

Pecarpathian National University, 10(3), 7–15.
<https://doi.org/10.15330/jpnu.10.3.7-15>.
Witkowski, 2025 – Witkowski, L. (2025). *Eseje zbuntowane: Horyzont metahumanistyki i*

transdyscyplinarności [Rebellious essays: The horizon of meta-humanities and transdisciplinarity]. Krakow: Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych UNIVERSITAS.

BUDNYK Olena

Doctor Sciences of Pedagogy, Full Professor,
Professor at the Department of Primary Education and Educational Innovation,
Director of the Center for Innovative Educational Technologies “CNU EcoSystem”,
Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ukraine

TAŃSKI Paweł

Habilitation Doctor, Associate Professor (University Professor) at the Department of History of Polish Literature,
Institute of Literary Studies, Faculty of Humanities,
Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland

INNOVATIVE IMPERATIVES OF EDUCATIONAL TRANSFORMATION IN LECH WITKOWSKI'S CONCEPTUAL DISCOURSE

Summary. This article presents a theoretical reconstruction and a comparative pedagogical analysis of the procedural model of transformational cultural education developed by the Polish researcher Lech Witkowski. By drawing comparisons with international experience, UNESCO's visions and contemporary research on pedagogical agency, the article demonstrates the coherence and originality of the concept under consideration. Particular attention is paid to elucidating the essence of transformational initiation and the 'explosive effect' in pedagogy, identifying the key categories of the developed theoretical model of education, and highlighting the synergy between cultural ecology, tradition and innovative education as a promising interdisciplinary field.

It is argued that the quality of modern academic education is determined not by the passive assimilation of information content, but by the ability to assimilate cultural and knowledge-based experience, to challenge inadequate stereotypes, to broaden horizons of understanding, and to stimulate the learner towards self-transformation and responsible action. Five interrelated dimensions of the model are presented: transdisciplinary intellectual openness, transformational initiation, skilful (mature) reading as a factor in self-formation, pedagogical subjectivity and the

teacher's dialogical authority, as well as the transmission of education as a prognostic cultural and ethical good.

It has been demonstrated that this concept overcomes the epistemic, institutional and temporal reductions inherent in contemporary pedagogical discourse. The practical potential of L. Witkowski's scientific achievements for reforming teacher education and updating educational programmes through the pedagogical revitalisation of the classics and the humanisation of digital educational environments in the context of technological development has been outlined.

Promising areas for further theoretical and empirical research have been identified, including biographical studies involving students and teachers, analysis of real-world educational practices, the updating of educational programmes, comparative studies, and others.

Keywords: educational transformation; pedagogical innovations; comparative pedagogy; transdisciplinarity; teacher authority; hermeneutics; digital education; pedagogical agency.

Одержано редакцією 17.08.2026
Прийнято до публікації 31.08.2026

 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2026-3-14-21>

 <https://orcid.org/0000-0001-7418-8489>

ЄФИМЕНКО Світлана

кандидатка педагогічних наук, викладачка катедри фізики, математики та методики навчання,
Бердянський державний педагогічний університет

 svitlana.yefimenkobdpu@gmail.com

УДК 378.147:51:004.9(045)

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У НАВЧАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ: АДАПТАЦІЯ ДО ОСВІТНІХ ПОТРЕБ ПОКОЛІНЬ Z ТА ALPHA

У статті обґрунтовано та розглянуто використання цифрових інтерактивних засобів графічної візуалізації у навчанні вищої математики здобувачів освіти поколінь Z та Alpha.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження сучасних підходів у математичну освіту нових груп здобувачів з урахуванням їхніх характерних особливостей, можливостей та освітніх потреб, а також викликів цифрового світу.

Проаналізовано емпіричні дослідження українських та міжнародних науковців, що присвячені вивченню феномену нових поколінь Z та Alpha. На їхній основі та власному викладацькому досвіді виокремлено ключові характеристики цієї демографічної групи: когнітивні особливості, освітні та цифрові уподобання,

комунікаційний профіль, ставлення до цифрових технологій, цінності та психічні особливості.

Встановлено, що представники поколінь Z та Alpha мають високий рівень цифрової обізнаності, високу адаптивність, домінування візуального способу сприйняття та опрацювання інформації. З'ясовано, що їм притаманні багатозадачність, мультимодальні уподобання, схильність до зниження концентрації уваги, потреба в миттєвому зворотному зв'язку.

Розглянуто дидактичний потенціал цифрових інтерактивних засобів візуалізації (GeoGebra, Desmos, Wolfram Mathematica та Claude AI), які можуть бути використані у навчанні вищої математики.

Запропоновано сучасні підходи до застосування цих інструментів у навчанні нової когорті здобувачів освіти під час графічної

інтерпретації математичних об'єктів на прикладі обчислення кратних інтегралів.

Зроблено висновок про доцільність застосування використаних підходів у навчанні вищої математики, які вирішують питання встановлення оптимального співвідношення між змістом дисципліни та особливостями його сприйняття здобувачами поколінь Z та Alpha.

Окреслено шляхи подальших досліджень в цьому напрямку.

Ключові слова: візуалізація; графічна інтерпретація; вища математика; покоління Z; покоління Alpha; характеристики нових поколінь; цифрові засоби візуалізації; кратні інтеграли.

Постановка проблеми. Візуалізація навчального матеріалу відіграє важливу роль у засвоєнні предметних знань та в сучасних умовах глобалізації освіти постає ефективним засобом подолання мовних та культурних бар'єрів на шляху соціальної та наукової комунікації. Передусім тут варто виділити графічну візуалізацію, оскільки вона наочно відображає перебіг складних процесів різної природи, просторово-геометричні властивості досліджуваних об'єктів, ілюструє математичні вирази, а також дозволяє структурувати наукові факти, описати зв'язки, встановити закономірності між різними елементами знань та розкрити архітектоніку понять. Особливої цінності набуває графічна інформація в математичній підготовці, адже сприяє розвитку аналітичного, візуального та просторово-образного мислення, формуванню навичок математичного моделювання, узагальнення та абстрагування, що забезпечує цілісне та глибоке розуміння навчального матеріалу, формування стійких математичних знань. Крім того, у процесі навчання математики графічна діяльність, детермінована специфікою освітньої дисципліни, сприяє розвитку вмінь чітко, послідовно, лаконічно та якісно висловлювати свої думки, а також здійснювати їх правильне, грамотне та структуроване оформлення.

Як відомо, нові покоління, що сформовані протягом останніх 30 років і зростають в умовах диджиталізації суспільства, інтенсивного розвитку техніки та технологій, зокрема систем генеративного штучного інтелекту, сучасні науковці називають поколіннями Z та Alpha. Разом з тим відбувається становлення кардинально нового типу здобувача освіти поколінь Z та Alpha, який відрізняється від здобувачів минулих поколінь стилем спілкування, рівнем цифрової адаптації й обізнаності, вподобаннями, особливостями поведінки, мислення, сприйняття й засвоєння навчальної інформації.

У той же час під впливом широкого використання цифрових інновацій та становленням нової когорти здобувачів суттєвих

змін зазнає і вся система сучасної освіти – еволюціонують цілі навчання, зміст навчальних дисциплін, форми й методи навчання. У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні нових освітніх рішень щодо організації навчання з вищої математики, а саме: добору результативних моделей та методів навчання, форм подання навчального змісту та інструментів його візуалізації з урахуванням цифрового буття, демографічних змін та когнітивних викликів, що постають у цифровому освітньому середовищі.

Метою статті є теоретичне обґрунтування використання візуалізації навчального матеріалу в освіті нових поколінь крізь призму їхніх ключових характеристик та визначення сучасних інсайтів щодо її застосування у навчанні вищої математики в інноваційному цифровому середовищі.

Для досягнення окресленої мети було використано наступні **методи**: аналіз та обробка науково-педагогічної літератури, систематизація інформації за темою дослідження; функціональний аналіз цифрових інструментів візуалізації; спостереження за навчальною діяльністю студентів на заняттях з вищої математики.

Огляд результатів, дотичних до теми статті. Аналіз розвитку ідеї візуалізації та використання графічного методу у математиці засвідчив, що проблема наочного представлення навчальної інформації, зокрема її графічної інтерпретації, перебувала в полі наукових досліджень упродовж багатьох століть. Так, Я. Коменський вважав наочність основою навчання (Коменський, 1940). Його принцип «від конкретного до абстрактного» став теоретичним підґрунтям для розгляду візуалізації як ефективного засобу навчання в математичній освіті та визначив перспективи подальшого становлення дидактики математики.

Погляди Я. Коменського знайшли втілення в теорії когнітивного розвитку Ж. Піаже, концепції зони найближчого розвитку Л. Виготського, теорії розвивального навчання В. Давидова, а також у трактуванні феномену візуалізації в творчих доробках сучасних дослідників (О. Бабич, Д. Безуглого, О. Семеніхіної, А. Тютюнник та ін.). Роль унаочнення навчального матеріалу в закладах вищої та середньої освіти й особливості використання методу візуалізації під час вивчення математики розкриті в наукових працях Г. Бевза, В. Дубовика, Н. Житеньової, С. Рудницького тощо.

Типологічні характеристики та періодизація поколінь, цифрова соціалізація, вплив смартфонів і соціальних мереж на психіку дітей, особливості концентрації уваги та трансформація взаємодії людини ХХІ століття в цифровому середовищі широко

представлені в міжнародних дослідженнях М. МакКріндла, Л. Тейлор, Е. Фелл, С. Дж. Хаттінг. Разом з цим огляд наукових праць демонструє наявність зростаючого масиву міжнародних публікацій, предметом яких є аналіз цифрового профілю сучасних здобувачів, їх освітньої поведінки, а також підготовка системи вищої освіти до прийому покоління Alpha (Ч. Апаїдін, Р. Зятдінов, Ф. Кая, А. Ромеро, Дж. Сіллієрс). Слід відмітити, що в Україні дослідження сучасних цифрових поколінь як окремих соціокультурних категорій перебувають на етапі активного становлення. На сьогодні у вітчизняному науковому просторі сформувалося коло науковців (Т. Алексєєнко, М. Павельчук, Н. Соболев, Н. Сухих, А. Штепура та інші), які вивчають особливості соціалізації, поведінкові та когнітивні патерни представників нових поколінь, зокрема їхню медіаповедінку, перцептивний стиль та організацію й вплив цифрового освітнього середовища на навчальну діяльність та академічну успішність сучасної молоді з урахуванням викликів, з якими зіткнулося українське суспільство, у тому числі й система національної освіти.

Незважаючи на ґрунтовний аналіз феномену нових поколінь і розкриття необхідності адаптації системи освіти до викликів цифрового світу, а також визнання важливості візуалізації як однієї з провідних форм подання інформації, недостатньо розробленим залишається питання забезпечення динамічних освітніх потреб і очікувань здобувачів освіти XXI століття, зокрема під час вивчення вищої математики.

Виклад основного матеріалу. Людина цифрової епохи живе в період масштабних змін, які охоплюють політичну, технологічну, соціальну, економічну та культурну сфери суспільства й суттєво трансформують умови її існування та розвитку. Зазначені процеси чинять вплив на систему освіти сучасного здобувача, для якого традиційні методи навчання та форми подання навчального змісту вже не повною мірою відповідають його можливостям та вподобанням. З огляду на це актуальною є потреба в оновленні підходів до реалізації освітнього процесу, відповідно до особливостей студентів цифрової цивілізації. Для проектування інноваційної моделі навчання студентів, виникає необхідність осмислення та аналізу змін, які відбуваються в особистісних характеристиках здобувачів освіти з плином часу, а відтак – і в стилях їхнього навчання.

Згідно з теорією поколінь, люди, народжені у певні проміжки часу, перебувають під впливом спільних чинників (соціального середовища, суспільних подій, науково-

технічного прогресу, інформаційного простору тощо), які формують у них індивідуальні когнітивні особливості, поведінкові моделі та ціннісні орієнтири. Значення часових проміжків, у межах яких розрізняють представників одного покоління, в публікаціях науковців у галузі соціальних наук варіюється від 15 до 20 років. Відповідно до класифікації, запропонованої Марком МакКріндлом і Ешлі Фелл, люди, народжені у 1995–2009 роках, відносяться до покоління Z («Gen Z» або «зумери») (McCrindle, Fell, 2021). Це перше цифрове покоління, яке, зіткнувшись із цифровими світом у свідомому віці, не уявляє своє життя без інтернету, смартфонів та соціальних мереж, тому його представників М. Гарді називає «підключеними» або поколінням «С» (Hardey, 2011, с. 572–573), М. Пренскі – «цифровими аборигенами» (Prensky, 2001, с. 3–4). Через свою технологічну залежність вони також відомі як «iGeneration», покоління Facebook, покоління технологій, комутатори, онлайн-покоління» (Ziatdinov, Cilliers, 2021, с. 784).

Люди, народжені у 2010–2025 роках, для яких цифровий світ став «природним середовищем існування» (McCrindle, Fell, 2020), отримали назву покоління Alpha. М. МакКріндл вважає його найчисленнішим поколінням, для якого з самого раннього віку смартфони, планшети та інші цифрові пристрої були засобами заспокоєння, розваг та навчання, що вплинуло на сприйняття інформації, розвиток мислення, формування комунікаційної поведінки, стилю навчання (McCrindle, Fell, 2020, с. 16).

З огляду на зазначене, Alpha-люди одержали назву «екранери» або «цифрові урожденці» (Ziatdinov, Cilliers, 2021, с. 784). Їхні найстарші представники у 2026 році увійшли в юнацький вік та вже навчаються в школі, закладах професійної освіти або коледжі. За буття цього покоління розроблялися імерсивні та smart- технології, нейромережі, що докорінно змінили освітній ландшафт, озброївши людей Alpha та Z додатковими інноваційними інструментами навчання. Тому для них, більше, ніж для будь-кого іншого, притаманні високий рівень цифрової обізнаності, мобільність та глобальна орієнтованість (McCrindle, Fell, 2020, с. 7). Слід додати, що їхніми характерними рисами є цифрова залежність, підвищена сприйнятливості до дезінформації завдяки недостатній медіаграмотності, високий рівень відволікання уваги, зниження її концентрації під час роботи з великим обсягом інформації, а отже й фрагментарне сприйняття та засвоєння знань (Павельчук, 2024, с. 83).

Наступне покоління народжених між 2025 і 2039 роками, яке зростатиме в епоху розвитку штучного інтелекту, робототехніки та безпілотних технологій, Марк

МакКрінда – ідеолог сучасної теорії поколінь, називає поколінням Бета. Очевидно, що зміна поколінь виступає каталізатором зміни філософії освіти.

Ретельне вивчення й аналіз емпіричних досліджень українських, міжнародних науковців дослідженнях (Алексєєнко, 2023; Araydin, Kaya, 2020; Ziatdinov, Cilliers, 2021; McCrindle, Fell, 2020; Павельчук, 2024;

Romero, 2017; Соболев, 2021; Сухих, 2024; Taylor, Hattings, 2019; Штепура, 2025) та власний досвід викладання надають уявлення про уподобання, когнітивні патерни та особливості рис характеру й поведінки здобувачів освіти новостворених поколінь (табл. 1), а також виклики, які стоять перед сучасною вищою та шкільною освітою.

Таблиця 1

Характеристика поколінь Z та Alpha

Характеристики	Z покоління	Alpha покоління
Когнітивні особливості	Багатозадачність, схильність до зниження концентрації уваги, кліпове мислення, потреба в миттєвому зворотному зв'язку, орієнтація на візуальне сприйняття матеріалу	Багатозадачність, схильність до зниження концентрації уваги, кліпове мислення, потреба в миттєвому зворотному зв'язку, орієнтація на візуальне сприйняття матеріалу
Цифрові уподобання (навчання, спілкування, розваги)	Навчальні платформи (Zoom, Google Meet), навчальні середовища (Moodle, Google Classroom,), месенджери (WhatsApp, Viber, Telegram), соціальні сервіси (Facebook, TikTok, Instagram, YouTube)	Навчальні платформи (Zoom, Google Meet), AI-сервіси, месенджери (Telegram), навчальні середовища (Moodle, Google Classroom), соціальні сервіси (TikTok, YouTube, Instagram), голосові помічники
Ставлення до технологій	Висока адаптивність, цифрова залежність	Висока адаптивність, цифрова залежність
Освітні уподобання	Індивідуалізація навчання, мультимодальність, змішана форма навчання, орієнтація на застосування інформації, інтерактивність навчання, гейміфікація	Персоналізація навчання, мультимодальність, змішана форма навчання, орієнтація на застосування інформації, інтерактивність навчання, віртуальність, гейміфікація
Модель комунікації	Відеоконунікації, GIF-файли текстові та голосові повідомлення	Відеоконунікації, GIF-файли, текстові повідомлення
Цінності та психічні особливості	Імпульсивність, прагнення до творчого самовираження, емоційна нестійкість	Схильність до гніву, синдром FOMO (Fear of Missing Out), творчість, егоцентризм

Результати проведеного аналізу дозволяють окреслити одну з центральних проблем сучасної математичної освіти, що полягає в пошуку ефективного балансу між змістом навчальної дисципліни та особливостями його сприйняття представниками нових поколінь здобувачів. Означена проблема, маючи глобальний характер, в контексті вищої освіти потребує науково обґрунтованих підходів її розв'язання в межах методики навчання вищої математики. Зокрема, нам потрібно звернути увагу на когнітивні особливості представників нової демографічної групи, для яких характерною ознакою є орієнтація на візуальні способи подання інформації. Помічено, що покоління "зумерів" та «екранерів» віддають перевагу перегляду відеороликів, анімацій, фотографій, ілюстрацій, інфографіки, схем та таблиць, ніж опрацюванню текстових матеріалів. Оскільки представники цих поколінь сприймають інформацію переважно через візуальні канали, для них звичними є віртуальні ігри, робота з цифровою графічною інформацією, відеоматеріалами.

За спостереженнями Т.Ф. Алексєєнко, учні нових поколінь мають високий рівень розвитку візуальної пам'яті. Для них репродуктивне навчання та навчання побудоване виключно на вербальних методах, має низьку ефективність (Алексєєнко, 2023, с. 10). Тому, на нашу думку, у навчанні таких здобувачів цифрової епохи необхідно приділити увагу використанню освітнього середовища, в якому б поєднувалися текстові представлення інформації з математики із візуальним та інтерактивним. Це сприятиме підвищенню рівня засвоєння математичних знань та розвитку візуального й просторово-образного мислення за умови інтеграції академічного фундаменту математичної науки з ретельно підібраними формами і засобами візуалізації. Зрештою, заняття з математики, побудовані на засадах активної візуалізації навчального матеріалу та структурованого його подання короткими логічними блоками; використання цифрових інтерактивних інструментів; зміщення акцентів у навчанні в бік персоналізації та його переорієнтація з запам'ятовування

інформації на розуміння і практичне її застосування, розвиватимуть логічне, системне та креативне мислення новостворених поколінь.

У вищій математиці під час вивчення теми «Кратні інтеграли» метод візуалізації є особливо актуальним. Обчислення подвійного інтеграла по області G , що обмежена лініями, та потрійного інтеграла по області V , що обмежена площинами, для значної кількості навчальних завдань передбачає застосування складних мисленнєвих операцій та/або побудову цих областей. Їх графічне моделювання – це процес візуалізації відповідних математичних об'єктів з метою аналізу, проектування області на осі координат або координатні площини та визначення зовнішніх і внутрішніх меж інтегрування. Якщо для обчислення подвійного інтегралу область G можна відносно швидко побудувати в зошиті, то для побудови області V , що обмежена декількома поверхнями, потрібно більше часу, якого буває недостатньо для виконання такого обсягу роботи під час аудиторних занять. Нинішні студенти – представники нових поколінь, до когнітивних особливостей яких відносяться: фрагментарність сприйняття інформації; поступове зниження концентрації уваги, що особливо спостерігається під час роботи з текстовим матеріалом; орієнтація на швидке реагування та миттєвий доступ до інформації; висока швидкість переключення уваги, – потребують мультимодальності. На наш погляд, для студентів з мультимодальними освітніми уподобаннями найкращими для навчання є інтерактивні середовища. Помічено, що подання теми «Кратні інтеграли» через синхронне поєднання аудіального формату, тексту та графічної побудови областей цифровими інтерактивними інструментами зменшує когнітивне навантаження, сприяє зростанню залученості студентів до навчання, підвищенню стійкості їхньої уваги. Такий підхід забезпечує всебічне опрацювання матеріалу з різних сторін, зокрема шляхом активного дослідження візуальних моделей, що гарантує його краще розуміння та вищу якість знань.

До цифрових інтерактивних інструментів візуалізації математичного матеріалу відносяться такі динамічні середовища як GeoGebra, Desmos, WolframAlpha, Maxima тощо. Разом з ними для побудови графіків функцій доцільно використовувати AI-інструменти. В контексті навчання вищої математики такі цифрові інтерактивні інструменти перетворюють абстрактні математичні об'єкти в наочні образи, а статичні малюнки – в динамічні моделі.

На прикладі знаходження потрійного інтегралу розглянемо сучасні підходи, які можна застосувати у навчанні вищої математики під час пояснення студентам нового матеріалу або на практичній роботі за

темою «Обчислення та застосування кратних інтегралів».

Завдання. Знайти потрійний інтеграл $\iiint_V (8y + 12z) dz dy dx$, де область V обмежена поверхнями $x=1$, $y=x$, $z=3x^2+2y^2$, $y=0$, $z=0$ (Дудкін та ін., 2022).

Розв'язання. Спочатку побудуємо область інтегрування V , що обмежена еліптичним параболоїдом $z=3x^2+2y^2$, координатними площинами $y=0$, $z=0$ і площинами $x=1$, $y=x$.

Арсенал сучасних цифрових інтерактивних засобів візуалізації, які можна знайти у відкритому доступі, надає широкі можливості для побудови та дослідження області інтегрування. Розглянемо програми GeoGebra, Desmos, Wolfram Mathematica та Claude AI.

Кросплатформене математичне динамічне середовище GeoGebra є безкоштовним програмним засобом, яким можуть користуватися як викладачі під час аудиторних занять, послідовно демонструючи студентам приклад побудови графіків функцій у двовимірному або тривимірному просторах з наступним їх аналізом і характеристикою, так і здобувачі освіти, виконуючи завдання самостійної та індивідуальної роботи. У GeoGebra область інтегрування V , обмежена поверхнями $x=1$, $y=x$, $z=3x^2+2y^2$, $y=0$, $z=0$, після низки побудов матиме вигляд, запропонований на рис. 1.

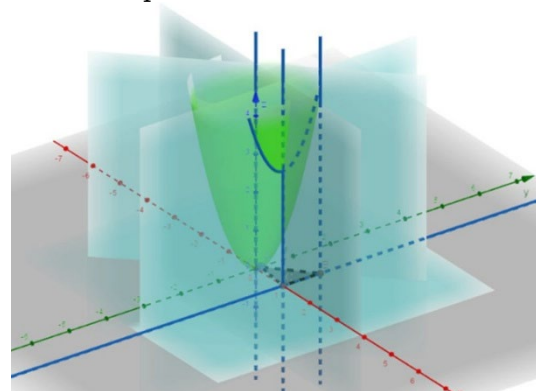
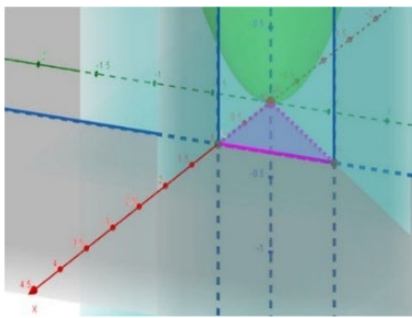


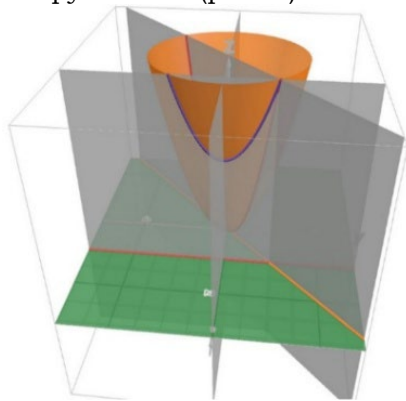
Рис. 1. Область інтегрування V у GeoGebra

Наступним кроком розв'язання завдання є проєктування області на площину Oxy . Завдяки широкому функціональним можливостям програми, проєкцію області V на площину Oxy , яка є прямокутним трикутником, можна окремо виділити (рис. 2) та дослідити. Далі визначаються межі області інтегрування V . З'ясовується, що будь-яка пряма, паралельна осі Oz , проходить через дві поверхні: через площину $z=0$ (знизу) та $z=3x^2+2y^2$ (зверху). Отже, для досліджуваної області матимемо $V=\{(x, y, z) \mid 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq x, 0 \leq z \leq 3x^2+2y^2\}$. Відтак обчислення інтеграла зводиться до формули:

$$\iiint_V (8y + 12z) dz dy dx = \int_0^1 dx \int_0^x dy \int_0^{3x^2+2y^2} (8y + 12z) dz$$

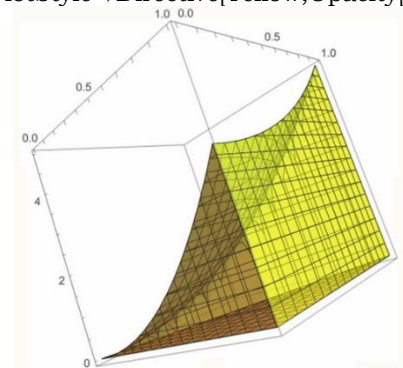
Рис. 2. Проекція області інтегрування V на площину Oxy у GeoGebra

Графічний онлайн-калькулятор Desmos – це безкоштовний програмний засіб, що наділений меншими операційними можливостями для графічної інтерпретації складних об'єктів та їх опрацювання порівняно з середовищем GeoGebra, в якому можна виділяти границі перерізів побудованих поверхонь, змінювати їх прозорість та колір. Разом з тим він також може бути використаний для візуалізації розглянутої вище області інтегрування V (рис. 3).

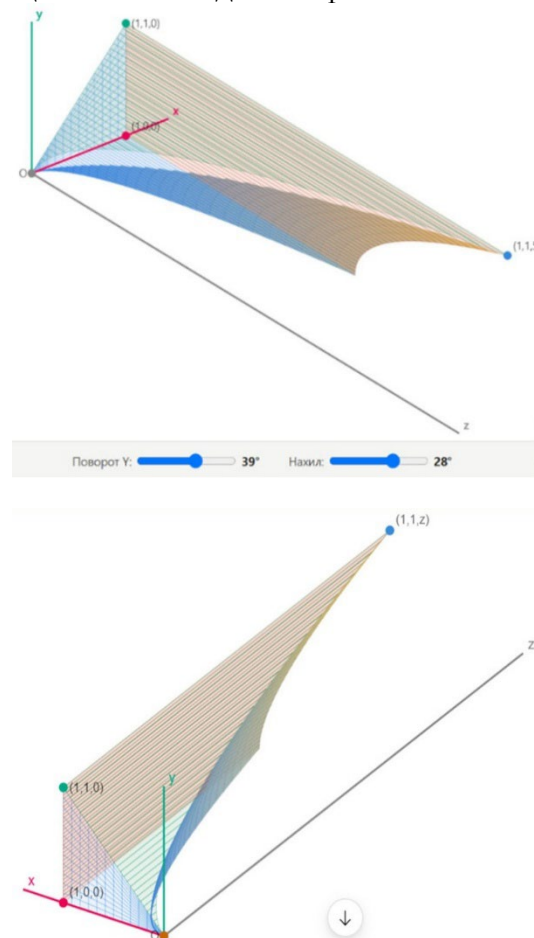
Рис. 3. Область інтегрування V у Desmos

З метою детального аналізу області V , поряд із демонстрацією побудови графіків поверхонь, що її обмежують, доцільно заздалегідь підготувати інтерактивну 3D-модель об'єкта, яка дає змогу сформувати цілісне уявлення про просторову фігуру та уточнити межі області інтегрування. Для цього скористаємося програмним середовищем Wolfram Mathematica (рис. 4), в якому графічна інтерпретація області V реалізується командами:

```
RegionPlot3D[0 ≤ z ≤ 3x² + 2y² && 0 ≤ y ≤ x && 0 ≤ x ≤ 1, {x, 0, 1}, {y, 0, 1}, {z, 0, 5}, PlotStyle → Directive[Yellow, Opacity[0.5]].
```

Рис. 4. Область інтегрування V у Wolfram Mathematica

Також, ефективними інструментами візуалізації 3D-об'єктів є програми генеративного штучного інтелекту, наприклад Claude AI. Програма Claude AI дозволяє побудувати інтерактивну тривимірну модель області інтегрування V , яку можна досліджувати як всередині чату, так і у будь-якому браузері, попередньо завантаживши створений програмою HTML-файл з тією самою 3D-візуалізацією. Графічний образ області інтегрування V , побудований в середовищі Claude AI подано на рис. 5.

Рис. 5. Інтерактивна 3-D модель області V у Claude AI

Таким чином, використання інтерактивних цифрових засобів візуалізації під час вивчення вищої математики на прикладі обчислення кратних інтегралів не тільки забезпечує студентів нових поколінь знайомим та цікавим для них електронним навчальним середовищем, але й дозволяє відійти від академічного викладу математичного матеріалу, осучаснити його зміст та форми подання, а також скоротити час, необхідний на виконання рутинних графічних операцій, посилити інтерес до вивчення предмета.

Висновки та перспективи подальших розвідок напряму Отже, є всі підстави

зробити такі висновки: навчання вищої математики здобувачів поколінь Alpha та Z потребує вивчення та врахування їхніх когнітивних рис, зокрема схильності до візуального сприйняття й опрацювання інформації; використання цифрових засобів візуалізації озброює викладачів сучасними інструментами підвищення ефективності та результативності навчального процесу, а здобувачів освіти – засобами розвитку просторово-образного мислення, формування навичок математичного моделювання та розв'язування математичних задач, Перспективи подальшого дослідження вбачаємо у більш детальному вивченні особливостей та запитів нової демографічної групи з метою забезпечення організації навчального процесу з вищої математики відповідно до їх здібностей і освітніх потреб.

Список бібліографічних посилань

- Алексеев, 2023 – Алексеев, Т.Ф. (2023). Виклики цифрової соціалізації школярів покоління Z у контексті трансформаційних змін в освіті. *Теорія і практика використання інформаційних технологій в умовах цифрової трансформації освіти: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 29 червня 2023. Український державний університет імені Михайла Драгоманова. Київ (с. 9–12). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736903/>.
- Дудкін та ін., 2022 – Дудкін, М.Є., Дюженкова, О.Ю., Степахо, І.В. (2022). *Вища математика. Підручник для здобувачів ступеня бакалавра за інженерними спеціальностями*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 449 с.
- Коменський, 1940 – Коменський, Я.А. (1940). *Вибрані педагогічні твори у трьох томах*. Київ: Радянська школа. Т. 2. 247 с.
- Павельчук, 2024 – Павельчук, М. (2024). Персоналізація навчання здобувачів профільної середньої освіти як представників покоління Альфа: Урахування індивідуально-психологічних особливостей. *Український педагогічний журнал*, (3): 79–86. Doi: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-3-79-86>.
- Соболь, 2022 – Соболь, Н.П. (2022). Заклади вищої освіти і покоління Z: Взаємна трансформація. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки*, 27(4): 188–201. Doi: <https://doi.org/10.32453/pedzbirnyk.v27i4.919>.
- Сухих, 2024 – Сухих, А.С. (2024). Інноваційні підходи до навчання: використання іммерсивних технологій в освітньому процесі покоління зумерів та Альфа. *Іммерсивні технології в освіті: Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції*, 30 квітня 2024 р., м. Київ. ІЦО НАПН України. (с.164–167). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742688/>.
- Штепура, 2025 – Штепура, А. (2025). Взаємодія покоління Z з цифровими технологіями і новими медіа: український досвід. *Вісник катедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта XXI століття»*, 1(11): 141–154. Doi: [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(11\).2025.0009](https://doi.org/10.35387/ucj.1(11).2025.0009).
- Apaydin, Kaya, 2020 – Apaydin, Ç., Kaya, F. (2020). An analysis of the preschool teachers' views on Alpha Generation. *European Journal of Education Studies*, 6(11): 123–141.
- Hardey, 2011 – Hardey, M. (2011) Generation C: Content, Creation, Connections and Choice. *International Journal of Market Research*, (53): 749–770. Doi: <http://dx.doi.org/10.2501/IJMR-53-6-749-770>.
- McCrindle, Fell, 2020 – McCrindle, M., Fell, A. (2020). *Understanding Generation Alpha*. McCrindle Research. URL: https://www.researchgate.net/publication/342803353_UNDERSTANDING_GENERATION_ALPHA.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon: The International Journal of Learning Futures*, 9(5): 1–6. Doi: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>.
- lica-tion/342803353_UNDERSTANDING_GENERATION_ALPHA.
- Prensky, 2001 – Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon: The International Journal of Learning Futures*, 9(5): 1–6. Doi: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>.
- Romero, 2017 – Romero, A. (2017). *Colleges need to prepare for Generation Alpha*. CUNY Bernard M. Baruch College. URL: https://academicworks.cuny.edu/bb_pubs/172/.
- Taylor, Hattings, 2019 – Taylor, L., Hattings, S.J. (2019). Reading in Minecraft: A Generation Alpha Case Study. *TEACH Journal of Christian Education*, 13(1): 29–36. Doi: <https://doi.org/10.55254/1835-1492.1388>.
- Ziatdinov, Cilliers, 2021 – Ziatdinov, R. Cilliers, J. (2021). Generation Alpha: Understanding the Next Cohort of University Students. *European Journal of Contemporary Education*, 10(3): 783–789.

References

- Alekseenko, T.F. (2023). Challenges of digital socialization of schoolchildren of generation Z in the context of transformational changes in education. *Theory and practice of using information technologies in the conditions of digital transformation of education: Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference*, June 29, 2023. Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University. Kyiv (pp. 9–12). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736903/> [in Ukr.].
- Dudkin, M.E., Dyuzhenkova, O.Yu., Stepakhno, I.V. (2022). *Higher Mathematics. Textbook for Bachelor's Degree Applicants in Engineering Majors*. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. 449 p. [in Ukr.].
- Comenius, J.A. (1940). *Selected pedagogical works in three volumes*. Kyiv: Soviet School. Vol. 2. 247 p. [in Ukr.].
- Pavelchuk, M. (2024). Personalization of education for students of specialized secondary education as representatives of the Alpha generation: Taking into account individual psychological characteristics. *Ukrainian Pedagogical Journal*, (3): 79–86. Doi: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-3-79-86> [in Ukr.].
- Sobol, N.P. (2022). Higher education institutions and generation Z: Mutual transformation. *Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: pedagogical sciences*, 27(4): 188–201. Doi: <https://doi.org/10.32453/pedzbirnyk.v27i4.919> [in Ukr.].
- Sukhikh, A.S. (2024). Innovative approaches to learning: the use of immersive technologies in the educational process of the Zoomer and Alpha generation. *Immersive technologies in education: Collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference*, April 30, 2024, Kyiv. ICO of the National Academy of Sciences of Ukraine. (с.164–167). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742688/> [in Ukr.].
- Shtepura, A. (2025). Generation Z's Interaction with Digital Technologies and New Media: Ukrainian Experience. *Bulletin of the UNESCO Department "Continuous Professional Education of the XXI Century"*, 1(11): 141–154. Doi: [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(11\).2025.0009](https://doi.org/10.35387/ucj.1(11).2025.0009) [in Ukr.].
- Apaydin, Ç., Kaya, F. (2020). An analysis of the preschool teachers' views on Alpha Generation. *European Journal of Education Studies*, 6(11): 123–141.
- Hardey, M. (2011) Generation C: Content, Creation, Connections and Choice. *International Journal of Market Research*, (53): 749–770. Doi: <http://dx.doi.org/10.2501/IJMR-53-6-749-770>.
- McCrindle, M., Fell, A. (2020). *Understanding Generation Alpha*. McCrindle Research. URL: https://www.researchgate.net/publication/342803353_UNDERSTANDING_GENERATION_ALPHA.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon: The International Journal of Learning Futures*, 9(5): 1–6. Doi: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>.

Romero, A. (2017). *Colleges need to prepare for Generation Alpha*. CUNY Bernard M Baruch College. URL: https://academicworks.cuny.edu/bb_pubs/172/.
Taylor, L., Hattingh, S.J. (2019). Reading in Minecraft: A Generation Alpha Case Study. *TEACH Journal of*

Christian Education, 13(1): 29-36. Doi: <https://doi.org/10.55254/1835-1492.1388>
Ziatdinov, R. Cilliers, J. (2021). Generation Alpha: Understanding the Next Cohort of University Students. *European Journal of Contemporary Education*, 10(3): 783-789.

YEFYMENKO Svitlana

Ph.D in Pedagogy, Senior Lecturer at the Department of Physics, Mathematics and Teaching Methods,
Berdiansk State Pedagogical University

THE USE OF DIGITAL VISUALISATION TOOLS IN THE TEACHING OF HIGHER MATHEMATICS: ADAPTATION TO THE EDUCATIONAL NEEDS OF GENERATION Z AND GENERATION ALPHA

Summary. This article examines and substantiates the use of digital interactive tools for graphical visualisation in the teaching of higher mathematics to Generation Z and Generation Alpha students. The relevance of this study lies in the need to introduce modern approaches to mathematics education for these new generations of students, taking into account their distinctive characteristics, capabilities, educational needs, and the challenges of the digital age.

Empirical studies by Ukrainian and international researchers on the phenomenon of Generations Z and Alpha have been analysed. Based on these studies and the author's own teaching experience, the key characteristics of these generations have been identified, including their cognitive features, educational and digital preferences, communication patterns, attitudes towards digital technologies, values, and psychological traits.

The study found that representatives of Generations Z and Alpha demonstrate a high level of digital literacy, strong adaptability, and a predominance of visual modes of perception and information processing. They are also characterised by multitasking, multimodal learning preferences, a tendency towards shorter attention spans, and a need for immediate feedback.

The didactic potential of digital interactive visualisation tools, including GeoGebra, Desmos, Wolfram Mathematica, and Claude AI, for teaching higher mathematics is examined. Modern approaches to the application of these tools in teaching a new generation of students during the graphical interpretation of mathematical objects are proposed, using the calculation of multiple integrals as an illustrative example.

It is concluded that the proposed approaches are appropriate for teaching higher mathematics, as they help establish an optimal balance between the subject content and the cognitive and perceptual characteristics of Generation Z and Generation Alpha students. Finally, directions for further research in this area are outlined.

Keywords: visualization; graphical interpretation; higher mathematics; Generation Z; Generation Alpha; characteristics of the new generations; digital visualisation tools; multiple integrals.

Одержано редакцією 30.06.2026
Прийнято до публікації 16.07.2026

 <https://doi.org/10.31651/2524-2660-2026-3-21-28>

 <https://orcid.org/0000-0002-4771-6124>

ТІНЬКОВА Дар'я

докторка філософії, старша викладачка кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

 tinkovads@vu.cdu.edu.ua

 <https://orcid.org/0000-0002-5326-1840>

ТКАЧЕНКО Анна

кандидатка педагогічних наук, доцентка, доцентка кафедри фізики,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

 av_tkachenko7@ukr.net

 <https://orcid.org/0000-0001-8636-358X>

КУЛИК Людмила

кандидатка педагогічних наук, доцентка, доцентка кафедри фізики,
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

 kulyk1211@gmail.com

УДК 378.147:37.011.3-51:004(045)

ПЕДАГОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ В УМОВАХ КОМПЕТЕНТІСНОЇ ПАРАДИГМИ ОСВІТИ

Сучасна компетентнісна парадигма освіти, закріплена реформою «Нова українська школа», суттєво змінює функцію інформатичної освітньої галузі: від формування вузькопредметних цифрових умінь до розвитку всього спектру ключових компетентностей. Водночас методична підготовка вчителя інформатики здебільшого залишається орієнтованою на предметноцентричну модель навчання, що породжує розрив між нормативно закріпленою метою і реальною практикою.

Метою дослідження є теоретично обґрунтувати педагогічні передумови трансформації предметно-методичної компетентності вчителя інформатики та розкрити її сутність в умовах компетентнісної парадигми загальної середньої освіти.

Використано теоретичні методи: аналіз наукової літератури, нормативних документів, порівняння моделей методичної діяльності.