

Ячна Марина<https://orcid.org/0000-0003-4587-525X>

Старший викладач кафедри біології,
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
(м. Чернігів, Україна) E-mail: m_yachna@ukr.net

Мехед Дмитро<https://orcid.org/0000-0003-3905-3620>

Scopus Author ID 57193823626

Кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри кібербезпеки та математичного моделювання,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
(м. Чернігів, Україна) E-mail: d.mekhed@gmail.com

Третяк Олександр<https://orcid.org/0000-0001-8989-1601>

ResearcherID AET-6326-2022

Scopus Author ID 6701474120

Кандидат біологічних наук, професор,
декан природничо-математичного факультету,
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
(м. Чернігів, Україна) E-mail: alexandr.tretyak@gmail.com

Мехед Ольга<https://orcid.org/0000-0001-9485-9139>

ResearcherID AAC-7333-2021

Scopus Author ID 6506181994

Доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри біології,
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
(м. Чернігів, Україна) E-mail: mekhedolga@gmail.com

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ГРАМОТНОСТІ ПРИ ВИКЛАДАННІ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

Процеси інформатизації освіти зумовили трансформацію традиційних підходів до організації освітнього процесу. Окрім упровадження технічних засобів, активного використання інтернет-ресурсів та інтерактивних технологій, дослідники дедалі більше уваги почали приділяти застосуванню спеціалізованого програмного забезпечення з метою підвищення наочності навчального матеріалу.

Метою дослідження є всебічне вивчення педагогічного потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування візуальної грамотності майбутніх учителів природничих дисциплін. Особлива увага приділяється аналізу ролі засобів візуалізації навчального матеріалу як ефективного інструмента для полегшення сприйняття, осмислення та засвоєння складних понять природничого циклу.

Методологія. Методологічну основу становлять положення про візуалізацію як засіб когнітивної діяльності, теорії навчання в цифровому середовищі, а також принципи візуального мислення в освіті.

Наукова новизна. полягає в узагальненні й системному аналізі ролі візуалізації навчального матеріалу у викладанні природничих дисциплін в умовах цифрової трансформації освіти. На відміну від попередніх досліджень, в роботі обґрунтовано цілісний підхід до впровадження технологій когнітивної візуалізації в педагогічну підготовку. Систематизовано переваги та обмеження сучасних ІКТ-засобів (Phet, Labster, AR/VR) у формуванні візуального мислення й розвитку критичного аналізу. Визначено педагогічні умови ефективного використання цифрових візуальних інструментів для підвищення мотивації та когнітивної активності учнів.

Висновки. Візуалізація навчального процесу в умовах Нової української школи є важливим інструментом, що сприяє покращенню якості освіти. Однак більшість досліджень зосереджуються на використанні візуальних засобів у шкільних дисциплінах, таких як математика, іноземні мови та біологія, без належної уваги до підготовки педагогів до впровадження когнітивної візуалізації у природничо-науковій освіті. Візуалізація є важливою складовою освітнього процесу, зокрема при вивченні природничих наук, де вона допомагає студентам краще сприймати складні концепції й розвивати абстрактне мислення. Застосування візуальних засобів навчання активізує пізнавальну діяльність учнів, підвищує мотивацію та інтерес до навчання, а також сприяє формуванню навичок логічного аналізу та узагальнення знань. Це особливо важливо в контексті вивчення таких складних дисциплін, як біологія, де візуальні елементи можуть значно покращити розуміння абстрактних понять. Візуалізація також допомагає краще адаптувати навчальний контент до індивідуальних особливостей учнів, роблячи навчання більш доступним і захоплюючим.

Ключові слова: візуалізація, цифрові технології, навчання, природнича освіта, інструменти візуалізації, цифрова компетентність.

Постановка проблеми. Процеси інформатизації освіти зумовили трансформацію традиційних підходів до організації освітнього процесу. У цьому контексті в педагогічній літературі поширились поняття «візуалізація» та «візуальна підтримка», що відображають інтеграцію інформаційних технологій у навчальний процес. Таким чином, упровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальний процес не лише змінює засоби подання навчальної інформації, але й висуває нові вимоги до професійної підготовки педагогічних кадрів [16; 17]. Особливої актуальності це набуває у контексті підготовки майбутніх учителів природничих спеціальностей, для яких візуальна грамотність стає важливою складовою професійної компетентності.

Формування візуальної грамотності передбачає розвиток умінь не лише сприймати та аналізувати візуальну інформацію, але й самостійно створювати якісні візуальні навчальні матеріали з урахуванням вікових та когнітивних особливостей здобувачів освіти. Це включає роботу з інфографікою, графіками, діаграмами, схемами, віртуальними моделями та іншими засобами візуалізації, що забезпечують глибше розуміння природничих явищ і процесів. Ефективне оволодіння такими інструментами вимагає інтеграції відповідних модулів у зміст методичної та інформаційної підготовки.

Метою дослідження є всебічне вивчення педагогічного потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування візуальної грамотності майбутніх учителів природничих дисциплін. Особлива увага приділяється аналізу ролі засобів візуалізації навчального матеріалу як ефективного інструмента для полегшення сприйняття, осмислення та засвоєння складних понять природничого циклу.

Методологія. Методологічну основу становлять положення про візуалізацію як засіб когнітивної діяльності, теорії навчання в цифровому середовищі, а також принципи візуального мислення в освіті.

Наукова новизна. Наукова новизна полягає в узагальненні й системному аналізі ролі візуалізації навчального матеріалу у викладанні природничих дисциплін в умовах цифрової трансформації освіти. Систематизовано переваги та обмеження сучасних ІКТ-засобів (Phet, Labster, AR/VR) у формуванні візуального мислення й розвитку критичного аналізу. Визначено педагогічні умови ефективного використання цифрових візуальних інструментів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Термінологічний аналіз понять візуальної освіти здійснено багатьма вченими. М. Друшляк вивчає основні терміни, пов'язані з візуальною освітою, зокрема наочність, візуалізацію та візуальне мислення [11]. Н. Білошапка визначає візуалізацію як провідну ідею сучасного навчального процесу в умовах інформатизації світу [6]. Д. Безуглий розглядає візуалізацію як сучасну стратегію навчання [4]. Л. Білоусова та Н. Житеньова аналізували використання технологій візуалізації для інтенсифікації навчального процесу [5], а також особливості мислення сучасного цифрового покоління та потенціал освітніх технотрендів у візуалізації інформації [9]. Н. Гончарова досліджувала проблему візуалізації навчальної інформації через технології доповненої реальності [8]. Г. Ягенська представила інноваційну методику використання схематичних рисунків для пояснення біологічних явищ [15]. Структурно-логічні схеми як засіб когнітивної візуалізації знань розглянуті в роботах А. Степанюк та І. Карташової [14].

Результати дослідження. Проблема візуалізації освітнього процесу в умовах Нової української школи залишається надзвичайно актуальною, адже, на думку науковців, вона сприяє покращенню якості освітніх послуг. Водночас більшість дослідників зосереджуються на її аналізі у межах викладання шкільних дисциплін, таких як математика, іноземні мови та біологія, не враховуючи необхідності узгодженого підходу до підготовки педагогів для впровадження технологій когнітивної візуалізації у природничо-науковій освіті [3]. Наочність є невід'ємною та закономірною складовою освітнього процесу на всіх етапах вивчення дисциплін природничого циклу [7, 12]. Ці інструменти дозволяють врахувати індивідуальні особливості сприймання й опрацювання інформації, налаштовують учнів на навчальну діяльність, стимулюють пізнавальний інтерес, викликають асоціативне мислення, розвивають уважність і

спостережливість, сприяють формуванню навичок логічного аналізу, встановлення аналогій та узагальнення знань [9].

Це також підвищує мотивацію учнів, оскільки візуальні елементи здатні зробити навчання більш цікавим і динамічним, що стимулює інтерес до предмету. Важливо, що візуалізація підходить для різних стилів навчання, оскільки допомагає краще сприймати інформацію учням, які орієнтуються на візуальні засоби [6].

Проте є й недоліки візуалізації. Одна з основних проблем полягає в тому, що вона може залежати від технологічних ресурсів, таких як комп'ютери або Інтернет, що може бути проблемою в умовах їх обмеженості. Крім того, надмірна кількість візуальних елементів може перевантажити когнітивні процеси учнів, що ускладнює сприйняття матеріалу. Якщо візуалізація не є достатньо чіткою або зрозумілою, вона може створити плутанину і навіть призвести до помилок у розумінні предмета. Візуалізація не завжди здатна відобразити всі аспекти складних і абстрактних концепцій, що може призвести до поверхневого розуміння. Крім того, статичні візуальні елементи, такі як графіки чи діаграми, можуть не бути достатньо інтерактивними і не стимулювати учнів до активної участі в процесі навчання.

Важливо зазначити, що однією з ключових умов інтелектуального розвитку учня є його здатність до навчання, що безпосередньо пов'язана з ефективним використанням візуальних засобів у педагогічному процесі [9]. Цей процес є багатограним і комплексним: він охоплює широкий спектр завдань, пов'язаних із синтезом, перетворенням і репрезентацією інформації, зокрема в освітньому контексті, забезпечуючи ефективну організацію пізнавальної діяльності здобувачів освіти [14]. У контексті цифрової трансформації освіти значну увагу приділяють упровадженню ІКТ у викладання природничих дисциплін – біології, хімії, фізики та географії. Сучасний арсенал ІКТ-засобів охоплює інтерактивні презентації, цифрові освітні ресурси, віртуальні лабораторії, моделюючі симулятори, а також технології тривимірного моделювання (3D) і доповненої/віртуальної реальності (AR/VR) [13].

Серед основних переваг використання ІКТ у візуалізації навчального матеріалу слід виокремити: підвищення доступності складного навчального контенту через його візуальне спрощення та ілюстрування; зростання мотивації здобувачів освіти завдяки інтерактивності та ігровим елементам; індивідуалізацію навчального процесу за рахунок адаптивних цифрових рішень; розвиток навичок критичного мислення через моделювання та аналіз ситуацій; підтримку активного пізнавального пошуку, коли учні не лише спостерігають, а й взаємодіють з навчальним матеріалом.

Застосування ІКТ у навчальному процесі не обмежується лише технічним нововведенням – воно відкриває нові педагогічні можливості, зокрема у сфері візуалізації складних понять. Саме візуалізація через цифрові інструменти значно полегшує сприйняття абстрактного навчального матеріалу, особливо у природничих дисциплінах, де багато понять складно уявити без наочних прикладів чи моделей. У цьому контексті можна виокремити низку ключових переваг використання ІКТ для забезпечення ефективного засвоєння знань: підвищення доступності складного навчального контенту через його візуальне спрощення та ілюстрування; зростання мотивації здобувачів освіти завдяки інтерактивності та ігровим елементам; індивідуалізація навчального процесу за рахунок адаптивних цифрових рішень; розвиток навичок критичного мислення через моделювання та аналіз ситуацій; підтримка активного пізнавального пошуку, коли учні не лише спостерігають, а й взаємодіють з навчальним матеріалом.

Одним із головних напрямків є використання віртуальних лабораторій, моделюючих симуляторів та технологій тривимірного моделювання, які значно покращують розуміння складних явищ, зокрема в галузі біології та фізики.

Серед найбільш поширених та універсальних ІКТ-засобів для візуалізації навчальних матеріалів природничих дисциплін можна виокремити:

1. Phet Interactive Simulations (University of Colorado Boulder) – інтерактивні моделювання для фізики, хімії, біології, що дозволяють проводити віртуальні експерименти [10]. При викладанні біології, ця платформа пропонує можливості для вивчення клітинних процесів, таких як поділ клітин (мітоз і мейоз) або фотосинтез. Студенти можуть спостерігати молекулярні процеси, що відбуваються в клітинах, і навіть експериментувати з різними умовами, щоб побачити, як змінюється результат. Для географії ця платформа пропонує симуляції природних процесів, таких як кругообіг води, ерозія, кліматичні зміни або вплив антропогенних факторів на довкілля. Студенти можуть вивчати різні аспекти природних явищ та бачити, як різні фактори взаємодіють у реальному світі, що значно покращує розуміння складних географічних процесів. Phet дозволяє учням досліджувати наукові явища та будувати свої уявлення через інтерактивні моделі, але не надає таких складних навчальних сценаріїв, як Labster [12].

2. Віртуальні лабораторії, як-от Labster, надають студентам можливість не лише переглядати теоретичний матеріал, а й активно взаємодіяти з експериментами в цифровому середовищі. Такий підхід дозволяє вивчати процеси, які важко або навіть неможливо відтворити в реальному світі, наприклад, молекулярні реакції, клітинні механізми або генетичні експерименти. Лабораторії на цій платформі часто мають складні наукові сценарії, що дозволяють глибоко зануритись у матеріал, зокрема в таких складних темах, як молекулярна біологія або медичні процедури.

3. Mozaik3D (Mozabook) – бібліотека інтерактивних 3D-сцен, що охоплює природничі науки, історію, математику та інші предмети [1]. Вона дозволяє зображати фізичні, географічні та біологічні явища, створюючи інтерактивні 3D-моделі для кращого розуміння складних концепцій, таких як структура клітини, атомна будова, екосистеми, географічні особливості тощо. Для уроків хімії Mozaik3D пропонує

візуалізації молекул, хімічних реакцій, атомної структури та різних хімічних процесів. Це дозволяє учням спостерігати невидимі для ока процеси, що відбуваються на молекулярному рівні, роблячи хімію доступною та зрозумілою [2]. Для географії Mozaik3D надає можливість вивчати географічні карти, ландшафти, кліматичні зони, а також процеси, пов'язані з геологічними та екологічними явищами. Зокрема можна використовувати карти для аналізу географічних особливостей і вивчення різних регіонів світу.

4. Merge Cube – технологія доповненої реальності, що дозволяє через смартфон або планшет взаємодіяти з 3D-моделями, зокрема з анатомічними або географічними об'єктами [13]. Merge Cube дає змогу працювати з матеріалом більш інтуїтивно, так як фізичне обертання куба й взаємодія з 3D-моделями відбуваються у реальному просторі. Це дозволяє учням у буквальному сенсі тримати на руках об'єкти (наприклад, модель органу або молекули), що робить навчальний процес більш інтерактивним і реалістичним. У порівнянні з іншими інструментами, де маніпулювання віртуальними об'єктами здійснюється через екран або мишку, Merge Cube забезпечує більш глибоке сприйняття.

5. Molecular Workbench – платформа для вивчення молекулярних процесів у хімії та біології. Molecular Workbench спеціалізується на створенні моделей, які можуть відображати динаміку молекулярних процесів в реальному часі. Molecular Workbench надає інструменти для глибокого аналізу хімічних процесів і молекулярної структури, що дозволяє занурюватися в деталі, які не завжди доступні у більш загальних платформах.

Окрім технічних аспектів, ІКТ також значно збагачують педагогічні можливості. Вони дозволяють адаптувати навчальний процес до індивідуальних потреб студентів, забезпечуючи більш персоналізоване навчання. Завдяки інтерактивним платформам, викладачі можуть створювати завдання, які відповідають різним стилям сприйняття інформації – від візуального до аудіального або кінестетичного. Це сприяє залученню всіх студентів до активного навчання, враховуючи їхні індивідуальні особливості.

Незважаючи на те, що ІКТ в першу чергу служать технічними інструментами, вони також мають великий педагогічний потенціал. Інтерактивні елементи, такі як гейміфікація, дають студентам можливість активно взаємодіяти з навчальним матеріалом. Важливим аспектом є також інтеграція ІКТ з іншими дисциплінами. Наприклад, у контексті біології та фізики використання математичних моделей для опису природних процесів дозволяє створювати міждисциплінарні проекти, які розвивають у студентів навички вирішення складних завдань. Це сприяє розвитку критичного мислення та здатності до міждисциплінарної співпраці.

Висновки. Візуалізація в навчанні є ключовим інструментом підвищення якості освіти в умовах Нової української школи. Попри її значення, дослідження переважно зосереджуються на візуальних засобах у шкільних предметах, не враховуючи підготовку педагогів до впровадження когнітивної візуалізації в природничій освіті. Вона допомагає краще сприймати складні поняття та розвивати абстрактне мислення. Застосування візуальних засобів активізує пізнавальну діяльність, підвищує мотивацію та сприяє логічному мисленню. Це особливо важливо для дисциплін, як-от біологія, де складні процеси стають доступнішими через візуальні елементи. ІКТ значно розширюють можливості візуалізації – інтерактивні презентації, віртуальні лабораторії, доповнена реальність створюють динамічне освітнє середовище. Сучасні цифрові інструменти, як Phet, Labster, Mozaik3D, дозволяють моделювати складні явища, розвиваючи дослідницькі навички. Ефективна візуалізація в природничій освіті сприяє глибшому розумінню, мотивації учнів та формуванню наукового світогляду. Водночас важливо готувати педагогів до свідомого використання візуальних матеріалів, уникати перевантаження й формалізму.

References

1. Атамчук М. О., Довгопола Л. І. Використання Е-платформи «Mozaik Education» у навчанні біології за умов дистанційної освіти. *Вісник науки та освіти*. 2023. №4. С. 278-290.
Atamanchuk, M. O., Dovhopola, L. I. (2023). Vykorystannia E-platformy «Mozaik Education» u navchanni biolohii za umov dystantsiinoi osvity [Using the «Mozaik Education» e-platform in biology education under distance learning conditions]. *Visnyk nauky ta osvity – Bulletin of Science and Education*. 4. 278–290. [in Ukrainian].
2. Басюк Л. О., Константиненко Л. А. Використання інтерактивного програмного забезпечення mozabook під час навчання біології в закладах середньої освіти. *Біологічні дослідження–2023*. Житомир, 2023. С. 170–172.
Basiuk, L. O., Konstantynenko, L. A. (2023). Vykorystannia interaktyvnogo prohramnoho zabezpechennia mozabook pid chas navchannia biolohii v zakladyakh serednoi osvity [Use of interactive software mozabook in biology education in secondary schools]. *Biologichni doslidzhennia–2023 – Biological research–2023*. Zhytomyr, Ukraine. 170–172. [in Ukrainian].
3. Батура В. М. Застосування цифрових інструментів і прийомів візуалізації інформації під час вивчення біології. *Сучасний освітній простір – досвід, пошук, результат*. Суми: Вид-во СумДПУ, 2023. С. 139–141.

- Batura, V. M. (2023). Zastosuvannia tsyfrovykh instrumentiv i pryiomiv vizualizatsii informatsii pid chas vyvchennia biolohii [Use of digital tools and visualization techniques in biology education]. *Suchasnyi osvitniy prostir – dosvid, poshuk, rezultaty – Modern educational space – experience, search, results*. Sumy, Ukraine: Vyd-vo SumDPU. 139–141. [in Ukrainian].
4. Безуглий Д. Візуалізація як сучасна стратегія навчання. *Фізико-математична освіта*. 2014. С. 5–11. Bezuhlyi, D. (2014). Vizualizatsiia yak suchasna stratehiia navchannia [Visualization as a modern teaching strategy]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. 5–11 [in Ukrainian].
 5. Білоусова Л. І., Житеньова Н. В. Функціональний підхід до використання технологій візуалізацій для інтенсифікації навчального процесу. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Том 57. № 1. С. 39–47. Bilousova, L. I., Zhytenova, N. V. (2017). Funktsionalnyi pidkhid do vykorystannia tekhnolohii vizualizatsii dlia intensyfikatsii navchalnoho protsesu [Functional approach to using visualization technologies for intensifying the educational process]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information technologies and learning tools*. 57. 1. 39–47. [in Ukrainian].
 6. Білошاپка Н. М. Візуалізація як провідна ідея сучасного навчального процесу в умовах інформатизації світу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький: ЦДУ імені В. Винниченка, 2017. Вип. 159. С. 167–172. Biloshapka, N. M. (2017). Vizualizatsiia yak providna ideia suchasnoho navchalnoho protsesu v umovakh informatyzatsii svitu [Visualization as a leading idea in modern educational process in the context of global informatization]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. Kropyvnytskyi, Ukraine: TsDU imeni V. Vynnychenka. 159. 167–172. [in Ukrainian].
 7. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. *Академічні візії*. 2024. № 28. С. 1–13. Hnatiuk, V. V., Arkushyna, H. F., Skoryk, O. D. (2024). Innovatsiini metody vykladannia biolohii: vid tradytsiinykh do tsyfrovykh pidkhodiv [Innovative methods of teaching biology: from traditional to digital approaches]. *Akademichni vizii – Academic visions*. 28. 1–13. [in Ukrainian].
 8. Гончарова Н. О. Візуалізація навчальної інформації через використання технології доповненої реальності. *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі*. 2021. С. 226–228. Honcharova, N. O. (2021). Vizualizatsiia navchalnoi informatsii cherez vykorystannia tekhnolohii dopovненоi realnosti [Visualization of educational information through augmented reality technology]. *Informatsiini tekhnolohii v kulturi, mystetstvi, osviti, nautsi, ekonomitsi ta biznesi – Information technologies in culture, art, education, science, economics and business*. 226–228. [in Ukrainian].
 9. Дороніна Т. О., Ахматова Н. О. Інноваційні підходи до моделювання біологічних процесів і їх застосування в дидактиці природничих дисциплін. *Природнича освіта та наука*. 2024. № 4. С. 27–33. Doronina, T. O., Akhmatova, N. O. (2024). Innovatsiini pidkhody do modeliuvannia biolohichnykh protsesiv i yikh zastosuvannia v dydaktytsi pryrodnychyykh dystsyplin [Innovative approaches to modeling biological processes and their application in natural science didactics]. *Pryrodnycha osvita ta nauka – Natural education and science*. 4. 27–33. [in Ukrainian].
 10. Інтерактивний віртуальний симулятор Phet як освітнє середовище для вивчення математично-природничих наук / Н. К. Гойванович та ін. *Природнича освіта та наука*. 2024. № 2. С. 5–13. Hoivanovych, N. K., et al. (2024). Interaktyvnyi virtualnyi symuliator Phet yak osvithne seredovyshe dlia vyvchennia matematychno-pryrodnychyykh nauk [Interactive virtual simulator PhET as an educational environment for studying mathematical and natural sciences]. *Pryrodnycha osvita ta nauka – Natural education and science*. 2. 5–13. [in Ukrainian].
 11. Носко М. О., Мехед О. Б., Мехед Д. Б. Формування ІКТ-компетентностей у майбутніх педагогів. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2024. Вип. 29–30 (185–186). С. 120–124. Nosko, M. O., Mekhed, O. B., Mekhed, D. B. (2024). Formuvannia IKT-kompetentnostei u maibutnikh pedahohiv [Formation of ICT competences in future educators]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Chernihivskiy kolehium» imeni T. H. Shevchenka – Bulletin of the T. H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»*. 29–30(185–186). 120–124. [in Ukrainian].
 12. Подопрігора Н. В. Використання платформи Labster у навчанні природничих наук. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи*. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 141–144. Podopryhora, N. V. (2024). Vykorystannia platformy Labster u navchanni pryrodnychyykh nauk [Use of the Labster platform in natural science education]. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychyykh nauk v konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly – Training of future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School*. Ternopil, Ukraine: TNPU im. V. Hnatiuka. 141–144. [in Ukrainian].

13. Сорокіна С. І., Колодій В. А., Абрамчук О. М. Використання віртуальної реальності в навчанні біології: можливості та переваги. *Перспективи та інновації науки*. 2023. № 13 (31). С. 338–349.
Sorokina, S. I., Kolodii, V. A., Abramchuk, O. M. (2023). Vykorystannia virtualnoi realnosti v navchanni biolohii: mozhlyvosti ta perevahy [Using virtual reality in biology education: opportunities and advantages]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky – Prospects and innovations in science*. 13(31). 338–349. [in Ukrainian].
14. Степанюк А. В., Карташова І. І. Структурно-логічні схеми як засіб візуалізації знань школярів про природу. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи*. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 79–81.
Stepaniuk, A. V., Kartashova, I. I. (2023). Strukturno-lohichni skhemy yak zasib vizualizatsii znan shkoliariv pro pryrodu [Structural-logical schemes as a tool for visualizing students' knowledge about nature]. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychkh nauk v konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly – Training of future teachers of physics, chemistry, biology and natural sciences in the context of the requirements of the New Ukrainian School*. Ternopil, Ukraine: TNPU im. V. Hnatiuka. 79–81. [in Ukrainian].
15. Ягеньська Г. Моделювання у процесі вивчення біології. *Педагогічний вісник Поділля*. Хмельницький ОІППО. 2019. № 2. С. 17–19.
Yahenska, H. (2019). Modeliuvannia u protsesi vyvchennia biolohii [Modeling in the process of studying biology]. *Pedahohichnyi visnyk Podillia – Pedagogical Herald of Podillya*. Khmelnytskyi OIPPO. 2. 17–19. [in Ukrainian].
16. Ячна М. Г., Полетай В. М., Мехед О. Б. Особливості навчання безпеки праці під час роботи з інформаційними засобами майбутніх фахівців біологічних та медичних спеціальностей. *Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти*. Тернопіль: ТНПУ, 2024. С. 239–241.
Yachna, M. H., Poletai, V. M., Mekhed, O. B. (2024). Osoblyvosti navchannia bezpeky pratsi pid chas roboty z informatsiynymi zasobamy maibutnikh fakhivtsiv biolohichnykh ta medychnykh spetsialnostei [Features of labor safety training when working with information tools for future specialists in biological and medical fields]. *Aktualni problemy ta perspektyvy tekhnolohichnoi i profesiinoi osvity – Current problems and prospects of technological and vocational education*. Ternopil, Ukraine: TNPU. 239–241. [in Ukrainian].
17. Ячна М. Г., Полетай В. М., Мехед О. Б. Висвітлення основних питань безпеки праці майбутніх фахівців природничих і медичних спеціальностей у процесі використання інформаційно-комунікаційних технологій. *Наукові записки. Серія: педагогіка*. 2024. № 2. С. 59–65.
Yachna, M. H., Poletai, V. M., Mekhed, O. B. (2024). Vysvitlennia osnovnykh pytan bezpeky pratsi maibutnikh fakhivtsiv pryrodnychkh i medychnykh spetsialnostei u protsesi vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii [Coverage of key labor safety issues for future specialists in natural and medical sciences in the use of ICT]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohika – Scientific notes. Series: pedagogy*. 2. 59–65. [in Ukrainian].
18. Grihan, G., Kudin, S., Zhara, H., Kuzhelnyi, A., Mazur, T., Nosko, Y., Mekhed, O. (2023). Formation and Preservation of Students' Mental Health in the Process of Studying at Pedagogical Universities Acta Balneologica. LXV. 1 (173). 55–61 Retrieved from: <https://doi.org/10.36740/ABAL202301110> [in English].

Yachna Maryna

<https://orcid.org/0000-0003-4587-525X>

Senior Teacher of the Department of Biology,
T. H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»
(Chernihiv, Ukraine) E-mail: m_yachna@ukr.net

Mekhed Dmytro

<https://orcid.org/0000-0003-3905-3620>

Scopus Author ID 57193823626

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate professor of the Department of Cybersecurity
and Mathematical Simulation,
Chernihiv Polytechnic National University
(Chernihiv, Ukraine) E-mail: d.mekhed@gmail.com

Tretiak Oleksandr<https://orcid.org/0000-0001-8989-1601>

ResearcherID AET-6326-2022

Scopus Author ID 6701474120

Candidate of Biological Sciences, Professor,

Professor of the Department of Biology,

Dean of the Faculty of Science and Mathematics,

T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

(Chernihiv, Ukraine) E-mail: alexandrtretyak@gmail.com

Mekhed Olha<https://orcid.org/0000-0001-9485-9139>

ResearcherID AAC-7333-2021

Scopus Author ID 6506181994

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,

Head of the Department of Biology,

T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

(Chernihiv, Ukraine) E-mail: mekhedolga@gmail.com

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR FORMING VISUAL LITERACY IN TEACHING NATURAL SUBJECTS

The processes of informatization of education have led to the transformation of traditional approaches to the organization of the educational process. In addition to the introduction of technical means, the active use of Internet resources and interactive technologies, researchers have increasingly begun to pay attention to the use of specialized software in order to increase the visibility of educational material.

The purpose of the study is a comprehensive study of the pedagogical potential of information and communication technologies in the process of forming visual literacy of future teachers of natural sciences. Particular attention is paid to the analysis of the role of means of visualizing educational material as an effective tool for facilitating the perception, comprehension and assimilation of complex concepts of the natural science cycle.

Methodology. The methodological basis is the provisions on visualization as a means of cognitive activity, the theory of learning in a digital environment, as well as the principles of visual thinking in education.

Scientific novelty consists in the generalization and systematic analysis of the role of visualization of educational material in teaching natural sciences in the conditions of digital transformation of education. Unlike previous studies, the work substantiates a holistic approach to the implementation of cognitive visualization technologies in pedagogical training. The advantages and limitations of modern ICT tools (Phet, Labster, AR/VR) in the formation of visual thinking and the development of critical analysis are systematized. The pedagogical conditions for the effective use of digital visual tools to increase students' motivation and cognitive activity are determined.

Conclusions. Visualization of the educational process in the context of the New Ukrainian School is an important tool that contributes to improving the quality of education. However, most studies focus on the use of visual tools in school disciplines, such as mathematics, foreign languages, and biology, without due attention to the preparation of teachers for the implementation of cognitive visualization in science education. Visualization is an important component of the educational process, in particular in the study of science, where it helps students better perceive complex concepts and develop abstract thinking. The use of visual teaching aids activates students' cognitive activity, increases motivation and interest in learning, and also contributes to the formation of skills of logical analysis and generalization of knowledge. This is especially important in the context of studying such complex disciplines as biology, where visual elements can significantly improve the understanding of abstract concepts. Visualization also helps to better adapt educational content to the individual characteristics of students, making learning more accessible and exciting.

Keywords: visualization, digital technologies, learning, science education, visualization tools, digital competence.

Стаття надійшла до редакції 17.05.2025 р.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор **Горошко Ю. В.**