

DOI <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2023.11.02.04>  
UDC 378.4: 004

## Visualization of Knowledge: Place in the Training Course and Methodical Foundations

Kunicheva, T.\*

Separate structural unit "Kharkiv Trade and Economics College of the State Trade and Economics University", Kharkiv, Ukraine

**Received:** 09.06.2023

**Accepted:** 20.06.2023

**Abstract.** The work examines the literature with an emphasis on educational applications of visualization. The need for them is indicated by students' complaints about difficulties in perceiving concepts that exist at the micro level (DNA, genes) or those that describe invisible objects and properties (distributions of physical quantities). The effectiveness of user perception of visualization results is a key factor in the success of the method. High-quality visualization contributes to the intuitive understanding of the presented information and the acquisition and analysis of the necessary knowledge. Here, whenever possible, the quoted material is converted from textual form to visual. Eye tracking is considered a promising method of visualization research, as it contributes to the understanding of the origins of knowledge that we receive through visualization. Visualization of knowledge, including one on their own, is the most difficult for students to perceive. Therefore, they should learn to make the correct choice of the appropriate method based on the classification of types of knowledge. After that, they should move from understanding the available material (data, information, knowledge) through setting a cognitive problem to searching for and acquiring new knowledge. Thus, the purpose of this work is to identify the background and develop examples for creating a section of the training course on studying the features of knowledge visualization. The paper gives a scheme of the formed educational course on the study of visualization methods. The section devoted to the visualization of knowledge is considered in more detail. A demonstrative methodical example of such visualization is given. It is noted that to learn the correct construction of knowledge maps, students must first work with the knowledge they have a good command of. Therefore, students are given a familiar text on elementary mathematics on the topic of "Congruence of triangles". In the first stage, based on text analysis, they build a scheme of knowledge. Next, it is analyzed, and it is concluded that this scheme is not complete. It does not answer all questions (there is no answer to the question "Why?"). But it serves to set a cognitive problem for finding an answer that will ensure the completeness of knowledge. The problem is formulated by the question "Why there is no fourth congruence test?" The answer to this question requires students to reformulate proof methods (into the form of a construction problem) to obtain an answer that is visualized in the second stage in the form of an extended knowledge scheme. In the available literature, unfortunately, the processes of knowledge analysis (including the textual presentation) with the subsequent selection of means and methods of visualization and subsequent formation of the corresponding map are considered very little. The results of experiments or scientific research of the authors are mostly given there. It seems to us that publications with elements of the methodology, which would show how the process of not only visualization of knowledge but also its preliminary analysis, setting of intermediate cognitive problems, etc., takes place, could be of particular value.

**Key words:** means of visualization, cognitive visualization, visual thinking, graphic competence, visual competence, congruence of triangles.

## Візуалізації знань: місце в навчальному курсі та методичні основи

Кунічева Т. П.

ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж  
Державного торговельно-економічного університету», Харків, Україна

**Анотація.** В роботі розглянуто літературу з акцентом на навчальні застосування візуалізації. На потребу в них вказують скарги студентів на труднощі зі сприйняттям концепцій, існуючих на мікрорівні (ДНК, гени), або таких, що описують невидимі об'єкти та властивості (розподіли фізичних величин). Ефективність сприйняття користувачами результатів візуалізації є ключовим чинником успіху її методу. Якісна візуалізація сприяє

\*  
**Corresponding Author:** Kunicheva Tetiana Petrivna. E-mail: [tatkunicheva1@gmail.com](mailto:tatkunicheva1@gmail.com)  
Separate structural unit "Kharkiv Trade and Economics College of the State Trade and Economics University",  
Otakar Jaroš lane, 8, Kharkiv, Ukraine, 61045.

**Відповідальний автор:** Кунічева Тетяна Петрівна. E-mail: [tatkunicheva1@gmail.com](mailto:tatkunicheva1@gmail.com)  
ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж Державного торговельно-економічного  
університету», пров. О. Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045.

інтуїтивному розумінню представленої інформації та отриманню й аналізу необхідних знань. В роботі, за можливістю, цитований матеріал із текстової форми перетворено на візуальну. Перспективним методом дослідження візуалізації вважається окулографія, оскільки сприяє розумінню витоків знань, які ми отримуємо за посередництва візуалізації. Найважче студентами сприймається візуалізація знань, в тому числі самотійна. Тому вони мають навчитись виконувати правильний вибір відповідного способу на основі класифікації типів знань. Далі вони мають переходити від розуміння наявного матеріалу (даних, інформації, знань) через постановку когнітивної задачі до пошуків та надбання нового знання. Таким чином, мета даної роботи – виявити підґрунтя та розробити приклади для створення розділу навчального курсу з вивчення особливостей візуалізації знань. В роботі наведено схему сформованого навчального курсу з вивчення методів візуалізації. Більш детально розглянуто розділ, присвячений візуалізації знань. Наводиться демонстраційний методичний приклад такої візуалізації. Відмічається, що для навчання коректній побудові карт знань студенти повинні спочатку працювати з тими знаннями, якими вони добре володіють. Тому студентам надається відомий їм текст з елементарної математики за темою «Рівність трикутників». На першому етапі на основі аналізу тексту вони будують схему знань. Далі відбувається її аналіз, та робиться висновок, що ця схема не є повною. Вона відповідає не на всі питання (немає відповіді на питання «Чому?»). Але вона слугує за постановку когнітивної задачі для пошуку відповіді, що забезпечать повноту знань. Задача формулюється питанням «Чому немає четвертої ознаки рівності?». Відповідь на це питання вимагає від студентів переформулювання методів доведення (у вигляді задачі на побудову) для отримання відповіді, яка візуалізується на другому етапі у вигляді розширеної схеми знань. У доступній літературі, на жаль, дуже мало розглядаються процеси аналізу знань (у тому числі й їхнього текстового подання) з подальшим вибором засобів та способів візуалізації та подальшим формуванням відповідної карти. Там здебільшого наводяться результати експериментів чи наукових досліджень авторів. Нам бачиться, що особливу цінність могли б представляти публікації з елементами методики, які показували б, як відбувається процес не лише візуалізації знань, а й попереднього їх аналізу, постановки проміжних когнітивних задач тощо.

**Ключові слова:** засоби візуалізації, когнітивна візуалізація, візуальне мислення, графічна компетентність, візуальна компетентність, рівність трикутників.

## *I Вступ*

Розвиток інформаційних технологій сприяє розширенню використання візуалізації в навчанні, бізнесі, наукових дослідженнях тощо. Цей процес супроводжується та спрямовується великою кількістю публікацій. Але їх аналіз показав, що у багатьох із них візуалізація, на жаль, недостатньо використовується для унаочнення змісту самих цих публікацій. Про це свідчить той факт, що в статтях на цю тему ті фрагменти, які можна було б добре подати у вигляді різного роду візуалізацій (найчастіше схем), просто надаються у вигляді таблиць або списків, що ускладнює сприйняття відповідного матеріалу. Це говорить про те, що візуальне мислення (навіть у тих людей, що візуалізацію використовують, вивчають, викладають) ще, на жаль, не стало їх сутністю, не використовується автоматично. Тому в даній роботі ми спробували дещо скомпенсувати цю проблему – там, де це можливо, цитований матеріал із текстової форми перетворили на візуальну.

У сучасному світі візуалізація виконує ряд функцій [42]: інформаційну, комунікативну, когнітивну, розважальну, естетичну та ілюстративну. Перевагою візуалізації є простота, доступність і висока швидкість читування даних аудиторією, але за умови, що аудиторія підготовлена до сприйняття та аналізу відповідних зображень. У науковій літературі поняття «візуалізація інформації» вперше було використано в роботі 1989 року «Архітектура когнітивного співпроцесора для інтерактивних інтерфейсів користувача» [19]. Але сам принцип використовувався дуже давно під різними назвами та з використанням доступних на той час інструментів та можливостей. Візуалізація – це не лише процес, але й результат уявлення навколишньої реальності. З цієї точки зору, візуалізація – це всі можливі способи репрезентації візуальної інформації. Причому це може бути не лише зображення, що характеризується певними розмірами, формою, кольором, статикою або динамікою. Зображення може бути доповнено текстом, цифрами, звуком або іншим чином [42].

Мета візуалізації – надати користувачеві можливість легко отримувати інформаційний вміст даних. Зв'язки, які не очевидні з самих даних, стають видимими за допомогою візуалізації. Способи візуалізації даних спрямовані на те, щоб представляти дані користувачу так, щоб вони точно передавали інформацію і вимагали, за можливості, мінімальних зусиль для розуміння. Якісна візуалізація даних може покращити ефективний аналіз значних обсягів даних і полегшити їх розуміння. Але іноді навпаки, потрібні суттєві

зусилля з аналізу та візуального подання інформації, щоб витягти з неї те, що просто так отримати неможливо (особливо це стосується роботи з великими даними).

Оскільки візуалізація має справу з графікою та візуальним представленням і сприйняттям інформації та знань, ми не можемо пройти повз графічної та візуальної компетентностей. У літературі відмічається різниця між ними [32], але ми вважаємо, що наведені там визначення не повністю розкривають цю різницю, не виділяють головну відмінність між ними. Справа в тому, що між цими двома компетентностями немає чіткої межі. Здебільш, коли практична робота підпорядковується одній із вказаних компетентностей, обов'язково проявляється інша.

Тому ми вважаємо, що графічна компетентність – це технічна компетентність, яка проявляється в здатності створювати та змінювати (трансформувати) зображення. Візуальна компетентність ґрунтується, зі свого боку, на когнітивних процесах, що надає можливість не лише технічно працювати із зображенням, а й обробляти його семантичну складову. Таким чином, працюючи із зображенням, ми практично завжди застосовуємо обидві ці компетентності в різних пропорціях. Обидві ці компетентності мають безпосереднє відношення до процесу візуалізації.

Використання методів візуалізації в навчанні не нове. Вони використовувалися в картах та малюнках протягом тисячоліть. Аналіз показує, як можна використовувати нові методи візуалізації для поліпшення різних дій у процесі навчання: пошук та розуміння освітніх ресурсів, співпраця зі студентами та викладачами, (само-) осмислення прогресу студентів, обробка навчального досвіду тощо [8].

Використання візуалізації в навчанні широко пропагується. Більше того, існує поширена і незаперечна думка, що візуалізація корисна як у навчанні, так і в учінні. Однак дослідження показують, що не всі візуалізації однакові. Існуючі дослідження свідчать, що візуалізація займає важливе місце у викладанні та вивченні природничих наук. Тим не менш, викладачі природничих наук повинні бути пильні, щоб гарантувати, що об'єкти візуалізації підходять для кожного конкретного контексту, для кожної навчальної мети та, зрештою, для кожного студента щодо природничих наук [23].

Зростає використання візуальних моделей в природничій освіті. Це обумовлено складним характером понять в цій галузі. Студенти, особливо абітурієнти, часто скаржаться на недостатні та неправильні уявлення та труднощі в навчанні, пов'язані зі сприйняттям різних концепцій, особливо таких, що реалізуються на мікроскопічному рівні – ДНК, гени тощо, а також таких, що існують у відносно великих часових масштабах, таких як еволюція [13]. Суттєві проблеми створюють також поняття та концепції, пов'язані з невидимими об'єктами: поля фізичних величин та ін. Тут треба відмітити, що роль візуальної грамотності в побудові знань у природничій освіті недостатньо вивчена.

Освітній вплив візуалізації залежить не лише від того, наскільки добре студенти навчаються під час її використання, а й від того, наскільки широко та доцільно її використовують викладачі [14]. Візуалізація має перетворитись із простого інструмента в потребу викладача та студента.

Візуальна інформація використовується також для прийняття багатьох важливих рішень. Щоб розробити візуалізацію з подальшою метою прийняття рішень у реальному житті, ми повинні розуміти, як і чому ми приходимо до висновків за допомогою візуальної інформації. Тому особливу увагу все більше приділяють когнітивній обробці результатів візуалізації [15].

Також треба зауважити, що візуалізація, нажаль, часто сприймається як кінцева мета (ну, хіба що з невеликим супроводжуваним аналізом). А насправді вона може виконувати функцію постановника задач, поштовху до дослідження, тобто виконувати когнітивні функції та спонукати користувачів до її когнітивного аналізу. Ключовим чинником успіху методу візуалізації є те, наскільки ефективно користувачі сприймають інформацію, використовуючи метод візуалізації. Ця ефективність корелює з параметрами візуалізації, які узагальнюють терміном «когнітивна ергономіка» [17]. При цьому використовується міждисциплінарний підхід – візуалізація даних стеження за очима під час роботи з діаграмами, графіками тощо (окулографія), різні моделі візуалізації та когнітивне моделювання. Пропонується використовувати результати експериментів із застосуванням окулографії для формулювання як когнітивної моделі сприйняття візуалізації, так і для моделювання стратегій візуального пошуку та візуального мислення.

Сам термін «візуальне мислення» запровадив американський психолог Р. Арнхейм [2]. Він визначив його як мислення у вигляді візуальних операцій. При цьому візуальні образи існують не як ілюстрації до думок автора, а стають кінцевим проявом самого мислення. Роботи Арнхейма започаткували сучасні дослідження про роль образних явищ у когнітивній діяльності [1, 2].

Візуальне мислення неподільне: якщо не приділяти йому достатньо уваги у викладанні чи вивченні будь-якої конкретної дисципліни, воно не зможе проявити себе в жодній іншій сфері. Найкращі наміри викладача, скажімо, біології важко сприйматимуться недостатньо підготовленими студентами, якщо самі принципи не застосовує в роботі викладач математики. Для повноцінного використання візуалізації в навчанні потрібна зміна основних акцентів. Перевагою візуалізації є також її універсальність, ясність незалежно від різноманітності людських мов. Візуалізація дозволяє прискорити комунікативне спілкування та створює єдиний і всеосяжний інструмент не лише для наукового та освітнього, а й для повсякденного спілкування [24]. Ключова роль візуалізації полягає в полегшенні запам'ятовування при разових та рутинних операціях.

Зазвичай, розглядають 3 рівні візуалізації: візуалізація даних, інформації та знань. Надамо їх коротку характеристику [7].

Сирі дані. Це символи або окремі та не інтерпретовані факти. Дані є фактом або констатацією події без будь-якого зв'язку з іншими даними. Вони просто існують і не мають жодного значення, крім свого існування. Вони можуть існувати в будь-якій формі, придатній для використання чи ні. Самі по собі вони не мають сенсу.

Інформація – це дані, яким надається певне значення за допомогою інтерпретації на основі зв'язків відношень та прагматичного контексту. Це значення може бути корисним, але не обов'язково. Інформація однакова лише тих людей, які надають їй однаковий сенс. Вона дає відповіді на запитання «хто», «що», «де», «чому» або «коли». Тому дані, яким хтось надав значення, отже вони стали інформацією, можуть залишатися даними для тих, хто не розуміє їхнього сенсу.

Знання – це інформація, яка була когнітивно оброблена та інтегрована до існуючої структури людського знання. Його структура постійно змінюється та адаптується до можливостей розв'язання задач. Знання динамічне та знаходиться всередині людського мозку. На основі знань та виникаючого на їх основі розуміння можна відповідати на запитання «як» та «чому». Інформація є основою для формування знань. Знання можуть бути явними або неявними. Явне знання можна перевести в інформацію та передати іншим людям. Неявне знання є особистим, його важко формалізувати, що ускладнює спілкування чи обмін із іншими [12].

Стрімкі динамічні зміни стали невід'ємною частиною сучасного життя. Впровадження та розвиток цифрових технологій для спілкування та опрацювання інформації докорінно змінили всі сфери діяльності суспільства. Зокрема, це призвело до використання візуалізації як способу комунікації та методу аналізу даних, розв'язання продуктивних задач. Так, в освіті нового змісту набуло поняття наочності – воно трансформувалося, розвинулося в поняття візуалізації інформації. Тому розвитку візуальної грамотності приділяється значна увага світової педагогічної спільноти; її внесено в освітні програми США, Австралії, Великобританії, Німеччини, Франції та інших країн. Певні зрушення у цьому напрямку відображені і в Новій українській школі [35].

Існує велика кількість методів візуалізації. Їх було систематизовано, а результат представлено у вигляді таблиці [11], схожій на періодичну таблицю хімічних елементів. Вона так і зветься «Періодична таблиця методів візуалізації» та нараховує близько 100 методів, які згруповано в шість категорій (рис. 1).

Детальний огляд технік, методів та програмних засобів візуалізації [36, 37, 38] показує, що якісна візуалізація забезпечує користувачеві можливість інтуїтивного розуміння представлених даних, отримання необхідних знань та їх аналіз, здатність донести свою думку, спростити процес прийняття рішень та управління ситуацією.

Програмні засоби для візуалізації інформації відрізняються великою різноманітністю. Одні з них є досить простими й не потребують великого обсягу спеціальних знань, інші більш складні, комплексні та вимагають не тільки знання цих засобів, предметної галузі, в якій виконується візуалізація, а й володіння аналітичним та синтетичним підходами. Як правило, в статтях дуже сильний наголос робиться на бізнес-діаграмах та різноманітних супроводжуючих малюнках (типу скрайбінгу).

Методи цифрової візуалізації (в залежності від кількості вимірів – просторових або інформаційних) прийнято розділяти на дві групи: 1) 1–3 виміри; 2) 4 й більше. Але тут треба зробити певні зауваження. Оточуючий нас простір має 3 виміри. Тому результати використання методів першої групи зазвичай сприймаються нормально. Робота з результатами використання методів другої групи потребує додаткових зусиль (виміри ментально групуються по 3, а то й по 2, а потім результати користувач якось

намагається ментально об'єднати). Якщо ми уважно подивимось на використовувані багатовимірні схеми, то побачимо, що вони є або розгортками багатовимірних конструкцій, або їх проєкційними кресленнями. Виглядають вони красиво, але створювати, вводити в обіг та використовувати такі схеми треба обережно. Інакше ефект від застосування може бути протилежний очікуваному. Як приклад, можна згадати, як сприймаються звичайні проєкційні стереометричні креслення (зображення на площині просторових об'єктів). При розв'язуванні повноцінних стереометричних задач ЗНО з математики вірні креслення до задач робили лише близько 10% учасників. А читання проєкційного креслення вимагає практично тих самих дій, що його побудова.

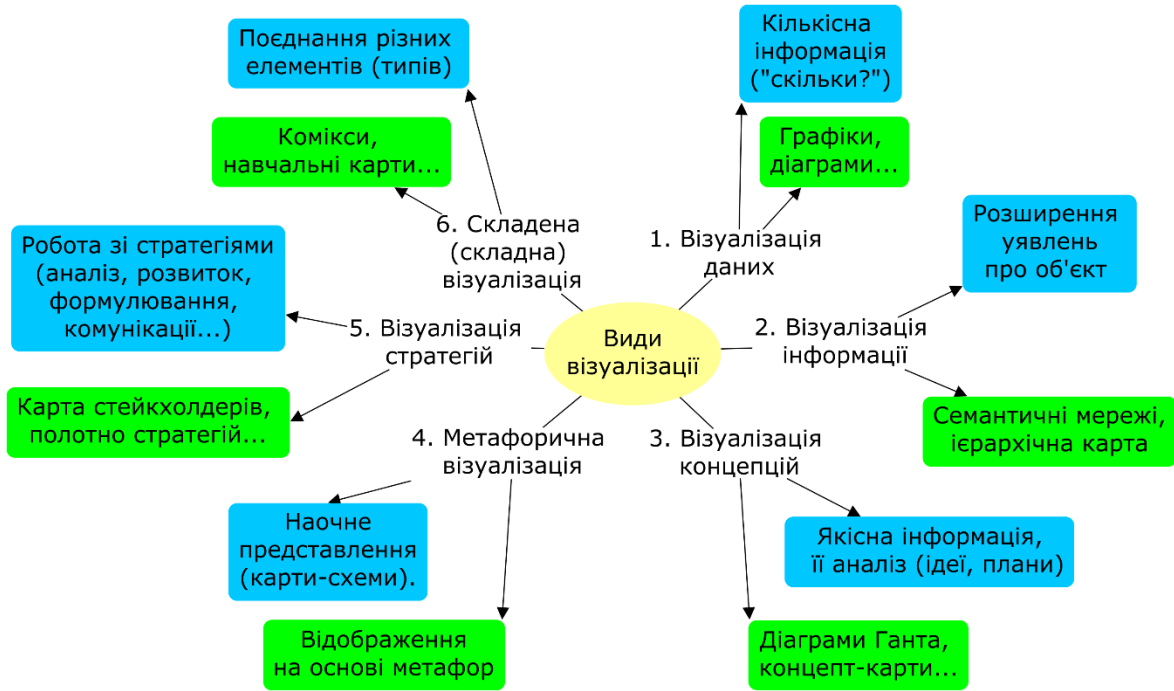


Рис. 1. Карта категорій візуалізації згідно з [11]

Основні типи цифрових візуалізацій [25] наведено на рисунку 2.

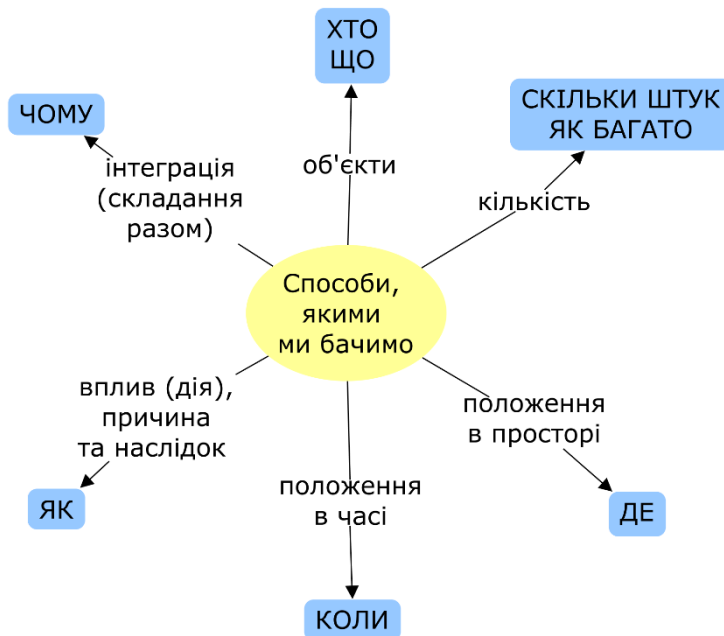


Рис. 2. Основні типи цифрових візуалізацій згідно з [25]

Кожна ідея може бути виражена за допомогою порівняння [26]. Потрібно лише визначити тип порівняння даних та скористуватись відповідною діаграмою (рис. 3).

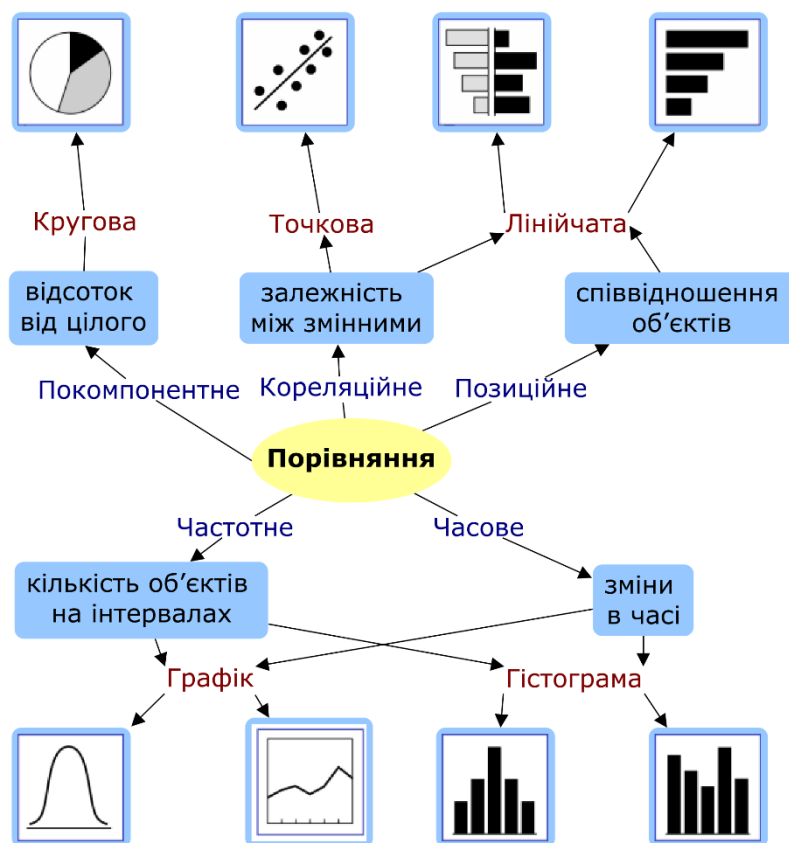


Рис. 3. Тип порівняння даних, його суть та вибір відповідної діаграми [26]

При візуалізації навчального матеріалу слід прийняти до уваги, що наочні образи скорочують словесне висловлення, тим самим ущільнюють інформацію. Зокрема, яскравим прикладом такого ущільнення можна вважати стендові матеріали [34, 39]. Але не треба забувати, що важливим аспектом використання візуальних дидактичних засобів є вибір оптимального, раціонального співвідношення словесної, символічної інформації та наочних образів. Візуальне та понятійне мислення завжди перебувають у постійній взаємодії. Вони в повній мірі допомагають розкрити зміст поняття, процесу або явища з різних сторін. Словесно-логічне мислення дає можливість більш точно сприйняти дійсність, але це відображення абстрактне. В свою чергу, візуальне мислення допомагає організувати образи, систематизувати їх, структурувати та робити їх цілісними [39]. Тут треба ще додати, що такі дидактичні матеріали призначені в першу чергу для студентів та інших здобувачів освіти. Тому при створенні таких візуалізацій існує ризик того, що автори підсвідомо можуть закласти в них необхідність наявності в глядача певних імпліцитних знань (які в реальності можуть бути відсутні), потрібних для розуміння цих візуалізацій. Також слід обережно ставитись до цитованих в [29] точок зору, що візуалізація – це заміна тексту зображенням, перспективний напрямок в освіті, а також, що це є спосіб фіксації й трансляції інформації, який не тільки доповнює, але й слугує альтернативою вербально-письмовій комунікації. Справа в тому, що якщо ми спробуємо повністю виконати таку заміну, ми будемо вимушені створити для таких візуалізацій спеціальну піктографічну мову з відповідними елементами (лексика, синтаксис та ін.). Тобто, ми отримаємо повністю графічну мову, яку доведеться вивчати замість звичайної. Одна справа – доповнення до звичайної мови там, де це необхідно, а зовсім інша – її повна заміна.

В дослідженнях увага акцентується [40] на тому, що інтерес до візуалізації активно стимулюється розвитком комп'ютерних програмних засобів, що вплинули на характер професійної діяльності викладача, посилили вагу саме динамічних моделей та відійшли від автоматизації розрахунків. Також наголошується, що в процесі візуалізації з використанням мультимедійних технологій реалізується

основний дидактичний принцип наочності, виявляються глибинні внутрішні взаємозв'язки, формуються асоціативні зв'язки, підтверджується знання теоретичного підґрунтя факту та його інтерпретації.

Потреба в оволодінні методами та інструментами візуалізації реалізується через створення низки відповідних навчальних курсів (наприклад, [31]). Складаючи 3–5 кредитів вони змістовно найчастіше вміщують два компоненти – програмні засоби візуалізації та безпосередньо методики створення та використання візуалізацій різного типу.

Нажаль, в переважній більшості навчальні курси з візуалізації присвячені в основному візуалізації даних та інформації. Візуалізацію знань в таких курсах розглядають, зазвичай, «по дотичній», формально. При цьому увага акцентується в основному на побудові хмар слів та нескладних металевих карт, які в подальшому не виконують функцію постановки задач. Назвемо такі навчальні курси *звичайними*. Зневага засвоєнням візуалізації знань – дуже сумний факт, оскільки це дуже корисна компетентність не лише безпосередньо для оволодіння засобами та можливостями візуалізації, а й для самоосвіти, саморозвитку, кращого засвоєння матеріалу, що вивчається тощо.

Майкл Гелб у книзі «Думати як Леонардо да Вінчі» [5] пояснює, що при частому використанні ментальних карт (та інших засобів візуалізації знань), людина вчиться мислити логічно, творчо, результативно. Одним із підтверджуючих аргументів є те, що стилі нотаток багатьох видатних людей мають специфічну структуру, доповнену безліччю символів, ключових слів, схем тощо.

Більш того, виконуючи звичайну візуалізацію інформації неможливо не говорити про знання, оскільки воно й є кінцевою метою такої візуалізації. Тому обов'язково треба розглянути специфічний принцип дидактики – принцип когнітивної візуалізації [41]. Чергове згадування дидактики в роботі, присвяченій візуалізації, не повинно дивувати, оскільки через візуалізацію ми вивчаємо навколишній світ, тобто вчимося. Тому на основі візуалізованої інформації має бути сформоване та візуалізоване відповідне знання, яке буде інтегроване в наявне знання людини. Таким чином, візуалізація завжди має бути не просто візуалізацією, а когнітивною, яку інтегровано з двох методологічних підходів: 1) когнітивного і 2) візуального (наочного) – рисунок 4.



Рис. 4. Когнітивна візуалізація як інтеграція когнітивного та візуального підходів

Саме це й ініціює необхідність в постійній *актуалізації попередньо отриманого досвіду та знань*, для пізнання, розуміння й усвідомлення нового. Тобто, процес вивчення нового матеріалу (в тому числі й науковий) – це сприймання та переробка нової інформації завдяки співставленню її з уже відомими поняттями та фактами засобами інтелектуальних операцій. Інформація, яка поступає в мозок, структурується та створює в свідомості нові зв'язки. Нова інформація зв'язується з уже створеними когнітивними схемами, перетворюючи їх та формуючи нові когнітивні зв'язки, схеми та інтелектуальні

операції. При цьому встановлюються зв'язки між вже відомими поняттями та способами дій і новими знаннями [27].

Треба мати на увазі, що візуальне мислення – це людська діяльність, продуктом якої є породження нових образів, створення нових візуальних форм, що несуть певне смислове навантаження та роблять знання видимим [28]. Візуалізація трактується як винесення з внутрішнього плану на зовнішній мислених образів в процесі пізнавальної діяльності, причому форма цих образів стихійно визначається за допомогою механізму асоціативної проекції [27]. Серед функцій візуалізації виділяють розвиток фантазії, концентрацію уваги, асоціативність мислення та інші – рисунок 5.

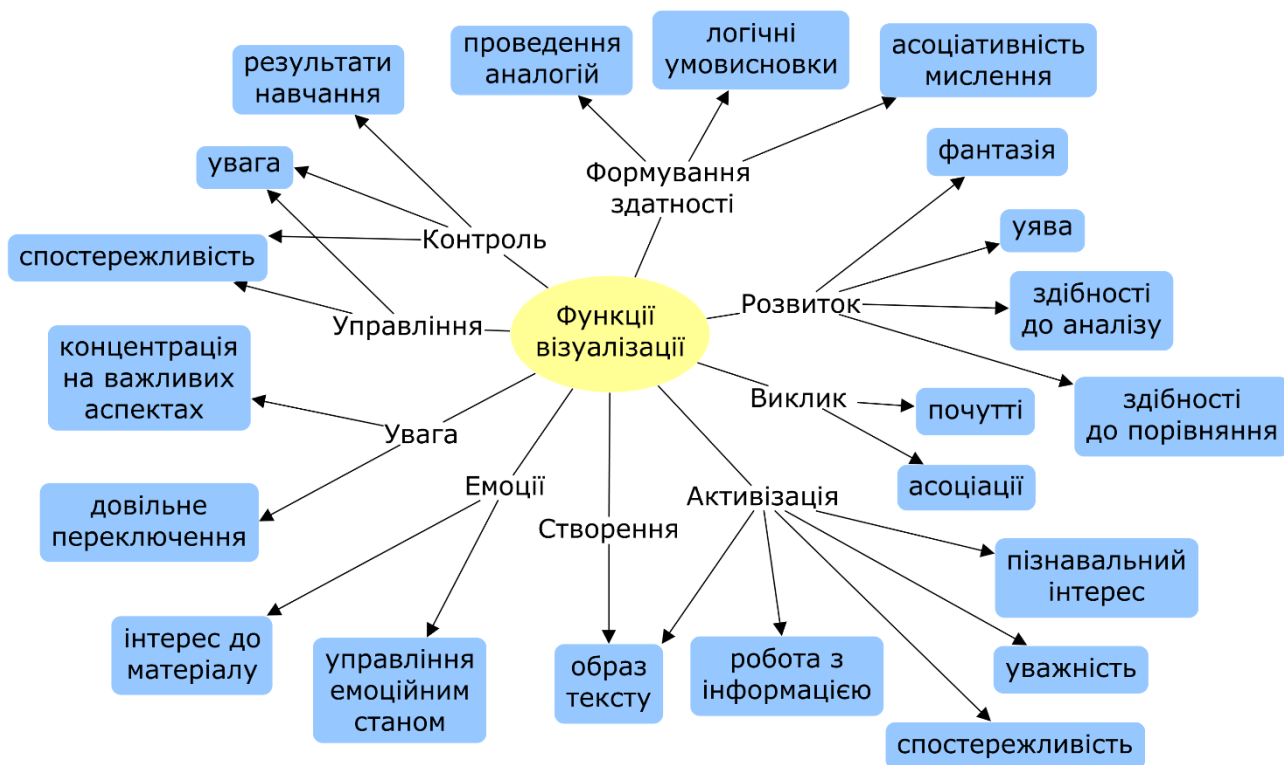


Рис. 5. Функції візуалізації згідно із [27]

Використання когнітивного підходу орієнтує унаочнювати складні поняття й конструкції, демонструвати зв'язки між їх елементами, спростовувати чи емпірично підтверджувати певні факти на основі візуальних моделей; сприяє формуванню цілісного бачення проблеми, здатності абстрактно мислити [30].

Також, для коректного використання когнітивної візуалізації виділяють способи, в які людина візуально сприймає різні об'єкти та їх комбінації та системи. Наприклад, в [18] розглядається шість таких способів (які там позначаються 6W). Їх схема збігається зі схемою на рисунку 2. Це означає, які об'єкти та які їх характеристики ми сприймаємо візуально нарізно та інтегративно (відповідаючи при цьому на відповідні питання). Назва 6W виникла тому, що питання *Who/What, How much, Where, When, How, Why* або починаються з цієї літери, або просто знаково її містять.

Також в цій книзі вказується, що автор не думав про ці слова як систему координат, але саме так він їх використовує. Коли ми роздивляємось задачі з точки зору 6W, ми використовуємо переваги того, як наші очі та розум природним чином бачать світ. Розглядаючи задачу як шість окремих, але взаємопов'язаних складових, ми отримуємо підхід до її розв'язання, який є повністю інтуїтивним (оскільки він відображає спосіб, яким наші очі вже бачать) та потужним (оскільки зазвичай набагато простіше розв'язати кілька дрібних задач, ніж одну велику).

Ми побачили, що досить велику увагу при вивченні засобів візуалізації за звичайними навчальними курсами приділяється візуалізації даних та інформації лише намічаючи при цьому роботу зі знаннями.

Тому **метою роботи** є виявити підґрунтя та розробити приклади для створення розділу навчального курсу з вивчення особливостей візуалізації знань.

## **II Матеріал і методи дослідження**

У роботі були використані загальнонаукові методи дослідження: аналіз, синтез та моделювання. Метод аналізу застосовано при складанні літературного огляду та при розробці прикладів. Метод синтезу використано при розробці змісту створюваного навчального курсу та прикладів для нього. Метод моделювання використано при складанні прикладів з візуалізації знань. Основні схеми в цій роботі виконано за допомогою системи побудови концепт-карт StarTools [6].

## **III Результати**

Візуалізація знань – найскладніша річ для студентського сприйняття. Невдалий вибір схеми, моделі тощо приведе не до поліпшення сприйняття, а до ще більшої заплутаності. Для правильного вибору способу відображення потрібно визначити, зі знанням якого типу маємо справу. Це дуже важливо, оскільки знання, як правило, не представлено безпосередньо у вигляді схеми, а «приховане» в тексті. Тому його з цього тексту треба виділити і подати у вигляді відповідної схеми.

В багатьох роботах з візуалізації цитують або роблять епіграфом вислів: “The purpose of visualization is insight, not pictures” («Мета візуалізації – розуміння, а не зображення») [20]. Це вірно, оскільки якщо ми зупинимось на малюнку, то ми нічого не отримаємо з візуалізації окрім красивої картини. Наша ж задача отримати імпульс для подальшої роботи через перехід від розуміння наявного матеріалу (даних, інформації, знань) через постановку задачі до пошуків та надбання нового знання.

Когнітивна візуалізація даних – це новий підхід до візуалізації даних, що фокусується на сильних та слабких сторонах людського розуму при отриманні знань. Особливо у випадках, коли людські почуття не спроможні сприймати нашу робочу пам'ять, ми покладаємося на інструменти зовнішньої пам'яті як на проєкції людського розуму. Графічне уявлення, відображення в його найзагальнішому сенсі, створює простори даних та інформації, які відкриті для візуального та уявного дослідження та навігації. Як процес, аналогічний подібним діям у реальному світі, фізичному чи географічному просторі, візуалізація за своєю суттю є зорово-просторовим процесом, що призводить до розпізнавання відносин, закономірностей чи структур у зображеннях [22]. У [9, 10] наведені питання для більш коректного аналізу знань, їх структуризації та подальшої візуалізації. Самі схеми коригують із схемою на рисунку 2, але супроводжуються розширеним списком питань, що надає можливість коректно аналізувати та класифікувати наявні знання та ставити задачі із пошуку нових.

На основі викладеного матеріалу для студентів Харківського торговельно-економічного фахового коледжу Державного торговельно-економічного університету було розроблено навчальний курс з візуалізації – рисунок 6 (цю схему створено засобами сервісу Coggle [3]).

В ньому візуалізацію знань віднесено до теми 4 «Візуалізація текстової інформації». Це було зроблено для того, щоб студенти не сприймали візуалізацію текстів формально, просто як схему того, що буквально написано в тексті. Вони мають візуалізувати смисл наведеної в тексті інформації, а не структуру речень. Для кращого розуміння цього розглянемо один із розроблених прикладів, що базується на інформації, відомій студентам ще зі школи, але доповнений новими відомостями. Цей приклад візуалізації знань створено на основі відомого математичного факту – ознаках рівності трикутників за комбінацією сторін та кутів – але у дещо незвичайному ракурсі.

### **Приклад.**

Як відмічалось вище, для коректного опрацювання зі студентам різних підходів з візуалізації знань на початковому етапі потрібно звертатись до знайомого їм матеріалу. Також бажано, щоб він мав добре виражену структуру. Тому для початкових робіт було обрано матеріал зі шкільного курсу математики, з яким студенти мають бути добре обізнані. Якщо ж вони щось підзабули, то повторення в такому випадку не складатиме проблем. Тому для роботи було обрано тему «Рівність трикутників». Цей матеріал студенти можуть без проблем повторити вдома при підготовці до заняття. Крім того, він має деяке несподіване для них розширення, дослідження якого вимагатиме когнітивної постановки задачі.

У [21] відмічається, що використовуючи властивості паралельних переносів, поворотів та відбиттів, ми отримуємо три класичні ознаки рівності трикутників. У континентальній Європі їх просто нумерують («1-а ознака», «2-а ознака», «3-я ознака»), а в США використовують більш інформативні позначення – SAS, ASA, SSS (наприклад, SAS означає side-angle-side – «сторона-кут-сторона»). Така форма запису

підкреслює, що елементи трикутника беруться саме в зазначеному порядку, а не просто в наявності є якісь сторони та кути. Тому в українському тексті ми, для зручності, ці ознаки будемо позначати аналогічно: SAS – СКС, ASA – КСК, SSS – CCC, а також інші комбінації цих елементів (наприклад, СКС – сторона-кут-сторона). Тоді для задання трикутника маємо 8 комбінацій. Чому саме 8, пояснюється дуже просто. Поставимо у відповідність літерам двійкові цифри (скажімо, С → 0; К → 1). Тоді матимемо 8 двійкових чисел – від 000 до 111. Зведемо цю інформацію в таблицю 1.

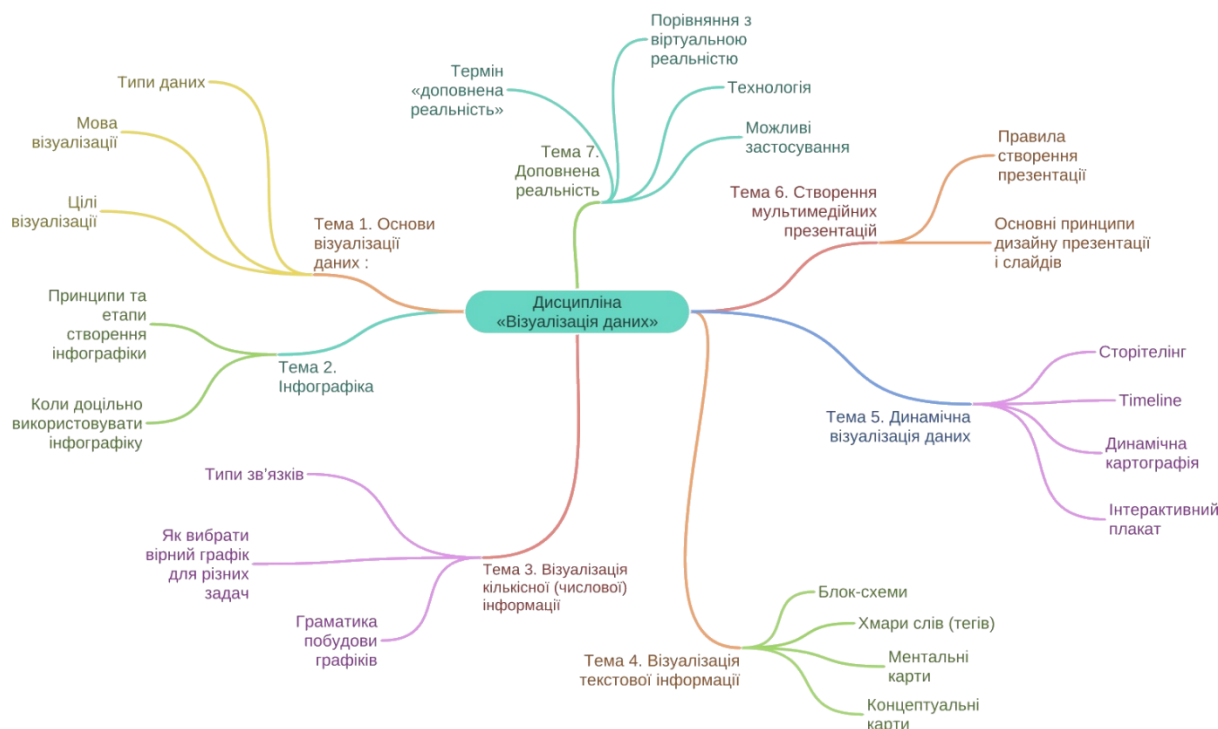


Рис. 6. Схема курсу з візуалізації

Табл. 1. Можливі 8 комбінацій сторін та кутів трикутника по 3 елементи

№	Трикутник		№	Трикутник			
	Задання	Опис		Задання	Опис		
0	ССС (000)		4	КСС (100)		Три сторони	Кут, сторона, сторона
1	ССК (001)		5	КСК (101)		Сторона, сторона, кут	Кут, сторона, кут
2	СКС (010)		6	ККС (110)		Сторона, кут, сторона	Кут, кут, сторона
3	СКК (011)		7	ККК (111)		Сторона, кут, кут	Три кути

У [21] після всіх трьох ознак рівності, сформульованих на основі комбінацій сторін і кутів, ставиться питання: «Чому немає четвертої ознаки?» Після цього стверджується, що якщо в двох трикутників рівні дві сторони й кут (ситуація КСС або ССК, тобто кут *не знаходиться* поміж сторонами –позиції 1 та 4 в Таблиці 1), то такі трикутники не завжди конгруентні. Але це твердження не пояснюється. Таким чином,

ми маємо відповідь на питання «Що?», але питання «Чому?» навіть не ставиться. Тому схема знань для рівності трикутників за комбінацією кутів та сторін в такій постановці виглядатиме так (рис. 7).

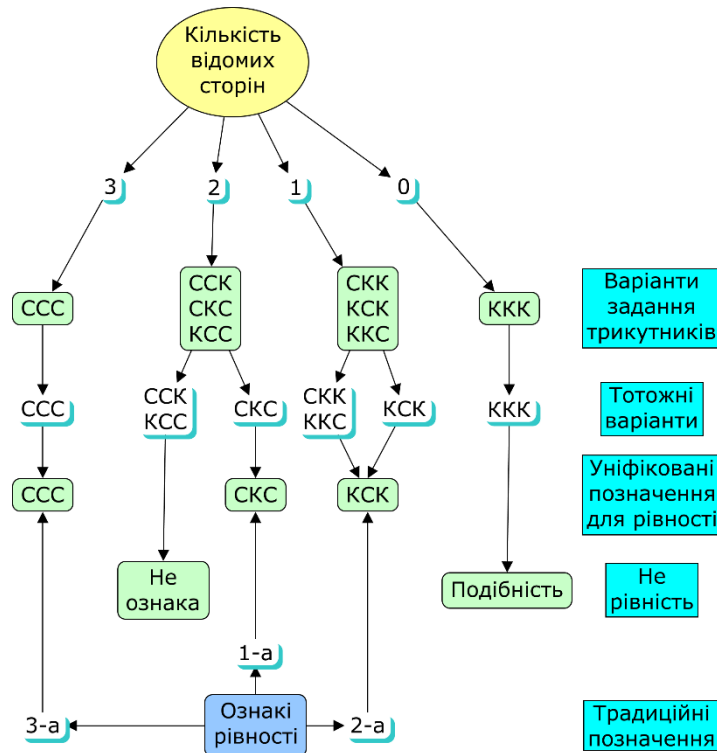


Рис. 7. Схема знань для рівності трикутників. Перший варіант

Ця схема відповідає на питання «Що?». Водночас вона слугує постановкою питання «Чому?» для подальшого дослідження. Спробуємо відповісти на це питання. Для цього деяким чином переформулюємо постановку задачі. Будемо розглядати не рівність трикутників за трьома заданими елементами, а побудову трикутників за тими ж елементами. Таке переформулювання означає, що ми розглядатимемо ознаки рівності трикутників в інший, конструктивний спосіб. Попередній означав, що в нас є два трикутника з рівними відповідними елементами, й ми маємо довести рівність таких трикутників, що й виконується. У другому ж способі ми будемо трикутники за заданими елементами. Якщо в результаті ми отримуємо єдиний розв'язок (з урахуванням ізометричних геометричних перетворень), то сукупність заданих елементів і буде ознакою рівності трикутників. Якщо ж в результаті ми отримаємо більше одного розв'язку, й отримані результати неможливо перевести один в інший за допомогою геометричних перетворень, то ми матимемо сукупність елементів, яка не може бути ознакою рівності трикутників. Тобто, ми зможемо не просто сказати, що немає четвертої ознаки рівності трикутників за сторонами й кутами, а й зможемо відповісти на питання «Чому?» (рис. 8). *Примітка.* Додаткові маркери на схемі мають таке призначення:



– надає можливість згорнути та розгорнути вузли на схемі;



– надає можливість отримувати додаткову інформацію для відповідного вузла.

Якщо уважно придивитись до креслень, що ілюструють побудову трикутників, то можна побачити, що у випадку задання елементів трикутника ССК або КСС ми маємо в результаті два різних (за побудовою) трикутника, в яких задані вихідні елементи однакові. Тому ця комбінація елементів не може бути ознакою рівності трикутників (тобто, четвертої ознаки рівності трикутників за двома сторонами та кутом, що не лежить між ними, немає). Окремим випадком є задання трикутника за трьома кутами. Ці три елементи не є незалежними (їх сума дорівнює  $180^\circ$ ), тому за ними не можливо однозначно побудувати трикутник, тому таке задання кутів є однією з ознак подібності. В усіх інших випадках (див. рисунок 8) ми маємо єдиний розв'язок (з урахуванням допустимих геометричних перетворень).

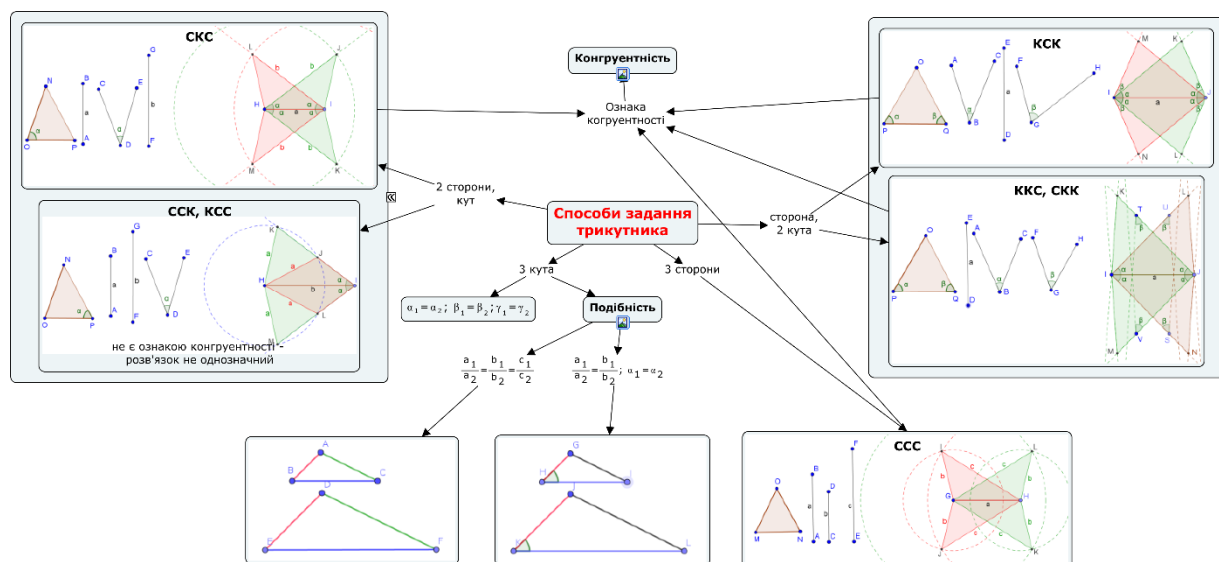


Рис. 8. Схема знань для рівності трикутників. Другий варіант

Таким чином, на першому етапі на основі аналізу тексту ми будемо схему знань, яка, з одного боку не є повною, оскільки не відповідає на всі потрібні питання, а з іншого слугує за постановку задачі для пошуку відповідей, що забезпечать повноту знань. Відповідь на ці питання відбувається на другому етапі, результатом якого є схема, яка вміщує розширене знання відносно проблеми, що розглядається.

#### IV Обговорення

Дивитись на процес розв'язування задачі очима студентів, надаючи їм при цьому методичні вказівки та зауваження, дуже важливо. Ми вже вказували, що підсвідоме звертання викладача до наявного в нього імпліцитного знання, якого немає в студентів, не сприяє кращому розумінню ними матеріалу. Такі приклади поширені в різного типу навчальній та методичній літературі. Скажімо, широко відома книга Д. Пойа «Як розв'язувати задачу» (“How to Solve It”) [16]. В ній у 18-му параграфі розглядається геометрична задача на побудову: вписати квадрат у трикутник так, щоб дві вершини квадрата належали основі, а кожна з двох інших – бічній стороні трикутника. Всі подальші міркування та рекомендації робляться автором виходячи з того, що він знає, як ця задача розв'язується. Тому він потроху підводить до використання гомотетії, але не промовляючи цього слова. Таким чином, задача формально буде розв'язана, але без оволодіння загальним методом розв'язування подібних задач.

У доступній літературі, нажаль, практично не розглядаються процеси аналізу знань (у тому числі й їхнього текстового подання) з подальшим вибором засобів та способів візуалізації та подальшим формуванням відповідної карти. Наводяться в основному результати експериментів або наукового пошуку авторів. Це відбувається, швидше за все, тому що матеріали, що публікуються, в переважній більшості відносяться до наукових, а не до методичних публікацій. У результаті публікуються підсумкові (вже систематизовані) результати, а власне «кухня» залишається «за кадром». А для студентів, для їх навчання, формування в них відповідного розуміння важлива саме «кухня». Тому, як нам бачиться, особливу цінність могли б представляти публікації з елементами методики, що показували б хоча б приблизно, як відбувається процес не лише візуалізації знань, а й попереднього їх аналізу, постановки проміжних когнітивних задач тощо.

#### V Висновки

У роботі виконано аналітичний огляд літератури з візуалізації. Акцент зроблено на навчальні застосування (як безпосередньо для навчального процесу, так і для побудови відповідного навчального курсу). Надано схему сформованого навчального курсу «Візуалізація даних». Більш детально розглянуто питання візуалізації знань. Наводиться методичний демонстраційний приклад такої візуалізації.

При цьому відмічається, що для навчання коректній побудові карт знань студенти спочатку повинні працювати з тими знаннями, якими вони вже володіють. Хоча б, дуже простими. Наприклад, знаннями зі

шкільної математики. Тут важлива не складність знань, а набуття компетентностей з їх візуалізації. Крім того, це має бути не просто візуалізація деяких фіксованих знань, а й їхнє розширення, щоб студенти навчалися виявляти нові знання та вбудовувати їх у вже наявну в них систему.

### **Бібліографічні посилання**

1. Arnheim R. Art and Visual Perception. Berkeley: University of California Press. 2004. 518 pp.
2. Arnheim R. New Essays on the Psychology of Art. Berkeley: University of California Press. 1986. 348 pp.
3. Coggle. Online software for creating and sharing mindmaps and flowcharts. URL: <https://coggle.it/> (дата звернення: 17.04.2023).
4. Eppler M., Burkhard R. Visual Representations in Knowledge Management: Framework and Cases. // Journal of Knowledge Management 2007. Vol. 11. No. 4. pp. 112–122. <https://doi.org/10.1108/13673270710762756>. (дата звернення: 17.04.2023).
5. Gelb M. J. How to Think like Leonardo da Vinci: Seven Steps to Genius Everyday. Delacorte Press. 2004. NY: Delta Trade Paperback. 256 pp.
6. IHMC CmapTools software. Empowers users to construct, navigate, share and criticize knowledge models represented as concept maps. // Florida Institute for Human & Machine Cognition (IHMC). URL: <https://www.ihmc.us/cmaptools/> (дата звернення: 17.04.2023).
7. Keller T., Tergan S.-O. Visualizing Knowledge and Information: An Introduction. // Tergan S.-O., Keller T. (eds.) Knowledge and Information Visualization. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3426. Berlin, Heidelberg: Springer. 2005. pp. 1–23. [https://doi.org/10.1007/11510154\\_1](https://doi.org/10.1007/11510154_1). (дата звернення: 17.04.2023).
8. Klerkx J., Verbert K., Duval E. Enhancing Learning with Visualization Techniques. In: Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M. (eds.) Handbook of Research on Educational Communications and Technology. Springer, New York, NY. 2014. pp. 791–807. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_64](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_64)
9. Kudryavtsev D., Gavrilova T. From Anarchy to System: A Novel Classification of Visual Knowledge Codification Techniques // Knowledge and Process Management. 2017. Vol. 24, No. 1, pp. 3–13. <https://doi.org/10.1002/kpm.1509>. (дата звернення: 17.04.2023).
10. Kudryavtsev D., Gavrilova T., Leshcheva I. One Approach to the Classification of Business Knowledge Diagrams: Practical View. // Proc. of the 2013 Fed. Conf. on Computer Science and Information Systems (Sept. 8–11, 2013. Kraków, Poland). pp. 1247–1253. URL: [https://annals-csis.org/Volume\\_1/pliks/40.pdf](https://annals-csis.org/Volume_1/pliks/40.pdf). (дата звернення: 17.04.2023).
11. Lengler R., Eppler M. A Periodic Table of Visualization Methods. URL: [http://www.visual-literacy.org/periodic\\_table/periodic\\_table.html](http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html) (дата звернення: 17.04.2023).
12. Liew A. Understanding Data, Information, Knowledge and Their Inter-Relationships // Journal of Knowledge Management Practice. 2007. Vol. 8, No. 2. URL: <http://www.tlinc.com/artic134.htm> (дата звернення: 17.05.2023).
13. Mnguni L. E. The Theoretical Cognitive Process of Visualization for Science Education. SpringerPlus. 2014 Vol. 3, Art. 184. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-184>. (дата звернення: 17.04.2023).
14. Naps T., Cooper S., Koldehove B., Leska C. et al. Evaluating the Educational Impact of Visualization (Report of the Working Group on Evaluating the Educational Impact of Visualization). // ACM SIGCSE Bulletin. 2003. Vol. 35. No. 4. pp. 124–136. <https://doi.org/10.1145/960492.960540>. (дата звернення: 17.04.2023)
15. Padilla L. M., Creem-Regehr S. H., Hegarty M., Stefanucci J. K. Decision Making with Visualizations: a Cognitive Framework Across Disciplines. Cognitive Research. 2018. Vol. 3, Art. 29. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0120-9>. (дата звернення: 17.04.2023).
16. Polya G. How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method. Princeton: Princeton University Press, NJ, 1973. 276 pp.
17. Raschke M., Blascheck T., Ertl T. Cognitive Ergonomics in Visualization. // Building Bridges: HCI, Visualization, and Non-formal Modeling. 2014. pp. 80–94. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-54894-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54894-9_7). (дата звернення: 17.04.2023)
18. Roam D. The Back of the Napkin. Penguin Books Ltd. 2009. 308 p.
19. Robertson G. G., Card S. K., Mackinlay J. D. The Cognitive Coprocessor Architecture for Interactive User Interfaces // UIST '89: Proceedings of the 2nd annual ACM SIGGRAPH symposium on User interface software and technology. 1989. pp. 10–18. <https://doi.org/10.1145/73660.73662> (дата звернення: 17.04.2023).
20. Shneiderman B. Information Visualization Manifesto // VC blog. 1999. URL: <http://www.visualcomplexity.com/vc/blog/?p=644>. (дата звернення: 17.05.2023).
21. Sossinsky A. B. Geometries. Student Mathematical Library, Vol. 64. Providence, RI: American Mathematical Society. 2012. 322 pp.
22. Török Z. G., Török Á. Cognitive Data Visualization – A New Field with a Long History. // Cognitive Infocommunications, Theory and Applications. 2019. pp. 49–77. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95996-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95996-2_3). (дата звернення: 17.04.2023)
23. Vavra K. L., Janjic-Watrich V., Loerke K., Phillips L. M., Norris S. P., Macnab J. S. Visualization in Science Education. // ASEJ. 2011. Vol. 41, No. 1, pp. 22–30. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.409.1681&rep=rep1&type=pdf> (дата звернення: 17.04.2023).
24. Veřmiřovský J. The Importance of Visualisation in Education. // CeON Repository. 2013. pp. 453–463. URL: <https://depot.ceon.pl/handle/123456789/14480?locale-attribute=en> (дата звернення: 28.04.2023).
25. Wilke C. O. Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling Figures. Sebastopol, CA: O'Reilly Media Inc. 2019. 389 p. URL: <https://clauswilke.com/dataviz/> (дата звернення: 17.05.2023).
26. Zelazny G. Say It With Charts. McGraw-Hill Education. 2001. 240 p.

27. Безуглий Д. Візуалізація як сучасна стратегія навчання // Фізико-математична освіта. 2014. Вип. 1 (2). С. 5-11. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2014\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2014_1_3).
28. Безуглий Д. Прийоми візуального подання навчальної інформації // Фізико-математична освіта. 2014. Вип. 2(3). С. 7–15. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2014\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2014_2_3). (дата звернення: 17.05.2023).
29. Білошапка Н. М. Візуалізація як провідна ідея сучасного навчального процесу в умовах інформатизації світу // Наукові записки ЦДУ ім. В. Винниченка. Серія: Педагогічні науки. 2017. Вип. 159. С. 167–173. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz\\_p\\_2017\\_159\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2017_159_31). (дата звернення: 15.05.2023).
30. Білошапка Н. М. Методологічні підходи до формування у майбутніх учителів математики вмій використовувати засоби комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2018. Вип. 51. С. 443-447. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt\\_2018\\_51\\_108](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2018_51_108). (дата звернення: 15.05.2023).
31. Білошапка Н. М. Спецкурс з формування в майбутніх учителів математики вмій візуалізувати навчальний матеріал // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2018. Вип. 50. С. 129-135. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt\\_2018\\_50\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2018_50_26)
32. Друшляк М. Г. Словник «візуальної» освіти: графічна компетентність і візуальна компетентність. // Фізико-математична освіта. 2019. Вип. 3(21). С. 59-65. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-021-3-009>. (дата звернення: 17.05.2023).
33. Кашинська О. Є. Способи візуалізації навчальної інформації під час викладання фахової дисципліни „Організація готельного господарства” // II International Scientific and Practical Conference "Science of the XXI Century: Problems and Prospects of Researches". Warsaw, Poland: RS Global Sp. z O.O., Scientific Educational Center, January 2018. Vol.5, No. 1(8), pp. 21–24. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/%20api/file/view/ByFileId/415755.pdf>. (дата звернення: 17.05.2023).
34. Кашинська О. Є. Форми візуалізації навчальної інформації в навчально-наочному посібнику для підготовки фахівців готельно-ресторанної справи. // Імідж сучасного педагога. 2018. № 2(179), С. 52–56. [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2018-2\(179\)-52-56](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2018-2(179)-52-56) (дата звернення: 15.05.2023)
35. Липчевська І. Л. Візуалізація в освіті: сучасний підхід до використання наочності // Світ дидактики: дидактика в сучасному світі: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції, Київ, 2021. С. 196–197. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/728087/1/Text.pdf>. (дата звернення: 17.05.2023)
36. Логвіненко В. Г. Використання технології інфографіки для візуалізації навчального контенту. // Фізико-математична освіта. 2018. Вип. 2(16). С. 79-85. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2018\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_2_17) (дата звернення: 17.05.2023).
37. Мельник К. М., Улянич Ю. В. Інструменти візуалізації страхової діяльності. Економіка та держава. 2021. № 8. С. 124–128. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.8.124> (дата звернення: 15.05.2023)
38. Окунькова О. О. Візуалізація даних. Від простого до складного. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського. Серія: Технічні науки. 2022. Том 33 (72). № 3. С. 61–66. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.3/10> (дата звернення: 15.05.2023).
39. Семеніхіна О. В. З досвіду створення стендових матеріалів // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Суми : Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2013. №2 (28). С. 312-321. URL: <http://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/2942>. (дата звернення: 15.05.2023)
40. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти // Матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. «Використання інноваційних технологій в процесі підготовки фахівців», Вінницький НТУ. 2016. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28252/Семеніхіна.pdf> (дата звернення: 15.05.2023).
41. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Принцип когнітивної візуалізації і його використання у навчанні математики // Фізико-математична освіта. 2017. Вип. 3 (13). С. 136–140. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2017\\_3\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_3_26). (дата звернення: 17.05.2023).
42. Тютюнник А. В. Технології візуалізації у світових дослідженнях. Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету». 2020. № 9. С. 161-168. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.13>. (дата звернення: 15.05.2023).

## References

1. Arnheim R. (2004) *Art and Visual Perception*. Berkeley: University of California Press. 2004. 518 pp.
2. Arnheim R. (1986) *New Essays on the Psychology of Art*. Berkeley: University of California Press. 1986. 348 pp.
3. *Coggle*. Online software for creating and sharing mindmaps and flowcharts. URL: <https://coggle.it/> (accessed: 17.04.2023).
4. Eppler M., Burkhard R. (2007) *Visual Representations in Knowledge Management: Framework and Cases*. // Journal of Knowledge Management. (2007). Vol. 11. No. 4. pp. 112–122. <https://doi.org/10.1108/13673270710762756>. (accessed: 17.04.2023).
5. Gelb M. J. (2004) *How to Think like Leonardo da Vinci: Seven Steps to Genius Everyday*. Delacorte Press. 2004. NY: Delta Trade Paperback. 256 pp.
6. *IHMC CmapTools software*. Empowers users to construct, navigate, share and criticize knowledge models represented as concept maps. Florida Institute for Human & Machine Cognition (IHMC). URL: <https://www.ihmc.us/cmaptools/> (accessed: 17.04.2023).
7. Keller T., Tergan S.-O. (2005) *Visualizing Knowledge and Information: An Introduction*. // Tergan S.-O., Keller T. (eds) Knowledge and Information Visualization. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3426. Berlin, Heidelberg: Springer. 2005. pp. 1–23. [https://doi.org/10.1007/11510154\\_1](https://doi.org/10.1007/11510154_1). (accessed: 17.04.2023).

8. Klerkx J., Verbert K., Duval E. (2014) *Enhancing Learning with Visualization Techniques*. In: Spector J., Merrill M., Elen J., Bishop M. (eds) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer, New York, NY. 2014. pp. 791–807. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_64](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_64)
9. Kudryavtsev D., Gavrilova T. (2017) *From Anarchy to System: A Novel Classification of Visual Knowledge Codification Techniques*. // *Knowledge and Process Management*. 2017. Vol. 24, No. 1, pp. 3–13. <https://doi.org/10.1002/kpm.1509>. (accessed: 17.04.2023).
10. Kudryavtsev D., Gavrilova T., Leshcheva I. (2013) *One Approach to the Classification of Business Knowledge Diagrams: Practical View*. // *Proc. of the 2013 Fed. Conf. on Computer Science and Information Systems* (Sept. 8–11, 2013. Kraków, Poland). pp. 1247–1253. URL: [https://annals-csis.org/Volume\\_1/pliki/40.pdf](https://annals-csis.org/Volume_1/pliki/40.pdf). (accessed: 17.04.2023).
11. Lengler R., Eppler M. *A Periodic Table of Visualization Methods*. URL: [http://www.visual-literacy.org/periodic\\_table/periodic\\_table.html](http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html) (accessed: 17.04.2023).
12. Liew A. (2007) *Understanding Data, Information, Knowledge and Their Inter-Relationships*. // *Journal of Knowledge Management Practice*. 2007. Vol. 8, No. 2. URL: <http://www.tlinc.com/articl134.htm> (accessed: 17.05.2023).
13. Mnguni L. E. (2014) *The Theoretical Cognitive Process of Visualization for Science Education*. SpringerPlus. 2014 Vol. 3, Art. 184. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-184>. (accessed: 17.04.2023).
14. Naps T., Cooper S., Koldehofe B., Leska C. et al. (2003) *Evaluating the Educational Impact of Visualization (Report of the Working Group on Evaluating the Educational Impact of Visualization)*. // *ACM SIGCSE Bulletin*. 2003. Vol. 35. No. 4. pp. 124–136. <https://doi.org/10.1145/960492.960540>. (accessed: 17.04.2023)
15. Padilla L. M., Creem-Regehr S. H., Hegarty M., Stefanucci J. K. (2018) *Decision Making with Visualizations: a Cognitive Framework Across Disciplines*. // *Cognitive Research*. 2018. Vol. 3, Art. 29. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0120-9>. (accessed: 17.04.2023).
16. Polya G. (1973) *How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton: Princeton University Press, NJ, 1973. 276 pp.
17. Raschke M., Blaschek T., Ertl T. (2014) *Cognitive Ergonomics in Visualization*. // *Building Bridges: HCI, Visualization, and Non-formal Modeling*. 2014. pp. 80–94. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-54894-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54894-9_7). (accessed: 17.04.2023)
18. Roam D. (2009) *The Back of the Napkin*. Penguin Books Ltd. 2009. 308 p.
19. Robertson G. G., Card S. K., Mackinlay J. D. (1989) *The Cognitive Coprocessor Architecture for Interactive User Interfaces*. // *UIST '89: Proceedings of the 2nd annual ACM SIGGRAPH symposium on User interface software and technology*. 1989. pp. 10–18. <https://doi.org/10.1145/73660.73662> (accessed: 17.04.2023).
20. Shneiderman B. (1999) *Information Visualization Manifesto*. // *VC blog*. 1999. URL: <http://www.visualcomplexity.com/vc/blog/?p=644>. (accessed: 17.05.2023).
21. Sossinsky A. B. (2012) *Geometries*. Student Mathematical Library, Vol. 64. Providence, RI: American Mathematical Society. 2012. 322 pp.
22. Török Z. G., Török Á. (2019) *Cognitive Data Visualization – A New Field with a Long History*. // *Cognitive Infocommunications, Theory and Applications*. 2019. pp. 49–77. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95996-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95996-2_3). (accessed: 17.04.2023)
23. Vavra K. L., Janjic-Watrich V., Loerke K., Phillips L. M., Norris S. P., Macnab J. S. (2011) *Visualization in Science Education*. // *ASEJ*. 2011. Vol. 41, No. 1, pp. 22–30. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.409.1681&rep=rep1&type=pdf> (accessed: 17.04.2023).
24. Veřmiřovský J. (2013) *The Importance of Visualisation in Education*. // *CeON Repository*. 2013. pp. 453–463. URL: <https://depot.ceon.pl/handle/123456789/14480?locale-attribute=en> (accessed: 28.04.2023).
25. Wilke C. O. (2019) *Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling Figures*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media Inc. 2019. 389 p. URL: <https://clauswilke.com/dataviz/> (accessed: 17.05.2023).
26. Zelazny G. (2001) *Say It With Charts*. McGraw-Hill Education. 2001. 240 p.
27. Bezuhlyi D. *Vizualizatsiia yak suchasna stratehiia navchannia*. // *Fyzyko-matematychna osvita*. 2014. Iss. 1 (2). pp. 5-11. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2014\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2014_1_3).
28. Bezuhlyi D. (2014) *Pryomy vizualnoho podannia navchalnoi informatsii*. // *Fyzyko-matematychna osvita*. 2014. Iss. 2(3). pp. 7–15. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2014\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2014_2_3). (accessed: 17.05.2023). [in Ukrainian]
29. Biloshapka N. M. (2017) *Vizualizatsiia yak providna ideia suchasnoho navchalnoho protsesu v umovakh informatyzatsii svitu*. // *Naukovi zapysky TsDU im. V. Vynnychenka. Serii: Pedagogichni nauky*. 2017. Iss. 159. pp. 167–173. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz\\_p\\_2017\\_159\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2017_159_31). (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
30. Biloshapka N. M. (2018) *Metodolohichni pidkhody do formuvannia u maibutnikh uchyteliv matematyky vmin vykorystovuvaty zasoby kompiuternoi vizualizatsii u profesiinii diialnosti*. // *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*. 2018. Iss. 51. pp. 443-447. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt\\_2018\\_51\\_108](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2018_51_108). (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
31. Biloshapka N. M. (2018) *Spetskurs z formuvannia v maibutnikh uchyteliv matematyky vmin vizualizuvaty navchalnyi material*. // *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*. 2018. Iss. 50. pp. 129-135. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt\\_2018\\_50\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/mitimpt_2018_50_26). [in Ukrainian]
32. Drushliak M. H. (2019) *Slovyk «vizualnoi» osvity: hrafichna kompetentnist i vizualna kompetentnist*. // *Fyzyko-matematychna osvita*. 2019. Iss. 3(21). pp. 59-65. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-021-3-009>. (accessed: 17.05.2023). [in Ukrainian]
33. Kashynska O. Ye. (2018) *Sposoby vizualizatsii navchalnoi informatsii pid chas vykladannia fakhovoi dystsypliny „Orhanizatsiia hotelnoho hospodarstva”*. // *II International Scientific and Practical Conference "Science of the XXI Century: Problems and Prospects of Researches"*. Warsaw, Poland: RS Global Sp. z O.O., Scientific Educational Center, January 2018. Vol. 5, No.

- 1(8), pp. 21–24. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/%20api/file/viewByFileId/415755.pdf>. (accessed: 17.05.2023). [in Ukrainian]
34. Kashynska O. Ye. (2018) *Formy vizualizatsii navchalnoi informatsii v navchalno-naochnomu posibnyku dla pidhotovky fakhivtsiv hotelno-restoranoi spravy.* // Imidzh suchasnoho pedahoha. 2018. No. 2(179), pp. 52–56. [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2018-2\(179\)-52-56](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2018-2(179)-52-56) (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
35. Lipchevska I. L. (2021) *Vizualizatsiia v osviti: suchasnyi pidkhid do vykorystannia naochnosti.* // Svit dydaktyky: dydaktyka v suchasnomu sviti: zb. materialiv Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konferentsii, Kyiv, 2021. pp. 196–197. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/728087/1/Text.pdf>. (accessed: 17.05.2023). [in Ukrainian]
36. Lohvinenko V. H. (2018) *Vykorystannia tekhnolohii infohrafiky dlia vizualizatsii navchalnoho kontentu.* // Fyzyko-matematychna osvita. 2018. Iss. 2(16). pp. 79-85. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2018\\_2\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_2_17) (accessed: 17.05.2023). [in Ukrainian]
37. Melnyk K. M., Ulianych Yu. V. (2021) *Instrumenty vizualizatsii strakhovoi diialnosti.* // Ekonomika ta derzhava. 2021. No. 8. pp. 124–128. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.8.124> (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
38. Okunkova O. O. (2022) *Vizualizatsiia danykh. Vid prostoho do skladnoho.* // Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu im. V. I. Vernadskoho. Seria: Tekhnichni nauky. 2022. Vol. 33 (72). No. 3. pp. 61–66. <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.3/10> (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
39. Semenikhina O. V. (2013) *Z dosvidu stvorennia stendovykh materialiv.* // Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii. Sumy : Vyd-vo SumDPU imeni A.S. Makarenka, 2013. No. 2 (28). pp. 312-321. URL: <http://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/2942>. (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
40. Semenikhina O. V., Drushliak M. H. (2016) *Vizualizatsiia znan yak aktualnyi zapyt informatsiinoho suspilstva do sfery osvity.* // Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. «Vykorystannia innovatsiinykh tekhnolohii v protsesi pidhotovky fakhivtsiv», Vinnytskyi NTU. 2016. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28252/Semenikhina.pdf> (accessed: 15.05.2023). [in Ukrainian]
41. Semenikhina O. V., Drushliak M. H. (2017) *Pryntsyp kohnityvnoi vizualizatsii i yoho vykorystannia u navchanni matematyky.* // Fyzyko-matematychna osvita. 2017. Iss. 3 (13). pp. 136–140. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2017\\_3\\_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2017_3_26). (accessed: 17.05.2023). [in Ukrainian]
42. Tiutiunnyk A. V. (2020) *Tekhnolohii vizualizatsii u svitovykh doslidzhenniakh.* // Elektronne naukovye fakhove vydannia «Vidkryte osvitchenie e-seredovyshe suchasnoho universytetu». 2020. No. 9. pp. 161-168. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.13>. (accessed: 15.05.2023)



**Кунічева Тетяна Петрівна,**

завідувач навчально-методичною лабораторією,  
ВСП «Харківський торговельно-економічний фаховий коледж Державного  
торговельно-економічного університету», пров. О. Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61045.  
Тел. (050)-951-8110. E-mail: [tatkunicheva1@gmail.com](mailto:tatkunicheva1@gmail.com)

**Kunicheva Tetiana Petrivna.**

Head of the Educational and Methodical Laboratory,  
Separate structural unit “Kharkiv Trade and Economics College of the State Trade and Economics  
University”, Otakar Jaroš lane, 8, Kharkiv, Ukraine, 61045.  
Phone: (050)-951-8110. E-mail: [tatkunicheva1@gmail.com](mailto:tatkunicheva1@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-6545-348X

**Citation (APA):**

Kunicheva, T. (2023). Visualization of Knowledge: Place in the Training Course and Methodical Foundations. Engineering and Educational Technologies, 11 (2), 46–61. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2023.11.02.04>

**Цитування (ДСТУ 8302:2015):**

Кунічева Т. П. Візуалізації знань: місце в навчальному курсі та методичні основи / Інженерні та освітні технології. 2023. Т. 11. № 2. С. 46–61. doi: <https://doi.org/10.32782/2307-9770.2023.11.02.04>

**Обсяг статті:** сторінок – 16 ; умовних друк. аркушів – 2,318.