metodologicheskie osnovy didakticheskikh mnogomernyh instrumentov dlja tehnologij obuchenija [Theoretical and methodological foundations of didactic multidimensional tools for learning technologies]. Extended abstract of doctor's thesis. Bashkirskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. M. Akmully. (in Russian).
20. Iashanov, S.M., & Yashanov, M.S. (2013). Teoretychni ta metodychni problemy zastosuvannia vilno rozpovsiudzhuvanoho prohramnoho zabezpechennia v informatyvni pidhotovtsi maibutnoho vchytelia [Theoretical and methodological problems of using freely distributable software in the informative training of future teachers]. *Osvitnii dyskurs – Educational discourse*, 2, 18-29. (in Ukrainian).

