

УДК 004.9:378

**Тютюнник Анастасія Володимирівна**

Молодший науковий співробітник НДЛ інформатизації освіти

Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

*a.tiutiunyk@kubg.edu.ua*

ORCID: 0000-0003-2909-7697

## ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У СВІТОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

**Анотація.** З кожним роком стрімко збільшується обсяг інформації, зокрема в освіті, разом з цим змінюються можливості використання цифрових інструментів для її опрацювання. Цьому сприяють науковий прогрес, віртуалізація і автоматизація багатьох процесів, а тому виникає необхідність їх обробки і обліку, що тягне за собою зростання обчислювальних потужностей і швидкостей передачі інформації. Безперервний потік інформації – необхідна умова існування сучасної цивілізації і причина перевантаженості свідомості інформаційної енергетикою, медіа-активністю, що спровокували виникнення нового типу мислення, заснованого на кліповому сприйнятті повідомлень. Людина з усього розмаїття інформації «схоплює» найбільш яскраві фрагменти, які апелюють до його свідомості і формують таким чином ланцюжок рівнів сприйняття інформації «зображення - заголовок - текст - розуміння», де візуальна компонента інформації виступає сполучною ланкою від одного до іншого і забезпечує інформаційний зв'язок. Візуальна компонента інформації (візуалізація), спираючись на певні асоціації, стереотипи мислення, передає суть значимого, важливого для людини в часі і просторі події, факту, явища, процесу. Візуалізація – найважливіший етап в процесі аналізу даних. Він допомагає представити результати досліджень в простій і зрозумілій формі, найчастіше служить ключовим фактором для прийняття рішень в різних сферах діяльності. І хоча у багатьох візуалізація асоціюється виключно з лінійними графіками та таблицями, насправді це велика концепція, система передачі складних ідей, закономірностей і даних за допомогою візуальних образів. В статті здійснено аналіз поняття «візуалізація», «візуалізація інформації» «графічний образ», «графік». Проаналізовано, різновиди та методи цифрових візуалізацій різних дослідників. Описано методи цифрової візуалізації швейцарських дослідників, які представили їх у формі періодичної таблиці. Детально розписано основні типи цифрових візуалізацій з прикладами та їх можливе застосування.

**Ключові слова:** візуалізація; цифрова візуалізація; типи цифрових візуалізацій; графіки; графічний образ; дані; дослідження

**Актуальність.** З розвитком технологій в світі значно виросла кількість даних. Великі масиви даних змінили існуючі способи збору, зберігання і обробки інформації. Нові методики дозволяють значно спростити процеси управління, аналізу та інтерпретації величезного масиву даних, а також підвищити ефективність роботи з ними. Розвиток цифрових інструментів в освіті спонукає до необхідності змін подання інформації, а саме до її візуалізації. Дані представлені в наочній графічній формі, значно краще сприймаються, саме тому нові тенденції в технологіях візуалізації, представляють особливий інтерес. Крім якісної зміни форм представлення інформації виникають технології інтерактивної візуалізації та анімації великих наборів багатовимірних масивів даних в часі, розширені методи побудови інтерфейсу і багато іншого. Якісна візуалізація даних має велике значення для аналізу і прийняття рішень. Вона дозволяє швидко і легко помічати й інтерпретувати зв'язки та їх взаємовідносини, а також виявляти тенденції, що розвиваються, на які не звернули б уваги у вигляді необроблених даних. Графічне представлення не тільки містить інформацію, а й підвищує ефективність її сприйняття за рахунок наочності, залучення уваги і утримання інтересу на відміну від таблиць і документів.

Найчастіше дані візуалізуються для того, щоб задовольнити основну потребу – розповісти свою історію користувачу. Це одна з найбільш примітивних форм комунікації,

відомих людині, яка має своє походження від печерних малюнків. З плином часу з'явилися нові способи візуалізації інформації. Однак дуже рідко хто замислюється про те, чому лінійні графіки, діаграми, гістограми більш ефективні, ніж таблиці, текст або числа. З цього і виникає проблема правильного обґрунтування вибору візуалізації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню теорії візуалізації присвячені праці В. Давидова, А. Вербицького, О. Асмолова та ін. У своїх роботах Л. Білоусова [1], Л. Білявська, Л. Бутенко [2], О. Ігнатович, М. Синиця, М. Цимбалюк, В. Швирка, С. Шушкевич, Н. Якотюк та ін. описували питання створення оригінальних прийомів візуалізації.

Прийоми досягнення виразності візуального контенту та їх специфіку розкрито у працях О. Базальова, К. Богіна, О. Кучерук, О. Осіпова, О. Селіванова [3] та інших.

Р. Ленглер та М. Ешплер у своїх дослідженнях систематизували методи цифрових візуалізацій у формі періодичної таблиці методів візуалізації [4].

К. Вайлк у своїй книзі «Основи візуалізації даних: посібник із створення інформативних та переконливих цифр» надав детальні рекомендації які є типи цифрових візуалізацій і як краще їх використовувати [5].

Д. Желязни зазначає, що кожна ідея може бути виражена за допомогою порівняння [6].

**Мета статті.** Дослідження теоретичних основ технологій візуалізації у світових дослідженнях.

**Виклад основного матеріалу.** Візуалізація є однією з найважливіших рис сучасної цивілізації, культури. Вона відноситься до методів, що використовуються для передачі даних або інформації за допомогою їх кодування як візуальних об'єктів (наприклад, точки, лінії або стовпці), що містяться в графіку. Основна мета візуалізації полягає в тому, щоб передавати інформацію чітко і ефективно. Це не означає, що візуалізація даних повинна бути лише функціональною або надзвичайно складною. Для ефективної передачі ідеї повинна бути і естетична форма, і функціональність для забезпечення її розуміння [7]. Головною особливістю і важливою перевагою візуалізації є простота, доступність і висока швидкість зчитування даних аудиторією. При цьому вона виконує ряд функцій: інформаційну, комунікативну, когнітивну, розважальну, естетичну та ілюстративну. Потенціал впливу візуалізації дуже великий.

Поняття «Візуалізація». У науковій літературі поняття «візуалізація інформації» було використано в роботі 1989 року під назвою «Когнітивний копроцесор для призначених для користувача інтерфейсів» [8]. Науковці розшифрували поняття як «надання інформації за допомогою інструментів візуального інтерфейсу». Близьке поняття «візуальні дані» можна знайти в роботах польського соціолога П. Штомпки. Такі дані «потенційно охоплюють предмети, людей, місця, події або ситуації, які може спостерігати людське око».

Візуалізація – не тільки процес, але і результат уявлення навколишньої дійсності. З цієї точки зору, візуалізація – це всі можливі способи репрезентації візуальної інформації. Причому це може бути не тільки зображення, що характеризується певними розмірами, формою, кольором, статикою або динамікою. Зображення може бути доповнено текстом, цифрами, звуком або іншими знаками.

У вузькому значенні візуалізація – це поєднання зображення і тексту. А графік є найпростішим і популярним способом візуалізації даних.

Графічний образ і допоміжні елементи є складовою частиною графіка. Графічний образ даних – це результат візуалізації. У статистиці під графіком розуміють «безліч точок, фігур і ліній, які ілюструють статистичні дані». Допоміжні елементи графіка включають в себе його назву, осі координат, шкали, числові сітки і дані, які уточнюють або доповнюють зображувані показники. Представлення даних у вигляді графічних

образів дозволяє користувачеві побачити досліджуване явище чи процес зсередини, полегшуючи розуміння даних і забезпечуючи підтримку для прийняття рішень.

Мета візуалізації – надати користувачеві можливість легко отримувати інформаційний вміст даних. Зв'язки, які не очевидні з самих даних, стають видимими за допомогою візуалізації. Дані можуть бути проаналізовані за допомогою візуального представлення. Крім того, візуалізація спрощує комунікацію. Будь хто повинен отримати повідомлення, яке їм передають, а інтерактивне управління процесом візуалізації дає можливість зрозуміти явища як можна швидше.

Способи візуалізації даних спрямовані на те, щоб представляти дані користувачу таким чином, щоб вони точно передавали інформацію і вимагали мінімальних зусиль для розуміння. Якісна візуалізація даних може полегшити ефективний аналіз великих обсягів даних і полегшити їх розуміння. Тому різними теоретиками і практиками в області візуалізації здійснювалися спроби класифікувати її способи в залежності від мети візуалізації і типу інформації [9, С. 186].

У 2007 році професор Факультету комунікаційних наук Університету Лугано (Університет італійської Швейцарії) Р. Ленглер і координатор проектів М. Епплер провели систематизацію методів цифрової візуалізації. Результати вони представили у формі періодичної таблиці методів візуалізації. Автори дослідження нарахували шість видів, які в сукупності об'єднують 100 різновидів візуалізації:

- *Візуалізація даних* – це схематична репрезентація кількісної інформації, яка відповідає на питання «скільки» (10 видів). Найбільш відомі і популярні такі з них, як кругова діаграма, стовпцева діаграма, лінійний графік, гістограма, таблиця.
- *Візуалізація інформації* – візуальне представлення даних для розширення уявлень про об'єкт (18 видів). Наприклад, семантичні мережі або ієрархічна карта.
- *Візуалізація концепцій* – уявлення якісної інформації (ідеї, плани) і її аналіз (28 видів). До них відносяться діаграма Ганта, концептуальна карта тощо.
- *Метафорична візуалізація* наочно представляє інформацію і відображає її основні характеристики за допомогою метафори (9 видів). Приклад подібної візуалізації, – наприклад, карта метро.
- *Візуалізація стратегій* – використання візуальної форми для вдосконалення аналізу, розвитку, формулювання, комунікації та застосування стратегій в організаціях (28 видів). Такі візуалізації, карта стейкхолдерів, полотно стратегій та інші, були розроблені представниками бізнес-спільноти для бізнесу.
- *Складова (складна) візуалізація* поєднує в собі елементи всіх інших візуалізацій (6 видів). До них відносяться комікси, навчальні карти та інші [4].

Методи цифрової візуалізації, в залежності від кількості використовуваних вимірювань, прийнято класифікувати на дві групи:

- представлення даних в одному, двох і трьох вимірах;
- представлення даних в чотирьох і більше вимірах [10].

Основні типи цифрових візуалізацій за К. Вайлк.

*Кількісні.* Найбільш поширеним підходом до цифрової візуалізації кількісних візуалізацій (тобто числових значень, показаних для певного набору категорій) є використання стовпчиків (або крапок), розташованих вертикально або горизонтально (Рис 1).

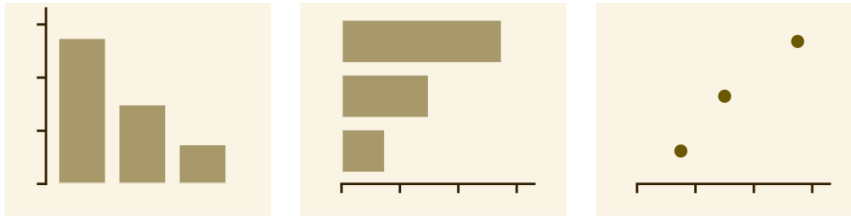


Рис. 1. Типи цифрових візуалізацій - Кількісні

*Розподіли.* Гістограми (1) та графіки щільності (2) забезпечують найбільш інтуїтивну візуалізацію розподілу, але обидва вимагають довільного вибору параметрів і можуть ввести в оману. Кумулятивні щільності (3) та квантиль-квантильні графіки (4) завжди точно представляють дані, але їх може бути важче інтерпретувати (Рис. 2).

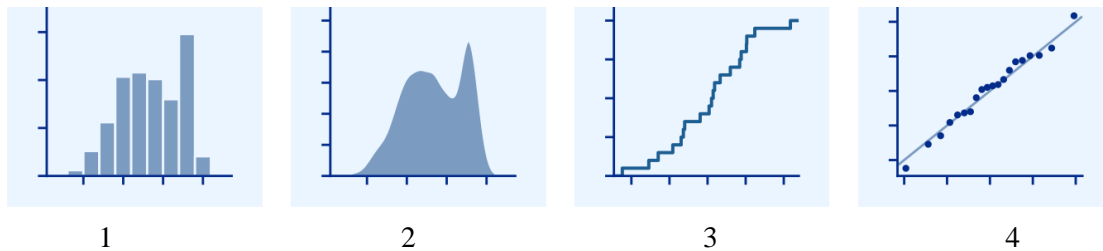


Рис. 2. Типи цифрових візуалізацій - Розподіли

*Пропорції.* Пропорції можна візуалізувати у вигляді кругових діаграм, стовпчиків, і, як і у випадку з кількісними, стовпчики можуть бути розташовані як вертикально, так і горизонтально. Кругові діаграми підкреслюють, те, що окремі частини складають ціле. Однак окремі частинки легше порівнювати в паралельних стовпчиках. Складені стовпчики виглядають незручно для одного набору пропорцій, але можуть бути корисними при порівнянні кількох наборів пропорцій (Рис. 3).

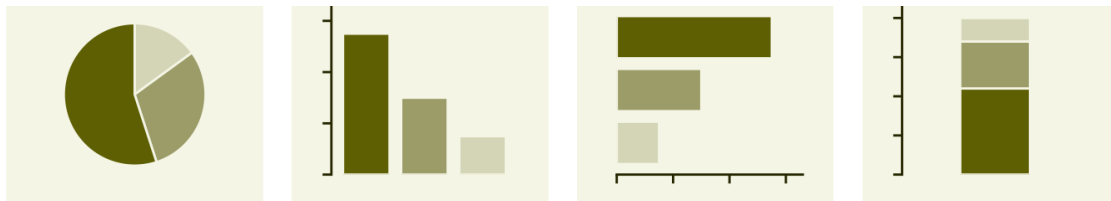


Рис. 3. Типи цифрових візуалізацій - Пропорції

*X – Y.* Точкові діаграми представляють архетипічну візуалізацію, коли потрібно показати одну кількісну змінну відносно іншої (1). Для відображення кількісних змінних, де важливий розмір один проти одної використовують варіант діаграми розсіювання – бульбашкова діаграма (2). Для парних даних, де змінні вздовж осей x та y вимірюються в одних і тих же одиницях додається рядок із позначенням  $x = y$  (3). Спарені дані представляють як графік нахилу парних точок, з'єднаних прямими лініями (4).

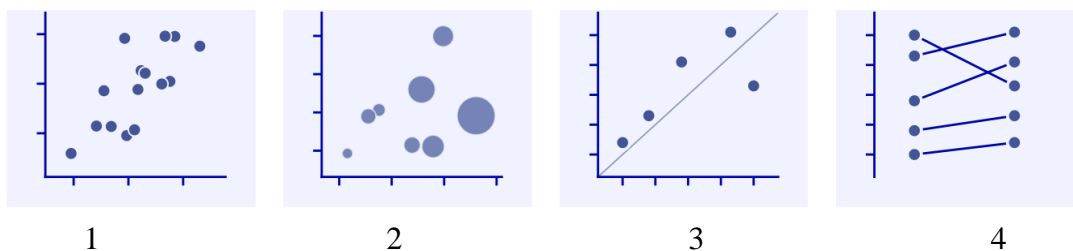


Рис. 4. Типи цифрових візуалізацій - X – Y

*Геопросторові дані.* Основний режим відображення геопросторових даних – у формі карти (Рис. 5). Карта має координати на глобусі та проектує їх на рівну поверхню, так що форми та відстані на глобусі приблизно представлені формами та відстанями у 2D-зображенні.

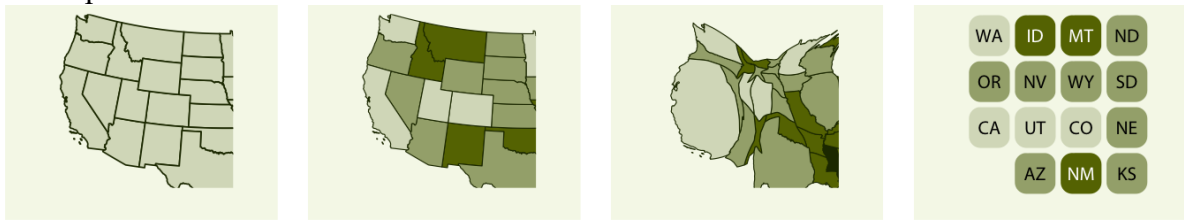


Рис. 5. Типи цифрових візуалізацій - Геопросторові дані

*Невизначеність.* Смужки помилок призначені для позначення діапазону ймовірних значень для певної оцінки чи вимірювання. Вони додаються горизонтально та / або вертикально від якоїсь контрольної точки, що представляє оцінку або вимірювання (Рис. 5). Точки відліку можна відобразити різними способами, наприклад, крапками або стовпчиками. Градуйовані стовпчики помилок показують кілька діапазонів одночасно, де кожен діапазон відповідає різному ступеню достовірності. Вони фактично є декількома смужками помилок з різною товщиною ліній, нанесеними одна на одну [5, С. 37-43].

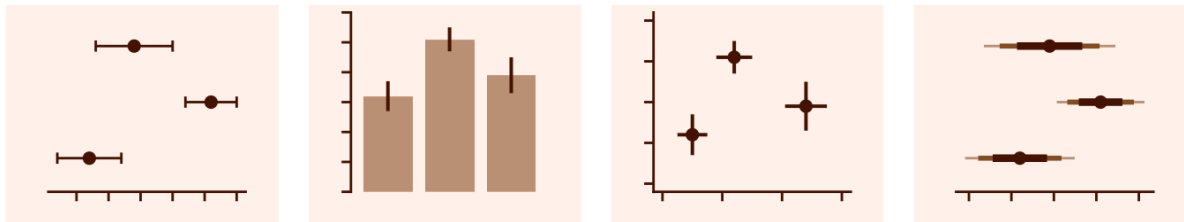


Рис. 6. Типи цифрових візуалізацій - Невизначеність

Д. Желязни в книзі «Говори мовою діаграм» зазначає, що кожна ідея може бути виражена за допомогою порівняння. Потрібно лише визначити тип порівняння даних:

- *покомпонентне*: відсоток від цілого;
- *позиційне*: співвідношення об'єктів;
- *тимчасове*: зміни в часі;
- *частотне*: число об'єктів в інтервалах;
- *кореляційне*: залежність між змінними.

Автор пропонує використовувати наступну таблицю для вибору діаграм (Табл. 1).

Табл. 1.

Таблиця вибору діаграм за Джином Желязни

	Кругова	Лінійна	Гістограма	Графік	Точкова
Покомпонентне порівняння					
Позиційне порівняння					

Тимчасове порівняння					
Частотне порівняння					
Кореляційне порівняння					

Якщо проводити класифікацію по об'єктах, то можна виділити такі типи цифрової візуалізації:

- детерміновані залежності: графіки, діаграми, тимчасові ряди;
- статистичні розподілу: гістограми, матриці діаграм розсіювання, графік «ящик з вусами»;
- ієрархії: діаграми зв'язків, дендрограми;
- мережі: графи, дугові діаграми;
- геовізуалізації: карти, картограми [6, С. 21-25].

Візуалізацію традиційно розглядають як допоміжний засіб при аналізі даних, однак зараз все більше досліджень говорить про її самостійну роль.

Традиційні методи застосування візуалізації:

- представлення інформації в наочному вигляді;
- компактний опис закономірностей, притаманних вихідному набору даних;
- зниження розмірності або стискання інформації;
- відновлення прогалів в наборі даних;
- знаходження шумів та викидів в наборі даних.

**Висновки.** Будь-які оцифровані дані можуть стати об'єктом наукової або будь-якої іншої публікації, а користувач може самостійно перевірити достовірність опублікованих в ній фактів. Ці дані можуть бути представлені різними неструктурованими форматами. В результаті, є набір даних, який може бути занадто великим, занадто «сирим» або занадто неструктурованим для класичних методів обробки. Візуалізація – це інструмент, який демонструє вже кінцевий результат аналізу баз даних, дозволяючи управляти процесом ознайомлення та навіть вибирати потрібний напрямок в дослідженні цих даних. Графічний образ і допоміжні елементи є складовою частиною графіка. Графічний образ даних – це результат візуалізації. Представлення даних у вигляді графічних образів дозволяє користувачеві побачити досліджуване явище чи процес зсередини, полегшуючи розуміння даних і забезпечуючи підтримку для прийняття рішень.

Послідовні спроби систематизувати велику кількість способів для цифрової візуалізації даних говорить про наявність проблем в цій галузі, які потребують вирішення. Можна зробити висновок, що найчастіше при виборі способу візуалізації найчастіше фахівець керується типом даних, які візуалізуються (дискретні, географічні або безперервні тимчасові дані), темою проекту, а також його метою.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоусова Л. І., Житеньова Н. В. Компоненти готовності майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до застосування технологій візуалізації у предметно-професійній діяльності. Наукові записки Тернопільського

- національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка. 2018. № 3. С. 80—87. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU\\_ped\\_2018\\_3\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_ped_2018_3_12) (дата звернення: 17.10.2020).
2. Структурно-логічні схеми. Таблиці. Опорні конспекти. Есе. Навчальні презентації: рекомендації до складання: метод. посіб. для студ. / уклад.: Л. Л. Бутенко, О. Г. Ігнатюк, В. М. Швирка. Старобільськ, 2015. 112 с.
  3. Селіванова О. О. Основи теорії мовної комунікації. Черкаси: Чабаненко Ю. А., 2011. 350 с.
  4. Eppler M. J., Lengler R. Towards a periodic table of visualization methods. Proceeding GVE '07 Proceedings of the IASTED International Conference on Graphics and Visualization in Engineering. 2007. P. 83—88. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1712936.1712954> (date of access: 17.10.2020).
  5. Wilke C. O. Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling Figures. USA: O'Reilly Media Inc, 2019. 390 p. URL: <https://clauswilke.com/dataviz/> (date of access: 18.10.2020).
  6. Zelazny G. Say It With Charts: The Executive's Guide To Visual Communication. 4th ed. McGraw Hill Professional, 2001. 225 p.
  7. What is Data Visualization and Why Is It Important?. URL: <https://www.import.io/post/what-is-data-visualization/> (date of access: 16.10.2020).
  8. Robertson G., Card S., Mackinlay J. The cognitive coprocessor architecture for interactive user interfaces. Proceedings of UIST, the ACM SIGGRAPH Symposium on User Interface Software and Technology. 1989. P. 10—18.
  9. Bounegru L., Chambers L., Gray J. The Data Journalism Handbook. USA : O'Reilly Media, 2012. 242 p. URL: <https://datajournalism.com/read/handbook/one> (date of access: 18.10.2020).
  10. Feldman R., Sanger J. The Text Mining Handbook. Cambridge University Press, 2009. URL: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546914> (date of access: 17.10.2020).

## VISUALIZATION TECHNOLOGIES IN WORLD RESEARCH

### Anastasiia Tiutiunnyk

Junior Researcher of IT in Education Laboratory  
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine  
[a.tiutiunnyk@kubg.edu.ua](mailto:a.tiutiunnyk@kubg.edu.ua)  
ORCID: 0000-0003-2909-7697

**Abstract.** Every year the amount of information increases significantly, particularly in education, and at the same time, the possibilities of digital tools utilization for processing it changes. Scientific progress, virtualization and automation of many processes have a beneficial effect on this, and therefore there is a need for their processing and accounting, which entails an increase in computing power and data rates. The continuous flow of information is a necessary condition for the existence of modern civilization and the reason for the overload with information and media activity consciousness, which provoked the emergence of a new type of thinking based on the clip perception of messages. A person from all the variety of information grasps the brightest fragments that appeal to his consciousness and thus forms a chain of levels of information perception "image - title - text - understanding", where the information's visual component acts as a link from one to another and provides information connection. The visual component of information (visualization), based on certain associations, stereotypes of thinking, conveys the essence of significant event, fact, phenomenon, process, important for a person in time and space. Visualization is the most important step in the data analysis process. It helps to present research results in a simple and clear form, often serves as a key factor for decision-making in various fields. Although many people associate digital visualization with linear graphs and tables exclusively, in reality it is a big concept, a system of transmitting complex ideas, patterns and data through visual images. The analysis of the notions "visualization", "information visualization", "graphic image", "graph" is performed in the article.

Varieties and methods of digital visualizations by different researchers are analyzed. The methods of digital visualization by Swiss researchers, who presented them in the form of a periodic table, are described. The main types of digital visualizations with examples and their possible application are described in detail.

**Keywords:** visualization; digital visualization; types of digital visualization; graphics; graphic image; data; research

## REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bilousova, L., & Zhytienova, N. (2018). Components of readiness of pre-service science and mathematics teachers to visualization technologies implementation into the subject and professional activity. *The Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: pedagogy, (3), 80–87. October 17, 2020.* [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU\\_ped\\_2018\\_3\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_ped_2018_3_12) (in Ukrainian)
2. Butenko, L. L., Ihnatovych, O. H. & Shvyrka, V. M. (2015). *Strukturno-lohichni skhemy. Tablytsi. Oporni konspekty. Ese. Navchalni prezentatsii: rekomendatsii do skladannia [Structural logic circuits. Tables. Reference notes. Essay. Educational presentations: recommendations for drafting]. Starobilsk, 112 p. (in Ukrainian).*
3. Selivanova, O. (2011). *Fundamentals of the theory's language communication. Chabanenko Yu. A. 350 p. (in Ukrainian)*
4. Eppler, M., & Lengler, R. (2007). Towards a periodic table of visualization methods. *Proceeding GVE '07 Proceedings of the IASTED International Conference on Graphics and Visualization in Engineering, 83–88. October 17, 2020.* <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1712936.1712954>
5. Wilke, C. (2019). *Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling Figures. O'Reilly Media Inc. October 18, 2020.* <https://clauswilke.com/dataviz/>
6. Zelazny, G. (2001). *Say It With Charts: The Executive's Guide To Visual Communication (4th ed.). McGraw Hill Professional. 225 p.*
7. *What is Data Visualization and Why Is It Important? (2019). October 16, 2020.* <https://www.import.io/post/what-is-data-visualization/>
8. Robertson, G., Card, S., & Mackinlay, J. (1989). The cognitive coprocessor architecture for interactive user interfaces. *Proceedings of UIST, the ACM SIGGRAPH Symposium on User Interface Software and Technology, 10–18.*
9. Bounegru, L., Chambers, L., & Gray, J. (2012). *The Data Journalism Handbook. O'Reilly Media. October 18, 2020.* <https://datajournalism.com/read/handbook/one>
10. Feldman, R., & Sanger, J. (2009). *The Text Mining Handbook. Cambridge University Press. October 17, 2020.* <https://doi.org/10.1017/CBO9780511546914>