

УДК 373.3/.5.016:51]:159.955-021.412.1-043.84:37.091.33-028.22
DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/64-2-58>

Ярослав ЧКАНА,
orcid.org/0000-0003-3667-3584
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри математики, фізики та методик їх навчання
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
(Суми, Україна) *chkana_76@ukr.net*

Владислав ГЕРАСИМЕНКО,
orcid.org/0000-0001-5875-8517
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри вищої математики
Сумського національного аграрного університету
(Суми, Україна) *vladzaoch@ukr.net*

Ігор СТОЦЬКИЙ,
orcid.org/0009-0003-5260-9678
аспірант кафедри інформатики
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
(Суми, Україна) *igor.stotskiy@gmail.com*

АКТИВІЗАЦІЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ЗАСОБАМИ КОГНІТИВНО-ВІЗУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

У статті розглянуто роль і місце когнітивної візуалізації при активізації критичного мислення учнів на уроках математики. Розвиток сучасного інформаційного суспільства потребує конкурентноспроможного спеціаліста практично у всіх галузях, здатного критично працювати з великим обсягом інформації для отримання та структурування власної системи знань. У статті зазначено, що застосування методів когнітивної візуалізації на уроках математики стимулювала би розвиток особистості, її креативного та критичного мислення.

Авторами виділені складові критичного мислення, для яких використання когнітивно-візуального підходу є найдоцільнішим: аналіз інформації, розпізнавання шаблонів та зв'язків, генерування та оцінка ідей, вирішування протиріч. Запропоновано деякі способи, технології та інструменти, які можуть допомогти застосувати когнітивну візуалізацію для формування критичного мислення учнів у процесі вивчення математики. Наведено декілька конкретних прикладів таких застосувань. Зроблено висновки про переваги застосування когнітивно-візуального підходу в освітньому процесі, серед яких: виділення відношень і взаємозв'язків, які містяться в інформації; утримування уваги учня; зменшення вербально-інформаційного перевантаження; розкриття різних аспектів понять; аналіз та структурування великої кількості інформації; естетична привабливість. Підкреслено, що поєднання когнітивно-візуального підходу з технологіями розвитку критичного мислення учнів в процесі навчання математики має бути системним, реалізуватися з використанням інформаційних комп'ютерних засобів.

При дослідженні були використані загальнонаукові методи, а також методи порівняння та узагальнення з проблеми критичного мислення та використання когнітивно-візуального підходу.

Ключові слова: критичне мислення, когнітивна візуалізація, уроки математики, учні, когнітивно-візуальний підхід.

Yaroslav CHKANA,

orcid.org/0000-0003-3667-3584

Candidate of Pedagogical Sciences,

Associated Professor at the Department of Mathematics, Physics and their Teaching Methods

Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko

(Sumy, Ukraine) chkana_76@ukr.net

Vladislav GERASIMENKO,

orcid.org/0000-0001-5875-8517

Candidate of Physics and Mathematics Sciences,

Associated Professor at the Department of Higher Mathematics

Sumy National Agrarian University

(Sumy, Ukraine) vladzaoch@ukr.net

Igor STOTSKIY,

orcid.org/0009-0003-5260-9678

Graduate Student at the Department of Informatics

Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko

(Sumy, Ukraine) igor.stotskiy@gmail.com

ACTIVATION OF STUDENTS' CRITICAL THINKING BY MEANS OF COGNITIVE-VISUAL TECHNOLOGIES IN MATHEMATICS LESSONS

The article examines the role and place of cognitive visualization in activating students' critical thinking in mathematics lessons. The development of the modern information society requires a competitive specialist in almost all fields, capable of critically working with a large amount of information to obtain and structure one's own knowledge system. The article states that the use of cognitive visualization methods in mathematics lessons would stimulate the development of personality, its creative and critical thinking.

The authors highlight the components of critical thinking for which the use of a cognitive-visual approach is most appropriate: information analysis, recognition of patterns and connections, generation and evaluation of ideas, resolution of contradictions. Some methods, technologies and tools that can help to apply cognitive visualization for the formation of critical thinking of students in the process of learning mathematics are proposed. Several specific examples of such applications are given. Conclusions were made about the advantages of using the cognitive-visual approach in the educational process, including: highlighting the relationships and relationships contained in the information; keeping the student's attention; reduction of verbal and informational overload; disclosure of various aspects of concepts; analysis and structuring of a large amount of information; aesthetic appeal. It is emphasized that the combination of a cognitive-visual approach with technologies for the development of students' critical thinking in the process of teaching mathematics should be systematic, implemented using informational computer tools.

The research used general scientific methods, as well as methods of comparison and generalization on the problem of critical thinking and the use of a cognitive-visual approach.

Key words: *critical thinking, cognitive visualization, mathematics lessons, pupils, cognitive-visual approach.*

Постановка проблеми. Глобалізація інформаційного простору, високий рівень техніки та технологій, що проникають в усі сфери життя, ускладнення соціальних відносин та високий рівень маніпуляції масовою свідомістю громадян у сучасному суспільстві вимагають від кожної людини наявності причинно-наслідкового, абстрактно-логічного типів мислення, зрештою, критичного мислення, як у професійній сфері, так і у повсякденному житті. Критичне мислення базується на сучасній широкій та добре структурованій базі знань, що в процесі свого функціонування передбачає постійно діючі зворотні зв'язки щодо підтвердження правильності отриманих суджень.

Тенденції, зумовлені розвитком сучасного інформаційного суспільства, висувають певні вимоги і до шкільної математичної освіти, змісту і процесу навчання математики. При цьому розвиток критичного мислення є важливим інструментом для засвоєння математичних знань, набуття умінь та навичок, підвищення ефективності сприйняття інформації, поглиблення алгоритмічної культури тощо.

Поряд з цим у сучасній системі освіти набуває все більшого розповсюдження метод когнітивного навчання, в основі якого лежить розвиток всієї сукупності розумових здібностей та стратегій, направлених на адаптацію до нових ситуацій. Перевагою даної системи навчання є викорис-

тання не тільки інтелектуальних та пізнавальних механізмів, а й, зокрема, чуттєво-інтуїтивних способів отримання нових знань. Основою когнітивного навчання є когнітивно-візуальний підхід до формування знань, вмінь та навичок, що дозволяє максимально використовувати потенціальні можливості візуального мислення.

Учасники освітнього процесу на сьогоднішній день стикаються з певними протиріччями зовнішнього та внутрішнього характеру між:

- надзвичайно великим обсягом навчальної інформації, її складністю й багатогранністю і браком часу для її засвоєння;
- необхідністю швидкої засвоюваності матеріалу і браком дидактико-інструментальних засобів;
- поступовим ускладненням сучасних програм з математики з бажанням вчителя спростити навчальний матеріал та мотивувати учня до його вивчення.

Для розв'язання означених протиріч педагоги спрямовують основні зусилля на організацію такої навчальної діяльності, яка би спростила задачу засвоєння багатомірного, складного навчального матеріалу, що поступає у великій кількості, зробила процес навчання більш повноцінним та цікавим, сприяла би глибокому розумінню й систематизації інформації, стимулювала би розвиток особистості, її креативне та критичне мислення. Когнітивна візуалізація – один із таких «стимулів» як для учня, так і для вчителя.

Зазначимо, що концепція Нової української школи також висуває перед закладами педагогічної освіти вимогу наявності сформованості вмінь візуалізації навчальної інформації майбутніх учителів математики як складової їх методичної та психолого-педагогічної компетентностей, для чого організовуються курси підвищення кваліфікації вчителів початкової школи НУШ (Міністерство освіти і науки України та ін., 2018), який ознайомлює вчителів з прикладами імплементації візуалізації в освітній процес.

Мета статті – виділити особливості реалізації різних форм візуалізації навчального матеріалу з математики для активізації розвитку критичного мислення учнів на уроках математики.

Матеріали та методи. Методологія дослідження базується на загальнонаукових методах, методах порівняння та узагальнення досліджень з проблеми критичного мислення та використання когнітивно-візуального підходу.

Аналіз досліджень. Особливості застосування візуалізації в навчальному процесі досліджувалися С. Арюткіним, С. Герасимовою, В. Койбічук, Е. Макаровою, Н. Манько, А. Рапуто та іншими.

Значимість використання конітивно-візуального підходу в навчанні математики відзначено у роботах М. Друшляк В. Калітіна, Т. Пушкарьової, А. Пчоліна, О. Семеніхіної, Д. Трухан, Д. Шеховцової, А. Юрченка, І. Шищенко тощо. Так, зокрема, науковці О. Семеніхіна та М. Друшляк (Семеніхіна, Друшляк, 2015) наводять аргументи доцільності використання програм динамічної математики на заняттях з математики. Низка психолого-педагогічних досліджень свідчить, що використання візуалізації здійснює більш суттєвий вплив і на якість засвоєння інформації, і на розвиток мислення учнів (В. Давидов, Г. Дорофєєв, Т. Зінченко, М. Кларін та інші). Теоретико-методологічні основи розвитку критичного мислення в процесі підготовки майбутніх учителів математики представлено в роботах вітчизняних науковців (Л. Благодир, Н. Євсєєва, М. Повідайчик, О. Потапової, К. Словак, Т. Хачумян тощо), в яких підкреслюється необхідність використання наочності.

Проте, аналіз літератури свідчить про недостатню увагу з боку науковців, приділену впровадженню практичних технологій когнітивної візуалізації на уроках математики, що сприятимуть розвитку критичного мислення учнів.

Виклад основного матеріалу. Зазвичай вважається, що ліва півкуля головного мозку відіграє важливу роль в аналітичному та логічному мисленні, а також у обробці мови. Її пов'язують з лінійним та послідовним мисленням, аналізом фактів та деталей, а також формулюванням та розумінням аргументів. Права півкуля головного мозку зазвичай асоціюється із творчим та інтуїтивним мисленням, відчуттям сприйняття, розпізнаванням образів та вмінням бачити загальну картину. Теорія когнітивної візуалізації націлена на появу новаторських ідей і саме тому спирається на правопівкульний тип мислення.

Однак важливо відзначити, що це спрощена модель, а реальність набагато складніша. Критичне мислення включає активність різних ділянок мозку, що взаємодіють між собою для обробки інформації та прийняття обґрунтованих висновків.

Когнітивна візуалізація може відігравати важливу роль у розвитку критичного мислення. Вона являє собою спосіб використання уяви та ментальних образів для аналізу інформації, проблем та ідей, дозволяє уявити складні концепції чи проблеми візуально, що може допомогти краще зрозуміти та аналізувати їх. З використанням когнітивної візуалізації ми можемо створювати ментальні образи, діаграми, графіки чи інші форми візуального представлення інформації.

Когнітивна візуалізація може сприяти розвитку критичного мислення учнів, оскільки вона дозволяє нам:

– аналізувати інформацію (візуалізація може допомогти учням структурувати інформацію, виділити ключові аспекти та відношення між ними, що допомагає нам більш глибоко та систематично аналізувати інформацію та розглядати її з різних точок зору);

– розпізнавати шаблони та зв'язки (когнітивна візуалізація дозволяє бачити зв'язки, тренди та шаблони, які можуть бути непомітними при звичайному читанні чи слуханні. Це сприяє розвитку здатності до виявлення аналогій, висновків щодо загальних принципів та пошуку нестандартних рішень);

– генерувати ідеї (візуалізація може стимулювати творче мислення та допомогти генерувати нові ідеї. Вона може сприяти вільному асоціативному мисленню, де ми можемо пов'язувати різні концепції та ідеї до купи);

– вирішувати протиріччя (когнітивна візуалізація може допомогти виявити протиріччя та проблемні місця в інформації чи аргументації. Вона дозволяє візуально подати різні точки зору та аналізувати їх з метою виявлення недоліків або нестикувань).

Когнітивна візуалізація є потужним інструментом, який може покращити критичне мислення учнів у процесі вивчення математики, допомагаючи краще розуміти, аналізувати та оцінювати інформацію та ідеї.

Для вчителів математики існують різні способи, технології та інструменти, які можуть допомогти застосувати когнітивну візуалізацію для формування критичного мислення. Ось кілька прикладів:

1. *Використання діаграм та графіків.* Візуалізація математичних концепцій за допомогою діаграм та графіків може допомогти учням краще зрозуміти їхні зв'язки та стосунки. Можна використовувати графіки для візуалізації функцій та аналізу їх властивостей (екстремумів, точок перегину, монотонність, опуклість, швидкість зміни функції тощо) або діаграми для представлення даних та статистики. Наприклад, на основі виданої вчителем або самостійно зібраних кількісних даних про властивості певного об'єкту потрібно побудувати діаграму, проаналізувати її та з'ясувати, які властивості є більш суттєвими. Інструменти, такі як GeoGebra, Desmos або Microsoft Excel, можуть бути корисними для створення та дослідження різних видів графіків.

2. *Маніпулятивні матеріали.* Використання конкретних об'єктів або математичних ігор дозволяє учням візуально та тактильно досліджувати та експериментувати з математичними концепціями. Наприклад, можна використовувати геометричні фігури, лічильні палички або дрібні кола для візуалізації операцій або відношень у математиці. Також можна виконувати побудову різних геометричних фігур та з'ясовувати їх властивості, поєднуючи різні елементи геометричних наборів або конструкційних матеріалів. Доцільним є використання гнучких матеріалів, наприклад, пластиліну, для експериментування з різними формами та конструкціями, вивчаючи їх геометричні характеристики.

3. *Інтерактивні дошки та програми.* Інтерактивні дошки, такі як Smart Board або Promethean Board, дозволяють вчителям створювати інтерактивні уроки з візуальними елементами, діаграмами, графіками та анімаціями (Presmeg, 1986). Такі програми, як GeoGebra (рис. 1) або Mathletics пропонують інтерактивні математичні інструменти, які допомагають візуалізувати і досліджувати математичні концепції (Семеніхіна, Друшляк, 2017). Багато можливостей для використання на уроках математики мають і віртуальні онлайн-дошки, серед яких популярним є вбудована дошки Zoom, дошки Twiddla, MIRO, IDroo тощо.

4. *Візуалізація вирішення проблем.* При розв'язуванні математичних задач можна використовувати візуалізацію для представлення проблеми та можливих рішень. Наприклад, можна використовувати діаграми або моделювання ситуацій для візуального представлення проблеми та дослідження різних стратегій вирішення.

5. *Завдання на зображення та візуалізацію.* Включення таких завдань до навчального плану допомагає розвивати критичне мислення та візу-

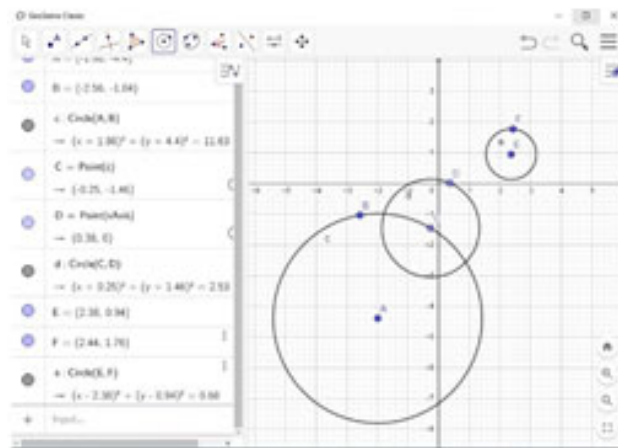


Рис. 1. Приклад використання GeoGebra на уроках математики

алізувати математичні концепції. Наприклад, можна запропонувати учням намалювати діаграму, зобразити геометричну фігуру чи створити візуальне уявлення математичного принципу.

6. *Використання ментальних карт (Mind map)*. Наприклад, можна створити ментальну карту, що поєднує різні аспекти алгебри, геометрії та статистики. Це допоможе вчителю краще організувати інформацію та бачити взаємозв'язки між різними математичними концепціями чи темами. Такі карти можуть створюватись від руки на папері або за допомогою спеціальних онлайн сервісів (Bubbl.us, MindMeister, SpiderScribe, coggle.it, draw.io від Google, XMind) (Юрченко, 2019). Приклад ментальної карти «Площі многокутників», створену в Zoom, наведено на рисунку 2.

7. *Використання візуальних аналогій*. Наприклад, при поясненні поняття похідною вчителем може використовуватися аналогія з нахилом пагорба крутого або графіка швидкості зміни. Це допоможе учням візуалізувати та зрозуміти абстрактні математичні ідеї, пояснити складні математичні концепції.

8. *Використання моделювання*. Наприклад, вчитель може запропонувати учням моделювати зростання популяції, використовуючи графіки та діаграми, щоб проаналізувати тенденції та прогнозувати майбутні зміни. Це допоможе розвинути в учнів критичне мислення, оскільки вони будуть аналізувати та інтерпретувати результати моделювання та приймати обґрунтовані висновки.

9. *Використання інфографіки*. Наприклад, при вивченні статистики вчитель може створити інфографіку, яка візуально демонструє різні види діаграм та їх застосування для представлення даних (Zimmermann, 1991). Це допоможе учням краще зрозуміти, як інтерпретувати та використовувати різні типи діаграм у контексті математичного аналізу даних.

Це лише деякі приклади, і конкретний вибір способів та інструментів залежатиме від рівня та віку учнів, а також від конкретних навчальних цілей та контексту. Важливо вибрати відповідні технології та інструменти, які будуть підтримувати візуалізацію та критичне мислення учнів у процесі навчання математики.

Висновки. Застосування когнітивно-візуального підходу в освітньому процесі має низку переваг: виділення відношень і взаємозв'язків, які містяться в інформації; утримання уваги учня; зменшення вербально-інформаційного перевантаження; розкриття різних аспектів поняття, що розглядається; чіткий аналіз великої кількості інформації; структурування великого набору даних; яскравість та естетична привабливість, що спрощують процес розуміння, запам'ятовування й оперування складними поняттями.

Використання стратегії навчання математики з використанням когнітивно-візуального підходу для розвитку навичок і схильності до критичного мислення учнів має бути системним, реалізуватися з використанням інформаційних комп'ютерних засобів.

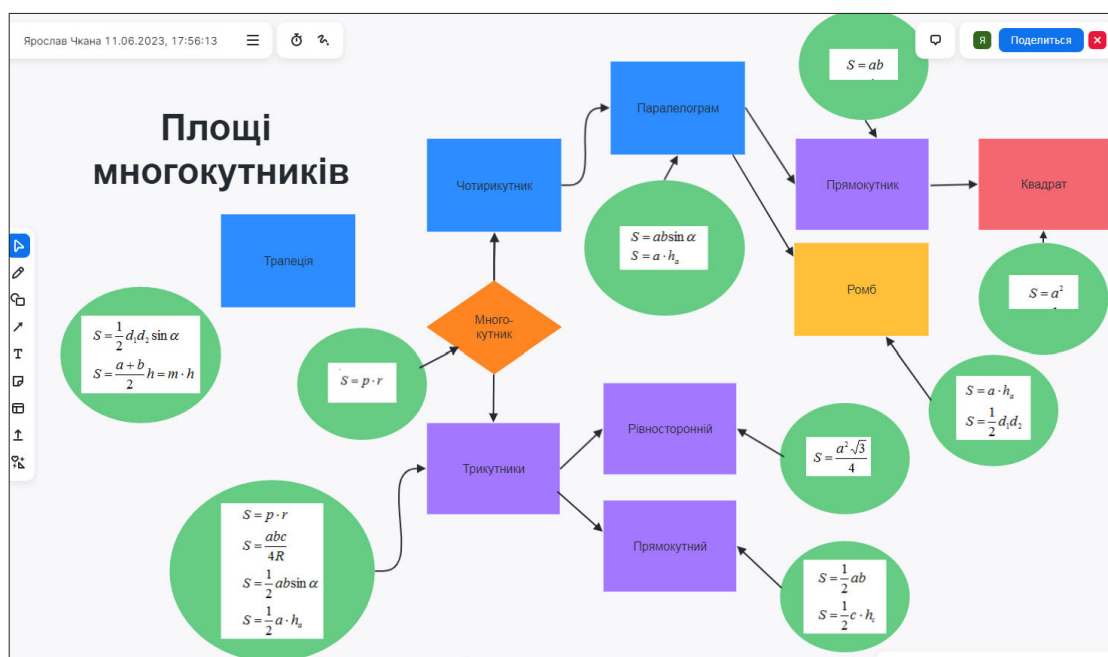


Рис. 2. Ментальна карта з теми «Площі многокутників»

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Обґрунтування доцільності використання програм динамічної математики як засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань. *Фізико-математична освіта*, 2015. Випуск 3(6). С. 67–75.
2. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Використання принципу когнітивної візуалізації в навчанні математики. *Фізико-математична освіта*. 2017. Випуск 3(13). С. 136–140.
3. Юрченко А.О. Особливості когнітивно-візуального підходу під час візуалізації навчального матеріалу з математики. *Інноваційна педагогіка*. Випуск 11. Т. 3. 2019. С. 62–67.
4. Presmeg. N.C. (1986). Visualisation in high school mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 6(3), 42–46.
5. Zimmermann W. *Visualization in Teaching and Learning Mathematics* / W. Zimmermann, S. Cunningham. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1991. 230 p.

REFERENCES

1. Semenikhina O.V., Drushliak M.H. (2015) Obgruntuvannya dotsilnosti vykorystannia proqram dynamichnoi matematyky yak zasobiv kompiuternoї vizualizatsii matematychnykh znan. [The Rationale For the Use of Dynamic Mathematics Software As a Means of Computer Visualization of Mathematical Knowledge.] *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3(6). 67–75. [in Ukrainian]
2. Semenikhina O.V., Drushliak M.H. (2017) Vykorystannia pryntsypu kohnityvnoi vizualizatsii v navchanni matematyky. [Principle Of Cognitive Visualization And Its Use In Teaching Mathematics.] *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3(13). 136–140. [in Ukrainian]
3. Yurchenko A.O. (2019) Osoblyvosti kohnityvno-vizualnoho pidkhodu pid chas vizualizatsii navchalnoho materialu z matematyky. [Features of cognitive-visual approach in visualization of educational materials of the mathematics.] *Innovat-siina pedahohika – Innovative Pedagogy*, 11, V. 3. 62–67. [in Ukrainian]
4. Presmeg. N.C. (1986). Visualisation in high school mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 6(3), 42–46.
5. Zimmermann W. (1991) *Visualization in Teaching and Learning Mathematics* Washington, DC: Mathematical Association of America, 230.