

УДК 378.147:51]:004

DOI 10.31654/2663-4902-2025-PP-2-70-80

Горошко О. Л.

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
unix.server@ukr.net
orcid.org/0009-0003-6518-4832

МОДЕЛІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИКИ

Досліджено та презентовано певні моделі візуалізації подання навчального матеріалу в процесі викладання математики. Доведено, що візуалізація є потужним інструментом, який сприяє більш ефективному засвоєнню математичних понять, полегшує сприйняття складних абстрактних ідей і допомагає студентам краще зрозуміти навчальний матеріал. У статті, базуючись на ґрунтовному аналізі літературних джерел, запропоновано критерії для класифікації моделей візуалізації: інтерактивність, адаптивність, складність та педагогічна ефективність. Констатовано, що подібний підхід покликаний сприяти викладачам у виборі найбільш ефективних методів для досягнення навчальних цілей, оптимізувати процес планування та реалізації освітніх завдань.

У роботі акцент дослідження зроблено на моделі віртуального ментора, яка забезпечує персоналізацію навчання та миттєвий зворотний зв'язок завдяки використанню сучасних технологій, зокрема платформи Dialogflow. Переваги цієї моделі полягають у поєднанні мультимедійних, інтерактивних і адаптивних елементів, що дозволяє адаптувати навчальний процес до індивідуального рівня підготовки кожного студента. Особлива увага приділяється викладанню математичних дисциплін. Наприклад, при вивченні теми «Скалярний добуток векторів» студенти мають можливість взаємодіяти з віртуальним ментором, отримувати покрокові підказки, аналізувати помилки та працювати з додатковими вправами для закріплення матеріалу. Зазначено, що такий підхід до організації навчального процесу під час вивчення математичних дисциплін, значно знижує навантаження на викладачів, відкриває нові можливості для організації дистанційного та персоналізованого навчання, сприяє більш якісному засвоєнню навчального контенту.

***Ключові слова:** моделі візуалізації, віртуальний ментор, Dialogflow, адаптивне навчання, інтерактивне навчання, мультимедійне навчання, персоналізація навчання.*

Вступ. Візуалізація є важливим інструментом у викладанні будь-якої навчальної дисципліни, зокрема математики, оскільки вона допомагає подолати труднощі, пов'язані з абстрактністю математичних понять. Сучасні підходи до візуалізації включають використання графіків, діаграм, інтерактивних методів і мультимедійних технологій, що сприяють кращому розумінню матеріалу та його застосуванню на практиці.

Розмаїття моделей візуалізації вимагає глибокого аналізу їх впливу на ефективність навчання. Зокрема, важливо дослідити, як ці моделі сприяють розвитку критичного мислення, здатності до аналітичного мислення, вирішення складних завдань, а також покращують математичні навички студентів. Оцінка їхнього ефекту дозволить краще зрозуміти, як саме візуалізація допомагає студентам не тільки засвоювати математичний матеріал, але й ефективно застосовувати його в реальних ситуаціях.

Актуальність дослідження моделей візуалізації зумовлена необхідністю вдосконалення загальних методів навчання, в тому числі й підвищення якості викладання математики. Інтеграція сучасних технологій в освітній процес відкриває нові можливості для візуалізації та сприяє розвитку професійної підготовки майбутніх учителів. Вивчення впливу моделей візуалізації дозволяє не лише оптимізувати навчальний процес, але й визначити перспективні напрями розвитку освітньої практики, що значно підвищує ефективність навчання та забезпечує якісніше засвоєння математичних концепцій.

Постановка проблеми. Сучасна освіта стикається з необхідністю постійного вдосконалення методів навчання загалом, і викладання математики не позбавлене тих самих проблем. Математичні поняття часто мають абстрактний характер, що ускладнює їх сприйняття та засвоєння. Використання візуалізації як дидактичного інструменту дозволяє зробити ці поняття більш доступними для розуміння через графічне подання, інтерактивні моделі та мультимедійні технології.

Проте незважаючи на зростаюче визнання ефективності візуалізації, існує низка проблем, що ускладнюють її впровадження в освітній процес. Зокрема, це відсутність чіткої систематизації моделей візуалізації, невизначеність критеріїв адаптації моделей до потреб студентів різного віку, а також недостатня підготовка викладачів до використання сучасних засобів візуалізації. Однією з причин цього є те, що у структурі підготовки майбутніх педагогів часто не виокремлюється візуальна субкомпетентність як цільовий компонент цифрової грамотності. Формування якої потребує належного методичного підґрунтя, системного використання цифрових інструментів візуалізації та їх осмисленого дидактичного застосування.

Ці проблеми вимагають теоретичного обґрунтування та систематизації існуючих підходів до візуалізації, а також створення нових моделей, що відповідатимуть сучасним вимогам педагогіки. Розробка таких моделей сприятиме розвитку критичного мислення, математичних навичок і професійної компетентності майбутніх учителів математики, а також підвищенню ефективності навчання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження останніх років підтверджують, що візуалізація є ефективним інструментом для навчання математики, оскільки вона допомагає спростити розуміння абстрактних понять. Автор когнітивної теорії мультимедійного навчання, Річард Майер доводить, що люди засвоюють інформацію краще, коли вона подається через поєднання тексту та зображень. За його теорією, мультимедійне навчання активує два канали обробки інформації: візуальний та слуховий, що зменшує когнітивне навантаження і сприяє глибшому засвоєнню матеріалу [20]. Засновник теорії подвійного кодування, Аллан Пайвіо стверджує, що одночасне використання вербальної та візуальної інформації підсилює процес навчання, оскільки активує два когнітивних канали, що сприяє кращому засвоєнню та запам'ятовуванню [21]. Практичний аспект візуалізації в освіті підкріплюється концепцією **Тоні Б'юзена**, який розробив інтелект-карти для організації знань у структурованій формі, що дозволяє більш ефективно сприймати і зберігати інформацію [17]. **Джон Свеллер** розробив теорію когнітивного навантаження, яка показує, як організація мультимедійного контенту допомагає зменшити перевантаження робочої пам'яті, дозволяючи учням ефективніше засвоювати нові концепти [23]. Зокрема, **Дж. Енгелькам** описав мультимодальну теорію, яка пояснює взаємодію різних типів інформації (текст, графіка, аудіо) в процесі навчання, що підвищує ефективність засвоєння складних понять [19].

Українські вчені також багато уваги приділяють дослідженню проблеми візуалізації в освіті. Президент Національної академії педагогічних наук України Кремень В. акцентує увагу на розвитку візуальної грамотності як важливого компонента підготовки педагогів [4]. Окремі питання цієї проблеми розглянув Литвин А., який досліджує роль мультимедійних ресурсів у формуванні професійних компетентностей студентів [5]. Ляшенко О. працює над інтеграцією сучасних технологій для

підготовки майбутніх учителів [9]. Семеніхіна О. вивчає інтерактивні моделі візуалізації [13]. Ліпчевська І. та Малихін О. досліджують формування вмінь візуалізації у початковій школі [11], а Житнева Н. акцентує фокус досліджень на важливості візуальних дидактичних засобів у освітній практиці [2]. Хриков Є. аналізує педагогічний дизайн для ефективної візуалізації навчальних матеріалів [16].

Попри значні напрацювання низка аспектів залишається недостатньо дослідженою. Зокрема, вплив різних типів візуалізації на розвиток математичних компетентностей, таких як алгоритмічне мислення, просторове уявлення, здатність до аналітичного аналізу тощо, потребує подальшого вивчення. Відсутність чітких висновків щодо оптимальних моделей візуалізації для різних категорій студентів залишає питання відкритим для подальших досліджень.

Метою статті є систематизації існуючих моделей візуалізації в навчанні математики, аналізі їх ефективності у формуванні математичних компетентностей студентів та розробці рекомендацій для вдосконалення педагогічної практики через використання візуальних засобів.

Виклад основного матеріалу. У сучасній освіті використання моделей та підходів до візуалізації значно впливає на ефективність навчального процесу загалом, і зокрема у викладанні математики. Визначення та систематизація моделей візуалізації дозволяють педагогам вибирати найбільш відповідні інструменти залежно від навчальних цілей. Систематизація цих моделей створює основу для ефективного впровадження візуальних інструментів у навчальний процес, покращуючи навчальні результати. Учені доводять, що відповідні моделі візуалізації дозволяють поліпшити персоналізацію навчання, оскільки вони можуть бути адаптовані до різних рівнів знань студентів, сприяючи кращому засвоєнню матеріалу на кожному етапі навчання.

Вважаємо, що класифікація моделей візуалізації дозволить зосередитися на тому, як різні типи візуалізації сприятимуть розвитку конкретних математичних навичок. Наприклад, графічні моделі (графіки функцій, діаграми) допомагають студентам візуалізувати абстрактні математичні поняття та виявляти закономірності. Мультимедійні моделі (відео, анімації) забезпечують динамічне представлення інформації, що особливо корисно для пояснення складних процесів (наприклад, обертання тіл, перетворення графіків). Інтерактивні моделі (симулятори, аплети) дозволяють студентам активно взаємодіяти з навчальним матеріалом, змінювати параметри та спостерігати за результатами. Наприклад, інтерактивний графік функції дозволяє студенту змінюючи коефіцієнти спостерігати за змінами графіків, що сприяє глибшому розумінню властивостей функції.

На нашу думку, класифікувати моделі візуалізації доцільно за такими критеріями: рівень інтерактивності (пасивна, активна, кооперативна), ступінь адаптивності (можливість налаштування під індивідуальні потреби студента), технологічна складність та вплив на розвиток математичних навичок (візуально-просторове мислення, абстрактне мислення, вирішення проблем). Ці критерії були визначені на основі аналізу дослідницьких джерел та узагальнення авторського досвіду [1, 10, 12, 15]. Такий підхід дозволяє не лише вдосконалити процес викладання, але й оцінити освітній потенціал кожної моделі та підходу в різних контекстах, від базового навчання до підготовки майбутніх педагогів.

Розглянемо основні моделі візуалізації, їх застосування та вплив на навчання.

1. Моделі візуального мислення. Моделі візуального мислення – це фундамент для розуміння інших моделей візуалізації. Вони допомагають студентам створювати візуальні образи для представлення математичних понять, що особливо важливо в тих випадках, коли студенти мають справу з складними математичними ідеями. За допомогою таких інструментів, як концептуальні карти, діаграми, графіки, студенти можуть структурувати знання, виявляти зв'язки між різними поняттями та глибше розуміти математичні процеси. Візуальні образи допомагають знижувати когнітивне навантаження та покращують збереження та відтворення інформації [3]. Це сприяє розвитку критичного мислення, оскільки студенти можуть працювати з

інформацією на рівні образів, що дає їм змогу краще зрозуміти, а не просто запам'ятовувати математичні формули чи алгоритми.

2. Інтерактивні моделі. Інтерактивні моделі є потужним інструментом, що дозволяє студентам активно взаємодіяти з візуальними елементами, проводити експерименти та спостерігати зміни в реальному часі, коригувати параметри і вивчати вплив цих змін. Будувати власні математичні моделі, тестувати різні підходи до розв'язування математичних задач [8]. Студенти можуть самі налаштовувати параметри задач, що сприяє глибшому розумінню та закріпленню матеріалу. Це створює умови для самостійного дослідження математичних понять, розвитку аналітичних і практичних навичок, розвиває навички самостійного навчання.

3. Мультимедійні моделі. Мультимедійні моделі об'єднують текстову, графічну та відео-інформацію, що дозволяє створювати динамічні та багатогранні уявлення про навчальний матеріал. Використання мультимедійних засобів є надзвичайно ефективним для пояснення складних концепцій у математиці, таких як інтеграли, функції, теореми, де необхідно наочно продемонструвати процеси або взаємозв'язки між різними об'єктами.

Такі моделі стимулюють когнітивне сприйняття студентів, активізуючи різні канали сприйняття (зоровий, слуховий), що сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу. Залучення кількох каналів одночасно (наприклад, поєднання відео та тексту з поясненням) сприяє більш комплексному сприйняттю інформації та дозволяє студентам краще засвоїти важкі для сприйняття концепції, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

4. Конструктивістські моделі. Ці моделі базуються на активному створенні знань студентами через взаємодію з навчальними матеріалами. Студенти не лише сприймають інформацію, а й активно створюють власні візуальні моделі та схеми. Пропонується створювати власні графіки, ментальні карти або моделювати ситуації, що допомагає закріпити математичні знання та структурувати інформацію. Такий підхід підтримує творчий потенціал студентів, сприяє розвитку самостійного мислення і вміння критично оцінювати інформацію. Крім того, він стимулює більш глибоке осмислення вивченого матеріалу, оскільки студент самостійно визначає структуру та взаємозв'язки між елементами задач. Використання ментальних карт (інтелект-карт) є прикладом такого підходу.

5. Адаптивні моделі. Адаптивні моделі візуалізації використовують технології, які автоматично адаптують навчальний матеріал до потреб та рівня знань кожного студента, дозволяють створювати персоналізовані навчальні траєкторії. Вони можуть бути інтегровані в платформи для дистанційного навчання або в інтерактивні системи, де матеріал подається поступово в залежності від рівня засвоєння студентом попереднього матеріалу [14]. Ці моделі дозволяють забезпечити індивідуальний підхід до кожного студента, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу та розвитку математичних навичок. Зворотний зв'язок у реальному часі та корекція помилок дозволяють адаптувати навчальний процес під конкретні потреби кожного студента. Такі моделі дозволяють оптимізувати навчання для кожного учня, забезпечуючи індивідуальний підхід.

Кожна модель візуалізації має свої особливості та переваги в залежності від навчальних цілей та рівня студентів (табл. 1). У цьому контексті важливо оцінити, як різні моделі сприяють розвитку певних математичних навичок, таких як критичне мислення, аналітичні здібності та вміння працювати з абстрактними поняттями. Для детального порівняння основних типів візуалізацій, пропонуємо порівняння моделей візуалізації, що дозволить систематизувати та порівняти їхні ключові характеристики та вплив на навчальний процес.

Таблиця 1

Порівняння моделей візуалізації

Модель візуалізації	Візуальне мислення	Інтерактивні моделі	Мультимедійні моделі	Конструктивістські моделі	Адаптивні моделі
1	2	3	4	5	6
Опис	Створення статичних образів для представлення математичних понять.	Активна взаємодія з візуальними елементами, проведення експериментів.	Комбінація тексту, графіки, відео для створення динамічних уявлень.	Активне створення знань студентами через взаємодію з навчальними матеріалами.	Індивідуалізація навчання з урахуванням потреб та рівня знань кожного студента.
Приклади використання	Концептуальні карти, діаграми Венна, комікси	Динамічні графіки, геометричні перетворення, онлайн-симулятори	Анімації, відеоуроки, презентації	Створення власних графіків, діаграм, моделей	Інтерактивні платформи з персоналізованими навчальними траєкторіями
Переваги для навчання	Розвиток критичного мислення, зниження когнітивного навантаження, покращення запам'ятовування.	Стимулює самостійне дослідження, розвиває практичні навички, дозволяє глибоко зануритися в матеріал.	Стимулює когнітивне сприйняття, залучає різні канали сприйняття (зоровий, слуховий), підвищує мотивацію.	Підтримує творчий потенціал, розвиває самостійне мислення, сприяє глибокому розумінню матеріалу.	Забезпечує індивідуальний підхід, підвищує ефективність навчання
Обмеження	Може бути складним для учнів з низьким рівнем візуального мислення.	Вимагає технічного забезпечення.	Вимагає значних ресурсів для створення.	Вимагає більше часу.	Вимагає складних алгоритмів і великих обсягів даних.
Вікові групи	Початкова, середня школа	Середня, старша школа	Всі вікові групи	Середня, старша школа	Всі вікові групи

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Ключові програмні засоби	MindMeister, Coggle, Lucidchart, Mathigon Polypad	GeoGebra, Desmos, PhET, Wolfram Alpha, Sketchometry	PowerPoint, Google Slides, Animath, MathType	Tinkercad, SketchUp, GeoGebra Classroom, Cabri 3D.	Khan Academy, ALEKS, Brilliant.org, адаптивні модулі в LMS
Типові теми	Теорема Піфагора, множини, властивості геометричних фігур	Функції, рівняння, геометричні перетворення, ймовірність	Тригонометрія, обчислення площі і об'ємів, границі функцій	Геометрія, алгебра, теорія чисел	Всі математичні теми
Роль вчителя	Заохочувати учнів до створення власних візуалізацій, надавати зворотний зв'язок.	Надавати інструкції щодо використання програмного забезпечення, підтримувати учнів під час виконання завдань.	Створювати якісні мультимедійні матеріали, використовувати їх для пояснення складних понять.	Організовувати групову роботу, надавати підказки та зворотний зв'язок.	Відстежувати прогрес учнів, коригувати навчальні плани.
Оцінювання	Спостереження за процесом створення візуалізацій, аналіз готових робіт.	Спостерігати за активністю учнів під час роботи з інтерактивними моделями, аналізувати отримані результати	Оцінювати розуміння учнів за результатами перегляду відео, виконання завдань.	Оцінювати готові проекти, аналізувати процес створення.	Аналізувати статистичні дані про успішність учнів.

Розглянемо детальніше модель віртуального ментора, що базується на використанні технологій, таких як Dialogflow [18], для адаптивного підходу до навчання. Dialogflow – це платформа розробки діалогових систем, яка дозволяє створювати інтелектуальних помічників. Її основні функції включають обробку природної мови, інтеграцію з іншими сервісами, підтримку мультимовності, а також здатність адаптувати відповіді до контексту попередньої взаємодії. Ці можливості

роблять Dialogflow потужним інструментом для створення віртуальних асистентів у навчальних середовищах.

Наведемо приклад, як віртуальний ментор може бути використаний у викладанні теми «Скалярний добуток векторів».

1. Початковий етап. Студент входить у систему через інтегровану навчальну платформу (наприклад, Moodle, Google Classroom чи пряме посилання на Dialogflow). Ментор запитує, чи знайомий студент із базовими поняттями векторів. Якщо студент відповідає «ні», ментор пропонує пояснення теми.

2. Практична задача. Ментор задає питання: «Знайдіть скалярний добуток векторів $\vec{A}(2, 3, -1)$ і $\vec{B}(-1, 4, 2)$ ». За умови правильної відповіді (8) ментор вітає студента та пропонує складніше завдання, в іншому випадку ментор надає покрокове розв'язання:

> Скалярний добуток двох векторів $\vec{A}$ і $\vec{B}$ обчислюється за формулою:
 $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$, де A_x, A_y, A_z і B_x, B_y, B_z – компоненти векторів,
 перемножте відповідні компоненти векторів та додайте результати;

> Для векторів $\vec{A}(2, 3, -1)$ і $\vec{B}(-1, 4, 2)$:

$\vec{A} \cdot \vec{B} = (2) \cdot (-1) + (3) \cdot (4) + (-1) \cdot (2)$, обчислимо: $\vec{A} \cdot \vec{B} = -2 + 12 - 2 = 8$;

> Отже, скалярний добуток $\vec{A} \cdot \vec{B} = 8$.

3. Додаткові ресурси. У разі труднощів ментор пропонує переглянути навчальний матеріал, відеоролик або запропонує схеми з прикладами скалярного добутку для закріплення розуміння.

4. Контроль знань. Ментор проводить тестування, наприклад: «Оберіть правильний результат скалярного добутку векторів $\vec{C}(1, 0, 3)$ і $\vec{D}(4, -1, 2)$ ». Після вибору відповіді студент отримує миттєвий зворотний зв'язок із поясненням.

5. Адаптація завдань. Студент із високим рівнем розуміння отримує завдання на застосування скалярного добутку у практичних задачах, наприклад, розрахунок роботи сили. Ті, хто припускається помилок, продовжують працювати з базовими завданнями.

Розглянутий приклад демонструє, як використання віртуального ментора може сприяти більш ефективному засвоєнню навчального матеріалу та реалізації персоналізованого підходу до навчання як безпосередньо в аудиторії, так і у самостійній роботі студента [22].

Задіяні методи навчання допомагають студентам не лише якісніше засвоювати навчальний матеріал з певної дисципліни і розвивати власні аналітичні здібності, а й вже в якості майбутніх вчителів інтегрувати інтерактивні технології, методи і прийоми у традиційну систему освітнього процесу; засвоїти методи організації інтерактивних занять математики, врахувати індивідуальні особливості учнів у процесі вибору інтерактивних технологій під час викладання математики [6, с. 65]. Віртуальний ментор забезпечує адаптацію навчального процесу до індивідуальних потреб студентів завдяки інтеграції мультимедійних, інтерактивних і адаптивних методів навчання. Дійсно, цій моделі притаманні такі особливості:

- інтерактивність, що дозволяє студентам активно взаємодіяти з навчальним матеріалом у реальному часі через запити, на які віртуальний ментор надає адаптовані відповіді;

- адаптивність, яка забезпечує налаштування навчального процесу під рівень знань та індивідуальні потреби кожного студента;

- миттєвий зворотний зв'язок, який сприяє швидкому розумінню помилок і аналізу досягнень, пропонує додаткові завдання або рекомендації, спрямовані на закріплення матеріалу.

Серед значущих переваг Dialogflow у моделі віртуального ментора зазначимо такі:

- обробка природної мови дозволяє студентам ставити запитання звичайною мовою, що спрощує взаємодію;

- інтеграція з різноманітними навчальними платформами;
- гнучкість у навчанні, можливість навчатися в зручний для студентів час і темпом, що відповідає їхнім можливостям;
- підтримка дистанційного навчання;
- викладач має можливість фіксувати прогрес навчання кожного студента, аналізувати помилки та відстежувати рівень засвоєння матеріалу, що сприяє своєчасному коригуванню навчального процесу.

Таким чином, можна констатувати, що застосування «віртуального ментора» знижує навантаження на викладачів, оскільки автоматизує багато процесів, сприяє самостійності студентів, підтримує дистанційне навчання, відкриває нові можливості для персоналізації освітнього процесу, що у підсумку сприяє досягненню високих результатів у навчанні [7, с. 98]. І загалом, завдяки хмарним технологіям маємо можливість надавати студентам навчальну інформацію, використовуючи всі можливості освітніх новацій, організовувати цікавий інтерактивний навчальний процес, що задовольняє індивідуальні запити студентів. До того ж маємо педагогічне середовище, засноване на сучасних засобах комунікації, яке демонструє студентам практичну реалізацію організації освітнього середовища, конкретні приклади розробок певних тем навчальної дисципліни, підготовки необхідних дидактичних матеріалів тощо, у тому числі цифрових, що реалізує мету щодо адаптації навчальної програми до кожного учня та посилення якості контенту дисципліни.

Висновки. У статті розглянуто певні підходи до проблеми візуалізації в освіті, зокрема у викладанні математики, а також їхній вплив на ефективність навчання. Доведено, що впровадження новітніх моделей візуалізації в освітній процес робить навчання більш гнучким, персоналізованим та ефективним, сприяє досягненню високих результатів і розвитку професійних компетентностей студентів. Систематизація моделей візуалізації дозволяє педагогам вибирати найбільш ефективні інструменти відповідно до навчальних цілей конкретного заняття та рівня підготовки студентів, що, на нашу думку, значно покращує результати навчання.

Запропонована модель віртуального ментора при викладанні математики поєднує мультимедійні, інтерактивні та адаптивні елементи. Сприяє персоналізації навчання, дозволяючи адаптувати контент до індивідуальних потреб студентів. Ментор забезпечує миттєвий зворотний зв'язок, що дозволяє студентам активно взаємодіяти з навчальним матеріалом і працювати у зручному темпі. Наш досвід доводить, що водночас ця модель знижує навантаження на викладачів та забезпечує можливість моніторингу прогресу навчання. Проведені розвідки не вичерпують усіх аспектів проблеми візуалізації навчального матеріалу в освітньому процесі. Перспективними ми вважаємо є дослідження щодо використання віртуальних лабораторій та симуляцій у викладанні різних математичних дисциплін.

Література

1. Ершова О. (2022) Алгоритми роботи систем адаптивного навчання. Інноваційна професійна освіта, 1(2), С. 95-98. doi:10.32835/2786-619x.2022.2.95-98.
2. Житнева Н. В. (2019). Візуальні дидактичні засоби: Створення та використання в освітній практиці.
3. Іванюта О. В., Симоненко С. М. (2003). Розвиток візуального мислення підлітків. Retrieved from library.udpu.edu.ua.
4. Кремень В. Г., Ільїн В. В. (2020). Презентація візуальної грамотності в освітньому процесі та її експлікація в культурі мислення. Інформаційні технології та засоби навчання. 75(1), С. 1–12. doi:10.33407/itnt.v75i1.3660.
5. Литвин А. В., Литвин О. Г. (2020). Медіа-освіта: Використання мультимедіа у професійній підготовці фахівців.
6. Лосева Н.М., Дубровський В.Л. (2021). Застосування інтерактивних технологій навчання на уроці математики у початковій школі // Наукові записки: Серія Психолого-педагогічні науки. №1. С. 59-67. doi:10.31654/2663-4902-2021-pp-1-59-67.

7. Лосева Н.М., Кодіна Паскуаль Р. (2022). Рекреаційна математика у підготовці вчителя початкової школи: досвід факультету освіти Університету Барселони. Наукові записки. Серія «Психолого-педагогічні науки». Ніжин: Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. Вип. 3. С. 93-100. . doi:10.31654/2663-4902-2022-pp-3-93-100.
8. Лосева Н.М., Непомняща Т.В., Панова А.Ю. Інтерактивні технології навчання математики: навч.-метод. посіб. для студ.: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: Кафедра, 2012. – 227 с.
9. Ляшенко О. І. (2019). Адаптивне навчання як ознака сучасних дидактичних систем.
10. Ляшова Н. (2020). Візуалізація як ефективний метод із методико-математичної підготовки майбутніх учителів початкової школи. Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти, (13), С. 36–46
11. Малихін О., Ліпчевська І. (2023). Формування вмінь візуалізації навчальної інформації майбутніх учителів початкової школи: методи діагностики.
12. Муртазієв Е., Сюсюкан Ю. (2022). Математичне моделювання: основні етапи та класифікація моделей. *Сучасні проблеми моделювання*, 24, С. 140–146. doi:10.33842/2313125x-2022-24-140-146.
13. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. (2022). Принцип когнітивної візуалізації і його застосування в навчанні.
14. Сікора Я.Б. Адаптивні моделі електронного навчання. Тези X Міжнар. наук.-техн. конф. «Інформаційно-комп'ютерні технології-2019» (Житомир, 18–20 квітня 2019 р.). Житомир: ЖДТУ, 2019. С. 188–189. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/06/89-1.pdf> (дата звернення 18.06.2024)
15. Староста В. (2019). Технології інтерактивного навчання: сутність, класифікація. Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О.Сухомлинського. Педагогічні науки. 1(64). С. 230-237
16. Хриков Є. (2020). Педагогічний дизайн як засіб підвищення мотивації студентів у процесі e-learning.
17. Buzan, T. (1993). *The Mind Map Book: Unlock your Creativity, Boost your Memory, Change your Life*. BBC Active.
18. Conversational Agents and Dialogflow | Google Cloud URL: <https://cloud.google.com/products/conversational-agents> (дата звернення 18.06.2024)
19. Engelkamp, J., & Zimmer, H. D. (1994). *Human Memory: A Multimodal Approach*. Hogrefe & Huber Publishers.
20. Mayer, R.E. (2024) 'The past, present, and future of the Cognitive Theory of multimedia learning', *Educational Psychology Review*, 36(1). doi:10.1007/s10648-023-09842-1
21. Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press.
22. Savchenko N., Puzyrov V. (2023). Organization of independent work in mathematics in the modern conditions of the information and educational environment // Scientific Collection «InterConf»: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Diversity and Inclusion in Scientific Area». Warsaw, Poland, №140, P.159-162.
23. Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.

References

1. Mayer, R.E. (2024) 'The past, present, and future of the Cognitive Theory of multimedia learning', *Educational Psychology Review*, 36(1). doi:10.1007/s10648-023-09842-1.
2. Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press.
3. Buzan, T. (1993). *The Mind Map Book: Unlock your Creativity, Boost your Memory, Change your Life*. BBC Active.
4. Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
5. Engelkamp, J., & Zimmer, H. D. (1994). *Human Memory: A Multimodal Approach*. Hogrefe & Huber Publishers.

6. Kremen' V. H., Il'jin V. V. (2020). Prezentacija vizual'noji hramotnosti v osvitr'omu procesi ta jiji eksplikacija v kul'turi myslennja.[Presentation of visual literacy in the educational process and its explication in the culture of thinking]. Informacijni tehnolohiji ta zasoby navčannja. 75(1), pp. 1–12. doi:10.33407/itt.v75i1.3660. [in Ukrainian].
7. Lytvyn A. V., Lytvyn O. H. (2020). Media-osvita: Vykorystannja mul'tymedia u profesijnij pidhotovci faxivciv. [Media education: Using multimedia in professional training of specialists]. [in Ukrainian].
8. Ljašenko O. I. (2019). Adaptivne navčannja jak oznaka sučasnyx dydaktyčnyx system. [Adaptive learning as a feature of modern didactic systems.]. [in Ukrainian].
9. Semenixina O. V., Drušljak M. H. (2022). Pryncyp kohnityvnoji vizualizaciji i joho zastosuvannja v navčanni.[The principle of cognitive visualization and its application in learning]. [in Ukrainian].
10. Malyxin O., Lipčevs'ka I. (2023). Formuvannja vmin' vizualizaciji navčal'noji informaciji majbutnix učyteliv počatkovoji školy: metody diahnostyky. [Formation of skills for visualizing educational information of future primary school teachers: diagnostic methods]. [in Ukrainian].
11. Žytneva N. V. (2019). Vizual'ni dydaktyčni zasoby: Stvorennya ta vykorystannja v osvitr'ij praktyci.[Visual didactic aids: Creation and use in educational practice]. [in Ukrainian].
12. Xrykov Je. (2020). Pedahohičnyj dyzajn jak zasib pidvyščennja motyvaciji studentiv u procesi e-learning. [Pedagogical design as a means of increasing student motivation in the e-learning process]. [in Ukrainian].
13. Murtaziev, E. and Syusyukan, Y. (2022). Matematyčne modeljuvannja: osnovni etapy ta klasyfikacija modelej. [Mathematical modeling: Main stages and classification of Models], Sučasni problemy modeljuvannja 24, pp. 140–146. doi:10.33842/2313125x-2022-24-140-146. [in Ukrainian].
14. Starosta V. (2019). Texnolohiji interaktyvnoho navčannja: sutnist', klasyfikacija. [Interactive learning technologies: essence, classification]. Naukovyj visnyk Mykolajivs'koho nacional'noho universytetu imeni V.O.Suxomlyns'koho. Pedahohični nauky. 1(64). p. 230-237 [in Ukrainian].
15. Ljašova N. (2020). Vizualizacija jak efektyvnyj metod iz metodyko-matematyčnoji pidhotovky majbutnix učyteliv počatkovoji školy. [Visualization as an effective method for methodological and mathematical training of future elementary school teachers]. Profesionalizm pedahoha: teoretyčni j metodyčni aspekty, (13), 36–46 [in Ukrainian].
16. Jeršova O. (2022) Alhorytmy roboty system adaptivnoho navčannja. [Algorithms of adaptive learning systems]. Innovacijna profesijna osvita. 1(2), pp. 95–98. doi:10.32835/2786-619x.2022.2.95-98. [in Ukrainian].
17. Ivanjuta O. V., Symonenko S. M. (2003). Rozvytok vizual'noho myslennja pidlitkiv.[Developing visual thinking in adolescents]. [in Ukrainian].
18. Losjeva N.M., Nepomnjašča T.V., Panova A.Ju. (2012). Interaktyvni tehnolohiji navčannja matematyky: navč.-metod. posib. dlja stud.: navč. posib. dlja stud. vyšč. navč. zakl.[Interactive technologies for teaching mathematics: teaching-methodical manual for students: teaching-methodical manual for students of higher education] – K.: Kafedra, 2012. – p. 227. [in Ukrainian].
19. Sikora Ja.B. Adaptivni modeli elektronnoho navčannja. [Adaptive e-learning models]. Tezy X Mižnar. nauk.-texn. konf. «Informacijno-kompjuterni tehnolohiji-2019» (Žytomyr, 18–20 kvitnja 2019 r.). P. 188–189. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/06/89-1.pdf> [in Ukrainian].
20. Conversational Agents and Dialogflow | Google Cloud URL: <https://cloud.google.com/products/conversational-agents>
21. Savchenko N., Puzyrov V. (2023). Organization of independent work in mathematics in the modern conditions of the information and educational environment // Scientific Collection «InterConf»: Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Diversity and Inclusion in Scientific Area». Warsaw, Poland, №140, P.159-162.
22. Losyeva, N., Dubrovskiy, V. (2021). Zastosuvannja interaktyvnyx tehnolohij navčannja na uroci matematyky u počatkovij školi. [The application of interactive teaching technologies in a mathematics lesson in Primary School]. Naukovi zapysky: Serija Psyxoloho-pedahohični nauky. PP(1), pp. 59–67. doi:10.31654/2663-4902-2021-pp-1-59-67. [in Ukrainian].

23. Losyeva, N. and Roser, C.P. (2023). Rekreativna matematika u podgotovci učitelja početkove škole: dosvid fakulteta osvite Univerziteta Barselony. [Recreational mathematics in primary school teacher training: the experience of the faculty of education, university of barcelona]. Naukovi zapysky: Serija Psicholoho-pedahohični nauky, (3), pp. 93–100. doi:10.31654/2663-4902-2022-pp-3-93-100. [in Ukrainian].

Horoshko O.

PhD student (third-level educational and scientific degree),
Nizhyn Mykola Gogol State University
unix.server@ukr.net
orcid.org/0009-0003-6518-4832

VISUALIZATION MODELS IN TEACHING MATHEMATICS

Certain models of visualization of educational material presentation in the process of teaching mathematics have been studied and presented. It has been proven that visualization is a powerful tool that contributes to more effective mastering of mathematical concepts, facilitates the perception of complex abstract ideas and helps students better understand the educational material. The article, based on a thorough analysis of literary sources, proposes criteria for classifying visualization models: interactivity, adaptability, complexity and pedagogical effectiveness. It is stated that such an approach is designed to assist teachers in choosing the most effective methods to achieve educational goals, optimize the process of planning and implementing educational tasks.

The work focuses on the virtual mentor model, which provides personalization of learning and instant feedback through the use of modern technologies, in particular the Dialogflow platform. The advantages of this model lie in the combination of multimedia, interactive and adaptive elements, which allows adapting the educational process to the individual level of preparation of each student. Special attention is paid to the teaching of mathematical disciplines. For example, when studying the topic "Scalar product of vectors", students have the opportunity to interact with a virtual mentor, receive step-by-step instructions, analyze errors and work with additional exercises to consolidate the material. It is noted that this approach to organizing the educational process during the study of mathematical disciplines significantly reduces the workload on teachers, opens up new opportunities for organizing distance and personalized learning, and contributes to better assimilation of the initial content.

Key words: *visualization models, virtual mentor, Dialogflow, adaptive learning, interactive learning, multimedia learning, learning personalization.*