

УДК 378.046.4:004.22

DOI: 10.36550/2415-7988-2025-1-220-178-182

ГРЕБЕНІУК Арсен –

кандидат філософських наук,

доцент кафедри менеджменту освіти

Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0620-5416>

e-mail: a.hrebeniuk@vippp.org.ua

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАНЬ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В РОБОТІ СУЧАСНИХ ПЕДАГОГІВ

У статті досліджено зв'язок візуалізації з наочністю, та ключові аспекти використання візуалізації як засобу підвищення ефективності професійної діяльності педагогів у цифрову епоху. Візуалізація розглядається як процес створення візуального тексту, що репрезентує інший, складніший текст. Визначено, що цей процес не буває цілком завершеним, але посилює ефективність сприйняття освітнього матеріалу, сприяє кращому засвоєнню складних понять, адаптації інформації до потреб і вподобань цільової аудиторії.

Метою статті є виявлення перспективних напрямів використання технологій візуалізації в діяльності сучасних педагогів, що може сприяти їхньому професійному розвитку та підвищенню ефективності організації й проведення освітнього процесу.

Встановлено, що форми візуалізації різноманітні, від діаграм і графіків на площині до тривимірних моделей, але спираються на спільні семіотичні принципи. Як частина сучасної візуальної культури, візуалізація в освіті тісно пов'язана з використанням цифрових технологій, комп'ютерних пристроїв, обладнаних екраном, онлайн-інструментами обробки даних. Вказано приклади таких інструментів, їхній функціонал у контексті формування інтерактивного, гнучкого та естетично привабливого освітнього середовища.

Обґрунтовано, що вміння структурувати інформацію, застосовувати ергономічні рішення в візуальному дизайні, враховувати особливості сприйняття інформації різними групами її споживачів, стають умовами професійного розвитку педагогів і їхньої авторитетності в освітньому середовищі.

Стаття розглядає також роль масової культури та художньої візуалізації як медіаторів між складними науковими поняттями і повсякденним досвідом учнів.

Дослідження наголошує на необхідності формування у педагогів професійної компетентності у сфері візуалізації, та пропонує поглиблення уваги в навчанні майбутніх педагогів і на курсах підвищенні їхньої кваліфікації за низкою визначених напрямків. Перспективними напрямками в цьому контексті є зокрема використання елементів інтерактивності, візуалізації результатів у реальному часі, застосування принципів цифрової доступності. Водночас зазначено, що цифрові засоби наочності та візуалізації не є універсальними і педагогами не слід цілком відмовлятися від традиційних, нецифрових засобів.

Ключові слова: візуалізація даних, візуальна культура, наочність, цифрові технології, професійний розвиток педагогів.

HREBENIUK Arsen –

Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Educational Management Department of the

Volyn Institute of Postgraduate Pedagogical Education

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0620-5416>

e-mail: a.hrebeniuk@vippp.org.ua

PROSPECTS OF VISUALIZATION APPLICATIONS IN THE WORK OF A MODERN EDUCATORS

The article explores the relationship between visualization and clarity, and key aspects of using visualization as a means of increasing the effectiveness of teachers' professional activities in the digital age. Visualization is considered as the process of creating a visual text that represents another, more complex text. It is determined that this process is not completely complete, but increases the effectiveness of the perception of educational material, contributes to better assimilation of complex concepts, and adapts information to the needs and preferences of the target audience.

The aim of the article is to identify promising areas for the use of visualization technologies in the activities of modern teachers, which can contribute to their professional development and increase the effectiveness of the organization and conduct of the educational process.

It is established that the forms of visualization are diverse, from diagrams and graphs on a plane to three-dimensional models, but are based on common semiotic principles. As part of modern visual culture, visualization in education is closely related to the use of digital technologies, computer devices equipped with a screen, and online data processing tools. Examples of such tools are given, their functionality in the context of forming an interactive, flexible and aesthetically attractive educational environment.

It is substantiated that the ability to structure information, apply ergonomic solutions in visual design, take into account the peculiarities of information perception by different groups of its consumers, become conditions for the professional development of teachers and their authority in the educational environment.

The article also considers the role of mass culture and artistic visualization as mediators between complex scientific concepts and the everyday experience of students.

The study emphasizes the need to form professional competence in the field of visualization among teachers, and suggests deepening attention in the training of future teachers and in courses to improve their qualifications in a number of specific areas. Promising areas in this context are, in particular, the use of interactivity elements, visualization of results in real time, and the application of the principles of digital accessibility. At the same time, it is noted that digital means of visibility and visualization are not universal and teachers should not completely abandon traditional, non-digital means.

Key words: data visualization, visual culture, visibility, digital technologies, professional development of teachers.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Сучасні вчителі використовують різноманітні дані для організації та здійснення освітнього процесу. Для ефективнішого використання даних існують численні способи їх

візуалізації, що дозволяє краще розуміти контекст повідомлення, аналізувати великі обсяги даних у чіткій та стислій формі. Як наслідок – правильно інтерпретувати дані та приймати на їх основі адекватні рішення. Разом з тим доступність

технологій візуалізації характеризується несистемністю їхнього використання в педагогіці, малою увагою до деяких перспективних напрямків і неповною реалізацією потенціалу широко відомих технологій. Вирішення цих проблем забезпечило б більш ефективне використання наявних ресурсів при створенні освітніх матеріалів, організації та підтримці освітнього процесу.

Мета статті полягає в визначенні перспективних напрямків у технологіях візуалізації в контексті роботи сучасних педагогів, що могло б сприяти їхньому подальшому професійному вдосконаленню. Ці напрямки описуємо передусім на прикладі педагогів – слухачів курсів підвищення кваліфікації в системі післядипломної педагогічної освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання візуальних засобів подачі інформації в освіті в різних аспектах описано в статтях Житеньової Н. В. «Технології візуалізації в сучасних освітніх трендах» [8], Малихіна О., Ліпчевської І. «Візуалізація навчальної інформації як складова професійної підготовки майбутнього вчителя початкової школи» [9], Тютюнника А. – «Технології візуалізації у світових дослідженнях» [12]. В контексті педагогіки загалом та шкільної зокрема питання візуалізації в цифрових медіа досліджували впродовж 2020-х Ан Дж., Нгуєн Х., Кампос Ф. [1], Аркаві А. [2], Шапіро Б. [3], Жан Г. [4]. Також посилаємося на «Короткий посібник з цифрової доступності» Попова Д., де містяться рекомендації щодо ефективного дизайну різноманітних візуальних матеріалів [10]. Романов Л. у «Візуалізація інформації у післядипломній освіті педагогічних і науково-педагогічних працівників» досліджує використання широкого спектра медіа в контексті післядипломної освіти [11]. Застосування тривимірної графіки стосується стаття Гребенюка А. В. та Оксенюка І. Л. «Тривимірна графіка в сучасному освітньому процесі» [7]. Проблеми візуалізації з огляду на цифровізацію освіти досліджувалися нами в статті «Технології візуалізації в професійному вдосконаленні педагогічного працівника НУШ» [6].

Виклад основного матеріалу дослідження. Візуалізація та наочність доволі часто згадуються в контексті сучасної педагогіки, проте не є синонімами. Засобами наочності можуть бути як численні просторові об'єкти (зразки рослин, мінералів, моделі геометричних фігур, масштабні моделі споруд, муляжі органів), так і їхні статичні чи рухомі зображення на площині паперу чи екрана (плакати, фотографії, відео). Разом з тим, коли йдеться про використання схем, діаграм, графіків, вони частіше асоціюються з візуалізацією.

Бабич О. і Семеніхіна О. пропонують розділення термінів «візуалізація» та «наочність» на тій підставі, що візуалізація передбачає процес створення зорового образу, а «наочність» стосується вже сформованого образу об'єкта [5, с. 52]. Як буквальні, так і символічні зображення, створюються в процесі візуалізації та стають засобами наочності в контексті повідомлення. Але в такому разі з обсягу терміна «наочність» виключаються засоби предметної наочності, які є не

зображеннями чогось, а буквально тим, про що йдеться. Ця суперечність вирішується, якщо взяти до уваги, що будь-який засіб наочності є загальним прикладом різноманітних конкретних об'єктів, а отже – їх знаком. Аркаві А. розкриває «візуалізацію» як здатність, процес та продукт створення, інтерпретації, використання та осмислення зображення, схеми в свідомості, на папері або за допомогою технологічних інструментів, з метою зображення та передачі інформації, обмірковування, розкриття раніше непомічених ідей та поглиблення розуміння [2, с. 26]. Тут «візуалізація» є процесом, який по суті ніколи не завершується, позаяк будь-який продукт відкритий для подальшої інтерпретації. Загалом «візуалізація» характеризується як процес створення зображень, тоді як засобом наочності може бути і об'єкт, у якого важливіше слухове чи тактильне сприйняття. З цього слідує, що можливі «аудіалізація» чи «тактилізація», хоча вжиток таких слів був би набагато рідшим.

Візуалізація часто вживається в словосполученні «візуалізація даних», де під даними мається на увазі інформація, призначена для прийняття певних висновків, рішень. Візуалізація даних призначена розкрити та передати для ширшої, менш спеціалізованої аудиторії більший текст у формі меншого. «Текст» вживаємо тут у широку семіотичному значенні як систему будь-яких знаків. Візуалізація дозволяє зосередитися на суттєвих аспектах, виявити зв'язки між різними типами даних, а тому має вирішальне значення для планування та проведення освіти [6, с. 15].

Тютюнник А. зазначає, що дані часто подаються у неструктурованій або важкій для розуміння формі. Візуалізація виступає засобом представлення підсумків аналізу даних. Графічне зображення разом із супровідними елементами формують візуальне уявлення даних, яке полегшує інтерпретацію інформації та сприяє конструктивній діяльності на основі цієї інтерпретації [12, с. 163].

Коли йдеться про сучасну візуальну культуру, візуалізація переважно стосується використання зображень на екранах цифрових пристроїв: комп'ютерний монітор, проектор чи екран смартфона. Однак, різноманітність форм подачі інформації, інструментів її редагування та представлення, різне апаратне та програмне забезпечення зумовлюють неоднорідність візуального стилю, відсутність доцільних елементів зображення та брак способів взаємодії з ним, нерациональне використання часу на створення візуалізації [6, с. 15]. Романов Л. виділяє також психологічний аспект візуалізації, що проявляється у відмінностях пізнавальних процесів молоді й дорослих [11, с. 41]. Тобто, та сама інформація може по-різному візуалізовуватися для різної цільової аудиторії не лише в плані комплексності чи декоративних елементів, а й плані типів представлення даних.

У статті «Towards a better understanding of the role of visualization in online learning: a review» перелічено поширені в педагогічній практиці форми візуалізації. Візуалізація мереж вико-

ристовує точки та сполучення між ними для демонстрації кількості зв'язків між об'єктами; часто застосовується для візуалізації стосунків у колективах. Часова візуалізація (часова шкала, хронологія) демонструє лінійний односпрямований розвиток. Поширеними візуальними представленнями даних є блок-схеми та стовпчасті діаграми. Точкові діаграми представляють властивості різних змінних за допомогою набору візуальних атрибутів (форма, розмір, колір, орієнтація). Географічна візуалізація використовує просторові, динамічні та асоціативні ознаки [4]. В цілому ж лінійні графіки та діаграми використовуються для відображення змін значення змінної в рівномірні проміжки часу. Для представлення рейтингів найкраще підходить гістограма. Порівняння частин у складі цілого можна ефективно подати за допомогою кругових або стовпчастих діаграм. Коробкові графіки слугують для наочного представлення основних характеристик розподілу, таких як медіана й квартилі, а також показують рівень варіативності змінної через так звані «вуса» [6, с. 15].

Інтерпретація графічних поданих даних – це порівняно складне завдання, яке включає розпізнавання візуальних характеристик (наприклад, формату, легенди та кольору), знання змісту, який зображує графік. Навіть якщо глядачі розпізнають характеристики, попередні очікування можуть призвести до упередженостей та неправильних інтерпретацій. Наприклад, глядачі більш схильні формувати спрощене розуміння лінійних графіків: зосереджуючись на тенденціях вздовж осей та не враховуючи додаткові виміри у своїй інтерпретації, коли в графіках включено більше змінних. Іншим прикладом є труднощі з інтерпретацією діапазонів похибок та невизначеностей [1, р. 158-159].

Взаємодія з візуалізацією може приймати різні форми, включаючи масштабування, панорамування, фільтрацію даних. Нові теорії та підходи до дизайну візуалізації підкреслили цінність персоналізації та інтерактивності, коли користувачі підлаштовують оформлення фінальної картини під свої потреби та вподобання [3], як це можна робити, наприклад, на онлайн-ових платформах «Slido» і «Mentimeter», змінюючи забарвлення елементів або виділяючи окремі з них і отримуючи при цьому додаткові пояснення. Таке «оживлення» зображень на екрані створює тісніший зв'язок між авторами та глядачами, перетворюючи останніх на часткових співучасників того, що відбувається на екрані.

На думку Житеньової Н. В., застосування технологій візуалізації допомагає подолати одну з ключових перепон сучасної освіти – низьку зацікавленість у навчанні та слабкість стимулювання пізнавального інтересу. Це особливо актуально в умовах інформаційного перенасичення, коли традиційні навчальні матеріали вже не відповідають потребам сучасних здобувачів освіти, яким складно утримувати увагу без використання вже сталих «традиційними» прийомів та елементів цифрових медіа. Значна частина освітніх текстів зводиться до простого оцифрування папе-

рових джерел із мінімальним рівнем інтерактивності, чого недостатньо для ефективної освітньої комунікації [8, с. 174].

Недооцінена потреба в ергономії освітніх матеріалів, у їхньому дизайні. Дотримання спільного стилю в презентаціях, відео, ілюстраціях до підручників вказує на підпорядкованість викладеної в них інформації спільній ідеї, організованість сприяє цілісному сприйняттю. Водночас важлива частка унікальності. Щонайменше – для створення зон фокусування уваги в тексті. Але також – для адаптації інформації задля сприйняття різними цільовими групами: віковими, культурними тощо.

На думку Романова Л., формат коротких відео (як у Tik-Tok) теж слугувати ефективною формою візуалізації і підходить не лише для розважальних, а й для освітніх медіа [11, с. 42].

Проте педагоги та здобувачі освіти мають свої пріоритети в формах візуалізації. Як зазначено нами в статті «Технології візуалізації в професійному вдосконаленні педагогічного працівника НУШ», педагоги, що проходять курси підвищення кваліфікації у ВППО, проявляють жвавий інтерес до сервісів онлайн-опитувань, які візуалізують результати в реальному часі формі як діаграми, хмари слів. Так, «AnswerGarden» пропонує залучати анонімних учасників (які отримують доступ до опитування за посиланням) для візуалізації їхніх відповідей у формі «хмари слів». При цьому ні організатори опитування, ні його учасники, не потребують реєстрації на сервісі. «Slido» та «Mentimeter» дозволяють включати опитування до інтерактивних презентацій і отримувати візуалізовані результати одразу в міру надходження відповідей. Додатково на слайди дозволяється додавати дрібні інтерактивні елементи на зразок «лайків», що додають додатковий вимір емоційної оцінки інформації. Невеликий ігровий елемент, коли учасники можуть рухати картки з відповідями, повзунки з оцінками того чи іншого пункту, добре запам'ятовується завдяки тому, що вони стають активнішими співучасниками заняття, ніж за використання звичайних презентацій та онлайн-опитувань [6, с. 15].

Житеньова Н. виділяє віртуальні лабораторії та симуляції як інструментарій візуальної взаємодії на заняттях. Учні можуть моделювати закони фізики, вивчати складні тривимірні форми (наприклад, молекул), розглядати будову живих організмів, симулювати хімічні реакції та спостерігати за процесами, пришвидшуючи їх [8, с. 174]. Прикладом є платформа «PhET», що надає безкоштовні онлайн-моделі з фізики, хімії, біології. Наприклад, пропонує порівняти як поводитимуться блоки різних матеріалів у воді, що зрозуміти значення густини. Зауважимо проте, що віртуальна симуляція завжди є спрощенням, порівняно з реальним дослідом, «моделлю моделі», а тому повинна застосовуватися в ситуаціях, де доступ до предметної наочності неможливий або утруднений.

Сприйняття інформації залежить не тільки від її актуальності, а й організованості. Популярними інструментами для організації освітньої інформації

слугують віртуальні онлайніві дошки на зразок «Padlet» і аналогів: дошки у «Canva», «Classroomscreen», «Microsoft Whiteboard». Великий набір готових шаблонів дозволяє створювати якісні освітні матеріали, які потім можна завантажити на свій пристрій для подальшого доопрацювання, або спільно виконувати на дошці завдання в реальному часі.

Ведучи мову про візуальний компонент сучасної освіти, варта уваги нова, але вже використовувана українськими педагогами практика застосування тривимірних (3D) моделей, які здатні замінити масштабні моделі геометричних фігур, біологічних зразків, механізмів тощо. Тривимірні зображення дозволяють не тільки бачити об'єкти, але й обертати, масштабувати та розглядати їх під різними кутами [7, с. 46]. Вони можуть слугувати самостійними засобами наочності, або ж використовуватися як основа для подальшої творчості. Зокрема, часто застосовуються авторами цифрового живопису, адже дозволяють швидко налаштувати ракурс, масштаб, композицію. Інтеграція 3D моделей у повсякденну педагогічну практику проявляється в появі онлайн-галерей моделей, їх інтеграції до таких програм, як Power Point (з версії 2021).

Такі сайти, як «SketchFab», дозволяють вільно переглядати тривимірні моделі без потреби реєстрації (вона потрібна лише для публікації моделей), а моделі демонструються одразу в веббраузері без потреби завантажувати їх на свій пристрій. Завдяки цьому користуватися «SketchFab» можна як з ПК, так і смартфонів. Сайт пропонує авторам лишати підписані мітки на моделях, дозволяти завантаження моделі безкоштовно чи за платню. Зареєстровані користувачі можуть додавати моделі до колекцій для подальшої демонстрації чи особистого користування. Більшість моделей, доступних для безкоштовного завантаження – це вправи з 3D-моделювання, але є й професійно оцифровані експонати музеїв, архітектурні пам'ятки. Аналог «SketchFab», але спеціалізований на конкретно освітній галузі – це сайт «Smithsonian Institution», сайт однойменної групи музеїв. На ньому виставлені оцифровані моделі експонатів, які можна переглядати у веббраузері та завантажувати собі: зразки творів мистецтва, археологічних і палеонтологічних знахідок, пристроїв [7, с. 47]. Характерно, що вони викликають інтерес у самих педагогів на курсах підвищення кваліфікації вже самою демонстрацією своєї тривимірності (хоча коректніше говорити про проєкцію віртуального об'єкта на площину екрана). Взаємодія з такими моделями ефективніша з педагогічної точки зору, оскільки 1) є порівняно незвичайною, а тому запам'ятовуваною активністю; 2) просто виконується і не потребує спеціальних навичок або особливого програмного й апаратного забезпечення; 3) інтерактивна, справляючи враження контролю над об'єктом.

Поряд з тривимірними моделями, що здатні замінювати фізичні об'єкти під час онлайн-занять, виконання дистанційних завдань, слід згадати тривимірні діаграми, графіки, що дозволяють

одночасно відобразити більший обсяг інформації завдяки використанню трьох осей координат.

«Короткий посібник з цифрової доступності» Попова Д. вказує, що ефективність візуалізації тісно пов'язана з забезпеченням цифрової доступності і повинна враховувати особливості сприйняття кольору слабкозорими та особами з дальтонізмом, можливість автоматичного озвучення тексту, контрастність при чорно-білому друці та інші обставини. Такий підхід усуває можливі непорозуміння та сприяє загальній доступності інформації. Адже нерідкісні ситуації, коли зміна кольору (чи неоднозначність його сприйняття) може спотворити суть інформації. Наприклад, переведення кольорового зображення в чорно-біле при друці часом призводить до того, що частини схеми чи діаграми перестають розрізнятися і стають однаково сірими [10, с. 25-32].

Малихін О. та Ліпчевська І. серед своїх висновків вказують такий, що підґрунтям професійного розвитку педагогів є обізнаність щодо дидактичного потенціалу засобів візуалізації інформації; уміння запроваджувати їх у власну професійну діяльність; володіння базовими аспектами дизайну візуального контенту; володіти навичками підвищення ефективності використання візуалізації в процесі навчання; самоаналізу, самооцінювання, самовдосконалення власної професійно-педагогічної компетентності [9, с. 63-64]. Це стосується далеко не тільки графіків або науково точних ілюстрацій. Використання мистецьких зображень закріплює інформацію в пам'яті, створює стійкі асоціації та дає цікавий вступ до складних тем. Багато, якщо не більшість, наукових ідей засвоюються сучасними дітьми й підлітками через масову культуру – фільми, телесеріали та відеоігри. Тобто, тут маємо справу з візуалізацією ідей і знань, яка надає неточну з точки зору науки інформацію, проте використовує мову символів, присутніх у повсякденному, сакральному, міфологічному пластах життя суспільства. На цю тенденцію педагогам варто звертати детальнішу увагу та використовувати її для того, щоб спілкуватися з дітьми та підлітками «спільною мовою». Справедливе й інше – що дорослі також багато ідей отримують у спрощеній, узагальненій чи й деформованій формі з масової культури. Побачивши знайомий образ, легше перейти від нього до пов'язаних абстрактних понять. З огляду на це педагогам варто бути обізнаними не лише про розвиток наук, а також про розвиток мистецтва, про повсякденний спосіб життя своїх учнів. Художня вигадка частіше суперечить фізиці, історії, біології тощо, але є хорошим тлом для дискусій та розвитку критичного мислення [6, с. 18].

Висновки та перспективи подальших розвідок напрямку. Цифрові засоби візуалізації дозволяють використовувати переваги різних форм подачі інформації для організації освітнього процесу. Складність багатьох явищ зумовлює потребу в їх подачі через візуальні образи.

Наразі відбувається агрегація інструментів візуалізації на онлайн-платформах, їхня інтеграція з програмами та сервісами задля

швидкого та зручного імпорту й експорту даних з мінімальною кількістю необхідних дій. Перспективним є використання тих, які забезпечують користувачам можливість налаштувати дизайн, рівень деталізації, реалізують інтерактивність, долаючи тим самим відчуття відстороненості здобувачів освіти і педагогів одних від інших з огляду на наявність між ними екрана цифрового пристрою.

Поглибленого вивчення варті проблеми в сприйнятті візуалізацій та вплив візуалізації на ефективність прийняття конкретних рішень.

Разом з тим візуальна грамотність педагогів передбачає не тільки знання й використання принципів ефективного дизайну, досвід роботи з сучасними технологіями візуалізації, а й розуміння, що будь-яка візуалізація є спрощенням та узагальненням різноаспектних предметів і комплексних явищ реального світу.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Ahn J., Nguyen H., Campos F. From visible to understandable: Designing for teacher agency in education data visualizations. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 2021. Vol. 21. No. 1.
2. Arcavi A. The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 2003. Vol. 52. No. 3. P. 215–241. DOI: 10.1023/A:1024312321077.
3. Shapiro B., Metts E., Zhao E. The Interaction Geography Slicer: Designing Exploratory Spatial Data Visualization Tools for Teachers' Reflective Practice. 2025. P. 1–17. DOI: 10.1145/3706598.3713499.
4. Zhang G., Zhu Z., Zhu S., Liang R., Sun G. Towards a better understanding of the role of visualization in online learning: a review. *Visual Informatics*. 2022. DOI: 10.1016/j.visinf.2022.09.002. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468502X22000924>
5. Бабич О., Семеніхіна О. До питання про співвідношення понять наочності і візуалізації. *Фізико-математична освіта. Науковий журнал*. 2014. № 2(3). С. 47–53.
6. Гребенюк А. В. Технології візуалізації в професійному вдосконаленні педагогічного працівника НУШ. *Педагогічний пошук*. 2023. № 3(113). С. 14–18.
7. Гребенюк А. В., Оксенюк І. Л. Тривимірний графік в сучасному освітньому процесі. *Педагогічний пошук*. 2024. № 2(112). С. 45–49.
8. Житеньова Н. В. Технології візуалізації в сучасних освітніх трендах. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2016. Вип. 2. С. 144–157.
9. Малихін О., Ліпчевська І. Візуалізація навчальної інформації як складова професійної підготовки майбутнього вчителя початкової школи. *Український педагогічний журнал*. 2023. Т. 4. С. 59–66.
10. Попов Д. Короткий посібник з цифрової доступності. Київ: Проект підтримки «Дія», 2023. 72 с.
11. Романов Л. Візуалізація інформації у післядипломній освіті педагогічних і науково-педагогічних працівників. *Професійна педагогіка*. 2023. № 2(27). С. 54–60. DOI: 10.32835/2707-3092.2023.27.54-60.
12. Тютюнник А. В. Технології візуалізації у світових дослідженнях. *Open educational e-environment of modern University*. 2020. Вип. 9. С. 161–168.

REFERENCES

1. Ahn, J., Nguyen, H., & Campos, F. (2021). From visible to understandable: Designing for teacher agency in

education data visualizations. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. Vol. 21(1).

2. Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. №52(3). Pp. 215–241. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077> [in English]

3. Shapiro, B., Metts, E., & Zhao, E. (2025). The interaction geography slicer: Designing exploratory spatial data visualization tools for teachers' reflective practice. *Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. S. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1145/3706598.3713499> [in English]

4. Zhang, G., Zhu, Z., Zhu, S., Liang, R., & Sun, G. (2022). Towards a better understanding of the role of visualization in online learning: A review. *Visual Informatics*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2022.09.002> [in English]

5. Babych, O., & Semenikhina, O. (2014). Do pytannya pro spivvidnoshennya ponyat nachnist i vizualizatsiya [On the correlation between the concepts of clarity and visualization]. *Fizyko-matematychna osvita. Nauk. Zhurnal*. №2(3). S. 47–53. [in Ukrainian]

6. Hrebenyuk, A. V. (2024). Tekhnolohii vizualizatsii v profesiinomu vdoskonalenni pedahohichnoho pratsivnyka NUSH [Visualization technologies in the professional development of teachers in the New Ukrainian School]. *Pedahohichniy poshuk*. №3(113). S. 14–18. [in Ukrainian]

7. Hrebenyuk, A. V., & Okseniuk, I. L. (2024). Tryvymirna hrafika v suchasnomu osvitnomu protsesi [3D graphics in the modern educational process]. *Pedahohichniy poshuk*. №2(112). S. 45–49. [in Ukrainian]

8. Zhytieniova, N. V. (2016). Tekhnolohii vizualizatsii v suchasnykh osvithnikh trendakh [Visualization technologies in modern educational trends]. *Vidkryte osvithne e-seredovyshe suchasnoho universytetu*. №2. S.144–157. [in Ukrainian]

9. Malykhin, O., & Lipchevska, I. (2023). Vizualizatsiia navchalnoi informatsii yak skladova profesiinoi pidhotovky maibutnoho vchytelia pochatkovoi shkoly [Visualization of educational information as part of future primary school teachers' training]. *Ukrainskyi pedahohichniy zhurnal*. №4. S. 59–66. [in Ukrainian]

10. Popov, D. (2023). Korotkyi posibnyk z tsyfrovoy dostupnosti [A short guide to digital accessibility]. Kyiv: Proiekt pidtrymky "Diia". 72 s. [in Ukrainian]

11. Romanov, L. (2023). Vizualizatsiia informatsii u pisladyplomnii osviti pedahohichnykh i naukovopedahohichnykh pratsivnykiv [Information visualization in postgraduate education of teaching and research staff]. *Profesiina pedahohika*. №2(27). S. 54–60. URL: <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2023.27.54-60> [in Ukrainian]

12. Tiutiunyyk, A. V. (2020). Tekhnolohii vizualizatsii u svitovykh doslidzhenniah [Visualization technologies in global research]. *Open Educational E-Environment of Modern University*. №9. S. 161–168. [in Ukrainian]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

ГРЕБЕНЮК Арсен – кандидат філософських наук, доцент кафедри менеджменту освіти Волинського інституту післядипломної педагогічної освіти.

Наукові інтереси: інформаційний менеджмент, популяризація науки.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

HREBENYUK Arsen – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Educational Management of the Volyn Institute of Postgraduate Pedagogical Education.

Scientific interests: information management, popularization of science.

Стаття надійшла до редакції 26.07.2025 р.

Стаття прийнята до друку 08.08.2025 р.