

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

**БР. ІІІ - 19.00.00.000 ІІЗ**

**Група ІІІ-21-2**

**Кульбаба Олег**

**2025**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
Інститут інформаційних технологій  
Кафедра інженерії програмного забезпечення

Кульбаба Олег Іванович

---

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.942  
(індекс)

*БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА*

**Програмні методології візуалізації даних**  
(назва роботи)

Інженерія програмного забезпечення

---

(назва освітньої програми)

121– Інженерія програмного забезпечення

---

(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:**

Здобувач освітнього ступеня Кульбаба О.І.  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник Юрчишин Володимир Миколайович, д.т.н., проф.  
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри

доц. Бандура В.В.  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**

Інститут, факультет інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою

ІІЗ

доцент.

В.В. Бандура

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

**Кульбаба Олег Іванович**

(прізвище, ім'я, по-батькові)

**1. Тема проекту (роботи) "Програмні методології візуалізації даних"**

керівник проекту (роботи) д.т.н., проф. Юрчишин. Володимир Миколайович

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 28 ” квітня 2025 р. № 264/7

**2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2025 р.**

**3. Вихідні дані до проекту (роботи) Результати і матеріали отримані під час проходження переддипломної практики**

**4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити)**

**1. Що ми маємо на увазі під візуалізацією даних**

**2. Розвиток кількісного відображення даних та його значення для оцінювання**

**3. Візуалізація якісних даних в оціночних дослідженнях**

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

**1. Приклад теорії інтерактивної програми (рис.1,5, ст.20)**

**2. Діаграма аналізу соціальних мереж, що показує соціальний охоплення однієї мережі дорадчої ради (рис.1,12, ст.27)**

**3. Приклад деревоподібної карти, створеної за допомогою IBM45 (рис.2.6, ст.45)**

**4. Хмара слів, що відображає найчастіше вживані слова у цій статті (рис.3,2, ст.60)**

**5. Хронологічні діаграми з інтерв'ю з особами, які успішно пройшли програму академічної підготовки (рис.3,7, ст.68)**

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

2. Дата видачі завдання 2025 р.

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення та обґрунтування теми роботи	15.02.2025	виконано
2	Огляд існуючих концепцій, рішень та сервісів в даній області	25.02.2025	виконано
3	Побудова моделі або алгоритму власного рішення	15.03.2025	виконано
4	Документування реалізації власного оригінального рішення вибраними засобами	25.04.2025	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки, бакалаврської роботи	10.06.2025	виконано

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

## АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота містить 70 сторінки, 40 рисунків, список використаних джерел із 34 найменувань.

**Метою роботи** Дослідити еволюцію, сучасні тенденції та перспективи візуалізації даних у сфері оцінювання, визначити методологічні підходи до відображення кількісних та якісних показників, а також обґрунтувати ефективність використання різних форматів візуалізації для підвищення якості аналітичного інтерпретування результатів оцінювання.

**Об'єкт дослідження:** Процеси візуалізації даних у системах оцінювання.

**Предмет дослідження:** Методології, інструменти та підходи до візуалізації кількісних та якісних даних у контексті освітнього, соціального та аналітичного оцінювання.

**У першому розділі** розглядаються основи візуалізації даних, включаючи історію, сучасні тенденції, використання в оцінюванні та майбутні виклики

**У другому розділі:** присвячений розвитку кількісного відображення даних, з фокусом на варіації традиційних діаграм і нові можливості, які надає Інтернет

**У третьому розділі:** зосереджується на візуалізації якісних даних в оціночних дослідженнях, аналізуючи традиційні методи, фреймворки та приклади реалізації.

**Результати дослідження:** Визначено напрями подальшого розвитку технологій візуалізації у контексті цифрової трансформації оцінювання.

**Висновок:** узагальнено ключові результати та окреслено перспективи розвитку програмних методологій візуалізації даних.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДАНИХ, ПРОГРАМНІ ІНСТРУМЕНТИ, КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ, ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ, ІНТЕРАКТИВНА ГРАФІКА, ОЦІНОЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОГРАМНІ БІБЛІОТЕКИ, ДАШБОРДИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

## ANNOTATION

The bachelor's qualification work contains 70 pages, 40 figures, a list of used sources of 34 names.

**The purpose of the work** To investigate the evolution, current trends and prospects of data visualization in the field of assessment, to determine methodological approaches to displaying quantitative and qualitative indicators, and to substantiate the effectiveness of using various visualization formats to improve the quality of analytical interpretation of assessment results.

**Object of research:** Data visualization processes in assessment systems.

**Subject of research:** Methodologies, tools and approaches to visualization of quantitative and qualitative data in the context of educational, social and analytical assessment.

**The first section** examines the basics of data visualization, including history, current trends, use in evaluation, and future challenges.

**The second section:** is devoted to the development of quantitative data representation, with a focus on variations of traditional diagrams and new opportunities provided by the Internet.

**The third section:** focuses on the visualization of qualitative data in evaluation research, analyzing traditional methods, frameworks, and implementation examples.

**Results of the study:** The directions for further development of visualization technologies in the context of digital transformation of evaluation are identified.

**Conclusion:** The key results are summarized and the prospects for the development of software methodologies for data visualization are outlined.

**KEYWORDS:** DATA VISUALIZATION, SOFTWARE TOOLS, QUANTITATIVE ANALYSIS, QUALITATIVE ANALYSIS, INTERACTIVE GRAPHICS, EVALUATIVE RESEARCH, SOFTWARE LIBRARIES, DASHBOARDS, VISUALIZATION AUTOMATION, DATA ANALYTICS.

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ГІС - інструменти геоінформаційних систем

API - інтерфейсів прикладного програмування

NDE - Нові напрямки для оцінювання»

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>7</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>9</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ЕВОЛЮЦІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В ОЦІНЮВАННІ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Історія та сучасні тенденції візуалізації даних .....	10
1.2. Сучасне використання візуалізації даних в оцінюванні .....	18
1.3. Майбутні тенденції та виклики .....	33
1.4 Висновки по розділу.....	
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК КІЛЬКІСНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ДАНИХ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ .....</b>	<b>40</b>
2.1. Варіації традиційної діаграми .....	41
2.2. Інтернет та нові функції відображення .....	50
2.3 Висновки по розділу.....	62
<b>РОЗДІЛ 3. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯКІСНИХ ДАНИХ В ОЦІНОЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ .....</b>	<b>63</b>
3.1. Традиційне відображення якісних даних .....	64
3.2. Фреймворк для візуалізації якісних даних .....	65
3.3. Приклади візуалізації якісних даних .....	67
3.4 Висновки по розділу.....	81
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>82</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>83</b>

						<b>БР.ІІ – 19.00.00.000 ПЗ</b>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Кульбаба О.І.			<b>Програмні методології візуалізації даних Пояснювальна записка</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Перевір.		Юрчишин. В.М.					9	
Реценз.						<b>ІФНТУНГ ІІ-21-1</b>		
Н. Контр.		Піх М.М.						
Затверд.		Бандура В. В.						

## ВСТУП

Візуалізація даних є потужним інструментом сучасного аналізу, який дозволяє перетворювати складні набори даних у зрозумілі та інформативні графічні представлення. У контексті швидкого зростання обсягів даних і розвитку оціночних досліджень, програмні методології візуалізації даних набувають ключового значення, забезпечуючи ефективне представлення як кількісної, так і якісної інформації. Від традиційних діаграм до інтерактивних веб-візуалізацій, програмні інструменти, такі як D3.js, Tableau, Python (з бібліотеками Matplotlib, Seaborn) і R, дозволяють створювати динамічні та адаптивні рішення для аналізу даних. Ці методології не лише полегшують інтерпретацію даних, але й сприяють прийняттю обґрунтованих рішень у бізнесі, науці та суспільних дослідженнях.

**Актуальність теми** зумовлена стрімким розвитком технологій обробки даних і зростаючою потребою в інструментах, які можуть ефективно представляти складну інформацію. За даними аналітичних звітів, таких як Gartner, ринок інструментів для візуалізації та аналітики даних продовжує зростати, а програмні методології стають стандартом для дослідників і аналітиків. Водночас виклики, пов'язані з обробкою великих обсягів даних, забезпеченням доступності візуалізацій і адаптацією до нових технологічних трендів, таких як штучний інтелект і хмарні обчислення, підкреслюють необхідність системного підходу до розробки програмних методологій візуалізації.

**Метою цього дослідження** є аналіз сучасних програмних методологій візуалізації даних, включаючи історичні та сучасні підходи, інструменти для кількісного та якісного відображення, а також перспективи розвитку. Робота спрямована на систематизацію знань про програмні інструменти та техніки, що використовуються для створення візуалізацій, і надання практичних рекомендацій для розробників і аналітиків, які працюють у сфері оціночних

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

досліджень. Дослідження охоплює як теоретичні основи, так і практичні аспекти створення ефективних візуалізацій.

**Завдання дослідження:** аналіз історичного розвитку та сучасні тенденції візуалізації даних., Дослідження можливостей та обмеження сучасних методів кількісного відображення даних, вивчити специфіку візуалізації якісних даних у оцінювальних дослідженнях.

У роботі розглянуто теоретичні аспекти візуалізації даних, включаючи історичний розвиток, сучасні тенденції та майбутні виклики, такі як інтеграція штучного інтелекту та хмарних технологій. Окремо досліджено візуалізацію якісних даних, включаючи традиційні методи, фреймворки для систематизації та приклади реалізації з використанням спеціалізованих інструментів, таких як NVivo.

Практична частина дослідження включає розробку прототипу візуалізації даних для оціночного дослідження, наприклад, створення інтерактивного дашборда для аналізу соціальних даних. Оцінюються такі аспекти, як зручність використання інструментів, продуктивність візуалізацій і їх адаптивність до різних типів даних. Додатково проведено порівняльний аналіз програмних бібліотек і платформ за критеріями ефективності, доступності документації та підтримки спільноти.

**Об'єкт дослідження:** процеси візуалізації даних у системах оцінювання.

**Предмет дослідження:** методології, інструменти та підходи до візуалізації кількісних та якісних даних у контексті освітнього, соціального та аналітичного оцінювання.

**Методи дослідження:** аналіз та синтез, порівняльний аналіз, контент-аналіз, моделювання, емпіричний аналіз

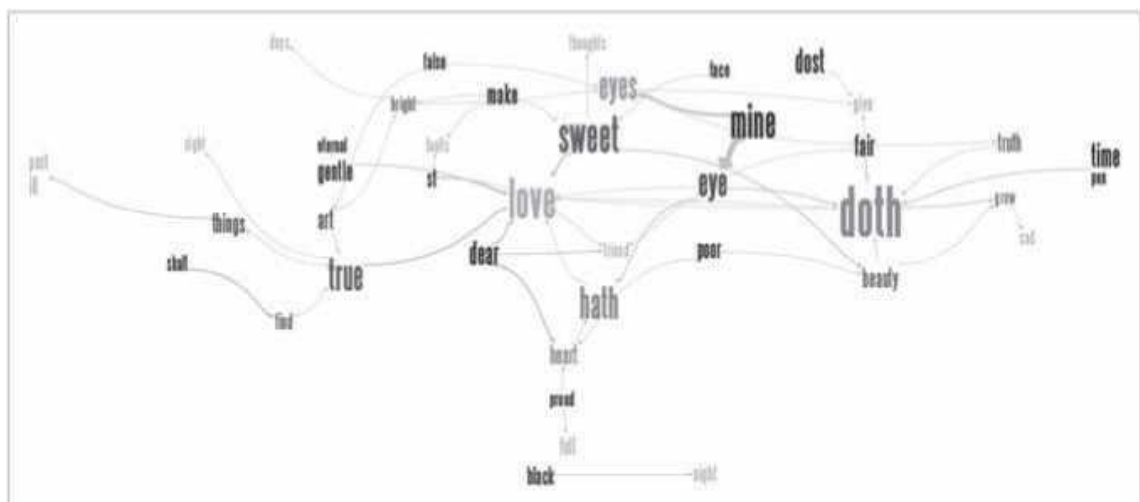
Бакалаврська робота містить 70 сторінок, 40 рисунків, три розділи, список використаних джерел із 34 найменуванням.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

# РОЗДІЛ 1. ЕВОЛЮЦІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ В ОЦІНЮВАННІ

## 1.1 Історія та сучасні тенденції візуалізації даних

Одна з головних проблем написання розділу про візуалізацію та оцінку полягає в тому, що візуалізація даних має дуже широкий обсяг і може охоплювати будь-що: від якісно заснованих фразових мереж, як на рисунку 1.1, до кількісно отриманих діаграм, як на рисунку 1.2. Існують також різні візуалізації, які потрапляють у цей спектр, деякі з яких просувають межі того, що ми можемо візуалізувати, і було важко вибрати з цього широкого розмаїття те, що потрібно висвітлити в цьому розділі. Під час процесу відбору ми намагалися пріоритизувати візуалізації, які були новими або незнайомими в цій галузі та які пропонували вагомий внесок у процес оцінювання. Ми керувалися процесом оцінювання, щоб пояснити цінність і переваги кожної візуалізації, але усвідомлювали, що корисність конкретної візуалізації не обмежується лише одним етапом оцінювання, і що вона може бути включено протягом усіх етапів розуміння, збору, аналізу та комунікації.



Source: Created with [www.many-eyes.com](http://www.many-eyes.com)

Рисунок 1.1 - Фразова сітка, що показує поширені зв'язки слів у п'єсах Шекспіра

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

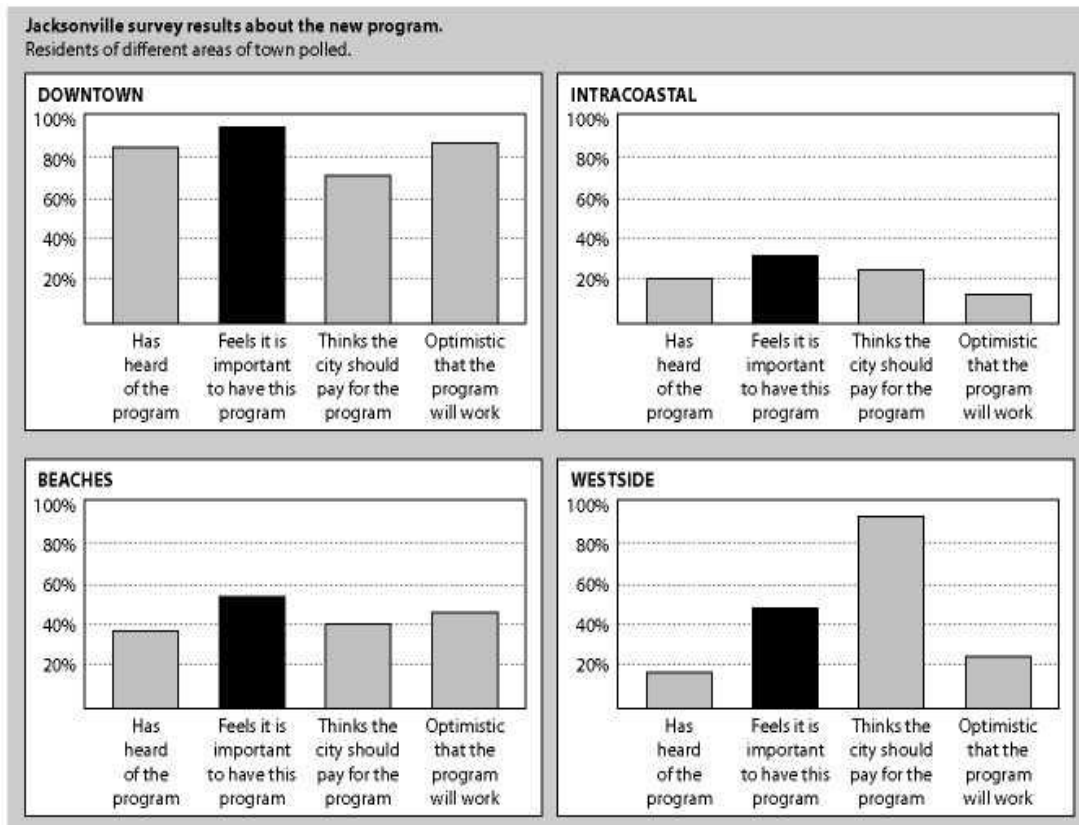


Рисунок 1.2 - Невеликий множинний показ настроїв у суспільстві

Цей розділ також був розроблений, щоб запропонувати широке розуміння галузі візуалізації даних та її зв'язку з оцінюванням, відстежуючи її історичний розвиток, пропонуючи приклади того, як візуалізації даних використовуються в практиці оцінювання, намагаючись передбачити майбутні тенденції візуалізації та їхній вплив на цю галузь, а також пропонуючи застереження, спрямовані на зменшення потенціалу для неправильного використання та неправильного спілкування. Це амбітне завдання, яке почнеться з визначення візуалізації даних.

Що ми маємо на увазі під візуалізацією даних? Наше визначення візуалізації даних базується на трьох критеріях. Візуалізація даних – це процес, який (а) базується на якісних або кількісних даних та (б) призводить до створення зображення, що є репрезентативним для необроблених даних, яке (в) є читабельним для глядачів та підтримує дослідження, аналіз та передачу даних (адаптовано з Kosara, 2007). Хоча ці критерії можуть здаватися самоочевидними, на практиці їх досягнення вимагає ретельного розгляду та застосування. Перший

критерій у нашому визначенні є найпростішим для досягнення, оскільки під час оцінювання ми часто збираємо різні форми даних, які потенційно можна візуалізувати. Ми навмисно дотримувалися широкого критерію даних, оскільки як кількісні, так і якісні дані можуть мати багато характеристик та атрибутів  $\neg$ , як показано на рисунках 1.1 та 1.2. Кількісні дані можуть включати елементи шкали Лайкерта, географічні координати, кількісне кодування, різні демографічні характеристики та безліч числових значень, які представляють певний тип інформації. Якісні дані також мають широкий обсяг і можуть мати форму транскрибованих інтерв'ю, записаних розмов між зацікавленими - сторонами, зображень, відео або малюнків, що фіксують події, процеси та результати. Кожен із цих типів даних вимагає унікальних підходів та методів візуалізації для оптимізації знань, які вони містять.

Другий критерій – це нагадування про необхідність ретельного вивчення даних, щоб переконатися, що широта та обсяг візуалізації не пропускають важливу інформацію, не перебільшують певні дані та що візуалізація точно відображає інформацію, що міститься в даних. Пам'ятаючи про це протягом усього процесу розробки візуалізації, можна визначити пріоритети елементів дизайну візуалізації, щоб її повідомлення відображало те, що насправді є в даних. Цей критерій також є важливим нагадуванням про необхідність перевірки наявності ненавмисних маніпуляцій з візуалізацією, які можуть призвести до непорозумінь. Останній критерій читабельності, що підтримує дослідження, вивчення та комунікацію, можна розглядати як тест успішної візуалізації. У цьому випуску представлено різні методи досягнення цього остаточного критерію, що охоплюють різні форми та джерела даних. Хоча ці методи різняться за обсягом та призначенням, усі вони вимагають від оцінювача врахування аудиторії та використання свого розуміння для створення візуалізації, яка є цікавою та, що ще важливіше, пізнавальною. Ми вважаємо, що якщо візуалізація відповідає критеріям 1 та 2, але не досягає критерію 3, то вона не досягла своєї основної мети – допомогти перетворити дані на знання.

Правильне застосування та виконання цих критеріїв в оціночній роботі

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

вимагає певного розуміння передумов візуалізації даних та того, як вона розвивалася з часом, включаючи інструменти, які ми використовуємо сьогодні, та тенденції, які ми очікуємо в найближчому майбутньому. Зверніть увагу, що ми створили Рисунок 1.3 для ілюстрації ключових історичних візуалізацій та подій, описаних у наступних абзацах.

Хоча візуалізація даних розвивалася в споріднених галузях, таких як дизайн геодезичних досліджень [1], прикладна статистика [1], візуальне мислення, а також технологічний та інформаційний дизайн, найдавніші зачатки візуалізації можна знайти в картографії та астрономії. Стародавні єгиптяни використовували координати для планування міст, а до 200 року до нашої ери використовували систему координат, подібну до широти та довготи, для позначення положення суші та зірок. У I столітті нашої ери Клавдій Птолемей розробив сферичну карту Землі, використовуючи широту та довготу, яка служила стандартом відліку до 14 століття (Friendly, 2009).

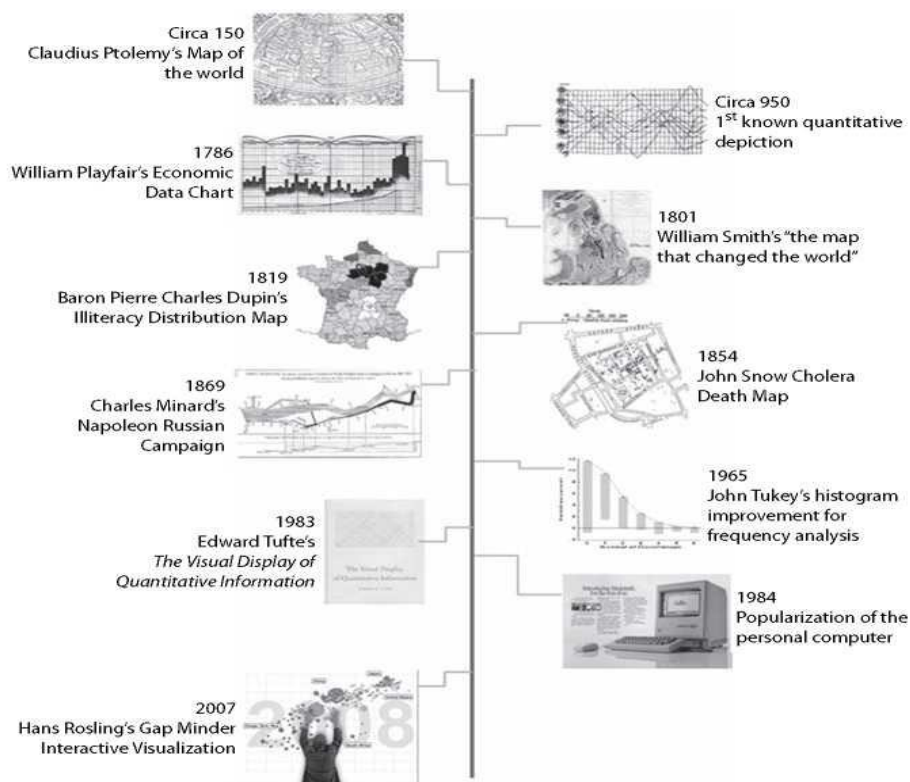


Рисунок 1.3 - Ключові історичні події у візуалізації даних

Першим відомим графічним зображенням кількісної інформації є приблизно 950 анонімних графіків з кількома часовими рядами, що показують зміну положення семи найвизначніших небесних тіл у просторі та часі [1]. Однак лише у 17 столітті французький філософ і математик Рене Декарт винайшов візуальне представлення -кількісних даних у зв'язку з двовимірними координатними шкалами. Незважаючи на ці графічні інновації, Вільяма Плейфера вважають винахідником сучасної діаграми на основі його книг «Комерційний та політичний атлас» та «Статистичний бревіарій», які відображали лінійні та стовпчасті діаграми (див. рис. 1.3) та кругові діаграми відповідно, і які мали унікальну перевагу широкого поширення завдяки винаходу Гутенбергом друкарського верстата у 1450 році. З початку до середини 1800-х років відбувся вибуховий бум нових способів відображення даних, які просували ідеї представлення даних та соціальні проблеми, які вони відображали, починаючи з геологічної карти Великої Британії геолога Вільяма Сміта. Зображення Сміта було не лише першою геологічною картою національного масштабу, а й найточнішою на свій час. Можливо, що ще важливіше, воно зображувало кожну локальну послідовність гірських шарів як підпослідовність єдиної універсальної послідовності шарів, які можна було розрізнити та простежити на великі відстані за допомогою вбудованих скам'янілих організмів. Оскільки ця візуалізація -підтримувала нову теорію еволюції та просувала ідеї щодо віку Землі, багато картографів називають її «Картою, яка змінила світ». Ця карта також продемонструвала, як візуалізацію можна використовувати для покращення розуміння та фактичного підтвердження оскаржуваних тверджень.

У 1820-х роках барон Шарль Дюпен використовував безперервні штрихування від білого до чорного, щоб показати розподіл та ступінь неписьменності у Франції. Картка під назвою «Carte de la France obscure et de la France eclairee» [3] привернула широку увагу та може являти собою перше застосування графіки в соціальній сфері. Її можна вважати дуже ранньою спробою візуального представлення потреб громади. У 1855 році доктор [5]

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

використав точкову карту для виявлення смертей від холери, скупчених навколо зараженого насоса на Брод-стріт у Лондоні (Friendly, 2009), а Флоренс Найтінгейл [7] використала кругові площинні діаграми, щоб показати, що більше

Британські солдати під час Кримської війни гинули частіше через погані гігієнічні умови в бойових шпиталях, ніж у бойових діях. Однією з найвідоміших діаграм, розроблених у цей період, була ілюстрація Чарльза Мінара 1865 року, що демонструє знищення армії Наполеона під час російської кампанії 1812 року [9].

Кінець 1800-х та початок 1900-х років відзначилися незначною кількістю графічних інновацій, частково через інтерес до кількісної оцінки та формальних моделей. Це не означає, що інтерес до візуалізації даних зменшився. Насправді, багато візуалізацій даних, розроблених раніше, були популяризовані в уряді, комерції та науці та використовувалися для кращого пояснення нових відкриттів. Публікація Вілларда Коупа Брінтона [21] «Графічне представлення» містила сотні детальних діаграм, графіків та карт і підтримувала цей постійний інтерес до візуалізації даних, частково тому, що вона також пропонувала методи покращення кожного типу представлення даних. У 1960-х роках Джон Тьюкі визнав важливість візуальних підходів до розуміння даних і розробив переважно візуальний підхід до дослідження та аналізу даних, який називається дослідницьким аналізом даних. До кінця того ж десятиліття Жак Бертен опублікував працю «Графічна півлогія»? яка являла собою першу спробу забезпечити теоретичну основу візуалізації інформації, дослідження інтерактивних візуальних представлень абстрактних даних для посилення людського пізнання. Оскільки використання комп'ютерів стало більш поширеним у бізнесі та науці в 1950-х роках, а потім персональні комп'ютери замінили мейнфрейми до середини 1980-х років, необхідність забезпечення зручності використання комп'ютера нетехнічними особами сприяла як зосередженню на графічних інтерфейсах користувача, так і здатності широкої громадськості розробляти комп'ютерну графіку. У 1984 році Apple представила Macintosh, перший популярний і доступний комп'ютер, орієнтований на графіку.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Роком раніше шанувальник візуалізації даних Едвард Тафте опублікував книгу, яка згодом стала популярною та новаторською з візуалізації даних, «Візуальне відображення кількісної інформації». Відтоді Інтернет породив більшу потребу та інтерес до високоякісного інтерфейсу людина-комп'ютер, а дизайн та дослідження веб-сайтів покращили наше розуміння того, як люди сприймають і розуміють інформацію в діаграмах і графіках. Розвиток візуалізації даних досяг точки, коли люди можуть безпосередньо взаємодіяти з візуалізацією та маніпулювати нею, як продемонстрував [23] у своєму виступі на TED, де він використовував бульбашкові діаграми для зображення тенденцій тривалості життя з плином часу та по всьому світу.

Зовсім недавно ми спостерігали зростання інструментів візуалізації даних, які надають інформацію громадськості та дозволяють їй стати споживачами даних і створювати власні аналізи. Many-eyes.com – приклад веб-сайту, який дозволяє користувачам завантажувати власні дані або створювати візуалізації доступних даних. Інтернет змусив як державні, так і приватні установи бути більш прозорими щодо своєї роботи, ділитися своїми даними та робити ці дані доступними таким чином, щоб поінформований громадянин міг їх зрозуміти. У Сполучених Штатах ми бачили, як президент Обама підняв на новий рівень такі проекти, як Data.gov ( <http://www.data.gov> ), публічне сховище федеральних даних. Громадяни можуть відвідати рейтинг округів за адресою <http://countysinrankings.org>, переможець конкурсу Sunlight Foundation з візуалізації та доступу до даних, щоб дізнатися про рівень відрахування дітей зі старших класів, нерівність доходів, насильницькі злочини та інші показники у своєму окрузі. Батьки та освітяни (і будь-хто інший) можуть скористатися Центром даних Kids Count за адресою <http://data.center.kidscount.org/> від Фонду Енні Е. Кейсі для ранжування, картографування та створення графіків тенденцій для показників добробуту дітей. Ця тенденція продовжиться, оскільки стане доступно більше інформації, а потреба в аналізі та візуалізації «великих даних» стане більш поширеною в суспільстві.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

## 1.2 Сучасне використання візуалізації даних в оцінюванні

Тема візуалізації даних викликає інтерес у галузі оцінювання щонайменше півтора десятиліття, починаючи з публікації попереднього випуску «Нових напрямків для оцінювання» під редакцією [17] під назвою «Створення ефективних графіків: рішення для різноманітних даних оцінювання», а також нещодавнього створення Тематичної групи з візуалізації та звітності даних (2010) в рамках Американської асоціації оцінювання. Враховуючи цей інтерес та постійний розвиток технології програмного забезпечення для візуалізації даних, обчислювальної потужності та ємності сховища, ми вважаємо, що візуалізація даних досягла етапу, коли для спільноти оцінювання стало критично важливим покращити те, як вона розробляє та передає інформацію. Це було підтверджено в дослідженні [19], який виявив, що багато візуалізацій, що використовуються у звітах про оцінювання, як правило, є заплутаними, що потенційно призводить до непорозумінь та помилок у рішеннях з боку оцінювача та зацікавлених сторін. Ми сподіваємося навести приклади цікавих та ефективних візуалізацій даних у цьому розділі та в усьому тому, щоб допомогти надихнути та підвищити актуальність візуалізації даних у практиці оцінювання. У нашій спробі досягти цього ми обрали кілька інноваційних візуалізацій, які можна використовувати на різних етапах процесу оцінювання. У наступних -розділах коротко ілюструється, як візуалізації використовувалися (а) для покращення нашого розуміння програми, її контексту та історії; (б) для допомоги у зборі даних; (в) для проведення аналізу різних форм даних; та (г) для комунікації з широким колом зацікавлених сторін.

На етапі розуміння оцінювач прагне отримати уявлення про програму, її історію, діяльність, зацікавлених сторін та, загалом, контекст, у якому програма діє. Коли оцінювачі починають збирати цю інформацію, вони можуть використовувати методи якісної візуалізації, такі як графічний запис, щоб отримати уявлення в інтерактивний візуальний спосіб, що заохочує обговорення між зацікавленими сторонами.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

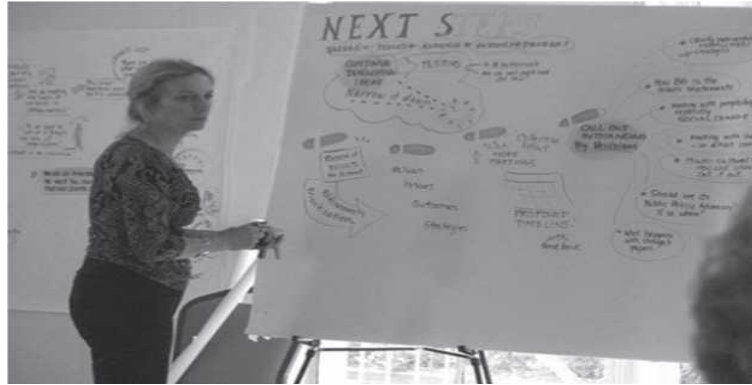


Рисунок 1.4 - Фотографія сеансу графічного запису в дії

Підхід – це фасилітована групова дискусія, яка візуально представлена в міру того, як різні теми, напрямки та ідеї виникають у групі (більш детально описано в Частині 2). Графічний запис дозволяє візуалізувати ідеї та концепції, що спонукає зацікавлених сторін до вивчення переконань щодо того, як функціонує їхня програма та де вона знаходиться в ширшому середовищі та спільноті (Рисунок 1.4). Сам процес графічного запису є таким же важливим, як і кінцевий продукт, оскільки він дозволяє оцінювачу отримати уявлення про історію та еволюцію ідей, що лежать в основі програми, групову динаміку, а також інтереси та цінності зацікавлених сторін. Графічний запис можна описати як менш жорстку форму розробки теорії програми або логічного моделювання ; однак кінцевий продукт – це те, що розповідає історію про програму, де вона була, де вона є і куди вона хоче рухатися. Інтерактивні концептуальні моделі – це ще один підхід до отримання уявлення про програму. Інтерактивні концептуальні моделі дозволяють оцінювачу створювати кілька рівнів розуміння, які починаються з найширшої перспективи та можуть закінчуватися на найдетальнішому рівні. Рисунок 1.5 – це приклад того, як можуть функціонувати ці моделі, де найширший рівень представляє загальну діяльність та результати програми простими словами. Коли користувачі натискають на результат, вони можуть переглянути додаткові деталі про його обсяг, а потім знову натискають, щоб побачити фактичні заходи та індикатори, пов’язані з певним результатом. Створення цих моделей схоже на процес розробки теорії програми [25] однак оцінювач може включити деталі про

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



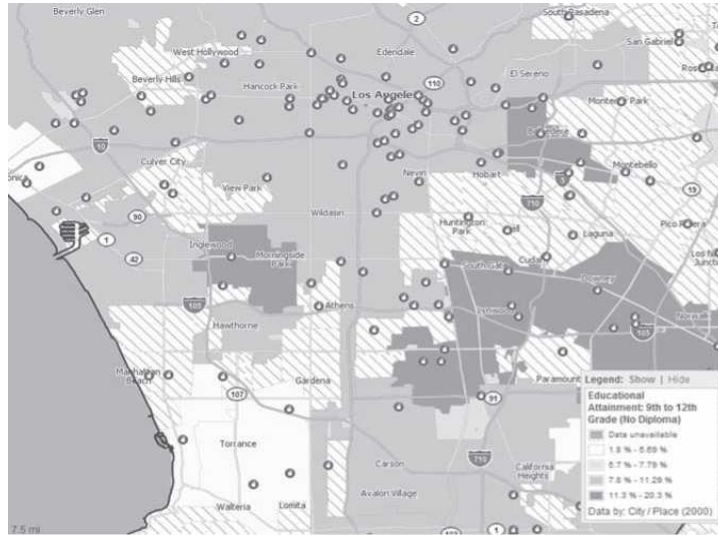


Рисунок 1.6 - Приклад використання ГІС для проведення оцінки потреб громади

Візуальний дизайн інструментів збору даних та використання методів збору, що сприяють візуалізації, допомогли покращити якість зібраної нами інформації. Наприклад, покращення графіків, такі як анотації та підказки для привернення уваги, такі як стрілки, здобули більшу довіру в оцінюванні завдяки новаторській роботі [1] у галузі дизайну опитувань [2], наприклад, виявили, що один варіант відповіді вибирався частіше не тому, що він відображав думки респондентів, а тому, що нерівномірний інтервал між варіантами відповідей виділяв його серед інших. Крім того, вони виявили, що великі текстові поля для відкритих відповідей призводили до довших відповідей і генерували більше тем під час аналізу. Таким чином, міркування графічного дизайну, такі як положення, білий простір, симетрія та акцент, впливають на збір даних опитування для оцінювачів.

Більш безпосередньо, візуалізація вплинула на збір даних за допомогою таких методів, як клейкі формати або візуальне картування [9]. У цих подібних методах респонденти використовують клейкі етикетки або липкі точки, щоб позначити свою відповідь в опитуванні, що дозволяє одночасно здійснювати збір даних та візуалізацію (Рисунок 1.7). Ці методи можна використовувати індивідуально або в групах, де переваги фокус-груп та партисипативної оцінки

можуть бути посилені завдяки візуалізації даних, яка відбувається під час збору даних. Цей метод візуалізації дає миттєві відповіді, які дають зацікавленим сторонам швидке уявлення про позицію їхньої групи з питань і можуть допомогти спрямувати фокус майбутніх зусиль зі збору даних. Це також схоже на вплив присутності графічного диктофона в кімнаті під час зустрічі, оскільки груповий збір даних з використанням візуальних методів дає респондентам простір для реакції та підтримує більш насичене обговорення.



Рисунок 1.7 - Приклад використання адгезивних форматів для збору даних

Оцінювачі часто збирають інформацію з опитувань, інтерв'ю, фокус-груп, баз даних, зображень, відео та безлічі інших джерел. Часто ця інформація зводиться до одного числового значення, такого як середній бал, або до фрагментів цитат, що використовуються для висловлення висновків щодо ефективності програми. Хоча ці підходи залишаються актуальними та важливими для нашої галузі, на етапі аналізу оцінювачу необхідно візуально отримувати доступ до деталей, поєднувати різні фрагменти інформації, виявляти цікаві відхилення та закономірності, а також досліджувати інформацію з різних точок зору або рівнів. Це покращує розуміння оцінювачем даних, включаючи їхні сильні та обмежені сторони, і дозволяє йому виявляти викиди, які можуть попереджати про невідповідності у способі введення даних або вказувати на

неочікуваний -вплив програми на певну підгрупу. Якісні підходи можна використовувати для візуалізації основних тем та фіксації конкретних ідей.

Дерева слів та фразові мережі (докладніше описані в розділі 3) надають оцінювачу можливість бачити зв'язки між ідеями та концепціями, як вони обговорюються в якісних транскриптах (рисунки 1.1 та рисунок 1.8). Рисунок 1.8, наприклад, є фразовим деревом, створеним за допомогою використання веб-сайту Many-eyes.com компанії IBM та зображує використання слова «бог» у Біблії. Коли користувачі натискають на кожне підрядне речення, вони можуть миттєво переглянути повне речення та його джерело. Цей метод може бути корисним під час аналізу стенограми інтерв'ю, оскільки оцінювач може ввести назву програми та отримати швидке уявлення про те, як ця програма була описана в стенограмах та реченнях, у яких з'являлася назва програми. Це підтримує виявлення закономірностей і має додаткову перевагу візуальної привабливості для зацікавлених сторін. Таким чином, його можна використовувати для обговорення висновків, їхнього потенційного значення та наслідків.

Багато методів та інструментів кількісного візуального аналізу мають спільну перевагу: здатність глибше занурюватися в цифри, зберігаючи при цьому доступ до повного огляду даних. Процес візуалізації дозволяє оцінювачам виявляти закономірності, які могли б залишитися непоміченими за допомогою інших традиційних методів. Багато інструментів візуалізації аналізу були розроблені для комерційного бізнес-сектору, але їхні можливості застосовні до потреб оцінювачів в аналізі даних. Наразі існують програмні пакети, такі як Tableau, Spotfire та JMP від SAS, які надають оцінювачу можливість створювати кілька інтерактивних візуалізацій, які можна використовувати для виділення певних змінних, деталізації підгруп, зміни часової шкали, вбудовування карт та багатьох інших функцій. На рисунку 1.9 наведено приклад екрана аналізу даних, створеного Tableau, з яким користувач може безпосередньо взаємодіяти, клацаючи на будь-який з фрагментів інформації, щоб фільтрувати результати, виділяти тенденції, вибирати окремі випадки та змінювати параметри. Ці

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

можливості є важливим кроком у розумінні вбудованих знань, що містяться в кількісних даних.

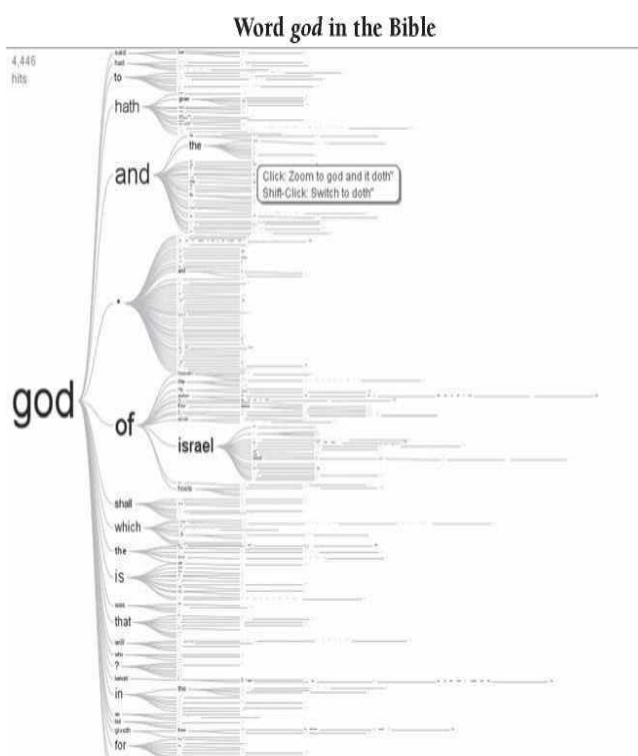


Рисунок 1.8 - Інтерактивне дерево фраз, що відображає використання

Крім того, кількісні інформаційні панелі (більш детально описані в Частині 2) можна використовувати для створення візуального представлення того, як програма працює за кількома показниками одночасно. Ці інформаційні панелі можна розглядати як спосіб відстеження ефективності програми шляхом централізації критичних показників ефективності в єдиній візуальній структурі. Інформаційні панелі можуть бути розроблені таким чином, щоб показувати, чи досягає програма своїх цільових показників якості впровадження, чи досягає результатів ефективності, чи перебуває на правильному шляху для досягнення своїх цілей. Рисунок 1.10 – це приклад операційної інформаційної панелі, яку можна використовувати для відстеження впровадження різних видів діяльності в організації. Ця інформаційна панель призначена для відображення тенденцій у часі, попереджень, якщо справи йдуть не так, як очікувалося, прогресу в досягненні цілей та безлічі іншої критичної інформації, необхідної для розуміння операційної ефективності організації.





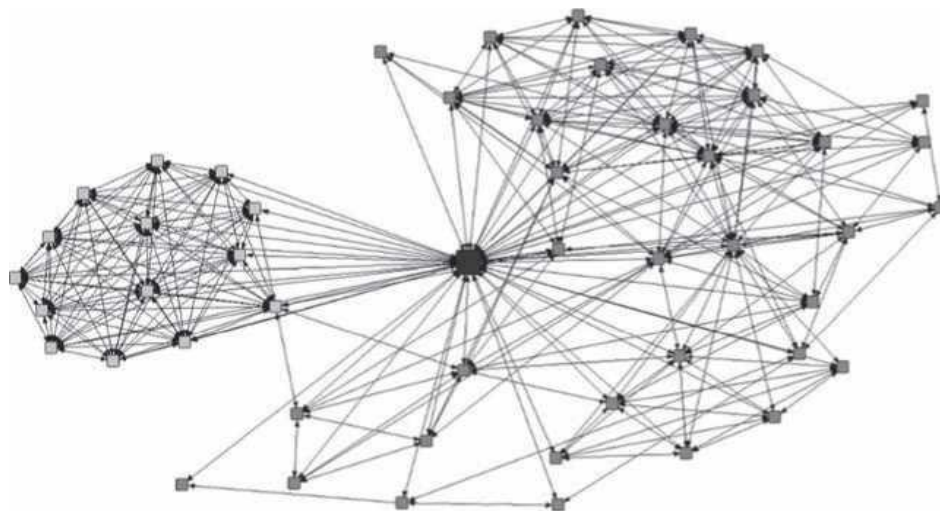


Рисунок 1.12 - Діаграма аналізу соціальних мереж, що показує соціальний охоплення однієї мережі дорадчої ради

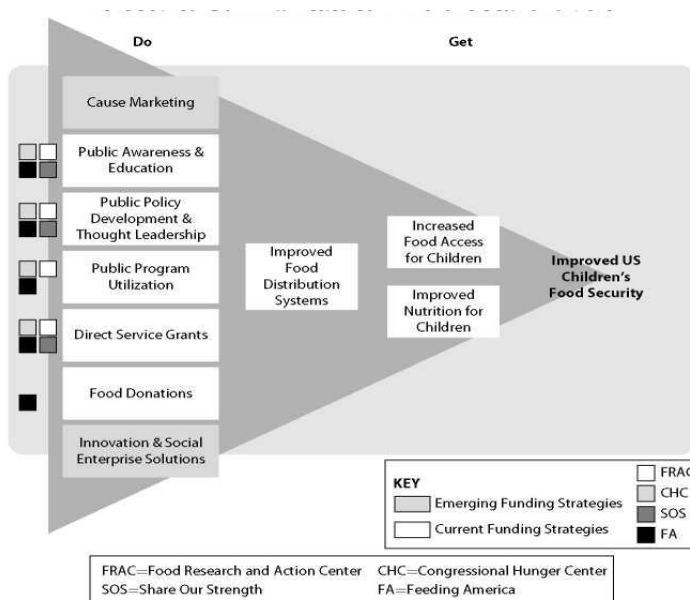
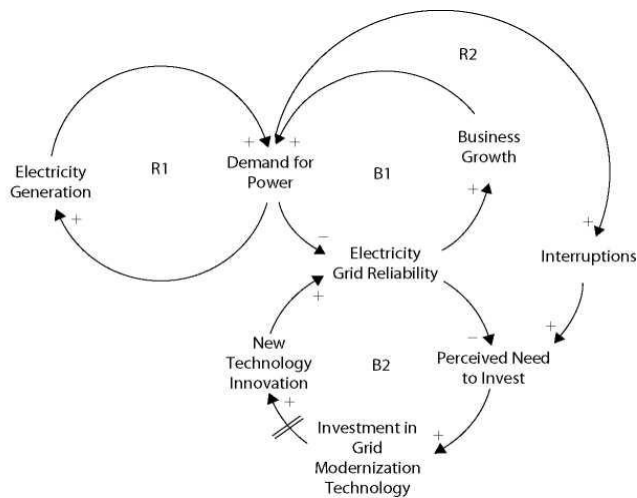


Рисунок 1.13 - Приклад ефективно розробленої логічної моделі, яка використовується для комунікації з різними зацікавленими сторонами зрозумілим чином

Добре розроблені інтерактивні візуалізації для звітності та залучення громади допомагають зацікавленим сторонам відповісти на важливі питання в контексті та надати залученим зацікавленим сторонам керівну роль у визначенні змінних та інтерпретації результатів [2]. Окрім більш традиційної звітності, де візуалізація даних розвиває наративну прозу, серед оцінювачів починають

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

з'являтися нові методи. Наприклад, системне мислення породило візуалізацію діаграм причинно-наслідкових зв'язків як спосіб зображення нюансованих взаємозв'язків у складних системах (рис. 1.14). Стрілки на рисунку 1.14 вказують на спрямованість взаємозв'язків між учасниками системи, де в цьому прикладі збільшення попиту на електроенергію спричиняє збільшення виробництва електроенергії. Плюси та мінуси сигналізують про тип взаємозв'язку між змінною в кінці стрілки та змінною в кінці стрілки.



Source: Contributed by Jeff Wasbes.

Рисунок 1.14 - Візуалізація, що зображує спрямованість відносин -між акторами в системі

Значення «плюс» біля попиту на електроенергію вказує на те, що збільшення доступності електроенергії стимулюватиме зростання попиту; або навпаки, що зменшення доступності електроенергії стимулюватиме консервативну поведінку та зменшення попиту. Інфографіка – це ще одна форма візуалізації даних, яка стає дедалі популярнішою в оцінюванні. Інфографіка, як правило, є комунікаційними інструментами, що складаються з кількох графіків, діаграм або ілюстрацій, пов'язаних з однією темою, довжиною одна сторінка (або веб-сторінка). Вони схожі на інформаційні панелі за своєю простотою та опорою на чітку візуалізацію даних для швидкого розуміння. На відміну від інформаційних панелей, інфографіка розробляється в першу чергу для



### 1.3 Майбутні тенденції та виклики

Розуміння розвитку візуалізації даних у сфері оцінювання та за її межами важливе для того, щоб отримати уявлення про її минуле та про те, куди ми можемо рухатися в майбутньому. Ми передбачаємо три майбутні тенденції та чотири тісно пов'язані виклики, які, ймовірно, формуватимуть спосіб, у який оцінювачі впроваджують та використовують практики візуалізації даних. Оскільки ці тенденції та виклики, ймовірно, об'єднуються, щоб підвищити очікування щодо того, як оцінювачі аналізують та повідомляють про дані, ми як спільнота повинні прагнути залишатися ближче до або на передовій цих змін. Розвиток візуалізації даних за останні кілька років демонструє експоненціальне зростання. Частково це пов'язано зі зростанням інтересу до даних про наше життя та культуру, збільшенням доступності онлайн-джерел даних та візуалізації, а також з посиленням інтерактивності, що виникло завдяки впровадженню таких технологій, як iPad та Windows 8. Ми вважаємо, що цей розвиток продовжиться, і тенденція буде спрямована на активну участь зацікавлених сторін у процесі візуалізації та потребу в оцінювачах для сприяння цій взаємодії. Ми передбачаємо, що зацікавлені сторони звикнуть до інтерпретації, створення та взаємодії з візуалізаціями даних. Вони можуть очікувати візуалізацій, що містять кілька точок зору щодо своїх програм, і можуть вимагати від оцінювачів створення таких продуктів як частини оцінювання. Досягнення в програмних застосунках для візуалізації стали доступними для громадського споживання та використання, часто без фінансових витрат. Наприклад, такі програми, як ManyEyes, Tableau Public та Garminder, тепер надають веб-сервіси, які дозволяють користувачам завантажувати дані для користувацьких візуалізацій, що дозволяє їм аналізувати та взаємодіяти з інформацією у власному темпі та з власним фокусом.

Ця тенденція, якщо її приймуть зацікавлені сторони, може вимагати від нас більшої прозорості щодо даних, які ми збираємо, оскільки попит на необроблені дані зростає. Це конкретне передбачення щодо прозорості вже стає

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

реальністю в державному секторі, де Сполучені Штати профінансували та створили data.gov, метою якого є створення комплексного сховища даних, до яких може отримати доступ, завантажити та проаналізувати будь-який зацікавлений громадянин, зацікавлений у питаннях, що варіюються від охорони здоров'я до екологічної політики. Організація Об'єднаних Націй також підтримала цю тенденцію, опублікувавши великі бази даних (<http://data.un.org/>), щоб допомогти розширити доступ та прозорість, зумовлені їхнім бажанням бути більш відкритими та підзвітними, а також необхідністю розібратися у великих обсягах інформації. Прозорість стала більш нагальною, оскільки фінансування скоротилося, а потреба у підзвітності зросла. Таким чином, обмін даними розглядається як один із підходів до залучення громадськості та демонстрації її роботи, яку виконують організації. Другим мотиватором цієї тенденції є необхідність зрозуміти, що говорять дані. Багато організацій збирають великі обсяги даних, не маючи можливості проаналізувати їх усі. Сподіваємося, що громадськість використовуватиме ці дані для проведення власного аналізу та отримання знань, які в іншому випадку були б втрачені, якби дані залишалися закритими. Ми вважаємо, що ця тенденція стане потужним рушієм майбутньої політики щодо даних і призведе до підвищених вимог до відкритості даних, які ми збираємо.

Інтерактивність також є частиною цієї тенденції, і ми вважаємо, що її значення зростатиме в майбутньому. Якщо візуалізації даних розроблені для привернення уваги, програмне забезпечення повинно включати методи для утримання цієї уваги. Можливість детально заглиблюватися в дані та налаштовувати звіти, здається, є наступним кроком у візуалізації даних. Наприклад, коли клієнт наводить курсор на пікову точку даних, він чи вона повинні бути за один клік від того, щоб побачити ці дані, розбиті за підгрупами. Деякі програмні програми, наприклад, Tableau, Spotfire та JMP від SAS, вже дозволяють таку візуалізацію. Однак крива навчання маніпулюванню новими програмами може бути крутою та дорогою. У боротьбі між знайомством та налаштуванням ми вважаємо, що найкориснішими відображеннями даних

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

будуть ті, що включають обидві характеристики.

Оцінювачі та кінцеві користувачі візуалізації даних також повинні пам'ятати, чого не може робити візуалізація даних. Існує кілька обмежень або застережень, які слід враховувати під час використання методів візуалізації даних. Перше обмеження відображення даних стосується питань, пов'язаних з причинно-наслідковим зв'язком. Одна з головних цілей візуалізації даних - чітко проілюструвати взаємозв'язки. Однак візуалізації можуть легко ввести читачів в оману, змусивши їх думати, що взаємозв'язки або закономірності існують, коли насправді їх немає. Якщо бачити - значить вірити, то візуалізація даних може посилити помилки, що виникають через сумнівну статистику, таку як хибні кореляції (Рисунок 1.16 ). Пов'язано з цим, другим застереженням, якого ми врахуємо під час розробки відображення даних, є надійність даних та інформації. Основою будь-якої візуалізації є дані, що використовуються для її створення. Візуалізації можуть фактично висвітлити проблему «сміття на місці» та «сміття на місці». Якщо дані містять такі проблеми, як відсутні значення, нерепрезентативні вибірки або інші проблеми, то оцінювач несе відповідальність за чітке визнання цих обмежень за допомогою виносков або інших індикаторів, щоб уникнути введення в оману зацікавлених сторін . Хоча більш довгі наративні звіти можуть легше інтегрувати застереження, пояснення рівнів достовірності та декларації рівнів значущості, такі важливі твердження про невизначеність не так легко відображаються у візуалізації даних. Як зазначав [1]. «Проблема полягає в тому, що як тільки дані представлені як візуальний об'єкт, вони набувають певної буквальної конкретної якості, яка змушує глядача думати, що вони точні» (с. 28). Третє застереження щодо візуалізації даних пов'язане з представленням нових або незнайомих візуалізацій зацікавленим сторонам. [7] стверджує, що значна частина проблем із поганою графікою пов'язана з тим, що більшість професійних художників мало знайомі або мають мало навичок роботи з кількісними даними, враховуючи, що їх основним дослідженням було образотворче мистецтво. Також може бути правдою протилежне: більшість

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

дослідників та оцінювачів мало знайомі або мають мало навичок роботи з графічним дизайном та мистецтвом. Технології зробили розробку візуальних матеріалів доступнішою для тих із нас.

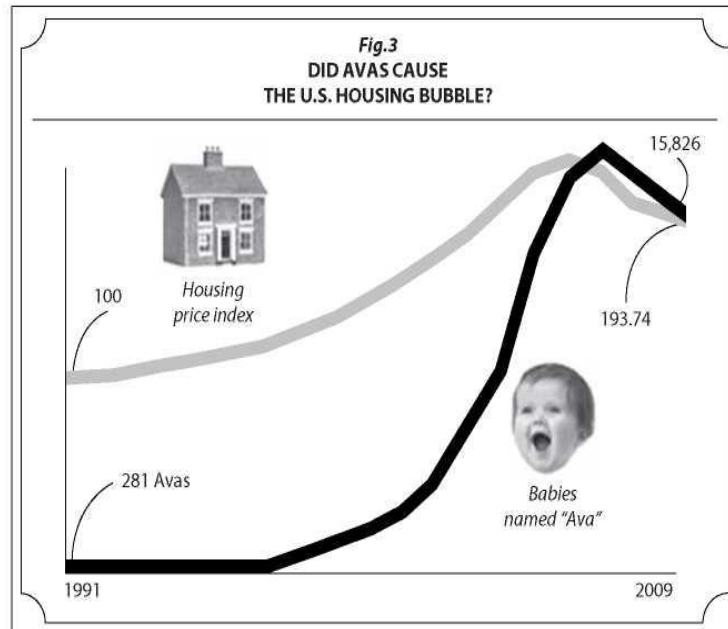


Рисунок 1.16 - Попередження про причинно-наслідковий зв'язок

Оцінювачам слід враховувати рівень розчарування аудиторії під час впровадження нових типів графічних дисплеїв та враховувати, чи може знадобитися безпосереднє навчання зацікавлених сторін інтерпретації дисплеїв для зменшення розчарування та неправильного тлумачення аудиторії. Четверте обмеження нашого поточного використання візуалізації даних полягає в розумінні зв'язку між візуалізацією та метою/питанням оцінювання. Оцінювання часто містить кілька джерел даних та аналізів; однак не кожен аналіз вимагає візуалізації. Вибираючи, які візуалізації створювати, оцінювач повинен пам'ятати про основні питання оцінювання та розробляти візуалізації, які можуть чітко підтвердити - відповідь на ці питання. Як ми обговорюємо в Частині 2, важливо виділити найважливішу інформацію під час розробки візуалізацій, щоб не приховувати найважливіші результати оцінювання.

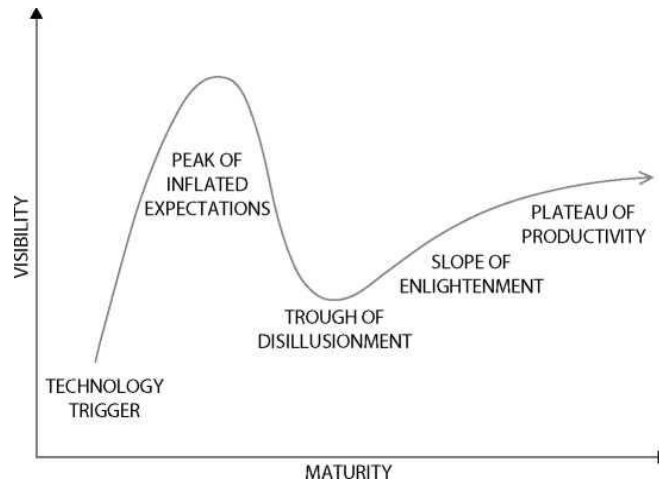


Рисунок 1.17 - Зображення циклу ажіотажу

Наша мета в цьому випуску - ознайомити спільноту оцінювачів із розробками візуалізації, які мають потенціал змінити або покращити те, як ми оцінюємо. Але, як і з будь-якою новою ідеєю чи підходом, ми, ймовірно, зіткнемося невдачі, оскільки ми адаптуємося до можливостей цих нових підходів. Цей процес навчання, боротьби та розвитку був описаний у технологічній сфері як Цикл ажіотажу [11]. П'ятифазний Цикл ажіотажу починається з технологічного тригера, коли впроваджується нова ідея чи концепція. Далі йде масове захоплення та переоцінка її актуальності та користі - пік завищених очікувань. Далі, коли ми починаємо усвідомлювати обмеження, пов'язані з технологією, ми потрапляємо в западину розчарування, після чого йде повільний, але стабільний прогрес до розуміння її фактичного потенціалу, коли ми піднімаємося схилом просвітництва. Нарешті, ми досягаємо плато продуктивності, що характеризується прийняттям та широким впровадженням технології спільнотами, яким вона служить.

Ми очікуємо, що деякі ідеї та концепції, представлені в цьому розділі та випуску, будуть рухатися за траєкторією циклу ажіотажу, починаючи зі зростання очікувань, оскільки інструменти та підходи впроваджуються в різних проектах оцінювання та за участю багатьох зацікавлених сторін в оцінюванні, які можуть бути як підходящими, так і не підходящими. З плином часу обмеження та недоліки різних візуалізацій ставатимуть більш очевидними, а підвищені

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

очікування будуть більш пом'якшеними. Зрештою, ми вважаємо, що наша спільнота просуватиметься по схилу просвітлення та рухатиметься до плато продуктивності. Протягом цих двох останніх етапів належне використання візуалізацій в оцінюванні стане більш очевидним, багато обмежень будуть визнані, а деякі можуть бути навіть вирішені. Головне - залишатися зосередженим на основних цілях створення візуалізації, які полягають у тому, щоб надати зацікавленим сторонам можливість досліджувати, розмірковувати та генерувати знання на основі даних, зібраних під час процесу оцінювання. На момент публікації цього рукопису на ринку з'являться важливі нові програмні пакети та методи візуалізації даних, а деякі з тих, що ми тут згадали, припинять свою діяльність або, що ще гірше, застаріють. Незалежно від злету чи падіння конкретних платформ та стратегій візуалізації, ми вважаємо, що візуалізація даних залишиться з нами. Вона продовжуватиме розвиватися та відіграватиме дедалі більшу вирішальну роль у процесі оцінювання.

#### 1.4 Висновок по розділу

Візуалізація даних має глибокі історичні корені та постійно розвивається разом із технологічними змінами, набуваючи все більшого значення у процесах оцінювання. Сучасні тенденції акцентують увагу на інтерактивності, доступності та аналітичній точності візуалізацій, що дозволяє користувачам не лише краще розуміти інформацію, а й ефективніше впливати на прийняття рішень. Успішна візуалізація базується на точності відображення, релевантності до аудиторії та здатності перетворювати дані на зрозумілі знання.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ІІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

## РОЗДІЛ 2 . РОЗВИТОК КІЛЬКІСНОГО ВІДОБРАЖЕННЯ ДАНИХ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ

Коли 15 років тому востаннє в одному з випусків журналу « Нові напрямки для оцінювання» (NDE) розглядалася концепція візуалізації даних, автори завершили видання кількома простими пропозиціями щодо покращення побудови графіків [22] Ці пропозиції зводилися до знання мети графіка, аудиторії, технології та засобів представлення, а також розуміння власних можливостей. З широкого погляду, мало що змінилося. Правила, що регулюють хорошу візуалізацію даних, - це ті ж самі правила, що регулюють хорошу комунікацію. Пятнадцять років тому графіки існували у паперових звітах, слайдах та діапозитивах. Інтернет, який все ще перебував у зародковій формі, ще не розвинувся у платформу для презентацій, здатну на щось більше, ніж просто розповсюдження цих статичних діаграм серед ширшої аудиторії. Простота форми статичних діаграм часто означала простоту змісту, що було чітко викладено в кількох розділах книги [26]. Наприклад, Бонне зазначає, що «те, що можна вмістити багато інформації в графік, не обов'язково робить це гарною ідеєю». ДеВо додає, що «під час зведення даних до графіків оцінювачі повинні прагнути уникати захаращеності та спокуси втиснути занадто багато інформації в обмежений простір» [19]. У своєму висновку [19] продовжують аргумент: «одна поширена помилка в графічному дизайні полягає в спробі досягти занадто багато за допомогою одного графіка шляхом вміщення занадто багато інформації, через що графік стає незрозумілим або заплутаним для аудиторії» [17]. Сьогодні Інтернет став чимось більшим, ніж просто механізмом для надсилання статичних візуальних матеріалів ширшій аудиторії. Натомість оцінювачі можуть представляти великі кількісні набори даних, не спрощуючи вміст. Використовуючи Інтернет як платформу для презентацій, оцінювачі тепер можуть скористатися новими функціями, -такими як інтерактивність, анімація та автоматизація, щоб зробити великі складні набори даних зручними та доступними для неспеціалістів. Однак, ми не повинні забувати про важливість та

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

цінність статичних зображень та їхню роль у звітності та комунікації з оцінювання.

## 2.1 Варіації традиційної діаграми

Найкращі типи діаграм для відображення кількісних даних часто є найпростішими. Стовпчасті діаграми, лінійні графіки та діаграми розсіювання такі ж ефективні сьогодні, як і 15 років тому. Багато діаграм, що зараз в моді, є лише варіантами старих усталених схем. Ці варіанти можуть бути корисними, але не є суттєвими розробками. Тож що нового? У наступному розділі описано еволюцію традиційних діаграм, яка набула популярності протягом останнього десятиліття. До них належать іскрові діаграми, теплові карти, бульбашкові діаграми, деревоподібні карти та стекові діаграми. Для кожної з цих статичних діаграм я надав короткий опис і запропонував приклад того, як її можна відобразити та описати.

### Sparkcharts

Sparkcharts, винахід [15], допомагають візуально представляти дані в невеликих просторах. Sparkcharts зараз є стандартною функцією Excel 2010, зміна, ймовірно, зумовлена популярністю доповнень Excel, таких як мікродіаграми [11]. Sparkcharts особливо корисні для відображення розподілів та побудови графіків часових рядів даних. Вони можуть поміститися в одну клітинку аркуша Excel або в рядок тексту в документі. Існує два поширених типи sparkcharts: sparkbars, які є просто невеликими стовпчастими діаграмами, та sparklines, які є просто невеликими лінійними графіками.

Іскрові смужки. Перед представленням описових даних завжди доцільно візуалізувати загальний розподіл. Цікаві закономірності не завжди помітні, якщо дивитися лише на середнє значення та стандартне відхилення. Хоча функція іскрової смужки в Excel не дозволяє смужкам торкатися, її можна використовувати як гістограму, щоб додати більше глибини до таблиці описової статистики. Рисунок 2.1 містить п'ять випадків, кожен з N 25, середнім значенням

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3,0 та діапазоном від 1 до 5. Використовуючи іскрові смужки в Excel, ми можемо побачити, що загальний розподіл, а отже, і стандартне відхилення значно різняться, що попереджає нас про потенційно цікаві закономірності в даних. Спарклайни. Лінійні графіки, що показують більше однієї лінії, можуть бути корисними для порівнянь, але іноді важливо обговорити кожну окрему лінію. Використовуючи спарклайни, оцінювачі можуть привертати увагу та обговорювати окремі випадки. Спарклайни можна вбудовувати в речення, щоб проілюструвати тенденцію та допомогти зацікавленим сторонам краще зрозуміти дані. Оцінювачі можуть використовувати цю просту візуалізацію під час створення звітів.

Стандартний Пн.	Середнє значення	Відхилення	Діапазон	Іскра
25	3.0	1.4	1-5	_____
25	3.0	2.0	1-5	■ _ ■
25	3.0	1.7	1-5	■
25	3.0	0,7	1-5	—
25	3.0	1.2	1-5	— ■■■

Рисунок 2.1 - Приклад таблиці з спаркерами, створеної за допомогою Microsoft Excel 2010

Наведений нижче приклад є простим шаблоном того, як може виглядати звіт із включенням спарклайнів, де кожен із п'яти спарклайнів представляє 15 окремих точок даних, які варіюються від 1 (низький рівень задоволеності) до 5 (високий рівень задоволеності). задоволення): Випадок номер один має найнижче середнє значення 2,1 , але Спарклайн показує багатообіцяючу тенденцію до зростання. Випадок номер два має друге найнижче середнє значення – 2,3, але демонструє набагато менш багатообіцяючу тенденцію. Випадок номер три має середнє значення 2,7 і демонструє ще одну тенденцію до зростання. Випадок номер чотири має друге найвище середнє значення. на рівні 3,1, але, здається, стабілізувався > ||ГЛ ^ Випадок номер п'ять має

найвище середнє значення на рівні 3,5, але показує, ймовірно, другу найменш перспективну тенденцію.

**Теплове картування** – це новіший підхід у візуалізації даних, де колір застосовується до різних значень для швидкого та візуального представлення категорій даних глядачеві. У цьому розділі розглядаються два приклади теплового картування.

Умовне форматування для звітності. Під час етапу написання звіту про оцінювання часто важливо зберігати певні набори змінних у певному порядку протягом усього звіту. Це особливо актуально для довгих списків штатів або округів, де сортування кожної таблиці різними способами може ускладнити пошук певних рядків з таблиці в таблицю. Недоліком підтримки узгодженості таблиць є обмеження можливостей оцінювача звертати увагу на числа, що перевищують або нижчі за певні порогові значення. Теплове картування, по суті, використовує умовне форматування, часто кольорове, щоб зосередити увагу читача на певних точках даних. Оцінювачі можуть використовувати різні «кольори», щоб виділити, чи були досягнуті вихідні показники, та різні градієнти одного кольору, щоб створити відчуття діапазону.

Округ	Смертність немовлят у 2010 році	Ставка 2010 року	Смертність немовлят у 2011 році	Ставка 2011 року
Округ 1	12	6.5	11	6.6
Округ 2	2	5.2	2	6.3
Округ 3	1	10	0	0
Округ 4	0	0	1	3.5
Округ 5	1	3.7	0	0
Округ 6	3	17.3	3	21.1
Округ 7	6	10.9	3	6.1
Округ 8	3	15.1	0	0
Округ 9	2	5.4	3	8.8
Округ 10	4	3.8	8	7.6
Округ 11	16	6.2	13	5.1
Округ 12	6	6.9	7	8.1

Рисунок 2.2 - Приклад таблиці теплової карти, створеної за допомогою Microsoft Excel 2010

Умовне форматування для очищення даних. Microsoft Excel та інші програми для роботи з електронними таблицями схожі на швейцарські ножі серед програм для роботи з даними. Електронні таблиці використовуються для введення, сортування, фільтрації, об'єднання, аналізу, візуалізації та іноді збору кількісних даних. Крім того, майже кожна програма для веб-опитування за замовчуванням експортує дані у формат, зручний для роботи з електронними таблицями. Але в електронних таблицях є ахіллесова п'ята. Чи то випадкове натискання клавіші Backspace, яке очищає клітинку, неправильне сортування чи фільтр, який не виділяє всі необхідні стовпці, чи копіювання та вставка, яка містить трохи більше даних, ніж потрібно, дані в електронних таблицях легко пошкодити. Один зі способів допомогти з очищенням даних – це використовувати умовне форматування для створення теплових карт у вашій таблиці даних. Під час перегляду великих наборів даних, а іноді навіть малих, легко пропустити погані дані. Налаштувавши умовне форматування з помітними кольорами для виявлення дублікатів ідентифікаторів або значень поза діапазоном, аналітик може краще виявити потенційні проблеми.

Ідентифікатор	K1	2-й квартал	3-й квартал	4-й квартал	K5	П6
1053	1	2	-9		1	2
1054	2	2	4	6	1	
1 055	1	1	3	1	2	5
1 055	2	1	9	1	1	6
1057	3	2	7	3	1	1
1058	3	1	Л	2	2	2
1059	4	1	4	4	1	2
1060	1	2	3	2	1	3
1061	2	1	5	3	2	4
1061	1	1	4	1	1	6
1 063	4	2	6	1	1	

Рисунок 2.3 - Приклад аркуша даних з умовним форматуванням, створеного за допомогою Microsoft Excel 2010

Умови можна встановлювати для цілих аркушів, окремих стовпців, груп комірок або навіть для однієї комірки. У прикладі на рисунку 2.3 я встановив правила умовного форматування для виділення будь-яких дублікатів ідентифікаційних номерів. Я також використав форматування для виділення порожніх комірок, комірок з від'ємними значеннями та комірок, що містять певний текст. Спеціальне форматування відобразить лише якщо умови виконано, і воно пасивно існуватиме на аркуші, доки його не очистити. Отже, якщо у наведеному вище прикладі число випадково стерти, клітинка негайно стане виділеною. Коли число вводиться у виділену клітинку, виділення зникає. Цей параметр форматування доступний в Excel (і доступний через меню «Довідка») і може служити потужним помічником під час очищення та організації даних.

### **Бульбашкова діаграма**

Діаграми розсіювання досі залишаються основним способом візуалізації під час дослідження взаємозв'язків між неперервними змінними. Одна з проблем традиційних діаграм розсіювання полягає в тому, що всі точки даних представлені так, ніби вони рівноправні. Буває багато випадків, коли це не так, наприклад, округ з населенням 800 000 осіб відображається як точка діаграми розсіювання розміром з округ з населенням 30 000 осіб.

Бульбашкові карти – це діаграми розсіювання з додатковими вимірами. Найпоширеніше їх використання – додавання ваги окремим точкам даних на основі чисельності населення. Школа з 1000 дітьми створить бульбашку, яка в 10 разів більша, ніж школа зі 100 дітьми. Щоб більші бульбашки не затьмарювали менші, їх часто розробляють з певним рівнем прозорості. Колір також можна використовувати як додаткову функцію для кодування категоріальних даних. У наведеному нижче уявному прикладі (рис. 2.4) школи в окрузі зображено з використанням середнього доходу домогосподарства на осі Y та середнього балу тесту на осі X. Затінення використовується для позначення початкових, середніх чи старших шкіл. Розмір бульбашок визначається кількістю учнів у кожній школі.

					<b>БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

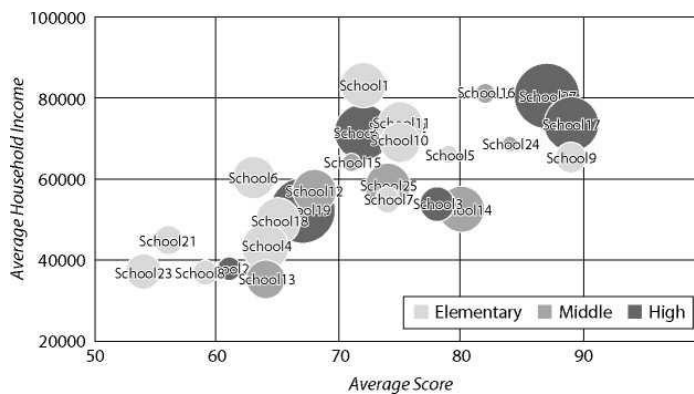


Рисунок 2.4 - Приклад бульбашкової діаграми, створеної за допомогою Google

### Карта дерев

Бувають випадки, коли оцінювачі хочуть показати розподіл бюджету або якогось іншого цілого, яке можна розділити на частини. Кругові діаграми часто використовувалися для цієї мети в минулому, але вони можуть швидко призвести до плутанини через велику кількість фрагментів. Кругові діаграми також втратили популярність, і їх використання може викликати дискусії. Щоб ознайомитися з аргументами проти кругових діаграм, прочитайте допис у блозі Гаргані (2012) «Чи слід відмовитися від кругової діаграми?».

Деревоподібні карти схожі на кругові діаграми тим, що вони показують частини цілого, але, на відміну від кругових діаграм, вони можуть включати більше окремих елементів, не захаращуючи графіку. Деревоподібні карти особливо добре підходять для представлення такої інформації, як бюджети, які часто містять більше елементів, ніж можна ефективно передати за допомогою кругової діаграми. У наступному прикладі використовується простий бюджет (Таблиця 2.1). Я створив кругову діаграму лише для того, щоб навести приклад того, як ці дані виглядають у формі кругової діаграми (Рисунок 2.5). Після кругової діаграми наведено приклад деревоподібної карти, яка використовує як колір, так і розмір для відображення розподілу коштів у бюджеті (Рисунок 2.6). Оскільки дані найчастіше представлені у прямокутному форматі (тобто папір, екрани комп'ютерів, слайди PowerPoint), візуальне представлення здатне заповнити ландшафт. Менші блоки, які зазвичай зникають на круговій діаграмі,

можна побачити відносно легко. Можливість створювати деревоподібні карти можна встановити як доповнення до Microsoft Excel, завантаживши програму Microsoft TreeMapper.

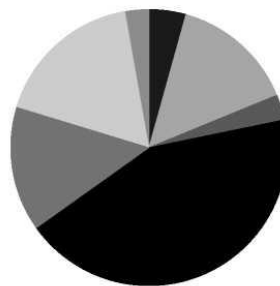
### Стекова діаграма

Ми використовуємо лінійні графіки, коли хочемо візуалізувати, як змінна змінюється з часом. Нас також може зацікавити, як розбивається змінна часового ряду. Наприклад, оцінювач може захотіти подивитися на зміна чисельності населення з часом, але також має розуміти, як це населення розподіляється за етнічною приналежністю. Він чи вона могли б візуалізувати це за допомогою одного лінійного графіка для загальної тенденції та серії кругових діаграм для кожної етнічної приналежності, але це зайняло б забагато місця, і деяка важлива контекстуальна інформація була б втрачена.

Таблиця 2.1.

#### Приклад бюджетної таблиці для карти дерева

<i>Відділ</i>	<i>Бюджет</i>
<b>Збір коштів</b>	<b>15 000</b>
<b>Маркетинг</b>	<b>50 000</b>
<b>Оцінювання</b>	<b>10 000</b>
<b>Програма</b>	<b>150 000</b>
<b>Інформаційні технології</b>	<b>50 000</b>
<b>Людські ресурси</b>	<b>60 000</b>
<b>інформаційно-просвітницька робота</b>	<b>10 000</b>



■ Fundraising	■ Information Technology
■ Marketing	■ Human Resources
■ Evaluation	■ Outreach
■ Program	

Рисунок 2.5 - Приклад кругової діаграми, створеної за допомогою Microsoft Excel 2010

Щоб вирішити цю проблему, оцінювач може використовувати стекові діаграми, також відомі як діаграми з площами, які використовуються для відображення того, як певна змінна розподіляється з часом. Замість того, щоб починати з осі X, візуальні елементи для кожного підкомпонента починаються там, де зупинився попередній компонент. По суті, підзміни накладаються одна на одну, що дозволяє побачити загальну тенденцію та зміни окремих компонентів.

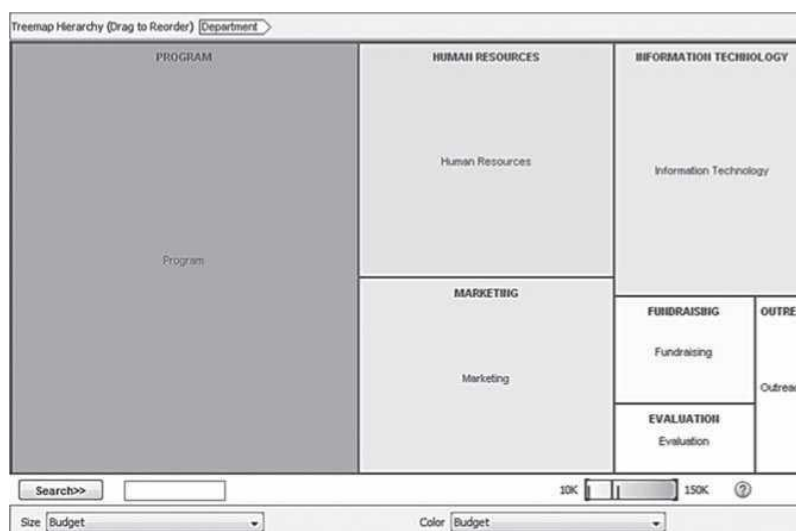


Рисунок 2.6 - Приклад деревоподібної карти, створеної за допомогою IBM

Вигаданий приклад, показаний на рисунку 2.7, зображує зростання популяції протягом кількох десятиліть. Потім змінна популяції розбивається за мовами.

## 2.2 Інтернет та нові функції відображення

Інтерактивні системи відображення даних. Щоб уникнути безладу під час створення статичних візуалізацій даних, оцінювачі зазвичай змушені обмежувати обсяг відображаних даних. Дані, які можуть мати найбільше

значення для будь-якої окремої зацікавленої сторони або читача звіту, часто є занадто детальними, щоб відобразитися в більшості звітів. Середні результати тестів по штату можуть бути дещо цікавими, але багато батьків хочуть знати, що відбувається в їхній власній школі та як це порівнюється з навколишніми школами. Рівень злочинності в місті може зростати, але що відбувається в конкретному районі, на конкретному розі вулиці? Інтерактивна візуалізація даних дозволяє оцінювачам не лише надати загальний огляд, але й також дає кінцевому користувачеві можливість масштабувати та фільтрувати області, що становлять найбільший інтерес, для детальнішого перегляду.

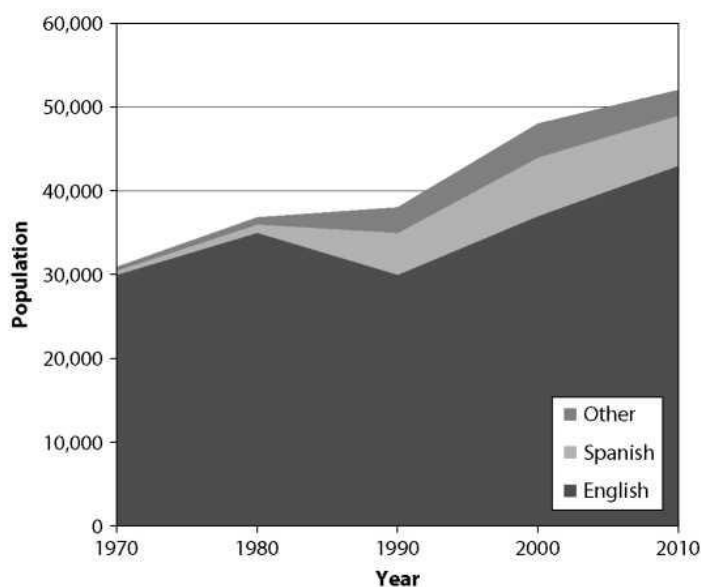


Рисунок 2.7 - Приклад графа стека, створеного за допомогою Microsoft Ексель 2010

Інтерактивну візуалізацію даних можна визначити як будь-яку візуалізацію, якою «користувач може маніпулювати безпосередньо та просто у вільному режимі, включаючи такі дії, як фільтрація даних та деталізація» [34]. Хоча аналітики вже давно мають можливість фільтрувати та маніпулювати даними, лише нещодавно ця можливість була запропонована ширшій громадськості та потенційним зацікавленим сторонам в оцінюванні. Веб-додатки, такі як Tableau, пропонують кінцевим користувачам можливість вийти

за рамки попередньо визначених діаграм та активно досліджувати набори даних. Нещодавній сплеск інтерактивності з боку аудиторії відповідає мантрі пошуку візуальної інформації [13]: «Спочатку огляд, масштабування та фільтрація, а потім деталі на вимогу» (с. 2). Наведені нижче два приклади показують, що можливо за допомогою хорошого веб-розробника. Хоча складність цих візуальних елементів може бути непідйомною для деяких оцінювачів, прогрес постійно наближає технології до реальності. Крім того, оскільки великі державні, федеральні та міжнародні установи продовжують включати корпоративну візуалізацію до своїх релізів даних, оцінювачі повинні побачити збільшення кількості даних, доступних в інтерактивному візуальному форматі, готовому до аналізу.

Виявлення злочинів в Окленді. Коли оцінювачі розробляють звіти, візуалізація даних часто відповідає на ключові питання оцінки. Хоча відповіді на ці ключові питання є важливими та необхідними, базові дані також можуть відповісти на інші конкретні питання, поставлені окремими зацікавленими сторонами. Оприлюднення повних даних набори можуть відкрити двері, але багато окремих зацікавлених сторін можуть не мати аналітичних здібностей сортувати величезні набори даних, щоб знайти відповіді.

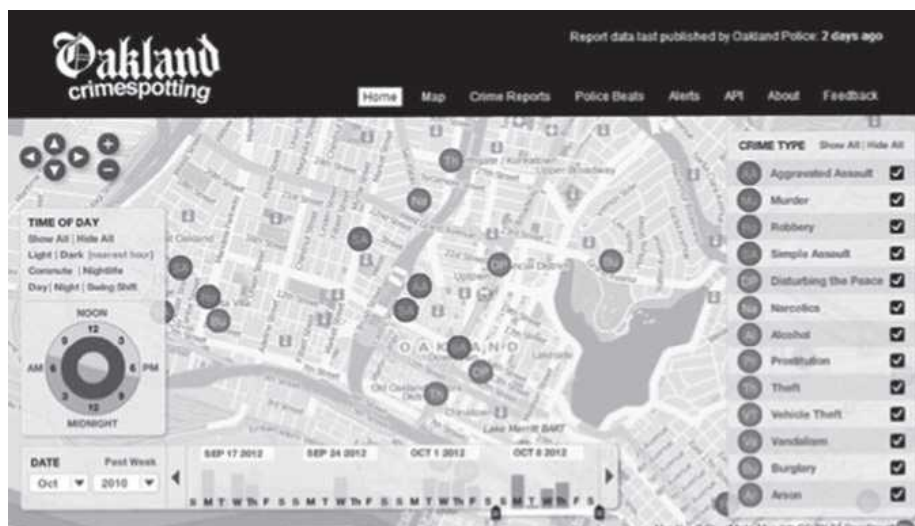


Рисунок 2.8 - Головна сторінка Oakland Crimespotting

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Щоб відкрити статистику злочинності для ширшої спільноти Окленда, компанія [20], назвавши його «інтерактивною картою злочинів в Окленді, Каліфорнія, та інструментом для розуміння злочинності в містах» (<http://www.stamen.com/projects/crimespotting>). На момент написання цієї статті в рамках цієї програми було нанесено на карту 100 000 окремих повідомлень про злочини, починаючи з січня 2008 року. Oakland Crimespotting пропонує приклад того, як можна оприлюднити більші набори даних, які залишатимуться доступними для ширших груп зацікавлених сторін. Завдяки використанню інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, що дозволяє досліджувати, мешканці можуть знайти відповіді на такі питання, як: Яка частота повідомлень про злочини в певному районі? Чи спостерігається вищий рівень злочинності в певних районах у вечірні години?

Зафіксовані злочини відображаються на карті та позначаються за типом злочину (на основі категоризації статистики злочинності Оукленду). Мітки також мають кольорове кодування: червоний відповідає насильницьким злочинам, зелений – злочинам проти власності, а синій – злочинам проти якості життя (див. кольори в онлайн-додатку до цього тому за адресою [www.ndedataviz.com](http://www.ndedataviz.com)). Карта може панорамуватися та масштабуватися, щоб відображати окремі місця. Дані можна фільтрувати за датою, часом доби та типом злочину (див. рисунок 2.8). Система оцінювання освіти нації. Кількісні дані найкраще розуміються, коли вони розглядаються в певному контексті, але контекст для керівника школи дуже відрізняється від контексту для батьків. Це створює труднощі для оцінювачів, які несуть відповідальність за представлення даних широкій аудиторії. 95% успішних результатів тестів з читання для 4-го класу звучить добре, але як це порівнюється із загальними показниками в окрузі та штаті? Як це зробити?

Порівняйте школу дитини зі школою в навколишніх районах? Як справи в цілому в районі порівняно з іншими районами?

Інтерактивна візуалізація даних пропонує оцінювачам можливість представляти дані у відповідному контексті для багатьох конкретних аудиторій.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48





занепокоєння стосується захисту конфіденційності. Коли дані представлені у статичній таблиці, легко виявити потенційно компрометуючі дані, такі як малі розміри комірок, які можна використовувати для сигналізації окремим респондентам. Інтерактивні візуалізації можуть навмисно чи ненавмисно приховувати дані, що ускладнює візуальне виявлення потенційних проблем. Один із можливих запобіжних заходів включає переформатування вихідного набору даних перед його підключенням до будь-якої візуалізації, де потенційно компрометуючі дані слід об'єднати для створення повного набору даних, прийняттого для публікації. Якщо базовий набір даних можна використовувати спільно, оцінювачу більше не потрібно турбуватися про те, що візуалізація розкриє персональні дані.

### **Анімація**

Як згадувалося, одне з занепокоєнь щодо інтерактивної візуалізації полягає в тому, що оцінювач частково втрачає контроль над представленням даних читачам, дозволяючи їм створювати власну історію. Хоча це корисно, дозволяючи читачам розміщувати дані у власному контексті, читачі також можуть пропустити цікаві історії. Завдяки використанню анімації досвідчені аналітики можуть виступати в ролі провідників, перетворюючи візуалізовані дані на ілюстрації для розповіді історій.

Gapminder. [33] на конференції TED є яскравим прикладом анімованої візуалізації даних ( <http://www.gapminder.org/videos/hans-rosling-ted-talk-2007-seemingly-impossible-is-possible/>) . У своїй доповіді Рослінг представив серію бульбашкових діаграм, що охоплюють десятиліття. Діаграми були запуснені, поки Рослінг розповідав історію, проілюстровану візуалізацією даних. Результатом є, по суті, екскурсія по тому, що спочатку було інтерактивним набором даних (рис. 2.11).

Оцінювачі, які мають історії з даних, можуть створювати власну анімовану графіку за допомогою Gapminder World. На сайті [www.gapminder.org](http://www.gapminder.org) відвідувачі можуть експериментувати з тією ж технологією, що й Ганс Рослінг. Інший варіант – використовувати просте та безкоштовне програмне

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

забезпечення для редагування відео, таке як Windows Movie Maker, для відтворення ефекту анімації. Експортуйте серію візуальних елементів у форматі зображення, а потім об'єднайте їх за допомогою програмного забезпечення. Додайте закадровий голос, і відео буде готове до завантаження на веб-сайт відеохостингу, такий як YouTube.

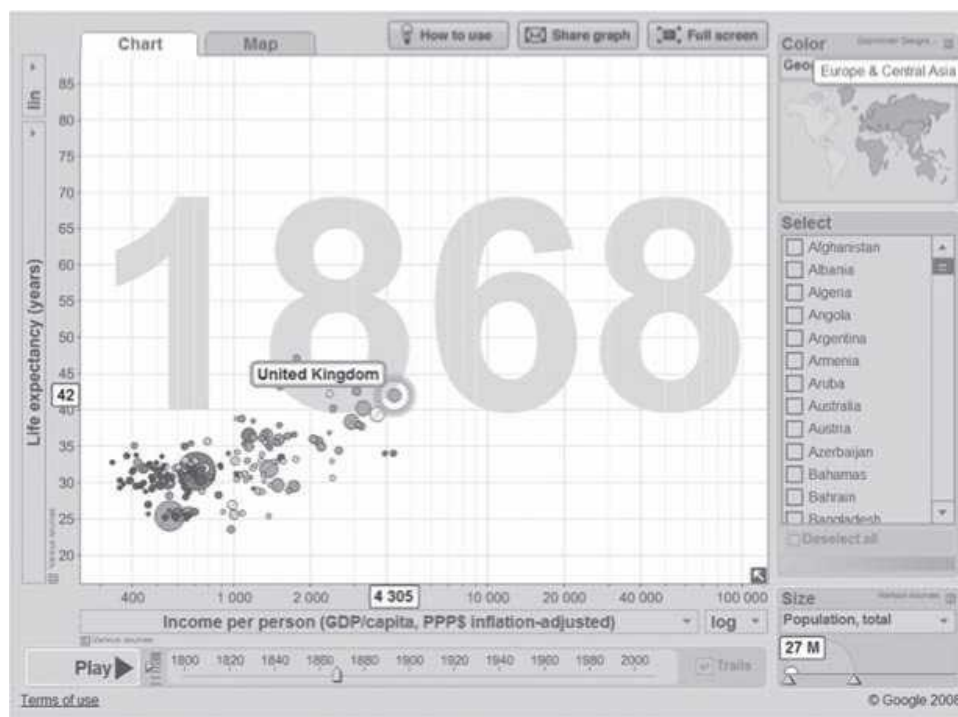


Рисунок 2.11 - Garminder World

Проблеми з анімацією. Одна з проблем, пов'язаних з анімацією, полягає в тому, що, приводячи діаграму в рух, оцінювач надає глядачеві менше можливостей зануритися в будь-яке окреме зображення. Також слід подбати про те, щоб історія відображалася послідовно. Такі інструменти, як Google Public Data Explorer, який буде розглянуто нижче, дозволяють призупиняти дані для дослідження в певні моменти часу.

### Автоматизація

Автоматизація стосується використання програмного коду для збору, публікації або оновлення даних з обмеженим втручанням людини або без нього. Завдяки всесвітнім ініціативам щодо відкритих даних спостерігається величезне

зростання доступності інтерфейсів прикладного програмування (API), які дозволяють безпосередньо підключати кілька джерел даних до програмного забезпечення, необхідного для візуалізації цієї інформації. Лише деякі з джерел з доступними API включають додатки соціальних мереж (Twitter), всесвітні організації (Світовий банк), країни (Велика Британія), штати (Орегон) та міста (Чикаго). Згідно з Programmable Web (2012), сайтом каталогізації API, існує близько 5000 API, доступних тим, хто має необхідний досвід для їх використання. Величезна кількість доступних даних стимулювала розробників програмного забезпечення та призвела до створення додатків візуалізації, оснащених попередньо встановленими підключеннями до базових джерел даних.

Простими словами, API – це механізми, які дозволяють комп'ютерам взаємодіяти один з одним та обмінюватися інформацією. У цьому розділі існування API дозволяє обмінюватися даними між сутностями, які зберігають дані, та сутностями, які візуалізують ці дані. Багато джерел даних залежать від втручання людини для завантаження; API не є само собою зрозумілими. Але коли джерела даних відкриваються для розробників таким чином, що дозволяє встановлювати зв'язки між програмним забезпеченням та базовими джерелами даних, виникають нові можливості. Значна кількість візуалізацій у соціальних мережах є побічним продуктом як цікавої тематики, так і доступності API на таких сайтах, як Facebook та Twitter.

API Twitter. Більшість оцінювачів опосередковано стикаються з API через використання сторонніх програмних застосунків. Наприклад, API Twitter використовується широким спектром застосунків. У публікації на сайті [www.aea365.org](http://www.aea365.org) Сміта (2012) обговорюється використання NodeXL, засобу створення карт соціальних мереж. У публікації була карта, що показує зв'язки між користувачами Twitter, які включили хештег #eval у свої твіти. Карта стала можливою завдяки підключенню до потокового API Twitter (рис. 2.12).

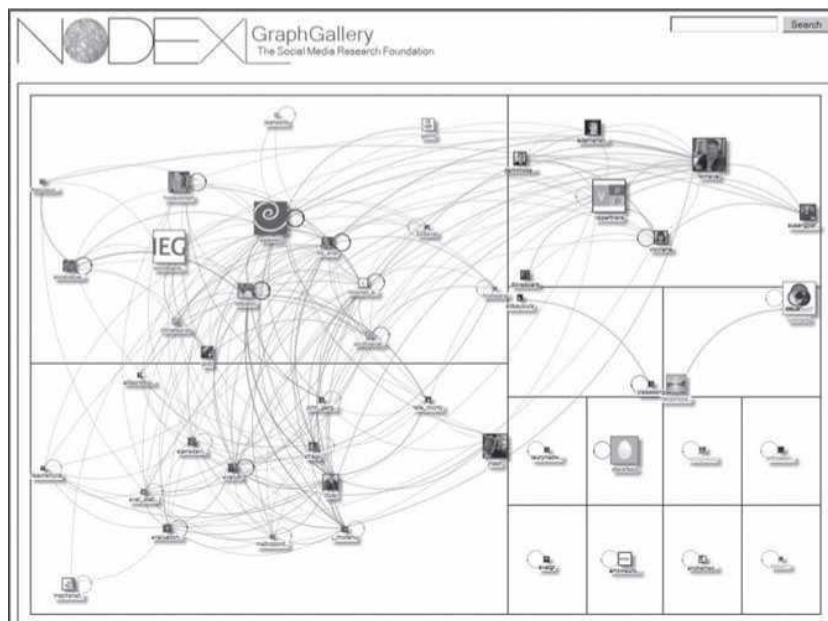


Рисунок 2.12 - Карта соціальної мережі NodeXL — хештег #eval

API Світового банку. Світовий банк зробив значну частину своїх даних доступною для розробників програмного забезпечення через відкритий API. Це створює шлях для сторонніх програм пропонувати інструменти візуалізації, альтернативні тим, що розроблені безпосередньо Світовим банком. API індикаторів надає доступ до таких баз даних: показники світового розвитку, фінансування глобального розвитку, показники розвитку Африки, Ведення бізнесу, опитування підприємств, Цілі розвитку тисячоліття, статистика освіти, гендерна статистика, статистика охорони здоров'я та харчування, а також система вимірювання результатів IDA. Крім того, доступні окремі API для отримання доступу до кліматичних даних та даних фінансів Світового банку. Одним із застосунків, що використовують дані Світового банку, є Public Data Explorer від Google. Інструмент доступний для всіх за адресою <http://www.google.com/publicdata> та не потребує розробки програмного забезпечення. Цей самий інструмент також можна використовувати для дослідження даних Бюро перепису населення США, Бюро статистики праці США, Центрів контролю та профілактики захворювань та багатьох інших.

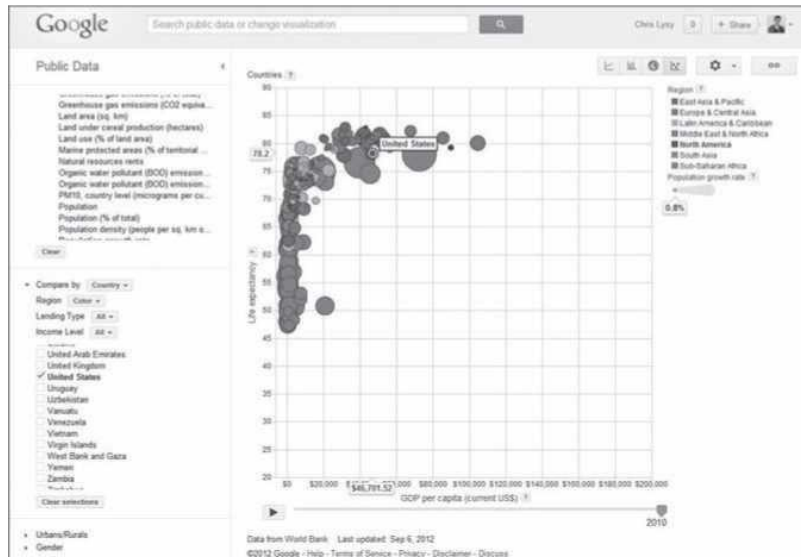


Рисунок 2.13 - Публічний оглядач даних Google

У переважній більшості випадків користувач їх не помічає. Більшості оцінювачів, ймовірно, не потрібно знати технології, що працюють за лаштунками онлайн-збору даних, але, як я згадаю нижче, обговорюючи проблеми, бувають випадки, коли розуміння технології є важливим. Вбудовування візуалізацій. За наявності, один зі способів забезпечити актуальність візуалізацій даних, опублікованих в Інтернеті, – це використовувати функцію вбудовування веб-застосунку, таку як ті, що пропонуються через Tableau public та ManyEyes. На відміну від завантаження зображення та повторної публікації кожного разу, коли вноситься оновлення, вбудовування графіки підтримуватиме активне з'єднання з оригінальним набором вихідних даних. Коли вихідні дані потрібно оновити, вбудована графіка оновлюватиметься автоматично. Це особливо корисно, якщо та сама графіка відобразатиметься в кількох місцях в Інтернеті.

Проблеми автоматизації. Одним із занепокоєнь під час роботи зі сторонніми додатками є те, що рішення щодо розробки програмного забезпечення можуть вплинути на достовірність представлених даних. Як і у випадку з іншими аналізами даних, якість вимірювання впливає на якість аналізу. Наприклад, на момент написання цієї статті Twitter пропонував два окремих API. REST API Twitter, який вимагає менше обслуговування для

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

розробника, має більше шансів пропустити твіти. Поточковий API Twitter створює стабільне з'єднання та має вищу ймовірність того, що всі або майже всі твіти будуть захоплені. Це технічно, але важливий висновок полягає в тому, що рішення, прийняті під час розробки додатку, можуть впливати на достовірність представлених даних. Коли аналіз є критичним, важливо розуміти не лише те, чи пов'язаний набір даних з базовим джерелом, але й те, як це джерело було визначено та виміряно. Друге занепокоєння полягає в тому, що API можуть дозволити розголошення великих потоків персональних даних, іноді лише за незначної згоди. Доступність таких даних не повинна диктувати етику їх використання. По всьому світу ведуться дискусії щодо того, які дані повинні бути публічними, а які – приватними. Оцінювачі повинні брати участь у цьому обговоренні.

Проблеми автоматизації. Одним із занепокоєнь під час роботи зі сторонніми додатками є те, що рішення щодо розробки програмного забезпечення можуть вплинути на достовірність представлених даних. Як і у випадку з іншими аналізами даних, якість вимірювання впливає на якість аналізу. Наприклад, на момент написання цієї статті Twitter пропонував два окремих API. REST API Twitter, який вимагає менше обслуговування для розробника, має більше шансів пропустити твіти. Поточковий API Twitter створює стабільне з'єднання та має вищу ймовірність того, що всі або майже всі твіти будуть захоплені. Це технічно, але важливий висновок полягає в тому, що рішення, прийняті під час розробки додатку, можуть впливати на достовірність представлених даних. Коли аналіз є критичним, важливо розуміти не лише те, чи пов'язаний набір даних з базовим джерелом, але й те, як це джерело було визначено та виміряно. Друге занепокоєння полягає в тому, що API можуть дозволити розголошення великих потоків персональних даних, іноді лише за незначної згоди. Доступність таких даних не повинна диктувати етику їх використання. По всьому світу ведуться дискусії щодо того, які дані повинні бути публічними, а які – приватними. Оцінювачі повинні брати участь у цьому обговоренні.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## 2.4 Висновок по розділу

Інтерактивні та автоматизовані системи візуалізації даних відкривають нові можливості для глибокого аналізу, персоналізованого представлення та доступу до великих масивів інформації. Водночас такі інструменти вимагають уважного підходу до питань достовірності, етики та конфіденційності, особливо в умовах відкритих даних та широкої доступності API. Баланс між доступністю та безпекою залишається ключовим викликом для сучасних оцінювачів.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ІІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

### РОЗДІЛ 3. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯКІСНИХ ДАНИХ В ОЦІНОЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

У цьому розділі ми розглянемо усталені методи візуалізації якісних - даних (такі як матриці та картографування) та дослідимо різноманітні нові способи, за допомогою яких оцінювачі можуть відображати свої якісні дані, такі як хмари слів, деревоподібні представлення та спектральні відображення. Протягом усього розділу ми вказуємо на сильні та слабкі сторони різних підходів для цілей оцінювання. Ми почнемо з огляду якісних даних та того, як вони традиційно відображалися. По-друге, ми представимо основу для організації та розуміння візуалізації якісних даних. По-третє, ми наведемо приклади - візуалізації якісних даних, зокрема з використанням даних оцінювання. І, нарешті, ми обговоримо проблеми та неминучі компроміси під час перетворення текстових даних у візуальні матеріали. Так само важливо, як визначити, що охоплює цей розділ, варто зазначити, що він не охоплює. Оскільки ми зосереджені саме на створенні та використанні візуальних представлень текстових даних, ми не обговорюємо сферу візуальних методів (збір або використання візуальних зображень, таких як фотографії чи твори мистецтва). Цей розділ також не має на меті надати вичерпний перелік візуалізацій якісних даних. Натомість ми зосереджуємося на візуалізаціях, які оцінювачі можуть використовувати у своїй повсякденній практиці та які вони можуть створювати самостійно, використовуючи мінімальне спеціалізоване програмне забезпечення. Звичайно, ми сподіваємося, що, висвітлюючи як логіку, так і можливості візуалізації якісних даних, оцінювачі зможуть розвивати викладені нами ідеї, розширювати способи візуалізації якісних даних і, зрештою, збільшувати діапазон і корисність доступних підходів.

Методи візуалізації, що обговорюються тут, можна використовувати на більшості етапів оцінювання, включаючи раннє планування із зацікавленими сторонами, аналіз даних та звітування. Однак, протягом усього розділу ми підкреслюємо, що деякі візуалізації краще підходять для ранніх фаз оцінювання

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

(наприклад, хмари слів та дерева слів), а інші – для пізніших фаз (наприклад, карти та матриці). Візуалізацію якісних даних також можна використовувати з різними підходами до оцінювання, такими як формувальне та підсумкове, розвивальне, використання, партисипативне та змішане методологічне оцінювання. Фактично, будь-яке оцінювання, яке включає якісний компонент, може отримати користь від додаткових перспектив та розуміння, які може надати візуальне представлення даних.

### 3.1 Традиційне відображення якісних даних

Оцінювачі регулярно збирають різноманітні якісні дані в рамках своїх оціночних досліджень, включаючи відповіді на відкриті опитування, стенограми інтерв'ю та фокус-груп, нотатки спостережень, вторинні дані від організацій (наприклад, звіти, стратегічні плани та політичні документи), фотографії, відео та, останнім часом, комунікації в соціальних мережах, такі як стрічки Twitter та електронне листування [6]. Поширеним способом представлення якісної інформації є вибір кількох ілюстративних уривків даних для висвітлення домінуючих тем чи ідей. Наприклад, у тематичному дослідженні програми, спрямованої на підвищення зацікавленості та готовності майбутніх вчителів до викладання природничих наук та математики у міських класах з високими потребами, нові стажери обговорюють своє сприйняття міських шкіл. Одна з частих тем, що виникала під час глибинних інтерв'ю, полягала в тому, що на сприйняття стажерів впливали зображення міської молоді в ЗМІ. Наприклад, білий стажер середнього класу, який допомагав у повністю чорношкірому чартерному класі 8-го класу, сказав:

Я ніколи не навчався у школі в центральній частині Балтимора, тому, можливо, я просто упереджений, можливо, я забагато разів бачив «Дріт» . ... Вчителі встановлюють дуже низьку планку, і вони її дотримуються, що, як я чув, трапляється в багатьох державних школах.

Цитати, написані власними словами учасників, як-от наведені вище,

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

можуть проілюструвати нюанси, складність та глибину переконань і дій окремих осіб. Важливо, що вони також надають можливість вшанувати та виділити думки учасників, що є важливою метою в багатьох підходах до оцінювання. Збереження суті та значення текстових даних є головною перевагою уривків інтерв'ю та звітів [10]; однак вони можуть бути менш ефективними для передачі ширших поглядів на дані та можуть розглядатися як такі, що не мають аналітичної сили чи достовірності кількісних відображень даних [12]. Крім того, численні або довгі уривки можуть бути «громіздкою формою відображення» [14]. Альтернативним способом представлення тексту є візуальне відображення. Візуальні представлення якісних даних можуть скоротити та зосередити текст, забезпечуючи структуру для виявлення закономірностей та відхилень, або запровадити нові рівні розуміння. Завдання полягає в тому, щоб додати структуру даним, не спрощуючи їх надмірно чи не перекручуючи, а також не втрачаючи тонких значень чи емоцій, що в них кореняться. Як ми покажемо, один зі способів вирішення цих проблем - розробка візуалізацій, що включають або інтегрують візуальні елементи та текст

### 3.2 Фреймворк для візуалізації якісних даних

Щоб дослідити діапазон візуалізації даних для тексту, ми створюємо структуру для розуміння та організації різних варіантів (рис. 3.1). У більшості візуальних представлень якісних даних дані розбиваються на сегменти, такі як окремі слова, речення, теми або рідше цілі наративи [17]. Ці сегменти, або те, що ми називатимемо «рівнем відображення», дозволяють підраховувати, каталогізувати або зв'язок з іншими сегментами. Важливо, що те, як сегментовано текст, впливає на візуальні елементи, які може створити оцінювач. Наприклад, коли оцінювачі зацікавлені у візуальному представленні історії досвіду учасників програми, вони повинні вирішити, чи виділяти окремі слова, речення чи загальні теми. Рівень відображення представлено на вертикальній осі структури. На горизонтальній осі ми оцінили складність візуалізації від простого

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

до складного. Ступінь складності стосується не складності того, що видно на візуалізації, а радше рівня знань чи навичок, необхідних для розробки візуалізації. Таким чином, доступні платформи для створення хмар слів, показані в лівій нижній частині рисунка 3.1, можуть створювати зображення, які здаються складними, але їх легко створити та які потребують мало аналізу для розуміння. І навпаки, візуалізації у правій верхній частині рисунка 3.1, такі як складні матриці, складніше створювати, а також вимагають складнішого аналізу даних.

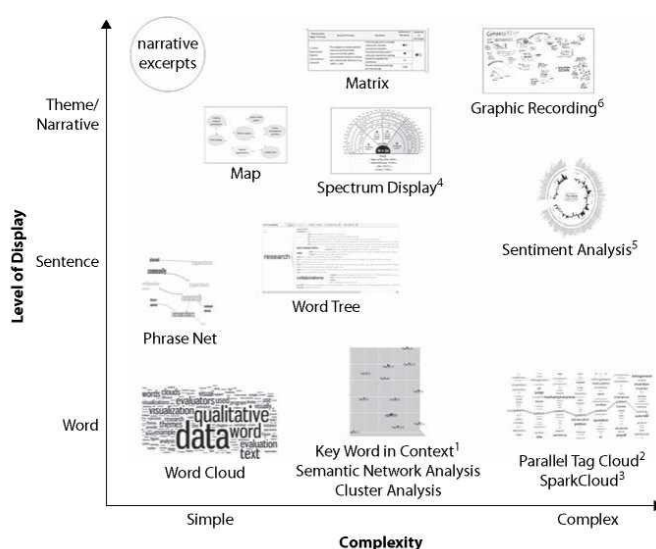


Рисунок 3.1 - Графік, що показує різноманітність якісних візуалізацій за форматом відображення та складністю

У наведених нижче прикладах ми використовуємо дані з оціночних досліджень для ілюстрації візуалізації даних на кожному рівні відображення та висвітлення того, як їх можна використовувати протягом усього процесу оцінювання.

### 3.3 Приклади візуалізації якісних даних

На найпростішому рівні текстові дані можна сегментувати на окремі слова. Дослідники в галузі гуманітарних та інших галузей можуть використовувати цей підхід для дослідження використання слів у романах,



Було висловлено значні занепокоєння щодо їх використання. Основна проблема, що виникає щодо хмар слів, полягає в тому, що вони покладаються виключно на частоту вживання слів. Вони не надають контексту для розуміння аудиторією того, як слово було використано в тексті [30] Наприклад, хмара слів не здатна розрізняти слова з позитивними чи негативними конотаціями, і вона не надає інформації про навколишні слова, що може вплинути на розуміння. Друге занепокоєння полягає в тому, що хмари слів можуть бути візуально оманливими. Довші слова займають більше місця у візуалізації, що призводить до «неналежного акценту над коротшими».

Незважаючи на занепокоєння щодо хмар слів, їхня простота створення та вражаюча візуальна складова роблять їх корисним інструментом для оцінювачів, якщо їх використовувати економно, а їхні проблеми визнавати. Їх можна використовувати на ранніх етапах планування та розробки оцінки, щоб показати зацікавленим сторонам слова, які часто використовуються в документах стратегічного планування або розвитку. Хоча вони менш корисні для складного аналізу, їх можна використовувати на ранніх етапах аналізу, щоб допомогти оцінювачам визначити описові ключові слова в стенограмах інтерв'ю та фокус-груп або порівняти кілька наборів даних або стенограм [9]. Наприклад, дві або більше хмар слів можна відображати разом, щоб порівняти використання слів у документах. Розширені візуалізації, такі як паралельні хмари тегів та хмари іскор [23], є нещодавніми розробками, які дозволяють користувачам порівнювати кілька хмар слів. Нарешті, у поєднанні з поясненнями, хмари слів можна використовувати на етапі звітності про оцінку для ілюстрації домінуючих ідей або тем для неспеціальної аудиторії.

Одним із суттєвих удосконалень, що зробить хмари слів кращими для оцінювання та пом'якшить деякі законні занепокоєння щодо їх використання, було б пов'язування окремих слів з базовим текстом (вручну -або в цифровому вигляді). Це забезпечило б відсутній контекст, на який звертали увагу критики хмар слів. Такі зв'язки також наблизили б цей тип візуалізації до традицій, цінностей та пріоритетів багатьох оцінювачів, які використовують якісні

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63



Ця візуалізація надає певний контекст для слів, що є покращенням порівняно з хмарами слів, а також дає уявлення про те, як часто використовуються певні слова. Наприклад, у дослідженні, яке вивчало взаємозв'язок між дослідницьким університетом та громадськими - організаціями, ми виявили, що розуміння та цілі дослідження різнилися. У дереві слів, створеному на основі документів дослідження (рис. 3.3), ми можемо переглянути всі речення, що містять слово « дослідження», щоб краще зрозуміти, як це слово використовувалося та які варіації його використання. Фразові мережі відрізняються від дерев слів тим, що вони виділяють зв'язки пар слів, а не цілих речень [18]. Наприклад, на рисунку 3.4, де використовується той самий текст, що й на рисунку 3.3, відображаються слова, що поєднуються в поняття дослідження в документах, причому розмір слова вказує на частоту, як у хмарі слів. Стрілки показують, що респонденти використовували як співпрацю, так і недовіру під час обговорення досліджень та дослідників, візуально підкреслюючи численні інтерпретації та значення дослідження.



Рисунок 3.4 - Фразова сітка оціночного документа, що досліджує роль досліджень у громадських організаціях

Хоча інструменти візуалізації речень надають більше контекстуальної - інформації, ніж аналіз окремих слів, ця інформація все ще обмежена. Для цілей оцінювання візуальні представлення речень мають подібне використання, як і хмари слів, і, якщо врахувати їхні обмеження, вони можуть бути корисною

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

підтримкою для розробки, аналізу та звітності щодо оцінювання. Найбільше їхнє застосування - для дослідницького аналізу даних [5]. Досліджуючи ключові слова в реченнях, оцінювачі можуть визначити, чи існують послідовні закономірності використання слів, чи слова використовуються по-різному в одному або кількох текстах.

Поширеним підходом для покращення розуміння якісних даних є визначення тем у тексті [3]. Оцінювачі та дослідники можуть групувати та пов'язувати визначені теми, щоб представити ширші ідеї та теорії щодо загальної картини історій у даних. Оскільки процес визначення тем вимагає від оцінювачів проведення аналізу, візуалізація тем є найбільш цінною на етапі аналізу та звітності про оцінювання та менш корисною для планування або збору даних. Візуалізація даних на рівні теми пропонує більше можливостей та вимірів для візуального представлення, ніж на рівні слова чи речення/фрази. Візуалізація слів чи речень обмежується частотою окремого слова або кореляцією між словами, але на тематичному рівні оцінювачі також можуть досліджувати атрибути, такі як інтенсивність або тип. Наприклад, оцінювачі можуть ранжувати теми як низькі/високі або розміщувати теми в неперевірених категоріях. Крім того, з темами виміри частоти, кореляцій або якості можна використовувати окремо або їх можна інтегрувати в одну візуалізацію.

Щоб більш конкретно продемонструвати ці ідеї, у наступних трьох - прикладах використовується один набір даних для ілюстрації різних способів візуального представлення тем. Представлені дані взяті з гіпотетичних напівструктурованих інтерв'ю стажерів-дослідників, які досягли кар'єрного успіху після участі в академічній програмі навчання. Матриця на рисунку 3.5 перелічує теми, отримані з інтерв'ю та літератури, пов'язані з успіхом стажера . Наприклад, перший рядок показує підтримку наставника за темою, тоді як другий рядок – фінансування пілотного проекту теми. Кожен стовпець представляє одного стажера: Iv1 – успішний стажер, Iv2 – другий стажер тощо. Кожна клітинка в матриці представляє присутність теми, причому темніше затінення вказує на вищу важливість. Затінення можна визначити за

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

інтенсивністю (наприклад, шляхом оцінки кількома кодувальниками ступеня присутності теми) або за частотою (наприклад, як часто тема згадувалася в кожному інтерв'ю). Цей тип матриці дозволяє оцінювачам візуально оцінити, які теми були найбільш помітними (у цьому випадку, підтримка наставників, фінансування пілотних проектів та підтримка у написанні грантів), а також основні фактори, що призвели до успіху кожного окремого стажера.

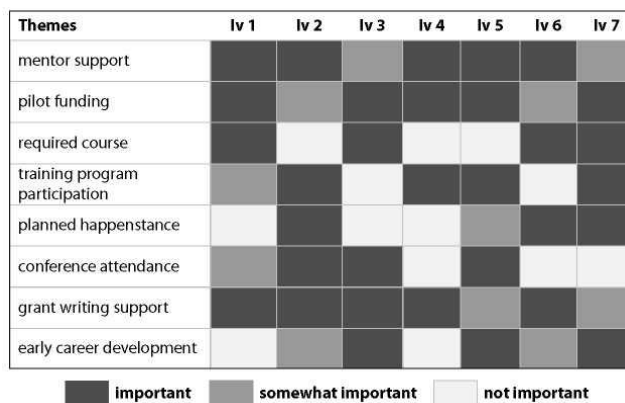


Рисунок 3.5 - Матриця, що відображає рівень важливості тем, виявлених в інтерв'ю з учасниками навчальної програми

Розвиток кар'єри був важливим для її успіху. Подібно до теплової карти кластерів [34] або етномасиву [34], перевагою цієї візуалізації є те, що вона надає огляд закономірностей в окремих випадках та дозволяє легко порівнювати їх. Цю інформацію можна використовувати для презентацій або звітів перед зовнішньою аудиторією, а також для внутрішнього вдосконалення програми. Одне з занепокоєнь, яке можуть мати багато дослідників якісного аналізу щодо візуалізації на рисунку 3.5, полягає в тому, що якісні дані були кількісно визначені. Іншими словами, матриця не надає історій чи контексту, що стоять за темами. Це обґрунтована критика. В ідеалі, під час створення матриць або інших візуалізацій оцінювачі повинні пов'язувати окремі поля з цитатами, які допомагають глядачам зрозуміти тему. Наприклад, пов'язано з раннім розвитком кар'єри стажера 3 (lv3), може бути одна або кілька ілюстративних цитат, таких як: «Мені пощастило отримати фінансування пілотного проекту, чудову

підтримку в написанні грантів та деякі можливості представити дослідження та отримати спрямований зворотний зв'язок від наставників та колег у критично важливий момент, на початку мого кар'єрного розвитку». Як і у випадку з розширеними можливостями пакетів CAQDAS щодо хмар слів, більшість пакетів якісного програмного забезпечення мають можливість створювати матрицю на основі частоти тем із посиланнями на відповідний текст у програмі.

На рисунках 3.6 та 3.7 показано два додаткові способи - картографування та хронологічну діаграму - для представлення даних академічної навчальної програми. На рисунку 3.6 основна увага приділяється зв'язку та взаємозв'язку між темами, а не між окремими стажерами, як зображено на рисунку 3.5. Ця тематична карта схожа на ментальну карту або концептуальну карту, знайому багатьом оцінювачам [23]. Стрілки вказують напрямок впливу та можуть бути різної товщини, щоб позначити ступінь зв'язку, якщо така інформація доступна. Карту можна легко створювати для аналізу даних та звітності за допомогою стандартного або спеціалізованого програмного -забезпечення. Крім того, [28] виділяють їх використання для збору даних.

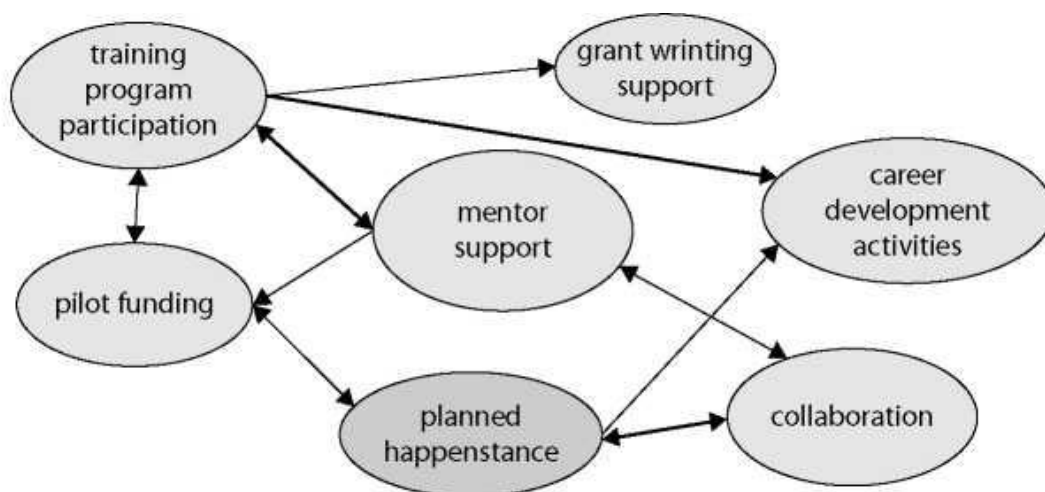


Рисунок 3.6 - Карта, що підкреслює зв'язок тем для осіб, які успішно пройшли програму академічної підготовки

На рисунку 3.7 показано хронологічну діаграму [20] яка особливо корисна для даних, що відбуваються з плином часу. У цьому прикладі візуально

представлено діяльність двох наукових стажерів у навчальній програмі та їхні основні досягнення. Затінення в кожному рядку підкреслює, коли відбувалася кожна діяльність. Верхня діаграма показує досягнення Стажера 1, який відвідував навчальну програму з 2007 по 2009 рік та другу програму з 2009 по 2012 рік. Ми можемо порівняти це зі Стажером 2, який відвідував програми з 2008 по 2009 рік та з 2010 по 2012 рік. Якщо відображається кілька хронологічних діаграм, ця візуалізація може бути особливо цінною для виявлення закономірностей та порівняння між випадками, і, як і матриця на рисунку 3.5, буде корисною для дослідницького аналізу або внутрішньої звітності перед зацікавленими сторонами з метою вдосконалення програми.

Іншим підходом до представлення якісних даних на рівні теми є відображення спектру [1]. Подібно до матриці на рисунку 3.5, спектр показує окремі випадки разом з темами або категоріями. Відображення спектру на рисунку 3.8 показує узагальнені дані, зібрані з відкритих інтерв'ю та спостережень за тим, як 34 користувачі комп'ютерів бібліотеки проводили свій час. Зовнішні мітки, від P1 до P34, – це окремі випадки, де P1 – це особа 1, а P34 – особа 34. Для кожної діяльності, такої як електронна пошта або пошук роботи, є рядок. Якщо особа брала участь у діяльності, поле містить темне коло. Спектр, на відміну від матриці, містить взаємовиключну змінну, у цьому випадку «тривалість», яка дозволяє впорядкувати випадки. Впорядкування випадків забезпечує додатковий рівень аналізу. Наприклад, з першого погляду ми можемо побачити, що приблизно половина відвідувачів бібліотеки, які користувалися комп'ютерами протягом 25 хвилин або менше, реєструвалися або оплачували рахунки. Однак лише 1 користувач, який користувався бібліотечним комп'ютером більше 25 хвилин, виконав ці завдання. Крім того, найпоширенішою метою для осіб, які користувалися комп'ютером понад 30 хвилин, була діяльність, пов'язана з роботою.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

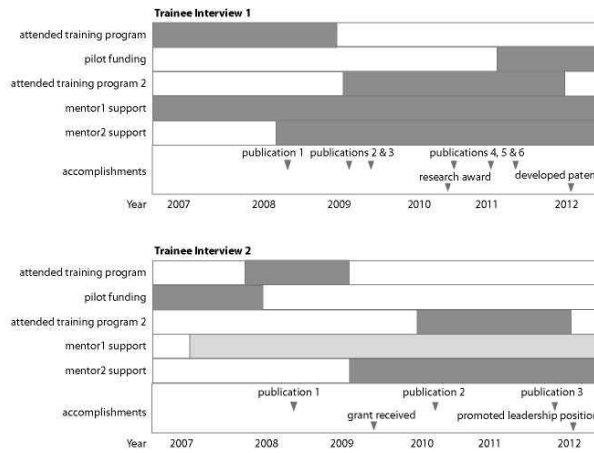


Рисунок 3.7 - Хронологічні діаграми з інтерв'ю з особами, які успішно пройшли програму академічної підготовки

якісному оцінюванні, ми поділимося тематичною концептуальною матрицею [9] та картою з тематичного дослідження другого автора щодо міського польового досвіду для майбутніх вчителів, яке було коротко описано в попередньому розділі. З використанням структури, зображеної на рисунку 3.1, ці приклади потрапили б у верхню праву частину графіка, на рівень відображення теми та ближче до кінця шкали складності. Хоча їх легко створити, матриця та карта передають кілька ідей.

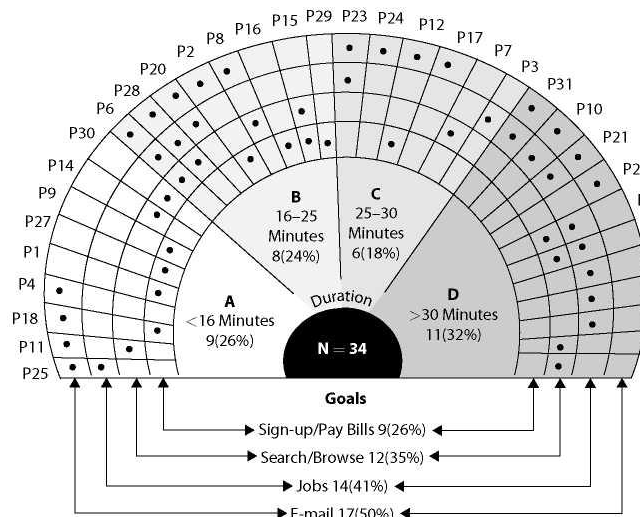


Рисунок 3.8 - Спектр відображення цілей користувачів бібліотеки  
СТОСОВНО

На рисунку 3.9 показано тематичну концептуальну матрицю одного теоретично обґрунтованого принципу «польовий досвід досліджує соціокультурне різноманіття», який був визначений за допомогою огляду літератури [11]. Рисунок складається з принципу, опису принципу та чотирьох основних елементів, що складають цей принцип. Він також містить символи, які візуально вказують на кількість доказів для кожного елемента. Сила візуалізації полягає в тому, що вона підкреслює складність результатів. Показуючи, що основний принцип був присутній, але деякі з його елементів мали протилежні докази, вона стисло зберігає суперечності, виявлені в даних. Повний набір візуальних матеріалів, що показують результати дослідження щодо дев'яти принципів, займав дві сторінки. Для порівняння, традиційне текстове обговорення відповідних даних та висновків вимагало 13 сторінок. Як обговорювалося в прикладах у цьому розділі, символи на рисунку 3.9 можна інтегрувати з допоміжним текстом.

Theoretical y-based Principle	Excerpt of Principle	Elements	Evidence of Elements	Evidence of Principles
1. Field Experiences Explore Sociocultural Diversity	<i>The program provides carefully planned and varied field experiences that explore sociocultural diversity in schools and communities (Zeichner et al., 1998, p. 168).</i>	1.1. Careful placement planning and monitoring	⊙⊙	●⊙
		1.2. Careful preparation for placement	⊙	
		1.3. Placement site focused on culturally responsive teaching	●	
		1.4. Reflection guided by culturally competent, relevant, responsive educators	●⊙	
<p>● Evident (at least one notable event/comment, all/most observations/interviews, all participants; OR more than one notable event/comment, most observations/interviews, most participants)</p> <p>⊙ Partially evident (at least one notable event/comment, all or most participants)</p> <p>⊘ Not evident/countervailing evidence (more than one notable event/comment that element is not present) (can coexist with other signals)</p>				

Note: The symbols indicate the presence of each element

Рисунок 3.9 - Матриця принципу соціокультурного різноманіття та його чотирьох елементів у дослідженні міських класів

У наведеному вище прикладі символ • у колонці «докази принципів» можна пов'язати з цитатами, що надають позитивні докази: Я завжди приходжу до [співробітників програми], щоб зареєструватися. Мені подобається



корисний як для поглиблення процесу аналізу, так і для розвитку потенціалу низки зацікавлених сторін для розуміння та використання результатів оцінювання. Більше того, такий підхід, який пов'язує загальну картину з даними, може підвищити обґрунтованість висновків та забезпечити спосіб інтеграції якісних та кількісних результатів.

Візуалізація якісних даних створює як логістичні, так і методологічні труднощі. З логістичної точки зору, багато безкоштовних інструментів візуалізації, таких як Many Eyes, не дозволяють зберігати конфіденційність та безпеку даних, що є важливим критерієм для багатьох оцінювачів та їхніх зацікавлених сторін [2]. Крім того, найпростіші та найпростіші інструменти для оцінювачів, наприклад, хмарні додатки Word, можуть бути не найінформативнішими для цілей оцінювання. Зрештою, оцінювачі можуть не мати – або не мати доступу – до знань та навичок комп'ютерного програмування, необхідних для ефективного проектування або створення більш просунутих та витончених інтерактивних візуалізацій якісних даних.

Методологічно, більшість методів візуалізації зрештою перетворюють якісні дані на кількісно вимірювані сегменти – підхід, який часто є антитезою цілей якісних методів дослідження [5]. Якщо виконати деякі візуалізації погано, вони можуть відволікати від сенсу та сили тексту, а не додавати до розуміння читача. Як зазначалося раніше, візуальне перетворення якісних даних може призвести до втрати емоційного тону, сенсу або насиченості даних. Таким чином, оцінювачі, які розглядають можливість візуального представлення своїх текстових даних, повинні ретельно подумати, чи покращує це ясність та корисність їхнього аналізу та висновків. Якщо ні, то, можливо, доцільніше покладатися на уривки тексту або довші наративи для дослідження та поширення матеріалу. Оцінювачі також повинні бути обережними щодо надмірного спрощення складних текстових даних. Цінність якісних даних часто полягає в їхній неоднозначності та тонкощах. Створення візуального представлення текстових даних може призвести до враження, що результати є чіткішими та менш заплутаними, ніж вони є насправді. Нарешті, використання незнайомих

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

підходів до візуалізації якісних даних може вимагати навчання аудиторії тому, як їх ефективно інтерпретувати. Як і в будь-якій звітності, оцінювачі повинні враховувати свою аудиторію та її комфорт щодо даних, визначаючи найкращий спосіб презентації.

Наскільки оцінювачі повинні інтегрувати візуальне представлення якісних даних з текстовими даними, є предметом обговорення. [11] надають розумні поради, застерігаючи дослідників якісних досліджень збалансувати використання наративу та візуальних елементів, і хоча вони вважають конкретні рекомендації довольними, вони пишуть: «[М]и, безумовно, були б незадоволені 95% історії та 5% концептуальності, а навпаки було б гірше» (с. 302). Ймовірно, те саме стосується оцінювачів, які візуалізують якісні дані. Візуалізація без деяких текстових даних не буде такою переконливою для зацікавлених -сторін або такою корисною для розробки аналізу, як візуальна візуалізація, яка містить деякі наративні дані для її підтвердження. Незважаючи на ці виклики та застереження, пошук інноваційних підходів до візуального представлення якісних текстів надає оцінювачам можливості взаємодіяти зі своїми даними та осмислювати їх по-іншому, а також ділитися своїми результатами таким чином, щоб це могло принести нові ідеї. У цьому розділі було висвітлено логіку, яку потрібно враховувати під час візуального представлення тексту з метою стимулювання мислення, а не призначення остаточних шляхів. Існує багато способів представлення якісних даних. Наприклад, ми не включили діаграми шляхів або мереж [18], дерева рішень [18] або більш просунуті візуалізації, такі як аналіз настроїв. Галузь візуалізації швидко розвивається, і це включає візуалізацію якісних даних. Ми закликаємо оцінювачів бути відкритими до багатьох нових можливостей, що виникають, і сподіваємося, що цей розділ слугуватиме вступом, який дозволить їм зрозуміти інновації в цій галузі та творчо подумати про те, як вони можуть візуально представити свої якісні дані.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

## ВИСНОВКИ

Дослідження, проведене в рамках цієї роботи, підкреслює важливість програмних методологій візуалізації даних як ключового інструменту для аналізу та представлення інформації в оціночних дослідженнях. Аналіз основ візуалізації даних показав, що історичні підходи, сучасні тенденції та майбутні виклики формують динамічний ландшафт, де програмні інструменти відіграють центральну роль. Історія візуалізації даних, від перших графіків до сучасних інтерактивних платформ, демонструє еволюцію методів, які адаптуються до зростаючих обсягів даних і потреб користувачів. Сучасне використання візуалізації в оцінюванні підтверджує її значення для спрощення інтерпретації складних даних, тоді як майбутні тенденції вказують на інтеграцію штучного інтелекту та хмарних технологій для створення більш адаптивних рішень.

Розгляд розвитку кількісного відображення даних виявив, що програмні методології дозволяють створювати варіації традиційних діаграм, таких як стовпчикові чи лінійні, з урахуванням сучасних вимог до інтерактивності та доступності. Інтернет відкрив нові можливості для відображення даних, включаючи динамічні дашборди та реальний час, що значно підвищує ефективність оціночних досліджень. Використання таких інструментів, як D3.js, Tableau і Python-бібліотеки, забезпечує гнучкість і масштабованість, необхідні для роботи з великими наборами даних.

Візуалізація якісних даних, досліджена в третьому розділі, підкреслила унікальні виклики, пов'язані з представленням не кількісної інформації. Традиційні методи, такі як текстові описи чи прості схеми, поступаються місцем структурованим фреймворкам, які дозволяють систематизувати якісні дані. Розробка фреймворків для візуалізації та приклади їх застосування продемонстрували, що програмні інструменти, такі як NVivo чи спеціалізовані бібліотеки Python, можуть ефективно трансформувати якісні дані в інформативні графічні представлення, сприяючи глибшому розумінню результатів оціночних досліджень.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Узагальнюючи, програмні методології візуалізації даних є незамінними для створення ефективних і доступних представлень як кількісних, так і якісних даних. Результати дослідження можуть бути використані аналітиками, розробниками та дослідниками для вдосконалення процесів оцінювання та комунікації результатів. Перспективи подальших досліджень включають інтеграцію машинного навчання для автоматичної генерації візуалізацій, розробку універсальних фреймворків для гібридних даних і вдосконалення інструментів для роботи з даними в реальному часі. Ці напрямки сприятимуть розвитку більш інноваційних і адаптивних методологій візуалізації даних у майбутньому.

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ІІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bernard, H., & Ryan, G. *Analyzing Qualitative Data: Systematic Approaches*. — Thousand Oaks, CA: Sage, 2010. — 480 с. — Режим доступу: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/analyzing-qualitative-data/book232234>
2. Bostock, M., Carter, S., & Ericson, M. *At the Democratic Convention, the Words Being Used*. — The New York Times, 2012. — 4 с. — Режим доступу: <http://www.nytimes.com/interactive/2012/09/04/us/politics/democratic-convention-words.html>
3. Bostock, M., & Ericson, M. *At the Republican Convention, the Words Being Used*. — The New York Times, 2012. — 3 с. — Режим доступу: <http://www.nytimes.com/interactive/2012/08/28/us/politics/convention-word-counts.html>
4. Clarke, A. *Situational Analysis: Grounded Theory After the Postmodern Turn*. — Thousand Oaks, CA: Sage, 2005. — 408 с. — Режим доступу: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/situational-analysis/book226865>
5. Collins, C., Viégas, F., & Wattenberg, M. *Parallel Tag Clouds to Explore and Analyze Faceted Text Corpora*. — IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology, 2009. — С. 91–98. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/VAST.2009.5333443>
6. Dean-Coffey, J. *Graphic Recording*. — New Directions for Evaluation, 2013. — Vol. 140. — С. 47–67. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1002/ev.20072>
7. Dohan, D., Abramson, C. M., & Miller, S. *Beyond Text: Using Arrays of Ethnographic Data to Identify Causes and Construct Narratives*. — American Journal of Sociology Conference on Causal Thinking and Ethnographic Research, 2012. — 12 с. — Режим доступу: <https://sites.google.com/site/ajs2012conference/2011-ieee-ss>
8. Durland, M. M., & Fredericks, K. A. *Social Network Analysis in Program Evaluation*. — New Directions for Evaluation, 2005. — Vol. 107. — С. 1–114. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1002/ev.167>

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

9. Few, S. *Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten*. — Oakland, CA: Analytics Press, 2004. — 280 с. — Режим доступа: [https://www.analyticspress.com/show\\_me\\_the\\_numbers.php](https://www.analyticspress.com/show_me_the_numbers.php)

10. Few, S. *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. — Oakland, CA: Analytics Press, 2009. — 329 с. — Режим доступа: [https://www.analyticspress.com/now\\_you\\_see\\_it.php](https://www.analyticspress.com/now_you_see_it.php)

11. Grbich, C. *Qualitative Data Analysis: An Introduction*. — Thousand Oaks, CA: Sage, 2007. — 336 с. — Режим доступа: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-data-analysis/book237416>

12. Gregory, M. L., Chinchor, N., Whitney, P., Carter, R., Hetzler, E., & Turner, A. *User-Directed Sentiment Analysis: Visualizing the Affective Content of Documents*. — Proceedings of the Workshop on Sentiment and Subjectivity in Text, 2006. — С. 23–30. — Режим доступа: <https://aclanthology.org/W06-0304>

13. Harris, J. *Word Clouds Considered Harmful*. — Nieman Journalism Lab, 2011. — 5 с. — Режим доступа: <http://www.niemanlab.org/2011/10/word-clouds-considered-harmful/>

14. Hiller, P. *Visualizing the Intersection of the Personal and the Social Context: The Use of Multi-Layered Chronological Charts in Biographical Studies*. — The Qualitative Report, 2011. — Vol. 16, No. 4. — С. 1018–1033. — Режим доступа: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR16-4/hiller.pdf>

15. Lee, B., Riche, N., Karlson, A. K., & Carpendale, S. *SparkClouds: Visualizing Trends in Tag Clouds*. — IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2010. — Vol. 16, No. 6. — С. 1182–1189. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.194>

16. Miles, M. B., & Huberman, A. M. *Qualitative Data Analysis*. — Thousand Oaks, CA: Sage, 1994. — 352 с. — Режим доступа: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-data-analysis/book239534>

17. Onwuegbuzie, A., & Dickinson, W. *Mixed Methods Analysis and Information Visualization: Graphical Display for Effective Communication of*

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ІЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

*Research Results*. — The Qualitative Report, 2008. — Vol. 13, No. 2. — С. 204–225.

— Режим доступу: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR13-2/onwuegbuzie.pdf>

18. Patton, M. Q. *Qualitative Research and Evaluation Methods*. — 3rd ed.

— Thousand Oaks, CA: Sage, 2002. — 688 с. — Режим доступу:

<https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-research-evaluation-methods/book232962>

19. Ryan, G. W., & Bernard, H. R. *Techniques to Identify Themes*. — Field

Methods, 2003. — Vol. 15, No. 1. — С. 85–109. — Режим доступу:

<https://doi.org/10.1177/1525822X02239569>

20. Segal, E. H. *Early Urban Field Experiences for Prospective Teachers: A*

*Case Study of Multicultural Field Placements Through a University-Based Preservice*

*STEM Teacher Program*. — Doctoral dissertation, ProQuest Dissertations and Theses,

2011. — 200 с. — Режим доступу: <https://www.proquest.com/docview/918605162>

21. Slone, D. J. *Visualizing Qualitative Information*. — The Qualitative

Report, 2009. — Vol. 14, No. 3. — С. 488–497. — Режим доступу:

<http://www.nova.edu/ssss/QR/QR14-3/slone.pdf>

22. Smith, J. *Applying Sentiment Analysis to the Bible*. — Open Bible, 2011.

— 6 с. — Режим доступу: [http://www.openbible.info/blog/2011/10/applying-](http://www.openbible.info/blog/2011/10/applying-sentiment-analysis-to-the-bible/)

[sentiment-analysis-to-the-bible/](http://www.openbible.info/blog/2011/10/applying-sentiment-analysis-to-the-bible/)

23. Trochim, W. M. *An Introduction to Concept Mapping for Planning and*

*Evaluation*. — Evaluation and Program Planning, 1989. — Vol. 12, No. 1. — С. 1–16.

— Режим доступу: [https://doi.org/10.1016/0149-7189\(89\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0149-7189(89)90016-5)

24. Tufte, E. R. *The Visual Display of Quantitative Information*. — Cheshire,

CT: Graphics Press, 1983. — 197 с. — Режим доступу:

[https://www.edwardtufte.com/tufte/books\\_vdqi](https://www.edwardtufte.com/tufte/books_vdqi)

25. Tufte, E. R. *Envisioning Information*. — Cheshire, CT: Graphics Press,

1990. — 126 с. — Режим доступу: [https://www.edwardtufte.com/tufte/books\\_ei](https://www.edwardtufte.com/tufte/books_ei)

26. Tufte, E. R. *Beautiful Evidence*. — Cheshire, CT: Graphics Press, 2006.

— 213 с. — Режим доступу: [https://www.edwardtufte.com/tufte/books\\_be](https://www.edwardtufte.com/tufte/books_be)

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

27. Van Ham, F., Wattenberg, M., & Viégas, F. *Mapping Text with Phrase Nets*. — IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2009. — Vol. 15, No. 6. — С. 1169–1176. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2009.165>

28. Viégas, F., & Wattenberg, M. *Tag Clouds and the Case for Vernacular Visualization*. — ACM Interactions, 2008. — Vol. 15, No. 4. — С. 49–52. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1145/1374489.1374500>

29. Wattenberg, M., & Viégas, F. *The Word Tree, an Interactive Visual Concordance*. — IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2008. — Vol. 14, No. 6. — С. 1221–1228. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2008.172>

30. Weisgerber, C., & Butler, S. *Visualizing the Future of Interaction Studies: Data Visualization Applications as a Research, Pedagogical, and Presentational Tool for Interaction Scholars*. — The Electronic Journal of Communication, 2009. — Vol. 19, No. 1/2. — 15 с. — Режим доступу: <http://www.cios.org/EJCPUBLIC/019/1/019125.HTML>

31. Wheeldon, J., & Ahlberg, M. *Visualizing Social Science Research*. — Thousand Oaks, CA: Sage, 2012. — 224 с. — Режим доступу: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/visualizing-social-science-research/book235013>

32. Wheeldon, J., & Faubert, J. *Framing Experience: Concept Maps, Mind Maps, and Data Collection in Qualitative Research*. — International Journal of Qualitative Methods, 2009. — Vol. 8, No. 3. — С. 68–83. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1177/160940690900800307>

33. Wilkinson, L., & Friendly, M. *The History of the Cluster Heat Map*. — The American Statistician, 2009. — Vol. 63, No. 2. — С. 179–184. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1198/tast.2009.0033>

34. Zeichner, K. M., Grant, C., Geneva, G., Gillette, M., Valli, L., & Villegas, A. M. *A Research Informed Vision of Good Practice in Multicultural Teacher Education: Design Principles*. — Theory Into Practice, 1998. — Vol. 37, No. 2. — С. 163–171. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/00405849809543798>

					БР.ІІІ - 19.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80