

## РОЛЬ SMART-ТЕХНОЛОГІЙ У РОЗВИТКУ ВІЗУАЛЬНОЇ ГРАМОТНОСТІ

**Вячеслав РІЗНИК** ✉

Університет Григорія Сковороди в Переяславі, Україна  
riznyk84@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-6083-2242>

**Марія ОСТРОГА**

Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С. Макаренка, Україна  
mariia.ostroha@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0003-0044-8801>

**Владислав БЕСПАЛИЙ**

Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С. Макаренка, Україна  
v.bespalyi@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0009-0009-0630-5183>

## SMART TECHNOLOGIES IN THE VISUAL LITERACY DEVELOPMENT

**Viacheslav RIZNYK** ✉

Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav, Ukraine  
riznyk84@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-6083-2242>

**Mariia OSTROHA**

Sumy State Pedagogical University  
named after A. S. Makarenko, Ukraine  
mariia.ostroha@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0000-0003-0044-8801>

**Vladyslav BESPALYI**

Sumy State Pedagogical University  
named after A. S. Makarenko, Ukraine  
v.bespalyi@fizmatsspu.sumy.ua  
<https://orcid.org/0009-0009-0630-5183>

### АНОТАЦІЯ

**Постановка проблеми.** Поява цифрових технологій зробила революцію в освіті, зробивши значний акцент на візуальному навчанні та комунікації, яке сьогодні базується на гнучкому, персоналізованому й технологічно насиченому освітньому середовищі з різноманітним мультимедійним контентом, цифрових візуалізаціях, віртуальних симуляціях тощо. Мета статті: дослідити використання SMART-технологій для розвитку візуальної грамотності

**Матеріали і методи:** аналіз наукової літератури для з'ясування сутності понять «візуальна грамотність», «SMART-технології» та їх складників, для дослідження сучасних тенденцій і підходів до впровадження візуального навчання; систематизація та узагальнення для структурування впливу SMART-технологій на візуальну грамотність, виявлення SMART-інструментів у контексті візуального навчання; порівняльний аналіз для співставлення традиційних та SMART-орієнтованих підходів до розвитку візуальної грамотності, вивчення зарубіжного і вітчизняного досвіду впровадження візуального навчання в умовах цифровізації.

**Результати.** Обґрунтовано, що теоретичним підґрунтям використання SMART-технологій у розвитку візуальної грамотності виступають когнітивна теорія мультимедійного навчання, теорія подвійного кодування, конструктивістська та соціально-когнітивна теорії, які підкреслюють значення активної участі учнів у створенні та інтерпретації візуального контенту. Доведено, що технології SMART охоплюють широкий спектр цифрових інструментів і платформ, які можна використовувати для підвищення візуальної грамотності: інтерактивні дошки, віртуальну та доповнену реальність, інструменти для створення мультимедіа та програмне забезпечення для візуалізації даних.

**Висновки.** Інтеграція SMART-технологій створює умови для персоналізованого й креативного навчання, заснованого на активному використанні візуального контенту. Їх ефективність визначається цифровою та педагогічною компетентністю вчителів, доступністю технологій і здатністю учнів критично оцінювати візуальну інформацію. Подальший розвиток напряму пов'язується з упровадженням штучного інтелекту та іммерсивних технологій, які розширюють можливості розвитку візуальної грамотності в умовах цифрової трансформації освіти.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** SMART-технології; візуальна грамотність; SMART; візуалізація; цифрова грамотність; цифрова освіта; IT.

**ДЛЯ ЦИТУВАННЯ:** Різник В., Острога М., Беспалий В. Роль SMART-технологій у розвитку візуальної грамотності. *Фізико-математична освіта*, 2025. Том 40. № 3. С. 32-36. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-05>.

### ABSTRACT

**Formulation of the problem.** The emergence of digital technologies has revolutionized education by placing a significant emphasis on visual learning and communication, which today is based on flexible, personalized, and technologically rich learning environments with a variety of multimedia content, digital visualizations, virtual simulations, etc. The purpose of the article: to study the use of SMART technologies for the development of visual literacy

**Materials and methods:** analysis of scientific literature to clarify the essence of the concepts of "visual literacy", "SMART-technologies" and their components, to study current trends and approaches to the implementation of visual learning; systematization and generalization to structure the impact of SMART-technologies on visual literacy, to identify SMART-tools in the context of visual learning; comparative analysis to compare traditional and SMART-oriented approaches to the development of visual literacy, to study foreign and domestic experience in the implementation of visual learning.

**Results.** It is substantiated that the theoretical basis for the use of SMART technologies in the development of visual literacy is the cognitive theory of multimedia learning, the theory of double coding, constructivist and socio-cognitive theories, which emphasize the importance of active participation of students in the creation and interpretation of visual content. It is proven that SMART technologies cover a wide range of digital tools and platforms that can be used to improve visual literacy: interactive whiteboards, virtual and augmented reality, multimedia creation tools, and data visualization software

**Conclusion.** The integration of SMART technologies creates conditions for personalized and creative learning based on the active use of visual content. The effectiveness of such approaches is determined by the digital and pedagogical competence of teachers, the availability of technology, and the ability of students to critically evaluate visual information. Further development is directly linked to the introduction of artificial intelligence and immersive technologies that expand the possibilities for the development of visual literacy in the context of the digital transformation of education.

**KEYWORDS:** SMART technologies; visual literacy; SMART; visualization; digital literacy; digital education; IT.

**FOR CITATION:** Riznyk, V., Ostroha, M., & Bepalyi, V. (2025). SMART Technologies in the Visual Literacy Development. *Physical and Mathematical Education*, 40(3), 32-36. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-05>.

**ВСТУП**

**Постановка проблеми.** У сучасному інформаційному суспільстві розвиток інформаційно-комунікаційних технологій зумовив стрімке зростання обсягів візуального контенту, який стає основним джерелом споживання інформації серед молоді. Формується стійка звичка орієнтуватися на візуальні повідомлення (зображення, відео, інфографіку), що часто витісняють текстові формати та знижують інтерес до глибокого аналітичного читання. Така тенденція посилює ризики інформаційного впливу, адже візуальні образи можуть нести маніпулятивні, фейкові або стереотипні меседжі, які потребують критичної інтерпретації. У цьому контексті цифрова грамотність має враховувати візуальну грамотність як здатність читати, інтерпретувати, оцінювати та створювати візуальні повідомлення з урахуванням їх достовірності, контексту та етичних норм. Одним із ефективних інструментів розвитку візуальної грамотності виступає SMART-освіта, що базується на гнучкому, персоналізованому й технологічно насиченому освітньому середовищі. Залучення в освітній процес мультимедійного контенту, цифрових візуалізацій, віртуальних симуляцій, гейміфікованих платформ та інструментів штучного інтелекту сприяє не лише підвищенню мотивації до навчання, а й розвитку вміння критично сприймати візуальну інформацію, формуванню естетичної культури й інформаційної стійкості.

**Аналіз актуальних досліджень.** Візуальна грамотність – це сформована в процесі навчання здатність людини точно сприймати, інтерпретувати, аналізувати та створювати візуальні повідомлення (зображення, схеми, графіку, інфографіку тощо) для ефективного передавання інформації, ідей чи емоцій у різних сферах діяльності (Лілік та ін., 2021). Вона передбачає: уміння «читати» візуальні образи, розпізнавати й розуміти їхній зміст, символіку, емоційний вплив, а також інтерпретувати дії, об'єкти й символи у відповідному культурному, соціальному чи історичному контексті; уміння створювати візуальні матеріали, генерувати власні зображення, інфографіку, діаграми, використовуючи сучасні цифрові інструменти; критичне оцінювання як уміння аналізувати якість, достовірність, етичність і доречність візуальної інформації, оцінювати її вплив на глядача; застосування візуальних засобів для пояснення складних ідей, навчання, презентацій, соціальної взаємодії.

Розвиток візуальної грамотності досліджували як зарубіжні, так і вітчизняні науковці. Генрі Холмс Сміт (Henry Holmes Smith, США, 1950-ті) приписують введення терміна «візуальна грамотність». Він розглядав візуальну грамотність як «візуальну мову», яку потрібно кодифікувати й навчати читати зображення (Bernnard et al., 2022). В. Штейнберг досліджував галузь когнітивної візуалізації і став автором графічних засобів представлення інформації та логіко-смыслових моделей (Бойченко & Чуричканіч, 2021). На думку авторів, серед сучасних дослідників теорії візуальної грамотності та когнітивної візуалізації Н. Авшенюк, Л. Мнгуні, Д. Рассел, Е. Санг, Д. Фенг, К. Хеллорен, Б. Фогельзінгер, К. Хілі, К. Шультен та ін.

Візуальна грамотність набуває ширшого значення, якщо розглядати її поряд із технологіями SMART, оскільки вона охоплює не лише базові навички декодування візуальних повідомлень, а й здатність критично оцінювати, етично застосовувати та створювати візуальний контент за допомогою різноманітних цифрових інструментів. До основних характеристик SMART-технологій як інтерактивних технологій, які забезпечують створення, редагування, поширення та використання мультимедійних навчальних матеріалів у різних форматах і середовищах (Кушнір, 2020) відносять інтерактивність (використання інтерактивних пристроїв, які дозволяють учням і викладачам активно взаємодіяти з навчальним контентом, створювати спільні проєкти, обговорювати ідеї в режимі реального часу); мультимедійність (залучення відео, графіки, анімації, симуляцій, віртуальної та доповненої реальності для унаочнення складних понять і процесів); гнучкість і персоналізацію (можливість адаптувати темп і стиль навчання під потреби кожного учня, створювати індивідуальні траєкторії розвитку); доступність (навчання можливе не лише в класі, а й удома, у громадських місцях, через Інтернет, використовуючи власні пристрої); ефективне оцінювання (технології дозволяють здійснювати миттєвий зворотний зв'язок, проводити онлайн-тестування, аналізувати прогрес учнів у режимі реального часу).

Зв'язок між технологіями SMART і візуальною грамотністю досліджувався у сучасній педагогічній літературі. Відзначимо, що дослідники Avgerinou & Pettersson, Sime & Themelis обґрунтували, що саме візуальна грамотність дозволяє повноцінно використовувати потенціал SMART-технологій у навчанні, створювати, розуміти й комунікувати за допомогою візуальних засобів (Sime, 2022). Огляд бібліометричних досліджень також підтверджує, що у сучасній освіті простежується тісний зв'язок між впровадженням цифрових і SMART-технологій та розвитком візуальної грамотності. Провідні дослідники у цій сфері аналізують, як цифрові освітні платформи і SMART-технології формують нові вимоги до візуальної грамотності учнів і педагогів (Bulut, et al., 2024). Зіставлення складників візуальної грамотності та SMART-технологій свідчить про їх певну кореляцію, а тому природно поставити питання про використання SMART-технологій для розвитку візуальної грамотності.

**Мета** статті: дослідити використання SMART-технологій у підвищенні візуальної грамотності. Мета зумовила вирішення таких дослідницьких завдань: 1) визначити теоретичні засади розвитку візуальної грамотності за допомогою SMART-технологій; 2) охарактеризувати роль SMART-технологій у розвитку візуальної грамотності.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Аналіз наукової літератури для з'ясування сутності понять «візуальна грамотність», «SMART-технології» та їх складників, для дослідження сучасних тенденцій і підходів до впровадження візуального навчання; систематизація та узагальнення для структурування отриманих теоретичних знань щодо впливу SMART-технологій на візуальну грамотність, виявлення SMART-інструментів у контексті візуального навчання; порівняльний аналіз для співставлення традиційних та SMART-орієнтованих підходів до розвитку візуальної грамотності, вивчення зарубіжного і вітчизняного досвіду впровадження візуального навчання в умовах цифровізації.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Теоретичні засади розвитку візуальної грамотності за допомогою SMART-технологій*

Кілька теорій дають підстави вважати SMART-технології в навчанні інструментом (засобом) розвитку візуальної грамотності. Зокрема, теорія когнітивного навантаження, теорія подвійного кодування, конструктивістська теорія навчання та соціальна когнітивна теорія дають уявлення про когнітивні та соціальні процеси, пов'язані з візуальним навчанням і тим, як технології SMART можуть бути використані для оптимізації цих процесів. Теорія когнітивного навантаження (CLT) передбачає (Sweller, 1994), що ефективний візуальний досвід навчання повинен бути розроблений таким чином, щоб мінімізувати / оптимізувати когнітивне навантаження на суб'єкта учіння. Технології SMART можуть сприяти цьому, оскільки надають інструменти, які спрощують складну візуальну інформацію, зменшують відволікання та виділяють ключові поняття. *Теорія подвійного кодування (DCT)* стверджує (Paivio, 1969; Clark & Paivio, 1991), що інформація обробляється та зберігається в пам'яті як за допомогою вербальних, так і невербальних систем. Вона припускає, що навчання покращується, коли інформація представлена в обох форматах. Технології SMART сприяють інтеграції візуальної та вербальної інформації за допомогою мультимедійних презентацій, інтерактивних симуляцій та мультимодальних освітніх середовищ. Підхід подвійного кодування може призвести до багатших і триваліших ментальних презентацій, покращує розуміння та запам'ятовування. *Конструктивістська теорія навчання* наголошує (O'Donnell et al., 2012; Piaget, 1978) на активній ролі учнів у конструюванні власних знань за допомогою досвіду та рефлексії. Освітнє середовище SMART з акцентом на навчання на основі запитів зумовлює широкі можливості для розуміння візуальної комунікації. *Соціальна когнітивна теорія (SCT)* підкреслює (Bandura, 1986) роль навчання за допомогою спостереження і моделювання у формуванні людської поведінки (студенти вчать, спостерігаючи та імітуючи візуальні стратегії комунікації інших). Освітнє середовище SMART з акцентом на онлайн-співпрацю та доступ до різноманітних медіаджерел надає можливості спостерігати за широким спектром візуальних моделей та вчитися на їх основі.

*SMART-технології та їх роль у розвитку візуальної грамотності*

Технології SMART охоплюють широкий спектр цифрових інструментів і платформ, які можна використовувати для підвищення візуальної грамотності. Ці технології включають інтерактивні дошки, віртуальну та доповнену реальність, інструменти для створення мультимедіа та програмне забезпечення для візуалізації даних. Кожна з цих технологій відкриває можливості для розвитку складників візуальної грамотності (уміння «читати» візуальні образи, розпізнавати й розуміти їхній зміст, інтерпретувати об'єкти й символи у відповідному культурному, соціальному чи історичному контексті; уміння створювати візуальні матеріали, генерувати власні зображення; критично оцінювати візуальну інформацію; застосовувати візуальні засоби для соціальної взаємодії).

Інтерактивні дошки та дисплеї сприяють динамічному та груповому візуальному навчанню. Вони дозволяють учителям та учням взаємодіяти з візуальним контентом у режимі реального часу (Nicolaou et al., 2019). Вчителі можуть використовувати інтерактивні дошки для представлення зображень, відео, візуалізації даних, а також при ануванні й обробці візуального контенту для виділення ключових понять і відношень між ними. Учні можуть використовувати інтерактивні дошки для створення власних візуальних презентацій, обміну ідеями для спільного вирішення проблем. Іншими словами, використання інтерактивних дошок може покращити візуальне сприйняття, розуміння та комунікативні навички молоді.

Технології віртуальної та доповненої реальності (VR та AR) пропонують імерсивне навчальне середовище, яке може змінити спосіб взаємодії учнів з візуальним контентом (Lee & Hwang, 2022). Симуляції віртуальної реальності можуть перенести учнів у віртуальні світи, де вони можуть досліджувати історичні місця, проводити наукові експерименти або практикувати реальні навички в безпечному цифровому середовищі. Додатки доповненої реальності можуть накладати цифрову інформацію на реальний світ, забезпечуючи контекстний досвід навчання, який покращує розуміння та запам'ятовування. Наприклад, студенти можуть використовувати додатки AR для візуалізації складних анатомічних структур, дослідження історичних артефактів або взаємодії з віртуальними персонажами історії. Такі імерсивні враження можуть покращити візуальне сприйняття, розуміння та навички інтерпретації фактів і даних.

Інструменти для створення мультимедіа, такі як програмне забезпечення для редагування відео, програми графічного дизайну та платформи анімації, дають можливість створювати та ділитися власними візуальними повідомленнями. Займаючись створенням мультимедіа, учні розвивають свої навички візуального спілкування, творчо висловлюють свої ідеї та діляться своїми знаннями з іншими. Ці інструменти також сприяють розвитку критичного мислення та навичок вирішення проблем, оскільки учні вчать проєктувати, виробляти та оцінювати власні візуальні твори. Подібний практичний досвід може покращити візуальну комунікацію, етичну свідомість і технологічну майстерність.

Програмне забезпечення для візуалізації даних дозволяє учням перетворювати необроблені дані на когнітивно наповнені візуальні зображення, такі як діаграми, графіки та карти. Навчаючись створювати та інтерпретувати дані (Shamonia et al., 2019), учні розвивають навички критичного мислення та отримують більш глибоке розуміння складних наборів даних. Інструменти візуалізації даних (Semenikhina et al. 2020) також сприяють розвитку творчих та комунікативних навичок, оскільки студенти вчать представляти дані через переконливі наочні образи. Такий підхід може покращити візуальний аналіз, критичну оцінку та комунікативні навички.

Аналізуючи сучасні освітні практики, прослідковується позитивний вплив SMART-технологій на розвиток візуальної грамотності:

– у природничо-математичній освіті (STEM-освіті) візуальна грамотність має важливе значення для розуміння складних наукових концепцій, інтерпретації даних та передачі наукових висновків (Semenikhina et al., 2022). Учні повинні вміти аналізувати діаграми, графіки та моделі; інтерпретувати наявні візуалізації даних і створювати власні візуальні образи. Технології SMART, такі як інтерактивне моделювання та програмне забезпечення для візуалізації даних, можуть

покращити розуміння понять та розвинути вміння ефективно передавати наукову інформацію, використовувати моделювання для вивчення поведінки складних систем (Drushlyak et al., 2025) або візуалізувати результати досліджень;

– при вивченні мови та літератури візуальна грамотність покращує здатність учнів аналізувати та інтерпретувати літературні тексти, фільми та інші візуальні медіа. Учні можуть навчитися визначати візуальні метафори, символи та алюзії; оцінити прийоми переконання, які використовуються у візуальних повідомленнях. Створення візуальних уявлень літературних тем, персонажів і сюжетних структур також може поглибити розуміння та оцінку літератури (Hrona et al., 2024);

– у суспільствознавстві та історії візуальна грамотність дає змогу учням аналізувати історичні зображення, карти та артефакти, тлумачити первинні джерельні документи; розуміти культурний та соціальний контексти в історичній ретроспективі. Студенти можуть навчитися критично оцінювати джерела, враховуючи їхній контекст, мету та потенційні упередження. Створення візуальних часових шкал, інфографіки та мультимедійних презентацій може допомогти учням синтезувати інформацію та передати своє розуміння історичних подій та культурних тенденцій (Малієнко, 2019);

– освіта в галузі мистецтва та дизайну забезпечує природне середовище для розвитку навичок візуальної грамотності, оскільки учні вчаться створювати, аналізувати та критикувати твори візуального мистецтва. Вони можуть досліджувати різні художні техніки, експериментувати з різними медіа та розробляти власні унікальні візуальні стилі. Критика та аналіз творів мистецтва може покращити їх здатність розуміти та оцінювати естетичні якості, культурне значення та соціальний вплив візуального мистецтва (Брюховецька, 2018).

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

SMART-освіта, як сучасна педагогічна концепція, базується на інтеграції цифрових технологій в освітній процес із метою формування ключових навичок XXI століття, серед яких візуальна грамотність посідає центральне місце. В умовах зростаючого обсягу візуального контенту та переважання візуального каналу сприйняття інформації у сучасній молоді, візуальна грамотність стає необхідною навичкою для орієнтації як у реальному, так і у віртуальному середовищі. Її розвиток сприяє формуванню здатності сприймати, аналізувати, інтерпретувати, оцінювати та створювати візуальні повідомлення для ефективної комунікації, аргументації та прийняття рішень.

SMART-технології (інтерактивні дошки, цифрові платформи, адаптивні середовища, доповнена та віртуальна реальність, інструменти штучного інтелекту) виступають ефективними засобами розвитку візуальної грамотності. Їхнє застосування забезпечує доступ до широкого спектру візуальних ресурсів, стимулює креативність, імерсивний досвід і дозволяє здійснювати персоналізоване навчання з індивідуалізованим зворотним зв'язком. Теоретичне підґрунтя використання SMART-технологій у розвитку візуальної грамотності забезпечують когнітивна теорія мультимедійного навчання, теорія подвійного кодування, конструктивістська та соціально-когнітивна парадигми, що підкреслюють значення активного залучення учнів до створення та інтерпретації візуального змісту.

Разом із тим ефективність застосування SMART-технологій у розвитку візуальної грамотності залежить від низки чинників. По-перше, це рівень цифрової і педагогічної компетентності вчителів, їхня здатність інтегрувати візуальні засоби у практику навчання, застосовувати принципи візуального дизайну та оцінювати якість візуального контенту. По-друге, це доступність технологій і цифрових інструментів для всіх учасників освітнього процесу, що є передумовою інклюзивності та недопущення цифрового розриву. По-третє, це розвиток критичного мислення учнів щодо споживання візуального контенту (вміння ідентифікувати упередження, дезінформацію, пропаганду тощо), що особливо актуально в умовах інформаційних загроз для української молоді.

Перспективи подальшого розвитку SMART-освіти у контексті візуальної грамотності пов'язані з дедалі ширшим впровадженням штучного інтелекту, імерсивних технологій (AR/VR/MR) та аналітики навчальних даних. Системи на основі AI здатні здійснювати гнучку діагностику рівнів візуальної грамотності учнів, адаптувати освітню траєкторію відповідно до індивідуальних потреб, а також сформулювати персоналізовані рекомендації. Технології імерсивної реальності забезпечують автентичність і багатоканальність сприйняття, що підвищує глибину розуміння візуальних структур. Такий підхід відкриває нові горизонти для розвитку візуальної грамотності як інтегральної складової сучасної цифрової культури молоді.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
2. Bernard, D., Bobish, G., Bullis, D., Hecker, J., Holden, I., Hosier, A., Jacobson, T., & Loney, T. (2022). Візуальна грамотність - застосування інформаційної грамотності до візуальних матеріалів. *Посібник користувачів інформаційної грамотності*. <https://surli.cc/wsxlq>
3. Bulut, M., Bulut, A., Kaban, A., & Kirbas, A. (2024). Exploring the nexus of technology, digital, and visual literacy: A bibliometric analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 12(2), 345-363. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3777>
4. Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-170.
5. Drushlyak, M., Lukashova, T., Shamonina, V., & Semenikhina, O. (2025). ChatGPT-Based Simulation Helps to Develop the Pre-Service Mathematics Teachers' Critical Thinking. *International Journal of Instruction*, 18(1), 153-172. [https://www.e-iji.net/dosyalar/iji\\_2025\\_1\\_9.pdf](https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2025_1_9.pdf)
6. Hrona, N., Khomych, T., Semenog, O., Kharchenko, I., Yurchenko, A., & Semenikhina, O. (2024). Tools for the development of emotional intelligence: Cognitive native language teaching. *International Journal of Instruction*, 17(2), 599-616. <https://doi.org/10.29333/iji.2024.17233a>
7. Lee, H., & Hwang, Y. (2022). Technology-Enhanced Education through VR-Making and Metaverse-Linking to Foster Teacher Readiness and Sustainable Learning. *Sustainability*, 14(8), 4786. <https://doi.org/10.3390/su14084786>
8. Nicolaou, C., Matsiola, M., & Kalliris, G. (2019). Technology-Enhanced Learning and Teaching Methodologies through Audiovisual Media. *Education Sciences*, 9(3), 196. <https://doi.org/10.3390/educsci9030196>
9. O'Donnell, A., Reeve, J., & Smith, J. (2012). *Educational Psychology* (3rd ed.). Wiley. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/3865839/educational-psychology-reflection-for-action-pdf> (Original work published 2012)

10. Paivio, A. (1969). "Mental imagery in associative learning and memory". *Psychological Review*. 76 (3), 241–263.
11. Piaget, J. (1978). *Behavior and evolution* (1st American). New York: Pantheon Books.
12. Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., & Shishenko, I. V. (2022). STEM project as a means of learning modeling for pre-service mathematics and computer science teachers. *Information Technologies and Learning Tools*, 90(4), 46–56. <https://doi.org/10.33407/itlt.v90i4.4946>
13. Semenikhina, O., Kudrina, O., Koriakin, O., Ponomarenko, L., Korinna, H., & Krasilov, A. (2020). The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. *TEM Journal*, 9(4), 1704-1710. <https://doi.org/10.18421/TEM94-51>
14. Shamonina, V., Semenikhina, O., Drushlyak, M., & Lynnyk, S. (2019). Computer visualization of logic elements of the information system based on Proteus. 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2019). Kherson, 459-463.
15. Sime, J.-A. (2022). Visual literacies and visual technologies for teaching, learning, and inclusion: Introduction to the Special Issue. *Studies in Technology Enhanced Learning*, 2(1). <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.46bb5c93>
16. Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*. 4 (4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
17. Бойченко, М.А., & Чуричканич, І.Е. (2021). *Теорія когнітивної візуалізації в педагогічній думці Великої Британії та США: історія і сучасність*. Суми : ФОР Цьома С.П.
18. Брюховецька, О. (2018). Візуальний поворот у культурі і культурології. *Коллективна монографія «Культурологія: Могилянська школа», розділ 1*, 130-165. <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/49d6c4ab-f8a8-4e0d-8c41-c612050c890e/content>
19. Кушнір, А.С. (2020). SMART-технології в освіті як чинник інформаційного розвитку суспільства. «Молодий вчений», 3.1 (79.1), 39-42.
20. Лілік, О. О., Сазонова, О. В., & Бивалькевич, Л. М. (2021). Формування візуальної грамотності майбутніх учителів початкової школи засобами художньої літератури за допомогою онлайн-інструментів, 210-216. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4769572>
21. Малієнко, Ю. (2019). Теоретичні засади візуалізації змісту підручників з історії для старшої школи у контексті компетентнісного навчання. *Проблеми сучасного підручника*, 23, 149. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-23-149>

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action : a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
2. Bernnard, D., Bobish, G., Bullis, D., Hecker, J., Holden I., Hosier, A., Jacobson, T., & Loney, T. (2022). Візуальна грамотність - застосування інформаційної грамотності до візуальних матеріалів. *Посібник користувачів інформаційної грамотності*. <https://surli.cc/wsxqlc>
3. Bulut, M., Bulut, A., Kaban, A., & Kirbas, A. (2024). Exploring the nexus of technology, digital, and visual literacy: A bibliometric analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 12(2), 345-363. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3777>
4. Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-170.
5. Drushlyak, M., Lukashova, T., Shamonina, V., & Semenikhina, O. (2025). ChatGPT-Based Simulation Helps to Develop the Pre-Service Mathematics Teachers' Critical Thinking. *International Journal of Instruction*, 18(1), 153-172. [https://www.e-iji.net/dosyalar/iji\\_2025\\_1\\_9.pdf](https://www.e-iji.net/dosyalar/iji_2025_1_9.pdf)
6. Hrona, N., Khomych, T., Semenog, O., Kharchenko, I., Yurchenko, A., & Semenikhina, O. (2024). Tools for the development of emotional intelligence: Cognitive native language teaching. *International Journal of Instruction*, 17(2), 599-616. <https://doi.org/10.29333/iji.2024.17233a>
7. Lee, H., & Hwang, Y. (2022). Technology-Enhanced Education through VR-Making and Metaverse-Linking to Foster Teacher Readiness and Sustainable Learning. *Sustainability*, 14(8), 4786. <https://doi.org/10.3390/su14084786>
8. Nicolaou, C., Matsiola, M., & Kalliris, G. (2019). Technology-Enhanced Learning and Teaching Methodologies through Audiovisual Media. *Education Sciences*, 9(3), 196. <https://doi.org/10.3390/educsci9030196>.
9. O'Donnell, A., Reeve, J., & Smith, J. (2012). *Educational Psychology* (3rd ed.). Wiley. Retrieved from <https://www.perlego.com/book/3865839/educational-psychology-reflection-for-action-pdf> (Original work published 2012)
10. Paivio, A. (1969). "Mental imagery in associative learning and memory". *Psychological Review*. 76 (3), 241–263.
11. Piaget, J. (1978). *Behavior and evolution* (1st American). New York: Pantheon Books.
12. Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., & Shishenko, I. V. (2022). STEM project as a means of learning modeling for pre-service mathematics and computer science teachers. *Information Technologies and Learning Tools*, 90(4), 46–56. <https://doi.org/10.33407/itlt.v90i4.4946>
13. Semenikhina, O., Kudrina, O., Koriakin, O., Ponomarenko, L., Korinna, H., & Krasilov, A. (2020). The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. *TEM Journal*, 9(4), 1704-1710. <https://doi.org/10.18421/TEM94-51>
14. Shamonina, V., Semenikhina, O., Drushlyak, M., & Lynnyk, S. (2019). Computer visualization of logic elements of the information system based on Proteus. 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2019). Kherson, 459-463.
15. Sime, J.-A. (2022). Visual literacies and visual technologies for teaching, learning and inclusion: Introduction to the Special Issue. *Studies in Technology Enhanced Learning*, 2(1). <https://doi.org/10.21428/8c225f6e.46bb5c93>
16. Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*. 4 (4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
17. Boichenko, M.A., & Churychkanych, I.E. (2021). *Teoriia kohnityvnoi vizualizatsii v pedahohichnii dumtsi Velykoi Brytanii ta SSHa: istoriia i suchasnist [Theory of cognitive visualization in the pedagogical thought of Great Britain and the USA: history and modernity]*. Sumy : FOP Tsoma S.P.
18. Briukhovetska, O. (2018). Vizualnyi povorot u kulturi i kulturologii [Visual turn in culture and cultural studies]. *Kolektyvna monohrafiia «Kulturologiia: Mohylianska shkola», – Collective monograph "Cultural studies: Mohyla school"*, rozdil 1, 130-165. <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/49d6c4ab-f8a8-4e0d-8c41-c612050c890e/content>
19. Kushnir, A.S. (2020). SMART-tekhnologii v osviti yak chynnyk informatsiinoho rozvytku suspilstva [SMART technologies in education as a factor of information development of society]. *Molodyi vchenyi – Young Scientist*, 3.1 (79.1), 39-42.
20. Lilik, O. O., Sazonova, O. V., & Byvalkevych, L. M. (2021). *Formuvannya vizualnoi hramotnosti maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly zasobamy khudozhnoi literatury za dopomohoiu onlain-instrumentiv [Formation of visual literacy of future primary school teachers through fiction using online tools]*, 210-216. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4769572>
21. Maliienko, Yu. (2019). Teoretychni zasady vizualizatsii zmistu pidruchnykiv z istorii dlia starshoi shkoly u konteksti kompetentnisnogo navchannia [Theoretical principles of visualization of the content of history textbooks for high school in the context of competency-based learning]. *Problemy suchasnoho pidruchnyka – Problems of the Modern Textbook*, 23, 149.

| Матеріал надійшов до редакції: 05.03.2025 р. | Прийнято до друку: 15.04.2025 р. | Опубліковано: 27.06.2025 р. |



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.