

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу

Кафедра математичних методів системного аналізу

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Оксана ТИМОЩУК

«__» _____ 2026 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Системний аналіз і управління»

спеціальності 124 «Системний аналіз»

**на тему: «Сценарний аналіз трендів та тенденцій соціальних мереж як
засобів стратегічного розвитку бізнесу»**

Виконала:

Студентка IV курсу, групи КА-22

Ключко Поліна Євгенівна

Керівник:

Доцент кафедри ММСА, д.т.н.

Савченко Ілля Олександрович

Консультант з економічного розділу:

Доцент кафедри ЕК, к.е.н.

Рощина Надія Василівна

Консультант з нормоконтролю:

Доцент кафедри ММСА, к.ф.-м.н.

Статкевич Віталій Михайлович

Рецензент:

Доцент кафедри СП, к.т.н.

Булах Богдан Вікторович

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2026 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
 Спеціальність – 124 «Системний аналіз»
 Освітня програма «Системний аналіз і управління»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 _____ Оксана ТИМОЩУК
 «___» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студентці
Клочко Поліні Євгенівні

1. Тема роботи «Сценарний аналіз трендів та тенденцій соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнесу», керівник роботи Савченко Ілля Олександрович, доктор технічних наук, затверджені наказом по університету від 27.05.2026 р. № 1944-с.
2. Термін подання студентом роботи «10» червня 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: інформаційні матеріали з відкритих джерел стосовно проблематики використання трендів та тенденцій соціальних мереж у власних цілях бізнесу та експертні оцінки, що побудовані власноруч на основі статистичних даних 2025–2026 років.
4. Зміст роботи: дослідження предметної області; модифікований метод морфологічного аналізу в задачі сценарного моделювання стратегій залучення клієнтів на основі медіа-тенденцій; результати сценарного аналізу трендів соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнесу, функціонально-вартісний аналіз програмного продукту.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): презентація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Функціонально-вартісний аналіз	Рощина Н.В., доц., к.е.н.		

7. Дата видачі завдання 27.05.2026

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР), опанування ДСТУ 3008:2015	18.02.2026-20.04.2026	виконано
2	Огляд літератури та дослідження предметної області дипломної роботи. Написання першого розділу в рамках переддипломної практики.	20.04.2026-22.04.2026	виконано
3	Розбір основних теоретичних положень для проведення двоетапного МММА та аналізу чутливості. Написання другого розділу в рамках переддипломної практики.	23.04.2026-26.04.2026	виконано
4	Пошук статистичних джерел для оцінювання вхідних даних та формування експертних оцінок.	27.04.2026-28.04.2026	виконано
5	Розробка програмного забезпечення для оптимізації розрахунків сценарного аналізу та проведення аналізу чутливості при неточних вхідних даних. Написання третього розділу в рамках переддипломної практики.	29.04.2026-13.05.2026	виконано
6	Написання четвертого розділу. Оформлення пояснювальної записки (ПЗ), перевірка правильності структури та оформлення.	14.05.2026-23.05.2026	виконано
7	Остаточне оформлення ПЗ, підготовка презентації.	24.05.2026-04.06.2026	виконано

Студентка _____

Поліна КЛОЧКО

Керівник _____

Ілля САВЧЕНКО

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 150 с., 23 табл., 55 рис., 2 дод., 26 джерел.

СЦЕНАРНИЙ АНАЛІЗ ТРЕНДІВ ТА ТЕНДЕНЦІЙ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ЯК ЗАСОБІВ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ

Об'єктом дослідження є вибір ефективних стратегій для привернення уваги до свого продукту на основі трендів і тенденцій із соціальних мереж та отримання корисних інсайтів для бізнесу й дослідників. Предметом дослідження є двоетапний модифікований метод морфологічного аналізу з неточними вхідними даними та аналіз чутливості, оцінка необхідної точності та аналіз впливу вхідних даних на результат першого етапу.

Метою дипломної роботи є демонстрація потенціалу двоетапного модифікованого методу морфологічного аналізу з неточними даними, що може бути використаний для аналізу і прогнозування пріоритетних способів використання трендів та тенденцій з соціальних мереж у власних цілях бізнесу.

У практичній частині на мові Python розроблено програму, що оптимізує розрахунки двоетапного МММА на основі експертних оцінок, які подаються у файлі Excel, та оптимізує розрахунки оцінювання чутливості результатів ранжування від зміни вхідних даних, необхідної точності вхідних даних й аналізу впливу вхідних даних на результат першого етапу. Результати дослідження подані у таблицях, рисунках та структурованій інтерпретації отриманих числових результатів у стратегічні рішення.

Подальший розвиток роботи може включати аналіз чутливості для другого етапу МММА, процедури оцінювання повноти вхідних даних та упередженості моделі, виявлення протиріч у матриці взаємозв'язків і роботу з нечіткими експертними оцінками.

ABSTRACT

Diploma work: 150 pages, 23 tables, 55 figures, 2 appendices, 26 references.

SCENARIO ANALYSIS OF TRENDS AND TENDENCIES IN SOCIAL MEDIA AS TOOLS FOR STRATEGIC BUSINESS DEVELOPMENT

The objective of this study is to identify effective strategies for drawing attention to a product based on trends and patterns from social media, and to provide useful insights for businesses and researchers. The subject of the study is a two-stage modified method of morphological analysis with imprecise input data, along with sensitivity analysis, an assessment of the required accuracy, and an analysis of the impact of input data on the result of the first stage.

The purpose of the work is to demonstrate the potential of the two-stage modified method of morphological analysis with imprecise data, which can be applied to analyse and forecast priority ways of leveraging social media trends and tendencies for business objectives.

In the practical part, a Python program was developed that automates the calculations of the two-stage MMMA based on expert assessments provided in an Excel file, as well as the calculations of sensitivity analysis of ranking results with respect to changes in input data, required input data precision, and analysis of the influence of input data on the first-stage results. The research findings are presented in tables, figures, and a structured interpretation of the obtained numerical results into strategic decisions.

Further development of the work may include sensitivity analysis for the second stage of MMMA, procedures for assessing the completeness of input data and model bias, detection of contradictions in the cross-impact matrix, and handling of fuzzy expert assessments.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1 Основні відомості предметної області.....	10
1.2 Актуальність моделювання стратегій бізнес-розвитку в умовах інформаційної невизначеності.....	13
1.3 Існуючі методи вирішення проблеми використання трендів та тенденцій з соціальних мереж у власних цілях бізнесу	14
1.4 Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2 МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ В ЗАДАЧІ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЙ ЗАЛУЧЕННЯ КЛІЄНТІВ НА ОСНОВІ МЕДІА-ТЕНДЕНЦІЙ.....	18
2.1 Теоретичний опис МММА.....	18
2.2 Аналіз чутливості в МММА	25
2.3 Постановка задачі	30
2.4 Побудова морфологічних таблиць	32
2.5 Висновки до розділу 2	35
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ СЦЕНАРНОГО АНАЛІЗУ ТРЕНДІВ ТА ТЕНДЕНЦІЙ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ЯК ЗАСОБІВ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ.....	36
3.1 Оцінювання вхідних даних	36
3.2 Результати модифікованого методу морфологічного аналізу.....	47
3.3 Оцінювання чутливості для поставленої задачі	57
3.4 Оцінювання необхідної точності вхідних даних	71

	7
3.5 Аналіз впливу вхідних даних на результат	74
3.6 Результати моделювання	82
3.7 Висновки до розділу 3	84
РОЗДІЛ 4 ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ	86
4.1 Постановка задачі проектування.....	87
4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту.....	87
4.3 Обґрунтування системи параметрів програмного продукту	92
4.4 Аналіз експертного оцінювання параметрів	96
4.5 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій.....	100
4.6 Економічний аналіз варіантів розробки ПП.....	102
4.7 Вибір кращого варіанту ПП техніко-економічного рівня	108
4.8 Висновки до розділу 4	109
ВИСНОВКИ.....	111
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	112
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ КОДУ	116
ДОДАТОК Б ПРЕЗЕНТАЦІЯ	138

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

МММА – модифікований метод морфологічного аналізу;

МТ – морфологічна таблиця;

МВЗАП – матриця взаємозв’язків альтернатив параметрів;

МЗАП – матриця зв’язків альтернатив параметрів;

ОПР – особа, що приймає рішення;

ПП – програмний продукт.

ВСТУП

У сьогоднішньому світі інформація перетворилася з інструменту пізнання на головну умову існування людини: вона формує наш світогляд, диктує вибір і визначає вектор розвитку всього суспільства. Соціальні мережі, якими користується багатомільярдна аудиторія, трансформувалися у місце, де зосереджені різноманітні бажання, смаки, думки, а також формуються нові прояви поведінки. Саме тому здатність інтерпретувати цифрову активність стає критично важливою для ефективного функціонування будь-якої бізнес-моделі. Адже з усього вихору інформації утворюються тренди та тенденції, які при правильному підході можна використати для знаходження шляху до гаманця кожного клієнта.

Чим більша компанія, чим ширші масштаби її діяльності, тим більша необхідність знання ринкової ситуації, тенденції її розвитку, складної системи взаємозв'язків і взаємин, що складаються на ринку. Звичайно, малий бізнес теж відчуває необхідність в інформації, яка знайомила б зі станом ринку і попереджала про зміни в ринковій кон'юнктурі. Саме аналіз трендів та тенденцій в соціальних мережах дає можливість зазирнути в майбутнє і передбачити, який саме підхід буде виграшним при ймовірних ситуаціях.

Метою цієї роботи є демонстрація потенціалу двоетапного модифікованого методу морфологічного аналізу з неточними даними, що може бути використаний для аналізу і прогнозування пріоритетних стратегій залучення клієнтів за допомогою використання трендів та тенденцій з соціальних мереж.

Таким чином, сценарний аналіз має на меті посилення далекозорості бізнесу через глибоку інтерпретацію ринкових сигналів. Запропонований у роботі підхід до аналізу тенденцій у соціальних мережах покликаний трансформувати складні взаємозв'язки сучасного ринку у зрозумілу траєкторію успішного розвитку.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Основні відомості предметної області

Межа між поняттями "тренд" і "тенденція" часто є суб'єктивною та базується на рівні інтуїції. Тренди зазвичай ідентифікують як динамічні, стрімкі, короткострокові та виразні сигнали змін, тоді як тенденції характеризуються фундаментальністю, розміреністю та тривалістю у часі. Між цими категоріями існує діалектичний зв'язок: тенденція може створювати передумови для виникнення серії трендів, водночас поява стійкого тренду часто є раннім індикатором формування нової глобальної тенденції. Етимологія цих термінів підкреслює їхню природу: поняття «тренд» походить від середньовічного *trendan* («обертатися»), що вказує на циклічність, тоді як «тенденція» від латинського *tendentia* несе зміст спрямованості («витягуватися вперед»).

У межах глобального інформаційного простору тренд інтерпретується як динаміка зростання інтенсивності пошукових запитів за певними дескрипторами протягом визначеного часу. Це дозволяє розглядати тренд як кількісний індикатор суспільного інтересу до конкретних подій чи явищ. Ключовим інструментом для ідентифікації таких процесів є сервіс Google Trends, який аналізує масив даних за різними параметрами. Проте, окрім кількісного вимірювання популярності запитів, не менш важливим є якісний аналіз змісту цих змін. Яскравим прикладом такого підходу є щорічні звіти всесвітньо відомого бюро Trendwatching. Фокусування дослідників саме на трендах, а не на усталених тенденціях, демонструє сучасний баланс між тактичними та стратегічними кроками бізнесу.

Згідно з методологією фахівців Trendwatching, споживчий тренд інтерпретується як новий прояв фундаментальних людських потреб, бажань чи очікувань у конкретних поведінкових моделях. Таке визначення базується

на протиставленні динамічних зовнішніх чинників (технологічних, соціальних, економічних) та відносно незмінної людської природи. Відтак, тренд виникає в точці перетину, де зовнішня трансформація відкриває новий спосіб задоволення стійких і базових прагнень особистості [2].

У межах системного підходу та згідно з класичною теорією Ч. Доу, ключовою характеристикою для трендів є час. Тренди класифікуються за ієрархією **тривалості**:

- 1) головний (довгостроковий) – триває від одного до трьох років і фактично формує ядро ринкової тенденції;
- 2) вторинний (середньостроковий) – охоплює період від трьох тижнів до трьох місяців;
- 3) мінімальний (короткостроковий) – триває менше трьох тижнів.

Розуміння часових рамок дозволяє перейти до аналізу внутрішньої суті явища, а саме – **мети тренду**. Вона визначається як домінантна функціональна спрямованість інформаційного потоку, яка визначає характер його впливу на аудиторію та очікуваний результат взаємодії.

Згідно з концепцією функцій масової комунікації, описаною в працях Г. Лассуелла та Ч. Райта (зокрема у фундаментальному дослідженні соціальної ролі медіа), виділяють п'ять ключових функцій, які медіа виконує для користувача: спостереження (surveillance), кореляція (correlation), трансмісія (transmission), розвага (entertainment) та мобілізація (mobilization) [3].

Спираючись на цю класичну модель, в цій дипломній роботі пропонується аналогічний підхід до класифікації мети тренду, оскільки сучасні мережеві тренди є формою медіа-повідомлень. Відповідно, спрямування тренду розподілене на наступні категорії:

- 1) розважальна – задоволення потреби в емоційному розвантаженні та ескапізмі;
- 2) соціальна – спонукання до колективної дії, вираження протесту або підтримки соціальних рухів;

- 3) комерційна – спрямованість на отримання економічної вигоди та трансформацію уваги в транзакцію;
- 4) освітньо-трансмісійна – передача знань, культурних кодів та соціалізація користувача через контент;
- 5) інформаційна – оперативне спостереження за подіями та розповсюдження актуальних новин;
- 6) змішана – конвергенція декількох цілей в одному інформаційному потоці.

Реалізація цих цілей безпосередньо залежить від того, де і ким був ініційований процес. Тому важливим параметром є **першоджерело тренду** – це суб'єкт, об'єкт або подія, що виступає початковим імпульсом для виникнення інформаційного потоку в медіапросторі. Це точка генерації ідеї, формату або сенсу, яка за наявності сприятливого мережевого середовища та підтримки «критичної маси» користувачів трансформується у стійкий тренд.

В сучасному світі середовищем поширення трендів та тенденцій є платформи соціальних мереж. **Платформи соціальних мереж** – це веб-сайти, додатки та інші платформи, які дають користувачам змогу ділитися інформацією та думками з віртуальними спільнотами за допомогою текстів, фотографій, відео та інших матеріалів.

Формати контенту – це різні типи медіа, що використовуються для створення та поширення контенту на платформах соціальних мереж. Основні формати, що задають тренди/тенденції: текстові дописи, зображення (фотографії, інфографіка або меми), відео (горизонтальні відео-інструкції, реклама, «закулісні» кадри або інтерв'ю), короткі відео (Instagram Reels, TikTok, YouTube Shorts, Stories, динамічний вертикальний контент), допис у форматі «карусель» (серія до 10 зображень або відео в одному пості), прямі трансляції (інтерактивні відео сесії, що безпосередньо зв'язуються з аудиторією).

Ефективність поширення контенту у цих форматах визначається його відповідністю запитам конкретної цільової аудиторії. **Цільова аудиторія** – група людей, на яких розраховано певний товар, продукт, художній твір,

послугу тощо. Цільова аудиторія може визначатися як до пропозиції товару чи ідеї, так постфактум за вивченням поточної ситуації.

В даній роботі цільова аудиторія поділена за віком і має такий діапазон поколінь: покоління Z (1995–2012, 14–31 років), покоління Міленіумів (1980–1994, 32–46 років), покоління X (1965–1979, 47–61 рік), покоління Бебі-бумерів (1946–1964, 62–80 років).

Взаємодія з цими групами, особливо в розрізі бізнесу, часто має на меті **комерціалізацію** – перетворення уваги та інтересу аудиторії у предмет купівлі-продажу або джерело прибутку. Для досягнення цієї мети застосовується **стратегія залучення**. Це комплексний процес ініціації попиту та побудови довготривалої взаємодії з цільовим сегментом. Успішне функціонування цієї системи залежить від здатності бізнесу не тільки залучати нових користувачів, а й ефективно реагувати на ринкові виклики задля привернення уваги до себе. Основні стратегії: персоналізовані оголошення, розсилки в месенджерах, перепости, відеореклама, випуск трендових товарів, заяви/подкасти/виступи на гарячі теми, взаємодія з лідерами думок/засновниками тренду/тенденції, челенджі, інтерактивні заходи.

1.2 Актуальність моделювання стратегій бізнес-розвитку в умовах інформаційної невизначеності

Десятиліттями прогнозування попиту базувалося на зрозумілих алгоритмах. Аналітики спиралися на чіткі індикатори: історію покупок, динаміку пошукових запитів та сезонні цикли. Ці сигнали були повторюваними, а моделі, побудовані на історичних даних, давали бізнесу високу точність планування. Проте сьогодні ця епоха стабільності завершується.

Сучасні соціальні медіа фундаментально змінюють шляхи пошуку товарів та принципи формування споживчих вподобань. Згідно зі звітом Gartner, до 2029 року одним із головних чинників трансформації бізнесу стане саме зміна взаємодії користувачів із цифровим контентом. Вона буде пов'язана з тим, як люди знаходять інформацію в Інтернеті та взаємодіють з нею. Ця зміна переносить нас зі світу, де все базується на пошукових намірах, у світ, де домінує передбачуване виявлення контенту [4]. У контексті прогнозування попиту це означає зміну парадигми: важливо не лише знати, що клієнт придбав у минулому, а й розуміти, як соціальні мережі та системи рекомендацій формують те, що вони зроблять далі.

Втім, інформаційна невизначеність вимагає критичного підходу. Не кожен тренд трансформується у стійкий попит; багато сплесків популярності є короткочасними або штучно створеними. Компаніям необхідно впроваджувати декомпозицію трендів на ключові параметри, що дозволяє відфільтрувати стратегічно несумісні сценарії та зосередитися лише на найбільш стійкій траєкторії розвитку, уникаючи надмірної реакції на тимчасові явища. Ігнорування впливу соціальних мереж стає недопустимим ризиком, адже платформи, які сьогодні володіють увагою аудиторії, також формують моделі споживання завтрашнього дня.

1.3 Існуючі методи вирішення проблеми використання трендів та тенденцій з соціальних мереж у власних цілях бізнесу

Для ефективного використання будь-яких стратегій бізнесу необхідно застосовувати такі підходи, що дозволяють не лише фіксувати поточні зміни в соціальних мережах, а й прогнозувати їхній розвиток.

Одним з підходів у роботі з трендами є створення системи соціального аудіювання (Social Listening). Вона базується на трьох часових векторах.

1. Моніторинг фокусується на реагуванні в режимі реального часу. Його суть полягає у налаштуванні сповіщень за ключовими словами та хеш тегами. Це дозволяє бізнесу миттєво управляти кризовими ситуаціями або вчасно «підхоплювати» вірусні інфоприводи.
2. Відстеження використовує історичний аналіз для порівняльного аналізу. Суть методу у кількісному аналізі згадок та залученості, що дозволяє зрозуміти, як подібні тренди відпрацьовували раніше.
3. Прогнозування спрямоване на проактивне стратегічне планування. Воно регресійно моделює траєкторію тренду, що дозволяє визначити оптимальні точки входу для взаємодії з аудиторією та максимізувати ефективність використання ресурсів компанії.

Корисним методом є кросплатформний аналіз. Оскільки тренди в різних соціальних мережах мають різну природу та аудиторію, перевірка сигналу на різних майданчиках допомагає відрізнити локальний «шум» від масштабного культурного моменту. Технічно такий аналіз реалізується через використання спеціалізованих сервісів інтелектуального моніторингу (наприклад, Talkwalker, Brandwatch, Google Trends) або шляхом прямого збору даних за допомогою API та парсингу. Це дає змогу виявити закономірності міграції тренду та оцінити його життєздатність для бізнес-стратегії.

Більш глибокий аналіз передбачає використання математичних моделей, що описують динаміку «інфікування» аудиторії ідеєю чи трендом. Класичні епідеміологічні моделі (SIR, SEIR, SIS) розглядають поширення тренду за аналогією з вірусною інфекцією. Користувачі переходять зі стану «сприйнятливих» (S) до «інфікованих» (I), а потім «одужують» (R), втрачаючи інтерес. Модифікація SSEIR враховує складну структуру соціальних мереж як гіперграфів, irSIR є адаптацією, що краще описує механіку взаємодії на таких платформах, як Facebook; SCIR та SAIR додають у рівняння фактори підозри, реакцію медіа та рівень медіа-обізнаності користувачів, а SEIZ додає фактор скептицизму, що є критичним для аналізу

фейкових трендів або чуток. GAN-SEIR поєднує генеративні змагальні мережі з епідеміологією для симуляції тисяч варіантів розвитку подій [5].

Статистичні та стохастичні моделі використовують логнормальний розподіл для опису згасання популярності контенту. Вони дозволяють зрозуміти «життєвий цикл» контенту та математично обґрунтувати момент виходу з тренду.

Автоматичний сентимент-аналіз використовує обробку природної мови для автоматичного визначення емоційного забарвлення тренду. Це дозволяє бізнесу швидко зрозуміти не лише кількість згадок, а й їхню якість (позитив/негатив).

Класичний метод Монте-Карло підходить для швидкої оцінки імовірних лайків та коментарів. Метод Метрополіса-Гастінгса (МН) є точнішим для моделювання складних ланцюгів поведінки споживачів. Метод Квазі-Монте-Карло (QMC) з використанням послідовностей Соболя дозволяє ефективно охопити широкий простір параметрів стратегічного розвитку при менших обчислювальних витратах. Марковські ланцюги (MCMC) застосовуються для моделювання складних взаємодій користувачів і прогнозування поширення інформації [6].

Окремо для трендів в форматі відео є онлайн-алгоритм прогнозування Social-Forecast. Він працює поетапно: на кожному кроці система вирішує, чи робити прогноз зараз, чи зачекати, щоб зібрати більше даних про поширення. Для цього використовуються контекстні показники, такі як швидкість поширення та частка користувачів, які діляться відео. Алгоритм поступово навчається, мінімізуючи похибку, і балансує між точністю та своєчасністю прогнозу, що дозволяє ефективно передбачати, які відео стануть популярними [7].

Хоча існуючі методи надають потужний інструментарій для аналізу, більшість із них зосереджені на обробці вже наявних кількісних даних або моделюванні інерційних сценаріїв, що часто обмежує стратегічне планування історичним контекстом. Модифікований морфологічний аналіз дозволяє

вийти за межі простого спостереження, розглядаючи всі можливі комбінації параметрів стратегії та виявляючи приховані інноваційні рішення, які не піддаються звичайному статистичному прогнозуванню.

1.4 Висновки до розділу 1

У першому розділі узагальнено теоретичні засади функціонування трендів у сучасному інформаційному просторі та проаналізовано трансформацію бізнес-середовища в умовах невизначеності. Встановлено зміну парадигми споживання: користувачі дедалі частіше отримують контент через алгоритмічні рекомендації, що підвищує вимоги до здатності бізнесу своєчасно виявляти релевантні сигнали та адаптувати стратегії.

Обґрунтовано актуальність дослідження процесів формування та прогнозування трендів у динамічному інформаційному середовищі.

Визначено обмеженість традиційних підходів прогнозування, які переважно ґрунтуються на історичних даних і не враховують всі зв'язки між вхідними даними, що зумовлює необхідність використання більш гнучких аналітичних інструментів.

Запропоновано застосування модифікованого морфологічного аналізу як підходу, що дозволяє системно комбінувати параметри стратегій і виявляти інноваційні рішення в умовах швидкої зміни медіа-трендів.

РОЗДІЛ 2 МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ В ЗАДАЧІ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЙ ЗАЛУЧЕННЯ КЛІЄНТІВ НА ОСНОВІ МЕДІА-ТЕНДЕНЦІЙ

2.1 Теоретичний опис МММА

Сценарний аналіз трендів та тенденцій соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнесу базується на застосуванні двоетапного МММА. Ключова мета методу в межах дослідження полягає у синтезі оптимальних бізнес-стратегій, що забезпечують ефективну взаємодію з цільовою аудиторією шляхом моделювання раціональних рішень у складних системах, де людський фактор та варіативність майбутньої поведінки користувачів є визначальними чинниками.

Відповідно до джерела [10], основним об'єктом ММА є морфологічна таблиця. Вона містить множину характеристичних параметрів $F = \{F_i | i \in \overline{1, N}\}$, кожен параметр F_i описується множиною альтернатив $A_i = \{a_j^{(i)} | i \in \overline{1, n_i}\}$. Для подальших розрахунків необхідно отримати початкові наближення $p_j^{(i)}$ для ймовірностей альтернатив характеристичних параметрів. Тому проводиться безпосереднє експертне оцінювання. Для кожної альтернативи $a_j^{(i)}$, $j \in \overline{1, n_i}$ параметра F_i , $i \in \overline{1, N}$ експертами надається оцінка за шкалою Міллера (табл. 2.1):

Таблиця 2.1 – Шкала Міллера для безпосереднього оцінювання альтернатив морфологічної таблиці

Якісна характеристика рівня	Кількісна характеристика рівня
Практично неможливо	$[0 \div 0,1]$
Дуже мала ймовірність	$[0,1 \div 0,25]$
Мала ймовірність	$[0,25 \div 0,4]$
Середня ймовірність	$[0,4 \div 0,6]$
Велика ймовірність	$[0,6 \div 0,75]$
Дуже велика ймовірність	$[0,75 \div 0,9]$
Практично гарантовано	$[0,9 \div 1]$

Ключовим завданням **першого етапу** МММА є обчислення ймовірностей реалізації всіх альтернативних параметрів морфологічної таблиці з урахуванням системних зв'язків між ними на основі експертних суджень. У контексті даного дослідження на цьому етапі здійснюється аналіз неконтрольованих факторів трендів та тенденцій у соціальних медіа.

Для формалізації взаємозв'язків між обраними параметрами морфологічної моделі застосовується числова матриця взаємозв'язків. Згідно з обраною стратегією моделювання, кожній парі альтернатив $a_{j_1}^{(i_1)}$, $a_{j_2}^{(i_2)}$ різних параметрів F_{i_1} , F_{i_2} присвоюється оцінка $c_{i_1 j_1, i_2 j_2} \in [-1, 1]$ згідно з таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 – Пояснення оцінок МВЗАП

Оцінка	Пояснення
-1	Альтернативи повністю несумісні; конфігурація з цією парою альтернатив неможлива
$(-1; 0)$	Альтернативи частково несумісні; вибір однієї з них певною мірою зменшує ймовірність вибору іншої
0	Альтернативи незалежні; вибір однієї з них не впливає на вибір іншої
$(0; 1)$	Альтернативи частково пов'язані; вибір однієї з них певною мірою збільшує ймовірність вибору іншої
1	Альтернативи повністю пов'язані; вибір однієї з них тягне за собою вибір іншої

Процес заповнення МВЗАП передбачає залучення групи експертів для проведення опитування щодо характеру та ступеня детермінованості зв'язків між кожною парою альтернатив, що належать до різних характеристичних параметрів моделі.

Первинні оцінки, надані експертами, мають попередній характер, адже вони не відображають взаємовплив параметрів, визначений матрицею взаємозв'язків. Для визначення фінальних показників ймовірності виникає потреба у розв'язанні задачі розрахунку ймовірностей $p_j^{(i)}$ для кожної альтернативи.

При розв'язанні задачі для довільної кількості параметрів, рівняння для ймовірностей альтернативи мають вигляд:

$$\begin{aligned}
 p_1^{(1)} &= \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(a_1^{(1)} | \{a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) P(\{a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) = \\
 &= \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) = \\
 &= \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_2}^{(2)}) p_{j_2}^{(2)}
 \end{aligned}$$

З даних співвідношень записаних для кожної альтернативи кожного параметру МТ, можна скласти систему рівнянь, з якої визначити величини $p_j^{(i)}$. Однак для цього необхідно спочатку знайти значення вигляду $P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_k}^{(k)})$, $k \in \overline{1, N}$.

Сформулюємо умови, яким повинен відповідати цей вираз:

1. Якщо хоча б для однієї альтернативи $a_{j_m}^{(m)}$, $m \in \overline{1, N}$, $m \neq k$ з конфігурації $\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}$ $c_{kj_k, mj_m} = 0$, то $P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_k}^{(k)}) = 0$.

2. $P\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_k}^{(k)}\right)$ монотонно зростає при збільшенні будь-якого з $c_{kj_k, m_{j_m}} = 0, m \in \overline{1, N}, m \neq k$.

3. $P\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_k}^{(k)}\right)$ монотонно зростає при збільшенні будь-якого з $p'_{j_m}^{(m)}, m \in \overline{1, N}, m \neq k$.

4. Для будь-якої альтернативи виконується співвідношення

$$\sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_{k-1}=1}^{n_{k-1}} \sum_{j_{k+1}=1}^{n_{k+1}} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_k}^{(k)}\right) = 1.$$

5. Для всіх альтернатив $a_j^{(i)}$ існує нетривіальний набір таких значень $p_j^{(i)}$, що ймовірність будь-якої конфігурації не змінюється при зміні порядку множення ймовірностей її компонентів.

Одним із способів знаходження значення $P\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)}\right)$, яке б відповідало вказаним вимогам, є такий (приклад для $k = 1$):

$$P\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)}\right) = \frac{P'\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)}\right)}{\sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P'\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)}\right)},$$

$$\text{де } P'\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)}\right) = \prod_{m=2}^N p'_{j_m}^{(m)} \cdot \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N (c_{m_{j_m}, l_{j_l}} + 1).$$

Система рівнянь, розв'язком якої є оновлені ймовірності альтернатив, має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 p_1^{(1)} = \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P \left(\{a_1^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_2}^{(2)} \right) p_{j_2}^{(2)}; \\
 \dots \\
 p_{n_1}^{(1)} = \sum_{j_2=1}^{n_2} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P \left(\{a_{n_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_2}^{(2)} \right) p_{j_2}^{(2)}; \\
 p_1^{(2)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_1^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_3}^{(3)} \right) p_{j_3}^{(3)}; \\
 \dots \\
 p_{n_2}^{(2)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{n_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_3}^{(3)} \right) p_{j_3}^{(3)}; \\
 \dots \\
 p_1^{(N)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_{N-1}=1}^{n_{N-1}} P \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_{N-1}}^{(N-1)}\} \mid a_{j_1}^{(1)} \right) p_{j_1}^{(1)}; \\
 \dots \\
 p_{n_N}^{(N)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_{N-1}=1}^{n_{N-1}} P \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_{N-1}}^{(N-1)}\} \mid a_{j_1}^{(1)} \right) p_{j_1}^{(1)}; \\
 \sum_{j=1}^{n_1} p_j^{(1)} = 1; \\
 \dots \\
 \sum_{j=1}^{n_N} p_j^{(N)} = 1.
 \end{array} \right.$$

У підсумку ми отримуємо морфологічну таблицю з уточненими ймовірностями, що враховують взаємозв'язки між параметрами системи. Отримані значення використовуються для вибору найбільш імовірних конфігурацій об'єкта та виступають вхідною інформацією для подальших обчислень на другому етапі двоетапного морфологічного аналізу.

Другий етап дослідження в контексті даної роботи спрямований на синтез оптимальних стратегій залучень, що забезпечують максимальну ефективність за умови врахування всієї сукупності сценаріїв розвитку трендів та тенденцій, ідентифікованих на попередньому кроці морфологічного аналізу.

Отже, процедура передбачає побудову двох взаємопов'язаних морфологічних структур. Таблиця першого етапу визначається як морфологічна таблиця сценаріїв, тоді як таблиця другого етапу формує комплекс рішень і позначається як морфологічна таблиця стратегій.

Особливість другого етапу МММА зумовлена тим, що формування морфологічної таблиці стратегій базується на суб'єктивному виборі особи, що приймає рішення, а не на дії випадкових чинників середовища. Тому замість використання ймовірнісних оцінок для оцінювання альтернатив та конфігурацій вводиться показник очікуваної результативності, який відображає ступінь впевненості у тому, що обрана стратегія дозволить досягти поставлених цілей.

Залежність параметрів стратегії від параметрів МТ сценаріїв враховується за допомогою матриці зв'язків альтернатив параметрів (МЗАП). У відповідності з розробленою стратегією кожній парі альтернатив параметрів, таблиць першого та другого етапів присвоюється оцінка згідно з таблицею 2.3.

Таблиця 2.3 – Пояснення оцінок матриці зв'язків

Оцінка	Пояснення
-1	Альтернатива параметра МТ стратегій є абсолютно не ефективною при виборі відповідної альтернативи параметра МТ сценаріїв
(-1;0)	Вибір відповідної альтернативи параметра МТ сценаріїв в певній мірі зменшує ефективність альтернативи параметра МТ стратегій
0	Ефективність альтернативи параметра МТ стратегій ніяк не залежить від вибору відповідної альтернативи параметра МТ сценаріїв
(0;1)	Вибір відповідної альтернативи параметра МТ сценаріїв в певній мірі збільшує ефективність альтернативи параметра МТ стратегій
1	Альтернатива параметра МТ стратегій є повністю ефективною при виборі відповідної альтернативи параметра МТ сценаріїв

Матриця заповнюється експертами за допомогою процедури, аналогічної до заповнення МВЗАП.

Тепер потрібно розрахувати оцінки результативності $R_j^{(i)}$ кожної з альтернатив параметрів МТ стратегій $a_j^{(i)}$, $i \in \overline{N+1, N+N'}$, $j \in \overline{1, n_l}$ в умовах ситуації, заданої МТ сценаріїв. Введемо величину умовної результативності $R(a_j^{(i)} | \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\})$ альтернативи $a_j^{(i)}$, $i \in \overline{N+1, N+N'}$ при конфігурації МТ сценаріїв $\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}$:

$$R(a_j^{(i)} | \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) = \frac{p_j'^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m, ij} + 1)}{\sum_{k=1}^{n_i} p_k'^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m, ik} + 1)},$$

де $p_{ji}'^i$ – попередня оцінка результативності альтернативи $a_{ji}^{(i)}$.

Значення очікуваної результативності альтернативи $a_j^{(i)}$, $i \in \overline{N+1, N+N'}$, можна виразити таким співвідношенням:

$$R_j^{(i)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} R(a_j^{(i)} | \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}),$$

де $P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\})$ – ймовірність конфігурації $\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}$, яка визначається на першому етапі дослідження.

Отримані оцінки результативності є зручним інструментом для ранжування альтернатив у межах морфологічної таблиці стратегій за рівнем їхньої потенційної ефективності.

2.2 Аналіз чутливості в модифікованому методі морфологічного аналізу

З огляду на постійний ризик того, що неточність вхідних даних може призвести до хибного ранжування альтернатив, для розв'язання цієї проблеми доцільно застосувати запропонований у праці [11] підхід, який базується на методиці аналізу чутливості для підвищення достовірності результатів.

Розглянемо задачу для морфологічної таблиці з довільною кількістю параметрів. В цьому випадку система рівнянь будується на основі умовних ймовірностей конфігурацій морфологічної таблиці, записаних у вигляді

$$P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \frac{P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}{\sum_{k_2=1}^{n_2} \sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N=1}^{n_N} P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{k_2}^{(2)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})},$$

$$\text{де } P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \prod_{m=2}^N p'_{jm} \cdot \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N c_{mj_m, lj_l}.$$

Система рівнянь для ймовірностей набуває вигляду

$$\begin{cases} \vec{x}_1 = P_1 \vec{x}_2; \|\vec{x}_1\| = 1; \\ \vec{x}_2 = P_2 \vec{x}_3; \|\vec{x}_2\| = 1; \\ \dots \\ \vec{x}_{N-1} = P_{N-1} \vec{x}_N; \|\vec{x}_{N-1}\| = 1; \\ \vec{x}_N = P_N \vec{x}_1; \|\vec{x}_N\| = 1. \end{cases}$$

Елементами матриць коефіцієнтів P_i є суми умовних ймовірностей конфігурацій, що відповідають змінним.

$$P_1 = \begin{pmatrix} \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(\{a_1^{(1)}, a_1^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_1^{(2)}) & \dots & \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(\{a_1^{(1)}, a_{n_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{n_2}^{(2)}) \\ \dots & \dots & \dots \\ \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(\{a_{n_1}^{(1)}, a_1^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_1^{(2)}) & \dots & \sum_{j_3=1}^{n_3} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P(\{a_{n_1}^{(1)}, a_{n_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{n_2}^{(2)}) \end{pmatrix}.$$

Або ж матриці P_i у спрощеному вигляді

$$P_i = \text{diag}(\vec{p}_i) \cdot C_{i|i+1} \cdot \text{diag}(C_{i|i+1}^T \cdot \vec{p}_i)^{-1}, i \in [1; N-1];$$

$$P_N = \text{diag}(\vec{p}_N) \cdot C_{N|1} \cdot \text{diag}(C_{N|1}^T \cdot \vec{p}_N)^{-1}.$$

де $C_{i_1|i_2}, i_1, i_2 \in [1; N]$ – номери параметрів, для матриці C , помноженої за відповідними вимірами на вектори незалежних ймовірностей всіх інших параметрів $p_i, i \neq i_1, i \neq i_2$;

C – багатовимірна матриця розмірності N , елементами якої є добутки значень матриці конфігурацій, що відповідають всім можливим парам альтернатив із цієї конфігурації:

$$C_{j_1 j_2 \dots j_N} = \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N C_{m j_m, l j_l}.$$

Зауважимо деякі властивості матриць $C_{i_1|i_2}$:

- 1) $C_{i_1|i_2}^T = C_{i_2|i_1}$;
- 2) $C_{i_1|i_2} \vec{p}_{i_2} = C_{i_1|i} \vec{p}_i, i \neq i_1$.

Після деяких перетворень отримаємо розв'язок системи:

$$\vec{x}_i = \text{diag}(C_{i|k} \cdot \vec{p}_k) \cdot \text{diag}(\vec{p}_i) \cdot \vec{1} = \text{diag}(C_{i|k} \cdot \vec{p}_k) \cdot \vec{p}_i, i \in [1; N], k \in [1; N], k \neq i.$$

Отримані таким чином ймовірності є ненормованими, і для отримання кінцевого результату їх ще потрібно нормувати. В подальшому позначатимемо через $p_j^{(i)}$ – відповідні нормовані величини.

Отриманий розв'язок дозволяє оцінити всі три види чутливості, тобто можна оцінити зміни вхідних параметрів задачі, які призведуть до зміни ранжування між альтернативами.

Пронумеруємо альтернативи параметрів так, щоб для будь-яких альтернатив $a_{j_1}^{(i)}, a_{j_2}^{(i)}, j_1 < j_2$ параметра F_i виконувалась нерівність $p_{j_1}^{(i)} > p_{j_2}^{(i)}$.

Напишемо відношення розрахованих ймовірностей $p_{j_1}^{(1)}, p_{j_2}^{(2)}$ альтернатив $a_{j_1}^{(i)}, a_{j_2}^{(i)}, j_1 < j_2$, параметра F_1 :

$$\frac{p_{j_1}^{(1)}}{p_{j_2}^{(1)}} = \frac{p'_{j_1}{}^{(1)}}{p'_{j_2}{}^{(1)}} \cdot \frac{\sum_{k_2=1}^{n_2} \sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N}^{n_N} P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{k_2}^{(2)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}{\sum_{k_2=1}^{n_2} \sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N}^{n_N} P'(\{a_{j_2}^{(1)}, a_{k_2}^{(2)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_2}^{(1)})}$$

Чутливість відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив цього ж параметра:

$$\tilde{\delta}_{j_1}^{(1)} = \frac{p_{j_2}^{(1)}}{p_{j_1}^{(1)}} - 1.$$

Зазначимо, що $\tilde{\delta}_{j_1}^{(1)} \geq -1$, тобто завжди існує така зміна незалежної ймовірності альтернатив $a_{j_1}^{(i)}, a_{j_2}^{(i)}$, яка призведе до зміни їхнього ранжування.

Чутливість відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив іншого параметра.

Для простоти запису візьмемо залежність від альтернативи $a_d^{(2)}$ параметра F_2 :

$$\tilde{\delta}_d^{(2)} = \frac{x_{j_1}^{(1)} - x_{j_2}^{(1)}}{\sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N=1}^{n_N} \left(P'(\{a_{j_2}^{(1)}, a_d^{(2)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_2}^{(1)}) p'_{j_2}^{(1)} - P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_d^{(2)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) p'_{j_1}^{(1)} \right) p'_d{}^{(2)}}.$$

Необхідно також зазначити, що оскільки значення незалежної ймовірності повинні бути додатними, на значення $\tilde{\delta}_d^{(2)}$ є обмеження: $\tilde{\delta}_d^{(2)} > -1$. Якщо вираз дає значення $\tilde{\delta}_d^{(2)} \leq -1$, це означає, що пара альтернатив $a_{j_1}^{(i)}, a_{j_2}^{(i)}$ є стійкою відносно зміни відповідної незалежної ймовірності $p'_d{}^{(2)}$.

Чутливість відносно зміни значень матриці взаємозв'язків:

$$\tilde{\delta}_{1j_1 2d}^C = \frac{x_{j_1}^{(1)} - x_{j_2}^{(1)}}{\sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N=1}^{n_N} P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_d^{(2)}, a_{k_3}^{(3)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) p'_{j_1}^{(1)} p'_d{}^{(2)}}.$$

На значення $\tilde{\delta}_{1j_1 2d}^C$ є обмеження: $\tilde{\delta}_{1j_1 2d}^C > -1$. Якщо вираз дає значення $\tilde{\delta}_{1j_1 2d}^C \leq -1$, це означає, що пара альтернатив $a_{j_1}^{(i)}, a_{j_2}^{(i)}$ є стійкою відносно зміни відповідного значення матриці взаємозв'язків $c_{1j_1, 2d}$.

Після проведення аналізу чутливості виникає необхідність оцінити точність вхідних даних, що використовуються в моделі.

Оцінювання необхідної точності входних ймовірностей. Оскільки початкові ймовірності визначаються експертним шляхом за шкалою Міллера, такі оцінки мають допустиме відхилення. Тому на даному етапі перевіряється, чи не перевищує ця похибка межу чутливості системи. Виконання цієї умови свідчить про те, що отриманий рейтинг альтернатив є достатньо стійким і не змінюється при незначних коливаннях експертних оцінок.

Перевірка здійснюється за формулою

$$\tilde{\Delta}min_j^{(i)} \geq \frac{d_j^{(i)}}{\sum_{j=1}^{n_i} p''_j^{(i)}},$$

де $p''_j^{(i)}$ – входне значення, що розраховується як половина суми верхньої та нижньої меж інтервалі оцінки за шкалою Міллера;

$d_j^{(i)}$ – допуск рівня оцінки Міллера, що розраховується як половина різниці верхньої та нижньої меж інтервалі оцінки за шкалою Міллера;

$\tilde{\Delta}min_j^{(i)}$ – найменше відхилення, за якого відбудеться зміна ранжування між будь-якими альтернативами, що розраховується як

$$\tilde{\Delta}min_j^{(i)} = \min \left(\min_{j_i} |\tilde{\Delta}_{j_i}^{(i)}|, \min_{z, z_1, z_2, z \neq i, z_1 \neq z_2} \tilde{\Delta}_{z_1, z_2}^{(z)} \right),$$

де $\tilde{\Delta}_{j_i}^{(i)} = p'_{j_i} \delta_{j_i}^{(i)}$,

де $p'_{j_i}^{(i)}$ – входна ймовірність від експерта;

$\delta_{j_i}^{(i)}$ – порогові значення, які призводять до зміни ранжування між альтернативами $a_j^{(i)}, a_{j_i}^{(i)}$;

$$\tilde{\Delta}_{j_{z_1}, j_{z_2}}^{(z)} = p'_{j_i} \delta_{j_{z_1}, j_{z_2}}^{(z)},$$

де $\delta_{j_{z_1}, j_{z_2}}^{(z)}$ – порогові значення, які призводять до зміни ранжування між

альтернативами $a_{j_{z_1}}^{(z)}, a_{j_{z_2}}^{(z)}$ і розраховується як

$$\tilde{\delta}_{j_{z_1}, j_{z_2}}^{(z)} = \frac{p_{z_1}^{(z)} - p_{z_2}^{(z)}}{\sum_{k_s, s \neq z, s \neq i} (P_{k_1, \dots, z_2, \dots, j_i, \dots, k_N} - P_{k_1, \dots, z_1, \dots, j_i, \dots, k_N})}$$

Аналогічно потрібно розглянути **точність оцінювання матриці взаємозв'язків**.

Перевірка здійснюється за формулою

$$\tilde{\Delta}^C \min_{ijzk_z} \geq d_{ijzk_z}^C,$$

де $d_{ijzk_z}^C$ – допуск для значення c_{ijzk_z} у відповідній шкалі оцінювання;

$\tilde{\Delta}^C \min_{ijzk_z}$ – мінімальна порогова зміна для деякого значення c_{ijzk_z} , що розраховується як

$$\tilde{\Delta}^C \min_{ijzk_z} = \min(\min_{j, j \neq j_i} |\tilde{\Delta}_{ijzk_z}^C|, \min_{k, k \neq k_z} |\tilde{\Delta}_{ijzk_z}^C|),$$

де $\tilde{\Delta}_{ijzk_z}^C$ – абсолютна порогова зміна $\tilde{\delta}_{ijzk_z}^C$ і рахується як

$$\tilde{\Delta}_{ijzk_z}^C = c_{ijzk_z} \tilde{\delta}_{ijzk_z}^C,$$

де c_{ijzk_z} – вхідні оцінки матриці взаємозв'язків;

$\tilde{\delta}_{ijzk_z}^C$ – відносна порогова зміна, що призводить до перестановки у ранжуванні між альтернативами $a_{j_{i1}}^{(i)}, a_{j_{i2}}^{(i)}$.

В практичних задачах часто виникає необхідність визначити, які саме параметри, альтернативи чи взаємозв'язки між ними стали причиною формування деякого конкретного результату. Для цього виконують **аналіз впливу вхідних даних на результат**. Розраховувати будемо три величини: абсолютний внесок, відносний внесок, модельний внесок.

$\Phi_{ij,zk}^{abs}$ – відображає сукупну значущість альтернативи $a_k^{(z)}$ для розрахунку ймовірності $p_j^{(i)}$, яка одночасно залежить як від ваги зв'язків у матриці, так і від величини вхідної ймовірності самої альтернативи.

$$\Phi_{ij,zk}^{abs} = \frac{\sum_{k_s, s \neq i, s \neq z} P_{k_1, \dots, i, \dots, k, \dots, k_N}}{\sum_{k_s} P_{k_1, \dots, k_N}}$$

$\Phi_{ij,zk}^{rel}$ – описує чисту ступінь впливовості (аналог чутливості) альтернативи $a_k^{(z)}$ на результат $p_j^{(i)}$, що дозволяє визначити найбільш значущі фактори незалежно від їхньої поточної вхідної ймовірності.

$$\Phi_{ij,zk}^{rel} = \frac{\Phi_{ij,zk}^{abs}}{p_j^{(i)'}}$$

$\Phi_{ij,zk}^{model}$ – характеризує теоретичну вагу взаємозв'язку між альтернативами $a_j^{(i)}$ та $a_k^{(z)}$ в цілому для всього класу об'єктів, спираючись виключно на структуру матриці взаємозв'язків без прив'язки до конкретної задачі.

$$\Phi_{ij,zk}^{model} = \frac{n_z \sum_{k_s, s \neq i, s \neq z} C_{k_1, \dots, i, \dots, k, \dots, k_N}}{\sum_{k_s} C_{k_1, \dots, k_N}}$$

2.3 Постановка задачі

Було обрано застосування сценарного аналізу, оскільки тренди та тенденції мають дуже велику кількість альтернатив за рахунок комбінування їх характеристик. Джерело невизначеності першого етапу МММА полягає в тому, що неможливо визначити яка саме конфігурація трендів та тенденцій буде реалізована в момент їх поширення, тому щоб прийняти правильне рішення треба розглядати всю потенційну сукупність конфігурацій. На другому етапі невизначеність полягає в тому, що приймається рішення про пріоритетність обрання стратегій залучення. Тоді невизначеність не

спричинюється зовнішнім фактором, тому вибір рішення ОПР є розкриттям цієї невизначеності.

Дослідимо звіти різних компаній та використаємо загальновідомі факти, які кожен може спостерігати в своєму цифровому повсякденному житті, щоб обрати параметри, які характеризують тренди та тенденції (перший етап).

1. Для вибору параметра «Формат контенту трендів/тенденцій» зазначимо, що існує багато форматів, але найвпливовішими на думку Kontentino та Sprout є текстові дописи, зображення, відео, сторіс, прямі трансляції та опитування/вікторини [12, 13]. В свою чергу The Lede може сюди додати ще деякі формати, з якими ми стикаємося кожен день [14], тож узагальнивши отримаємо кінцевий перелік значень цього параметру – текстові дописи, зображення, відео, короткі відео, допис у форматі «карусель», прямі трансляції.

2. «Тривалість трендів/тенденцій» приймає такі значення –короткотривалі, середньотривалі, довго-тривалі (згідно з вище згаданою теорією Ч.Доу).

3. «Комерціалізація» приймає значення так/ні в залежності від потреби витратити гроші в трендах та тенденціях.

4. Для параметра «Цільова аудиторія» зазначимо, що будь-який об'єкт в соціальних мережах направлений на свою аудиторію. На 2025–2026 роки Sprout виділяє чотири основні цільові покоління, хоча Hootsuite підмічає активність покоління альфа як засновників деяких трендів [15]. Але оскільки цей вік ще не платоспроможний, бізнесам немає сенсу його включати в параметри. Остаточно маємо наступні значення параметра –покоління Z, покоління Міленіумів, покоління X, покоління Бебі-бумерів.

5. Параметр «Мета тренду/тенденцій» був зібраний на основі власних спостережень і включає в себе такі значення – розвага, соціальний протест, комерційний вплив, освіта, поширення новин, змішаний.

6. «Першоджерело» вказує на саме джерело виникнення події в соціальних мережах. Провівши соціальне опитування серед знайомих та прочитавши

Інтернет-ресурси, виділено та узагальнено основні першоджерела – інфлюенсери, бренди, користувачі, громадські організації, AI.

7. «Платформи соціальних мереж» є однією з найважливіших характеристик трендів та тенденцій. Цей параметр вказує на платформу соціальної мережі, де розміщен тренд чи тенденція. We are social та Statista виділяють найпопулярніші соціальні мережі, де люди зі всього світу проводять свій вільний час [16, 17]. В таблицю, через обмежені обчислювальні та часові ресурси, були занесені найосновніші, такі як TikTok, Instagram, X/Twitter , LinkedIn, месенджери, Pinterest, YouTube, Facebook.

В межах другого етапу для дослідження ефективності використання трендів та тенденцій з соціальних мереж у власних цілях бізнесу було виділено ще один параметр «Пріоритетність стратегій залучення клієнтів» – реклама, перепости, випуск трендових товарів, заяви/подкасти/виступи на «гарячі» теми, взаємодія з лідерами думок/засновниками тренду/тенденції, челенджі, інтерактивні заходи.

2.4 Побудова морфологічних таблиць

Базуючись на параметрах, вказаних у підрозділі 2.3, створимо морфологічну таблицю першого етапу (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Морфологічна таблиця характеристик трендів та тенденцій

Формат контенту	Тривалість	Комерціалізація	Цільова аудиторія
1	2	3	4
1.1 текстові дописи	2.1 короткотривалі	3.1 так	4.1 покоління Z
1.2 зображення	2.2 середньотривалі	3.2 ні	4.2 покоління Міленіумів
1.3 відео	2.3 довготривалі		4.3 покоління X
1.4 короткі відео			4.4 покоління Бебі-бумерів
1.5 допис у форматі «карусель»			
1.6 прямі трансляції			

Продовження таблиці 2.4

Мета	Першоджерело	Платформи соціальних мереж
5	6	7
5.1 розвага	6.1 інфлюенсери	7.1 TikTok
5.2 соціальний протест	6.2 бренди	7.2 Instagram
5.3 комерційний вплив	6.3 користувачі	7.3 X/Twitter
5.4 освіта	6.4 громадські організації	7.4 LinkedIn
5.5 поширення новини	6.5 AI	7.5 месенджери
5.6 змішаний		7.6 Pinterest
		7.7 YouTube
		7.8 Facebook

Створимо морфологічну таблицю другого етапу (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Морфологічна таблиця пріоритетності стратегій залучення клієнтів

Пріоритетність стратегій залучення клієнтів
8
8.1 реклама
8.2 перепости
8.3 випуск трендових товарів
8.4 заяви/подкасти/виступи на «гарячі» теми
8.5 взаємодія з лідерами думок/ засновниками тренду, тенденції
8.6 челенджі
8.7 інтерактивні заходи

Отже, було створено систему морфологічних таблиць, конфігурація якої – 34560.

2.5 Висновки до розділу 2

У другому розділі було детально описано процедуру першого та другого етапів модифікованого методу морфологічного аналізу, а також аналіз чутливості. Також обґрунтований вибір параметрів морфологічних таблиць першого та другого етапів: характеристики трендів та тенденцій і стратегії залучення клієнтів. У межах даної роботи запропоновано подібний алгоритм дій для пріоритезації бізнес-стратегій в умовах динамічної зміни трендів соціальних мереж та інформаційної невизначеності.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ СЦЕНАРНОГО АНАЛІЗУ ТРЕНДІВ ТА ТЕНДЕНЦІЙ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ ЯК ЗАСОБІВ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ БІЗНЕСУ

3.1 Оцінювання вхідних даних

Ключовим етапом, що визначає релевантність та прогностичну цінність подальшого моделювання, є формування бази вхідних даних та їх коректне оцінювання. Процес формування оцінок базувався на поєднанні кількісних показників та якісної експертної інформації. Для забезпечення валідності результатів було досліджено масу ресурсів зі статистикою за 2025–2026 рік.

Поєднуючи інформацію з джерел [13, 16, 20, 21], отримуємо такий розподіл формату контенту на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Розподіл формату контенту в соціальних мережах за популярністю і тим, як вони несуть тренди та тенденції

Для оцінювання часових горизонтів сучасних трендів було проаналізовано дані Trendone, Hootsuite та Sprout Social. Аналітика Trend

Universe 2026 підтверджує домінування коротко-тривалих трендів (понад 60000 трендів), далі відмічає 150 середньотривалих трендів і 18 довготривалих трендів. Це тренди по всім сферам, в які входять і соціальні мережі [22]. Приблизний розподіл на рис. 3.2.

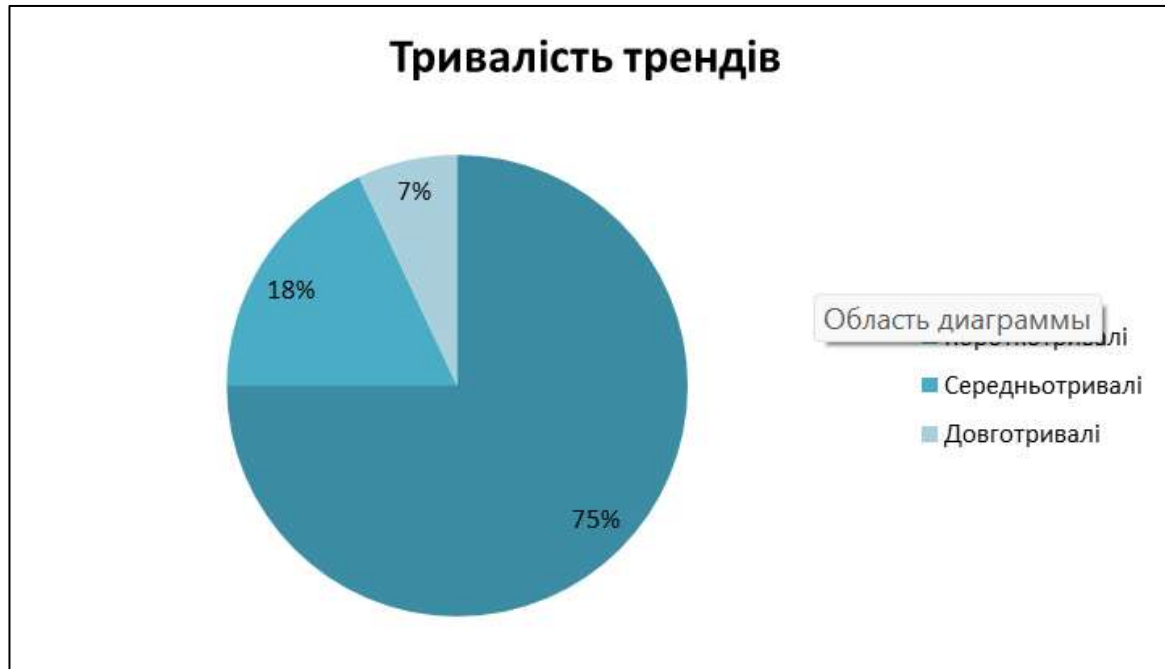


Рисунок 3.2 – Поширеність трендів за тривалістю

Сучасні тренди в соціальних мережах є переважно комерціалізованими: за різними оцінками, від 65% до 75% трендового контенту або створюється брендами, або інтегрується в маркетингові кампанії. Це підтверджується зростанням частки UGC до 35% (+133% за рік), високою конверсійністю такого контенту та масштабним використанням інфлюенсерських колаборацій у створенні та поширенні трендів [23].

Згідно даних джерела [16], якщо узагальнити показники і покоління, то більше всього трендами цікавляться покоління Z (32%), Міленіумів (30%), покоління X (24%), покоління Бебі-бумерів (14%) (рис. 3.3). Тому будемо вважати, що орієнтація трендів на покоління приблизно така сама.

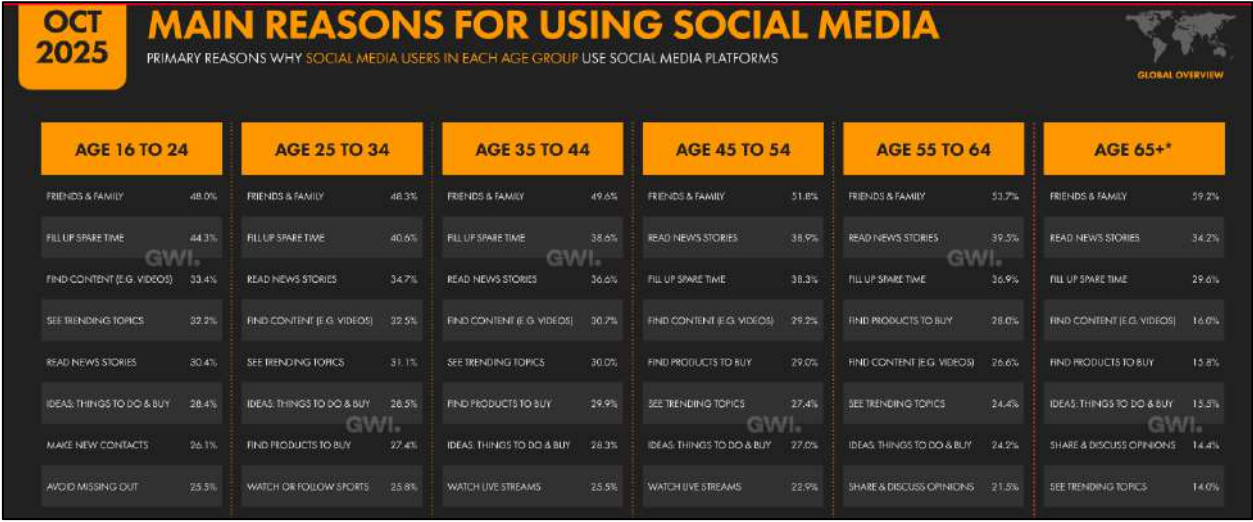


Рисунок 3.3 – Статистика, що містить відсотки інтересу різних поколінь для трендів

Проаналізувавши основні тренди в соціальних мережах, що надав щорічний звіт Hootsuite [15], можна розподілити тренди за метою таким чином як на рис. 3.4.

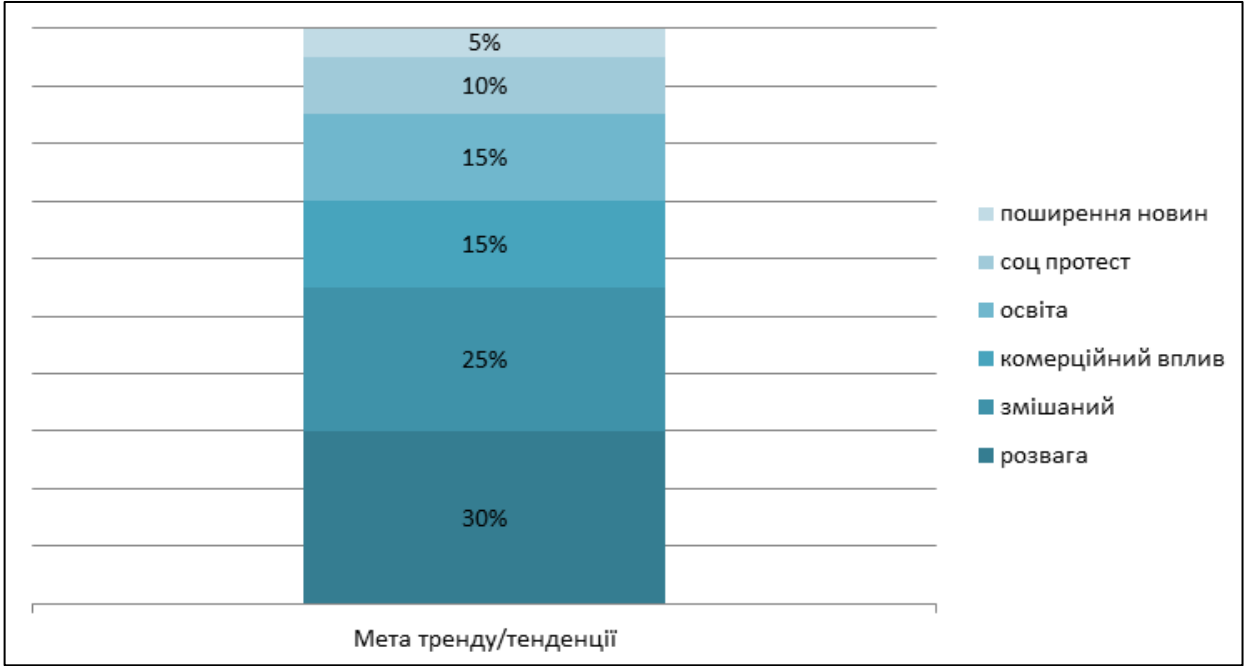


Рисунок 3.4 – Мета трендів та тенденцій за категоріями

Основними першоджерелами трендів у соціальних мережах є інфлюенсери (30–40%), бренди (25–35%), користувачі (10–25%), громадські організації (5–10%) та штучний інтелект (5–15%). Розподіл сформовано на

основі узагальнення даних звітів Influencer Marketing Hub, Statista, Pew Research Center, OECD та Collabstr.

Найпопулярніші платформи соціальних мереж зазвичай несуть в собі тренди та тенденції. На рис. 3.5 представлений ТОП згідно we are social [16]. Тож експертне оцінювання буде проведено на основі цієї інформації.

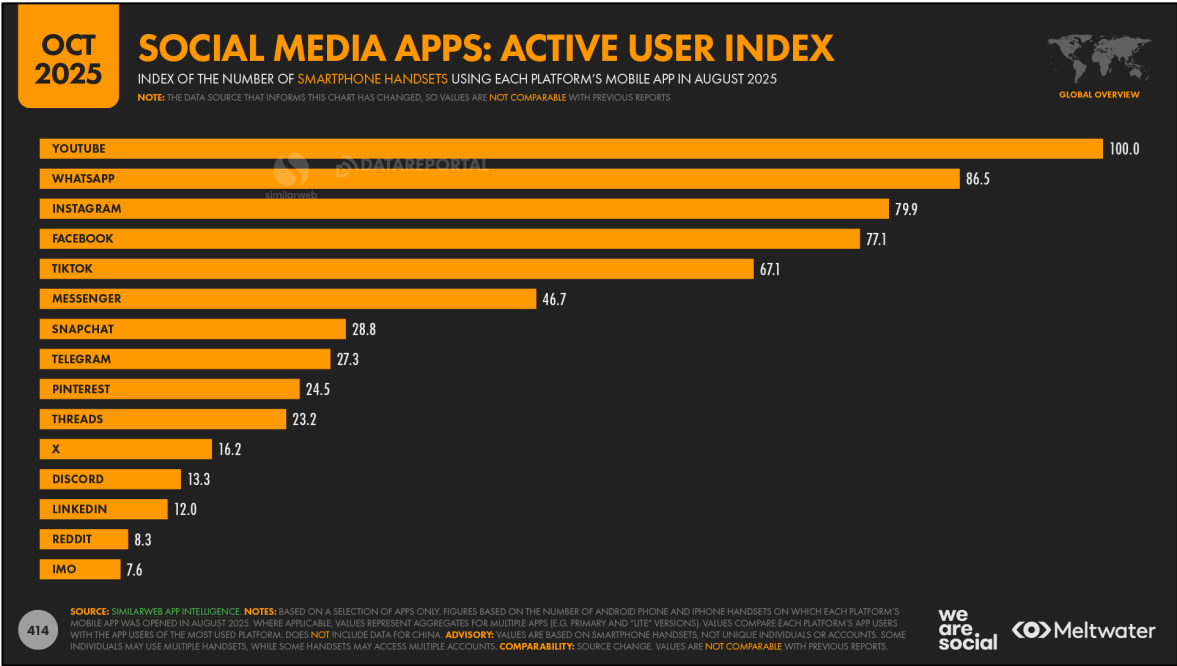


Рисунок 3.5 – Найбільш використовувані соціальні мережі (додатки)

Отже, вхідні оцінки першого етапу МММА сформовані (рис. 3.6). Експерти їх виставляють у Excel файл, з яким і будуть працювати надалі.

A	B	C	D	E	F	П	
Формат контенту тренду/тенденцій (F1)						П	
текстові пости	0,14	короткотривалі	0,75	так	0,65		
зображення	0,12	середньотривалі	0,18	ні	0,35		
відео	0,17	довготривалі	0,07				
короткі відео	0,3						
допис у форматі «карусель»	0,18						
прямі трансляції	0,09						
Початкові ймовірності альтернатив							
Цільова аудиторія F(4)		Мета тренду/тенденції (F5)		Першоджерело (F6)		Платформа поширення (F7)	
покоління Z	0,32	розвага	0,3	інфлюенсери	0,35	TikTok	0,12
покоління Міленіумів	0,3	соц.протест	0,1	бренди	0,28	Instagram	0,2
покоління X	0,24	комерційний вплив	0,15	користувачі	0,2	X/Twitter	0,08
покоління Бебі-бумерів	0,14	освіта	0,15	громадські організації	0,07	LinkedIn	0,04
		поширення новини	0,05	AI	0,1	месенджери	0,09
		змішаний	0,25			Pinterest	0,07
						YouTube	0,25
						Facebook	0,15

Рисунок 3.6 – Початкові ймовірності альтернатив (1 етап)

Тепер експерти мають оцінити взаємозв'язки між кожної парою альтернатив параметрів. Розіб'ємо загальну МВЗАП на підтаблиці для зручного огляду. Отримаємо наступний розподіл.

1. Підтаблиця зв'язків альтернатив для «Формат контенту» (рис. 3.7).

Перелік питань:

- наскільки можливий тренд/тенденція такої тривалості у такому Форматі контенту;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція в такому форматі є комерціалізованим;
- наскільки можливе споживання контенту в такому форматі такою цільовою аудиторією;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція в такому форматі несе таку мету;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція в такому форматі контенту має таке першоджерело;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція в такому форматі контенту знаходиться на такій платформі соціальної мережі.

		F1					
		текстові пости	зображення	відео	короткі відео	допис у форматі «карусель»	прямі трансляції
F2	короткотривалі	-0,2	0,6	0,7	0,8	0,7	0
	середньотривалі	0,3	0,6	0,75	0,7	0,6	0
	довготривалі	-0,6	0,4	-0,3	0,1	0,4	0
F3	так	-0,8	-0,6	0,4	1	0,5	0,4
	ні	0,7	1	0,6	-1	0,5	0,6
F4	покоління Z	-0,8	0,7	0,8	1	1	0,3
	покоління Міленіумів	0,6	0,8	0,9	1	0,9	0,8
	покоління X	0,6	0,9	0,7	1	0,3	-0,8
	покоління Бебі-бумерів	0,6	1	0,9	1	-1	-1
F5	розвага	0,1	0,9	0,6	0,7	0,4	0,7
	соц. протест	1	0,8	0,4	0,8	0,8	-1
	комерційний вплив	0,7	5	0,7	0,8	0,7	0,2
	освіта	0,8	0,1	1	0,6	0,5	0,3
	поширення новин	1	0,1	0,5	0,3	0,2	0,8
	змішаний	0,6	0	0,7	0,7	0,5	0,4
	інфлюенсер	0,2	0,6	0,7	1	0,7	0,8
	бренди	0,2	0,1	0,4	1	0,7	-0,5
F6	користувачі	1	0,9	0,2	0,9	0,8	0,1
	громадські організації	0,9	0,8	0,1	1	0,3	-0,1
	AI	0,9	1	0,7	1	0,8	-1
	TikTok	-1	0,9	0,5	1	-0,5	0,9
F7	Instagram	0,1	1	0,2	1	1	0,8
	X/Twitter	1	0,8	0,5	0,6	0,6	-1
	LinkedIn	0,9	0,7	-0,3	0,8	0,6	-1
	месенджери	1	1	0,05	0,5	0,2	-1
	Pinterest	-1	1	-1	1	0,1	-1
	YouTube	0,6	-1	1	1	-1	0,9
	Facebook	0,8	1	0,2	0,9	0,1	-0,4

Рисунок 3.7 – Зв'язки альтернатив для «Формат контенту»

2. Підтаблиця зв'язків альтернатив для «Тривалість тренду/тенденції» (рис. 3.8). Перелік питань:

- наскільки можливо, що тренд/тенденція такої тривалості орієнтована на таку цільову аудиторію;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція такої тривалості несе в собі таку мету;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція такої тривалості має таке першоджерело;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція такої тривалості знаходиться на такій платформі соціальної мережі.

		F2		
		коротко- тривалі	середньо- тривалі	довго- тривалі
F2	короткотривалі			
	середньотривалі			
	довготривалі			
F3	так	0,7	0,8	0,7
	ні	1	0,7	0,1
F4	покоління Z	1	0,8	0,2
	покоління Міленіумів	0,6	0,8	0,9
	покоління X	-0,7	0,9	1
	покоління Бебі-бумерів	-0,9	0,6	1
F5	розвага	0,9	0,4	-0,8
	соц. протест	0,1	0,8	0,9
	комерційний вплив	0,9	0,8	0,2
	освіта	-1	0,7	1
	поширення новин	0,9	0,1	-1
	змішаний	0,5	0,1	-0,1
F6	інфлюенсер	0,4	0,7	1
	бренди	0,4	0,6	1
	користувачі	0,8	0,1	-0,9
	громадські організації	0,7	0,8	0,9
	AI	0,7	0,7	0,7
F7	TikTok	0,9	0,75	0,1
	Instagram	0,9	0,8	0,2
	X/Twitter	1	0,3	0,1
	LinkedIn	0,1	0,7	0,9
	месенджери	0,9	0,5	0,2
	Pinterest	0,5	0,5	1
	YouTube	0,7	0,9	1
	Facebook	0,8	0,4	0,1

Рисунок 3.8 – Зв'язки альтернатив для «Тривалість тренду/тенденції»

3. Підтаблиця зв'язків альтернатив для «Комерціалізація тренду/тенденції» (рис. 3.9). Перелік питань:

- наскільки можливо, що тренд/тенденція орієнтована на таку цільову аудиторію є комерціалізованим;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція з такою метою є комерціалізованим;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція з таким першоджерелом є комерціалізованим;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція, що знаходиться на такій платформі соціальної мережі є комерціалізованим.

		F3	
		так	ні
F2	короткотривалі		
	середньотривалі		
	довготривалі		
F3	так		
	ні		
F4	покоління Z	0,6	0,8
	покоління Міленіумів	1	0,6
	покоління X	1	0,4
	покоління Бебі-бумерів	0,4	0,8
F5	розвага	0,3	0,8
	соц. протест	0,2	0,8
	комерційний вплив	1	-1
	освіта	0,7	0,4
	поширення новин	-1	1
	змішаний	0,5	0,5
F6	інфлюенсер	1	0,3
	бренди	1	-0,8
	користувачі	-0,5	0,9
	громадські організації	0,3	0,8
F7	AI	0,4	0,6
	TikTok	0,3	0,7
	Instagram	0,5	-0,5
	X/Twitter	0,4	0,5
	LinkedIn	-0,2	0,5
	месенджери	0,5	-0,1
	Pinterest	0,3	0,7
	YouTube	0,4	0,8
	Facebook	0,6	0,4

Рисунок 3.9 – Зв’язки альтернатив для «Комерціалізація тренду/тенденції»

4. Підтаблиця зв’язків для «Цільова аудиторія» (рис. 3.10). Перелік питань:

- наскільки можливо, що тренд/тенденція орієнтована на таку цільову аудиторію несе таку мету;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція орієнтована на таку цільову аудиторію має таке першоджерело;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція, що знаходиться на такій платформі соціальної мережі орієнтований на таку цільову аудиторію.

		F4			
		покоління Z	покоління Міленіумів	покоління X	покоління Бебі-бумерів
F2	короткотривалі				
	середньотривалі				
	довготривалі				
F3	так				
	ні				
F4	покоління Z				
	покоління Міленіумів				
	покоління X				
	покоління Бебі-бумерів				
F5	розвага	0,9	0,8	0,6	0,2
	соц. протест	0,6	0,9	0,9	0,2
	комерційний вплив	0,7	0,9	0,8	-0,5
	освіта	0,9	0,7	0,9	-1
	поширення новин	0,5	0,7	0,8	0,9
	змішаний	0,4	0,7	0,85	-0,1
F6	інфлюенсер	0,75	0,85	0,9	-0,4
	бренди	0,3	1	0,8	-0,1
	користувачі	1	1	0,9	0,5
	громадські організації	0,3	0,7	0,8	0,4
	AI	1	1	0,6	-0,2
F7	TikTok	1	0,87	0,6	0,1
	Instagram	0,86	0,81	0,6	0,3
	X/Twitter	0,6	0,6	0,39	0,22
	LinkedIn	0,3	0,5	0,8	-1
	месенджери	0,2	0,4	0,7	0,7
	Pinterest	1	0,9	0,1	-1
	YouTube	0,9	0,8	0,6	0,3
	Facebook	0,66	0,79	0,88	0,88

Рисунок 3.10 – Зв'язки для «Цільова аудиторія»

5. Підтаблиця зв'язків для «Мета тренду/тенденції» (рис. 3.11). Перелік питань:

- наскільки можливо, що тренд/тенденція з такою метою має таке першоджерело;
- наскільки можливо, що тренд/тенденція з такою метою знаходиться на такій платформі соціальної мережі.

		F5					
		розвага	соціальний протест	комерційний вплив	освіта	поширення новини	змішаний
F2	короткотривалі						
	середньотривалі						
	довготривалі						
F3	так						
	ні						
F4	покоління Z						
	покоління Міленіумів						
	покоління X						
	покоління Бебі-бумерів						
F5	розвага						
	соц. протест						
	комерційний вплив						
	освіта						
	поширення новин						
F6	змішаний	0,4	0,1	1	-0,1	0,6	0,7
	інфлюенсер	0,1	-0,2	1	0,1	0,2	0,5
	бренди	0,9	0,6	0,2	0,6	0,8	0,9
	користувачі	-0,3	0,9	0,3	0,8	0,9	0,8
	громадські організації	0,8	-0,5	0,5	0,7	-0,7	-0,4
F7	AI	1	0,6	0,5	0,2	0,5	0,7
	TikTok	1	0,5	0,5	0,1	0,4	0,7
	Instagram	0,8	0,8	0,3	-0,3	1	0,6
	X/Twitter	0	0,2	0,3	0,5	0,8	0,4
	LinkedIn	0,2	0,9	0,6	0,6	1	0,3
	месенджери	0,8	-0,6	0,2	0,3	-1	0,2
	Pinterest	1	0,5	0,8	0,8	0,4	0,8
	YouTube	0,7	0,6	0,6	0,3	1	0,8
	Facebook						

Рисунок 3.11 – Зв'язки альтернатив для «Мета тренду/тенденції»

6. Підтаблиця зв'язків альтернатив для «Першоджерело тренду» (рис. 3.12).

Перелік питань:

– наскільки можливо, що тренд/тенденція з таким Першоджерело знаходиться на такій платформі платформи соціальної мережі.

		F6				
		інфлюенсери	бренди	користувачі	громадські організації	AI
F2	короткотривалі					
	середньотривалі					
	довготривалі					
F3	так					
	ні					
F4	покоління Z					
	покоління Міленіумів					
	покоління X					
	покоління Бебі-бумерів					
F5	розвага					
	соц. протест					
	комерційний вплив					
	освіта					
	поширення новин					
F6	змішаний	0,8	0,4	1	0,3	0,7
	інфлюенсери	0,7	0,8	0,9	0,7	0,2
	бренди	0,8	0,8	1	1	0,4
	користувачі	0,4	1	0,6	0,7	0,1
	громадські організації	0,2	-0,4	1	0,4	-0,4
F7	AI	0,4	0,6	1	-1	-0,9
	TikTok	1	0,9	1	0,3	0,2
	Instagram	0,8	0,9	0,9	0,7	0,4
	X/Twitter					
	LinkedIn					

Рисунок 3.12 – Зв'язки альтернатив для «Першоджерело тренду/тенденції»

І остання таблиця, яку потрібно заповнити оцінками, це МЗАП, що стосується пріоритетності стратегій залучення клієнтів за допомоги трендів та тенденцій в соціальних мережах (рис. 3.13).

Тут теж розіб'ємо залежності між стратегією і параметром. Перелік питань:

- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо контент тренду/тенденції в такому форматі;
- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо тренд/тенденція такої тривалості;
- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо тренд/тенденція має таку комерціалізацію;
- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо у тренду/тенденції така цільова аудиторія;
- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо тренд/тенденція має таку мету;
- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо тренд/тенденція має таке першоджерело;
- чи ефективна ця стратегія залучення, якщо тренд/тенденція розміщена на такій платформі соціальної мережі.

		Матриця зв'язків альтернатив параметрів (2 етап)						
		реклама	перепости	випуск трендових товарів	заяви/підкасти виступи на "гарячі" теми	взаємодія з лідерами думок за основними тренду, тенденції	челенджі	інтерактивні заходи
F1	текстові пости	0,5	1	-0,7	0,9	0,8	-0,5	0,3
	зображення	0,7	0,7	0,8	-1	-0,5	-0,4	-0,8
	відео	0,3	0,3	0,4	1	0,8	0,9	0,85
	короткі відео	1	1	0,7	1	0,8	1	1
	допис у форматі «карусель»	0,8	0,4	0,8	-1	0,2	-0,6	-0,5
F2	прямі трансляції	0	0	0	0,5	1	0,8	1
	короткотривалі	-1	0,9	-1	0,5	0,2	1	1
	середньотривалі	0,5	0,9	0,6	0,8	0,7	0,5	0,6
	довготривалі	1	0,3	1	1	1	0,7	0,7
F3	так	1	0,2	1	0,4	0,4	0,6	0,9
	ні	0,7	0,8	-1	0,6	0,8	0,9	1
F4	покоління Z	1	0,9	1	0,3	0,5	1	1
	покоління Міленіумів	1	0,9	1	0,4	0,6	0,8	0,8
	покоління X	1	0,7	0,7	0,5	0,7	-0,3	0,4
	покоління Бебі-бумерів	1	0,1	0,2	0,7	0,7	-1	-0,8
	розвага	1	0,1	1	0,7	0,9	1	1
F5	соц. протест	0,7	1	0,8	1	1	0,8	1
	комерційний вплив	1	0,2	1	0,7	0,9	0,6	0,8
	освіта	0,8	0,7	0,6	1	1	1	1
	поширення новини	-0,9	1	-1	0,75	1	-1	-1
	змішаний	0,5	0,8	1	1	1	1	1
F6	інфлюенсери	1	0,3	0,9	0,9	1	0,8	0,8
	бренди	1	0,6	1	0,4	0,8	0,4	0,89
	користувачі	0,5	1	0,5	0,7	0,6	1	0,9
	громадські організації	0,6	0,4	0,1	1	1	-0,7	1
F7	AI	0	0,4	0	0,7	0,6	0,5	0,3
	Тікток	0,5	0,9	0,8	0,9	0,7	1	1
	Instagram	0,6	0,8	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9
	X/Twitter	0,6	0,9	0,2	1	1	0,4	0,4
	LinkedIn	0,5	0,9	-1	1	1	0,2	0,7
	месенджери	0,8	1	0,3	0,8	0,5	0,3	0,8
	Pinterest	0,5	0,7	0,9	0	0,1	0,8	0,7
	YouTube	0,5	-1	0,3	0,8	0,9	0,7	0,9
	Facebook	0,7	0,9	0,4	1	1	0,9	0,7

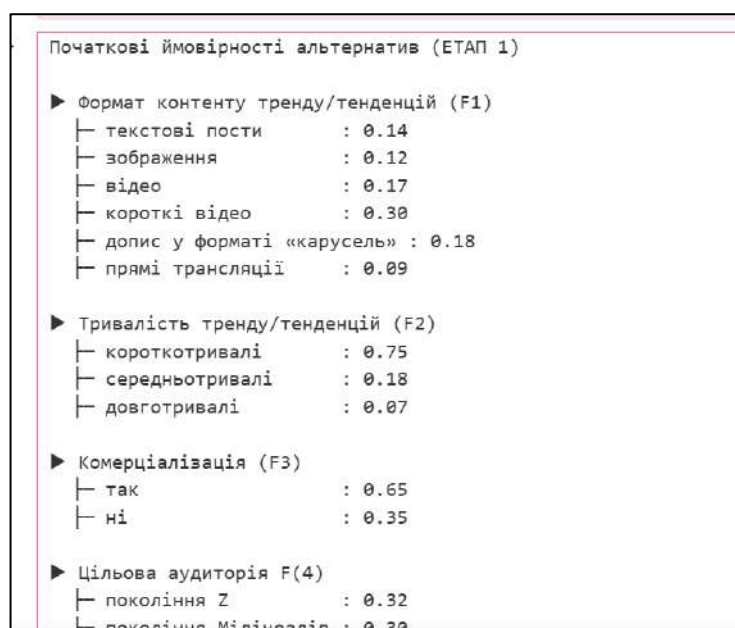
Рисунок 3.13 – Пріоритетність стратегій залучення клієнтів за допомоги трендів та тенденцій в соціальних мережах

Всі оцінки були виставлені на основі досліджень літератури, статистичних даних, власних суджень і опитування інших людей.

3.2 Результати модифікованого методу морфологічного аналізу

Реалізація двоетапного алгоритму МММА починається з етапу отримання на вхід експертних даних, які знаходяться у файлі Excel «Book1». На першому аркуші під назвою «Probob» розміщені початкові ймовірності альтернатив, на другому з назвою «Matrix_1» – МВЗАП (перший етап) і на третьому аркуші з назвою «Matrix_2» – МЗАП (другий етап). Обчислювальна частина алгоритму реалізована мовою Python у середовищі Visual Studio Code. Проміжні результати розрахунків відображаються в консолі, а фінальні результати автоматично дублюються у файл «Book1» для подальшого аналізу.

Першим кроком програма читає аркуш з початковими ймовірностями альтернатив та виводить їх в консоль (рис. 3.14). Також обраховується кількість конфігурацій (рис. 3.15).



```

Початкові ймовірності альтернатив (ЕТАП 1)

► Формат контенту тренду/тенденцій (F1)
├ текстові пости          : 0.14
├ зображення             : 0.12
├ відео                  : 0.17
├ короткі відео          : 0.30
├ допис у форматі «карусель» : 0.18
└ прямі трансляції       : 0.09

► Тривалість тренду/тенденцій (F2)
├ короткотривалі         : 0.75
├ середньотривалі       : 0.18
└ довготривалі          : 0.07

► Комерціалізація (F3)
├ так                    : 0.65
└ ні                     : 0.35

► Цільова аудиторія F(4)
├ покоління Z            : 0.32
└ покоління Міленіалів  : 0.30
  
```

Рисунок 3.14 – Вивід початкових ймовірностей альтернатив в консоль

Загальна кількість конфігурацій: 34560

Рисунок 3.15 – Кількість конфігурацій системи морфологічних таблиць

Програма зчитує МВЗАП. Після зчитування даних виконується трансформація оцінок для коректного математичного розрахунку (усунення від'ємних значень для подальшого множення):

$$C_{norm} = C_{expert} + 1$$

Таким чином, шкала $[-1; 1]$ перетворюється на робочий діапазон $[0; 2]$. Отримана нормована матриця автоматично записується програмою на аркуш «Normalized_Matrix_1» (рис. 3.16).

Рисунок 3.16 – Нормована МВЗАП

При всіх записях у файл виводиться повідомлення або про успіх або попередження (рис. 3.17 і 3.18).

Успішно! Аркуш 'Normalized_Matrix_1' створено.

Рисунок 3.17 – Позитивний статус операції з Excel файлом

Увага: У Вас відкритий Excel файл. Закрийте його, будь ласка!

Рисунок 3.18 – Негативний статус операції з Excel файлом

Після цього виконуються проміжні розрахунки першого етапу (рис. 3.19–3.23), результати яких відображаються в консолі. Оскільки в коді використано спрощені назви змінних, для зручності подальшого аналізу змістовний опис наведений у формі коментарів безпосередньо в Python notebook.

Знаходження проміжного ($P \times C$)
Показник для кожної конфігурації P' розраховується як добуток апіорних оцінок та коефіцієнтів взаємного впливу:

$$P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \prod_{m=2}^N p_{j_m}^{(m)} \cdot \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N (c_{m j_m, l j_l} + 1)$$

Рисунок 3.19 – Проміжний добуток апіорних оцінок і сукупного коефіцієнта взаємозв'язку

```
Конфіг №1: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: TikTok
Сукупна P: 0.00028
Сукупна C: 0.00000000
(P*C): 0.00000000
-----
Конфіг №2: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: Instagram
Сукупна P: 0.00046
Сукупна C: 17.81646438
(P*C): 0.00817134
-----
Конфіг №3: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: X/Twitter
Сукупна P: 0.00018
Сукупна C: 26.08826139
(P*C): 0.00478605
-----
Конфіг №4: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: LinkedIn
Сукупна P: 0.00009
Сукупна C: 2.73463759
(P*C): 0.00025084
-----
```

Рисунок 3.20 – Вивід перших декількох проміжних результатів

ЗАГАЛЬНА СУМА ВСІХ (P*C): 8686.22329791

Рисунок 3.21 – Результат розрахунку суми порахованих раніше ($P \times C$)

Нормування та отримання фінальної ймовірності сценарію

Останнім кроком у розрахунку кожного сценарію є знаходження його нормованої ймовірності (в консолі це $(P \times C)_{\text{норм}}$).

Фінальна ймовірність сценарію розраховується як

$$P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \frac{P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}{S}$$

Де:

- $P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})$ — фінальна (нормована) ймовірність конкретної конфігурації;
- P' — проміжний добуток $P \times C$;
- S — загальна сума P' усіх можливих сценаріїв

Рисунок 3.22 – Опис розрахунку фінальних ймовірностей першого етапу

```

ПЕРЕВІРКА: Сума всіх (P*C)норм = 1.00
Розрахунок коректний: сума дорівнює 1.
=====

Конфіг №1: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: TikTok
Сукупна P: 0.00028
Сукупна C: 0.00000000
(P*C): 0.00000000
(P*C)норм: 0.00000000
-----

Конфіг №2: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: Instagram
Сукупна P: 0.00046
Сукупна C: 17.81646438
(P*C): 0.00817134
(P*C)норм: 0.00000094
-----

Конфіг №3: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: X/Twitter
Сукупна P: 0.00018
Сукупна C: 26.08826139
(P*C): 0.00478605
(P*C)норм: 0.00000055
-----

Конфіг №4: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: інфлюенсери | F7: LinkedIn
Сукупна P: 0.00009
Сукупна C: 2.73463759

```

Рисунок 3.23 – Розрахунок фінальних ймовірностей кожної конфігурації першого етапу

Після завершення всіх математичних розрахунків, програма переходить до етапу представлення вихідних даних. На основі розрахованих значень $(P \times C)_{\text{норм}}$ для кожної з 34560 комбінацій, алгоритм формує підсумкові ймовірності для кожної альтернативи. Результати виведені у консоль (рис. 3.24), а для подальшого аналізу програма автоматично зберігає всі результати на аркуш «Excel Аркуш Final_Probabilities_1».

Фінальні ймовірності альтернатив (ЕТАП 1)	
► Формат контенту тренду/тенденцій (F1)	
└ текстові пости	: 0.016140
└ зображення	: 0.086592
└ відео	: 0.163481
└ короткі відео	: 0.592691
└ допис у форматі «карусель»	: 0.123189
└ прямі трансляції	: 0.017907
Σ Сума групи: 1.00	
► Тривалість тренду/тенденцій (F2)	
└ короткотривалі	: 0.755386
└ середньотривалі	: 0.217649
└ довготривалі	: 0.026965
Σ Сума групи: 1.00	
► Комерціалізація (F3)	
└ так	: 0.832330
└ ні	: 0.167670
Σ Сума групи: 1.00	
► Цільова аудиторія F(4)	
└ покоління Z	: 0.390671
└ покоління Міленіумів	: 0.491539
└ покоління X	: 0.111294
└ покоління Бебі-бумерів	: 0.006496
Σ Сума групи: 1.00	
► Мета тренду/тенденції (F5)	
└ розвага	: 0.391744
└ соц.протест	: 0.036410
└ комерційний вплив	: 0.287322
└ освіта	: 0.040828
└ поширення новини	: 0.007066
└ змішаний	: 0.236630
Σ Сума групи: 1.00	
► Першоджерело (F6)	
└ інфлюенсери	: 0.060455
└ бренди	: 0.491044
└ користувачі	: 0.259778
└ громадські організації	: 0.071077
└ AI	: 0.117646
Σ Сума групи: 1.00	
► Платформа поширення (F7)	
└ TikTok	: 0.127045
└ Instagram	: 0.251507
└ X/Twitter	: 0.076879
└ LinkedIn	: 0.012158
└ месенджери	: 0.033910
└ Pinterest	: 0.042801
└ YouTube	: 0.279005
└ Facebook	: 0.176695
Σ Сума групи: 1.00	

Рисунок 3.24 – Вивід фінальних результатів першого етапу у консоль

Отримані результати досить відрізняються від початкових, але виявились очікуваними. Для порівняння зробимо ранжування від найбільшого до найменшого для кожного параметру.

Для параметру «Формат контенту» (табл. 3.1) бачимо суттєву трансформацію розподілу ймовірностей: формат коротких відео продемонстрував стрімке зростання, водночас формати відео та дописів «карусель» помінялися місцями, а найбільш критичне зниження релевантності після врахування взаємовпливу параметрів зафіксовано для текстових постів, ймовірність яких впала найнижче.

Таблиця 3.1 – Порівняння початкових ймовірностей альтернатив з отриманими для параметра «Формат контенту»

До проведення 1 етапу		Після проведення 1 етапу	
короткі відео	0,30	короткі відео	0,592691
допис у форматі «карусель»	0,18	відео	0,163481
відео	0,17	допис у форматі «карусель»	0,123189
текстові пости	0,14	зображення	0,086592
зображення	0,12	прямі трансляції	0,017907
прямі трансляції	0,09	текстові пости	0,01614

Для параметрів «Тривалість тренду/тенденції» та «Комерціалізація» зафіксовано певне перерозподілення числових значень ймовірностей, проте загальна ієрархія альтернатив залишилася незмінною. Тоді як в результатах «Мета тренду/тенденції» помінялися місцями лише «комерційний вплив» і «змішаний», що є справедливим наразі.

В результатах для «Цільової аудиторії» зафіксовані незначні зміни (табл. 3.2). Найважливішим висновком є зміна ймовірності між поколіннями Z та Міленіумами на фоні абсолютного домінування покоління других. Ця зміна позицій може пояснюватися вищою платоспроможністю, але такою самою падкістю на цікаві пропозиції, як і у покоління Z, що робить Міленіумів ключовими споживачами для масштабних трендів.

Таблиця 3.2 – Порівняння початкових ймовірностей альтернатив з отриманими для параметра «Цільова аудиторія».

До проведення 1 етапу		Після проведення 1 етапу	
покоління Z	0,32	покоління Міленіумів	0,491539
покоління Міленіумів	0,30	покоління Z	0,390671
покоління X	0,24	покоління X	0,111294
покоління Бебі-бумерів	0,14	покоління Бебі-бумерів	0,006496

Варто звернути увагу на те, як перебудувався розподіл ймовірностей для параметру «Першоджерело тренду/тенденції» (табл. 3.3). Ключовим зауваженням є докорінна зміна головного суб'єкта формування тенденцій: якщо на етапі експертного оцінювання перевага надавалася інфлюенсерам, то після розрахунку взаємовпливу чинників першість перехопили бренди, а інфлюенсери стали останніми. Така динаміка свідчить про те, що в сучасній екосистемі медіа споживання корпоративний сектор вирішив сам, від свого імені просувати тенденції.

Додатково слід відмітити зміцнення ролі звичайних користувачів та технологій штучного інтелекту, що є правдиво через велику кількість користувацького контенту з сюжетом створеним штучним інтелектом.

Таблиця 3.3 – Порівняння початкових ймовірностей альтернатив з отриманими для параметра «Першоджерело тренду/тенденції».

До проведення 1 етапу		Після проведення 1 етапу	
інфлюенсери	0,35	бренди	0,491044
бренди	0,28	користувачі	0,259778
користувачі	0,20	AI	0,117646
громадські організації	0,07	громадські організації	0,071077
AI	0,10	інфлюенсери	0,060455

Для параметру «Платформа поширення» також побудуємо порівняльну таблицю 3.4. Бачимо, що чотири лідируючі та остання позиції залишилися незмінними, але в середині розподіл став іншим. Трактувати це можна так: сталася переорієнтація поширення трендів/тенденцій на користь платформ із високим рівнем візуальної взаємодії та алгоритмічного охоплення, тоді як канали прямого обміну повідомленнями стають менш значущими.

Таблиця 3.4 – Порівняння початкових ймовірностей альтернатив з отриманими для параметра «Платформа поширення».

До проведення 1 етапу		Після проведення 1 етапу	
YouTube	0,25	YouTube	0,279005
Instagram	0,20	Instagram	0,251507
Facebook	0,15	Facebook	0,176695
TikTok	0,12	TikTok	0,127045
месенджери	0,09	X/Twitter	0,076879
X/Twitter	0,08	Pinterest	0,042801
Pinterest	0,07	месенджери	0,033910
LinkedIn	0,04	LinkedIn	0,012158

Отримані значення можуть бути використані для визначення найбільш важливих станів параметрів розглядуваного об'єкта, ранжування цих станів за ймовірністю виникнення, вибору найбільш ймовірних конфігурацій, а також в якості вхідних даних для подальших методів, зокрема для другого етапу двоетапної процедури морфологічного аналізу.

На другому етапі МММА скрипт зчитує МЗАП та проводить трансформацію оцінок аналогічно першому етапу, перетворюючи їх у робочий діапазон $[0; 2]$. Отримана нормована матриця записується програмою на аркуш «Normalized_Matrix_2». Далі проводяться розрахунки другого етапу, а саме шукається для кожної конфігурації результативність

альтернативи та нормована результативність альтернативи (рис. 3.25), кінцеві результативності альтернатив для кожної конфігурації окремо (рис. 3.26, 3.27).

Конфіг №1: F1: текстові пости F2: короткотривалі F3: так F4: покоління Z F5: розвага F6: інфлюенсери F7: TikTok
реклама:
R: 0.000000 R норм: 0.00000000
перепости:
R: 23.540088 R норм: 0.13632021
випуск трендових товарів:
R: 0.000000 R норм: 0.00000000
заяви/підкасти виступи на "гарячі" теми:
R: 31.832619 R норм: 0.18434210
взаємодія з лідерами думок засновниками тренду, тенденції:
R: 23.133600 R норм: 0.13396624
челенджі:
R: 23.040000 R норм: 0.13342421
інтерактивні заходи:
R: 71.136000 R норм: 0.41194724

Конфіг №2: F1: текстові пости F2: короткотривалі F3: так F4: покоління Z F5: розвага F6: інфлюенсери F7: Instagram
реклама:
R: 0.000000 R норм: 0.00000000
перепости:
R: 22.301136 R норм: 0.13425898
випуск трендових товарів:
R: 0.000000 R норм: 0.00000000

Рисунок 3.25 – Вивід декількох результатів умовних результативностей

Розрахунок фінальної умовної результативності R (в консолі позначено як $R_{\text{альтернатива норм}} * P$) $R(a_j^{(i)} \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) = \frac{p_j^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m,ij} + 1)}{\sum_{k=1}^{n_j} (p_k^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m,ik} + 1))}$ По факту це добуток Нормованої ймовірності конфігурації $(P \times C)$ норм (в консолі позначена як P) Це базова ймовірність обраної комбінації елементів першого етапу, приведена до загальної суми ймовірностей усіх можливих конфігурацій: $P = \frac{P'(\{a_{j_1}^{(1)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\})}{\sum_{j_1=1}^{n_1} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} P'(\{a_{j_1}^{(1)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\})}$ Нормованого коефіцієнту взаємодії альтернативи ($R_{\text{альтернатива норм}}$) Ця частина показує відносну «силу» або внесок конкретної альтернативи всередині обраної конфігурації: $R_{\text{alt норм}} = \frac{\prod_{m=1}^N (c_{mj_m,ij} + 1)}{\sum_{k=1}^{n_j} (\prod_{m=1}^N (c_{mj_m,ik} + 1))}$

Рисунок 3.26 – Опис розрахунку кінцевої результативності альтернативи для кожної конфігурації окремо

```

Конфіг №18: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: користувачі | F7: Instagram
├ R реклама норм * P: 0.000000000
├ R перепости норм * P: 0.000000005
├ R випуск трендових товарів норм * P: 0.000000000
├ R заяви/підкасти виступи на "гарячі" теми норм * P: 0.0000005946
├ R взаємодія з лідерами думок засновниками тренду, тенденції норм * P: 0.0000004826
├ R челенджі норм * P: 0.0000005674
├ R інтерактивні заходи норм * P: 0.0000016643
-----
Конфіг №19: F1: текстові пости | F2: короткотривалі | F3: так | F4: покоління Z | F5: розвага | F6: користувачі | F7: X/Twitter
├ R реклама норм * P: 0.000000000
├ R перепости норм * P: 0.0000005469
├ R випуск трендових товарів норм * P: 0.000000000
├ R заяви/підкасти виступи на "гарячі" теми норм * P: 0.0000004528
├ R взаємодія з лідерами думок засновниками тренду, тенденції норм * P: 0.0000003288
├ R челенджі норм * P: 0.0000002706
├ R інтерактивні заходи норм * P: 0.0000007938
-----

```

Рисунок 3.27 – Вивід декількох результатів кінцевої результативності альтернативи для кожної конфігурації окремо

Останнім кроком є розрахунок вже сумарних результативностей для кожної альтернативи. Результати виводяться у консоль (рис. 3.28) і для подальшого аналізу програма автоматично зберігає всі результати у вихідний файл на аркуш «Final_Probabilities_2» (рис. 3.29).

```

Фінальна пріоритетність стратегій

Σ R інтерактивні заходи норм * P: 0.3136
Σ R челенджі норм * P: 0.2058
Σ R перепости норм * P: 0.1449
Σ R взаємодія з лідерами думок засновниками тренду, тенденції норм * P: 0.1413
Σ R заяви/підкасти виступи на "гарячі" теми норм * P: 0.1049
Σ R реклама норм * P: 0.0517
Σ R випуск трендових товарів норм * P: 0.0377

ПЕРЕВІРКА: Сума всіх Σ R норм * P = 1.0000

```

Рисунок 3.28 – Остаточні результати пріоритетності стратегій залучення клієнтів

	A	B
1	Стратегія	Ймовірності пріоритетності
2	інтерактивні заходи	0,31355688
3	челенджі	0,205827039
4	перепости	0,144892473
5	взаємодія з лідерами думок засновниками тренду, тенденції	0,141331462
6	заяви/підкасти виступи на "гарячі" теми	0,104917738
7	реклама	0,051743244
8	випуск трендових товарів	0,037731163

Рисунок 3.29 – Фінальні результати другого етапу збережені у Excel

Отримані результати другого етапу МММА демонструють чіткий стратегічний план розвитку свого бізнесу за допомогою використання трендів та тенденцій. Найвищу вагу отримали інтерактивні заходи, що свідчить про домінування підходів, орієнтованих на активне залучення аудиторії та двосторонню комунікацію. Високі позиції також займають челенджі та перепости, що підтверджує ефективність вірусних механізмів поширення контенту та важливість участі користувачів у масштабуванні трендів.

Стратегії, пов'язані з взаємодією з лідерами думок та заявами/публічними виступами на актуальні теми, займають середні позиції, що вказує на їх допоміжну, але все ще значущу роль у формуванні інформаційного резонансу. Водночас традиційні інструменти, такі як реклама та випуск трендових товарів, мають найнижчі значення, що свідчить про зниження їх відносної ефективності в умовах сучасного цифрового середовища. Таким чином, результати аналізу підтверджують перехід до моделей просування, де ключову роль відіграють інтерактивність, залучення користувачів та вірусність контенту.

3.3 Оцінювання чутливості для поставленої задачі

Специфіка прогнозування трендів у соціальних мережах змушує покладатися переважно на експертне оцінювання, оскільки цілісної та верифікованої бази даних щодо динаміки цифрових тенденцій наразі дуже мало або вона у закритому доступі. Інформаційний фундамент у цій сфері зазвичай складається з розрізнених статистичних показників, що вимагає їх синтезу та суб'єктивної інтерпретації фахівцями. Проте такий підхід неминуче несе ризик похибки: суб'єктивність експертних висновків та фрагментарність вхідних даних можуть викривити реальну картину ринку,

що в результаті призводить до помилкового визначення пріоритетних напрямів розвитку. Тому ми застосуємо оцінювання чутливості для раніше проведеного першого етапу МММА.

Спочатку проведемо для **параметрів оцінювання чутливості відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив цих же параметрів**. Для цього на вході ми маємо початкові ймовірності і кінцеві розраховані ймовірності альтернатив. І за допомоги програмних розрахунків отримаємо результати, що зберігаються в Excel.

На основі початкових та розрахованих ймовірностей альтернатив для F_1 (табл. 3.5) можемо побачити на рисунку 3.30, що пара «текстові пости vs прямі трансляції» має найвищий поріг чутливості. Показник чутливості у 10.95% свідчить про те, що ці дві альтернативи знаходяться дуже близько одна до одної за рівнем впливу. Якщо експерт збільшить початкову оцінку для текстових постів лише на 11% (або зменшить на 10% оцінку для прямих трансляцій), вони поміняються місцями з прямими трансляціями у фінальному рейтингу. Це зона найвищої невизначеності, де суб'єктивна помилка експерта найбільше впливає на результат.

Таблиця 3.5 – Початкові та розраховані ймовірності альтернатив для F_1

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
текстові пости	0,14	0,01614
зображення	0,12	0,086592
відео	0,17	0,163481
короткі відео	0,30	0,592691
допис у форматі «карусель»	0,18	0,123189
прямі трансляції	0,09	0,017907

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F1	(текстові пости vs зображення)	4,365056	436.51%
F1	(текстові пости vs відео)	9,128934	912.89%
F1	(текстові пости vs короткі відео)	35,721871	3572.19%
F1	(текстові пости vs допис у форматі «карусель»)	6,632528	663.25%
F1	(текстові пости vs прямі трансляції)	0,10948	10.95%
F1	(зображення vs текстові пости)	-0,813609	-81.36%
F1	(зображення vs відео)	0,887946	88.79%
F1	(зображення vs короткі відео)	5,844639	584.46%
F1	(зображення vs допис у форматі «карусель»)	0,422637	42.26%
F1	(зображення vs прямі трансляції)	-0,793203	-79.32%
F1	(відео vs текстові пости)	-0,901273	-90.13%
F1	(відео vs зображення)	-0,470324	-47.03%
F1	(відео vs короткі відео)	2,625443	262.54%
F1	(відео vs допис у форматі «карусель»)	-0,246463	-24.65%
F1	(відео vs прямі трансляції)	-0,890464	-89.05%
F1	(короткі відео vs текстові пости)	-0,972768	-97.28%
F1	(короткі відео vs зображення)	-0,8539	-85.39%
F1	(короткі відео vs відео)	-0,724172	-72.42%
F1	(короткі відео vs допис у форматі «карусель»)	-0,792153	-79.22%
F1	(короткі відео vs прямі трансляції)	-0,969787	-96.98%
F1	(допис у форматі «карусель» vs текстові пости)	-0,868982	-86.9%
F1	(допис у форматі «карусель» vs зображення)	-0,29708	-29.71%
F1	(допис у форматі «карусель» vs відео)	0,327075	32.71%
F1	(допис у форматі «карусель» vs короткі відео)	3,811233	381.12%
F1	(допис у форматі «карусель» vs прямі трансляції)	-0,854638	-85.46%
F1	(прямі трансляції vs текстові пости)	-0,098676	-9.87%
F1	(прямі трансляції vs зображення)	3,835651	383.57%
F1	(прямі трансляції vs відео)	8,129447	812.94%
F1	(прямі трансляції vs короткі відео)	32,098286	3209.83%
F1	(прямі трансляції vs допис у форматі «карусель»)	5,879377	587.94%

Рисунок 3.30 – Розрахована чутливість $\tilde{\delta}_j^{(1)}$

На основі початкових та розрахованих ймовірностей альтернатив для F_2 (табл. 3.6) та F_3 (табл. 3.7) результати аналізу чутливості на рисунках 3.31 і 3.32 свідчать про низьку вразливість результатів до суб'єктивних експертних помилок. Навіть за умови суттєвого відхилення вхідних оцінок, ранжування альтернатив у межах параметра F_2 і F_3 залишається незмінним.

Таблиця 3.6 – Початкові та розраховані ймовірності альтернатив для F_2

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
короткотривалі	0,75	0,755386
середньотривалі	0,18	0,217649
довготривалі	0,07	0,026965

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F2	(короткотривалі vs середньотрив	-0,71187	-71.19%
F2	(короткотривалі vs довготривалі)	-0,964303	-96.43%
F2	(середньотривалі vs короткотрив	2,470661	247.07%
F2	(середньотривалі vs довготривал	-0,876108	-87.61%
F2	(довготривалі vs короткотривалі)	27,013573	2701.36%
F2	(довготривалі vs середньотривал	7,071537	707.15%

Рисунок 3.31 – Розрахована чутливість $\tilde{\delta}_j^{(2)}$ Таблиця 3.7 – Початкові та розраховані ймовірності альтернатив для F_3

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
так	0,75	0,83233
ні	0,18	0,16767

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F3	(так vs ні)	-0,798553	-79.86%
F3	(ні vs так)	3,964096	396.41%

Рисунок 3.32 – Розрахована чутливість $\tilde{\delta}_j^{(3)}$

На основі початкових та розрахованих ймовірностей альтернатив для F_4 (табл. 3.8) аналіз чутливості для параметра F_4 (рис. 3.33) показує, що найбільш динамічним аспектом є співвідношення між поколінням Z та Міленіумами (25,82% або мінус 20,52%), що вимагає ретельного моніторингу вхідних даних для цих груп. Водночас пріоритетність молодших поколінь над старшими сегментами залишається фундаментально стійкою, що мінімізує стратегічні ризики при прийнятті рішень.

Таблиця 3.8 – Початкові та розраховані ймовірності альтернатив для F_4

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
покоління Z	0,32	0,390671
покоління Міленіумів	0,30	0,491539
покоління X	0,24	0,111294
покоління Бебі-бумерів	0,14	0,006496

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F4	(покоління Z vs покоління Міленіумів)	0,258192	25.82%
F4	(покоління Z vs покоління X)	-0,715121	-71.51%
F4	(покоління Z vs покоління Бебі-бумерів)	-0,983372	-98.34%
F4	(покоління Міленіумів vs покоління Z)	-0,205209	-20.52%
F4	(покоління Міленіумів vs покоління X)	-0,773581	-77.36%
F4	(покоління Міленіумів vs покоління Бебі-бумерів)	-0,986784	-98.68%
F4	(покоління X vs покоління Z)	2,510261	251.03%
F4	(покоління X vs покоління Міленіумів)	3,416581	341.66%
F4	(покоління X vs покоління Бебі-бумерів)	-0,941632	-94.16%
F4	(покоління Бебі-бумерів vs покоління Z)	59,14024	5914.02%
F4	(покоління Бебі-бумерів vs покоління Міленіумів)	74,66795	7466.79%
F4	(покоління Бебі-бумерів vs покоління X)	16,132697	1613.27%

Рисунок 3.33 – Розрахована чутливість $\tilde{\delta}_j^{(4)}$

На основі початкових та розрахованих ймовірностей альтернатив для F_5 (табл. 3.9) з наведених даних на рисунку 3.34 видно, що вибір між освітньою та соціальною складовими перебуває в зоні високого ризику через низьке значення дельта (12,13%). Якщо ми зменшимо освітню мету, то ця альтернатива поміняється місцями з соціальним протестом. Другий низьке значення спостережується між змішаною метою і комерційним впливом, де достатньо змінити на ~18% початкову ймовірність, щоб альтернативи помінялися при ранжуванні.

Таблиця 3.9 – Початкові та розраховані ймовірності альтернатив для F_5

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
розвага	0,3	0,391744
соціальний протест	0,1	0,03641
комерційний вплив	0,15	0,287322
освіта	0,15	0,040828
поширення новини	0,05	0,007066
змішаний	0,25	0,23663

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F5	(розвага vs соц.протест)	-0,907057	-90.71%
F5	(розвага vs комерційний вплив)	-0,266557	-26.66%
F5	(розвага vs освіта)	-0,895779	-89.58%
F5	(розвага vs поширення новини)	-0,981963	-98.2%
F5	(розвага vs змішаний)	-0,395958	-39.6%
F5	(соц.протест vs розвага)	9,759242	975.92%
F5	(соц.протест vs комерційний вплив)	6,891294	689.13%
F5	(соц.протест vs освіта)	0,12134	12.13%
F5	(соц.протест vs поширення новини)	-0,805932	-80.59%
F5	(соц.протест vs змішаний)	5,499039	549.9%
F5	(комерційний вплив vs розвага)	0,363432	36.34%
F5	(комерційний вплив vs соц.протест)	-0,873278	-87.33%
F5	(комерційний вплив vs освіта)	-0,857902	-85.79%
F5	(комерційний вплив vs поширення новини)	-0,975407	-97.54%
F5	(комерційний вплив vs змішаний)	-0,176429	-17.64%
F5	(освіта vs розвага)	8,594984	859.5%
F5	(освіта vs соц.протест)	-0,10821	-10.82%
F5	(освіта vs комерційний вплив)	6,037376	603.74%
F5	(освіта vs поширення новини)	-0,826932	-82.69%
F5	(освіта vs змішаний)	4,795777	479.58%
F5	(поширення новини vs розвага)	54,440702	5444.07%
F5	(поширення новини vs соц.протест)	4,152845	415.28%
F5	(поширення новини vs комерційний вплив)	39,66261	3966.26%
F5	(поширення новини vs освіта)	4,778092	477.81%
F5	(поширення новини vs змішаний)	32,488537	3248.85%
F5	(змішаний vs розвага)	0,655513	65.55%
F5	(змішаний vs соц.протест)	-0,846131	-84.61%
F5	(змішаний vs комерційний вплив)	0,214225	21.42%
F5	(змішаний vs освіта)	-0,827461	-82.75%
F5	(змішаний vs поширення новини)	-0,970139	-97.01%

Рисунок 3.34 – Розрахована чутливість $\tilde{\delta}_j^{(5)}$

На основі початкових та розрахованих ймовірностей альтернатив для F_6 (табл. 3.10) згідно з результатами рисунка 3.35 спостерігається

домінування брендів та користувачів як ключових джерел трендів та тенденцій, оскільки для зміни їхнього рангу необхідне критичне відхилення експертних оцінок на рівні 47–89%. Водночас виявлено зону значної вразливості в парі «громадські організації vs інфлюенсери», де поріг чутливості становить 14,94%, що вказує на можливість легкої зміни пріоритетності при мінімальному коригуванні вхідних даних.

Таблиця 3.10 – Початкові та розраховані ймовірності альтернативи для F_6

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
інфлюенсери	0,35	0,060455
бренди	0,28	0,491044
користувачі	0,2	0,259778
громадські організації	0,07	0,071077
AI	0,1	0,117646

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F6	(інфлюенсери vs бренди)	7,122471	712.25%
F6	(інфлюенсери vs користувачі)	3,297047	329.7%
F6	(інфлюенсери vs громадські організації)	0,175701	17.57%
F6	(інфлюенсери vs AI)	0,946009	94.6%
F6	(бренди vs інфлюенсери)	-0,876885	-87.69%
F6	(бренди vs користувачі)	-0,470968	-47.1%
F6	(бренди vs громадські організації)	-0,855253	-85.53%
F6	(бренди vs AI)	-0,760417	-76.04%
F6	(користувачі vs інфлюенсери)	-0,767282	-76.73%
F6	(користувачі vs бренди)	0,890245	89.02%
F6	(користувачі vs громадські організації)	-0,726393	-72.64%
F6	(користувачі vs AI)	-0,547129	-54.71%
F6	(громадські організації vs інфлюенсери)	-0,149444	-14.94%
F6	(громадські організації vs бренди)	5,90862	590.86%
F6	(громадські організації vs користувачі)	2,654881	265.49%
F6	(громадські організації vs AI)	0,655191	65.52%
F6	(AI vs інфлюенсери)	-0,486128	-48.61%
F6	(AI vs бренди)	3,173912	317.39%
F6	(AI vs користувачі)	1,208133	120.81%
F6	(AI vs громадські організації)	-0,39584	-39.58%

Рисунок 3.35 – Розрахована чутливість $\tilde{\delta}_j^{(6)}$

На основі початкових та розрахованих ймовірностей альтернатив для F_7 (табл. 3.11) згідно з результатами рисунка 3.36 найбільш критичним аспектом є вибір між платформами Instagram та YouTube, де поріг чутливості становить лише 10,93% (або мінус 9.86%), що вказує на високу вразливість цього конкретного результату до суб'єктивних експертних оцінок та інформаційної невизначеності. Водночас пріоритетність TikTok та X (Twitter) над LinkedIn, Pinterest характеризується високим «запасом міцності», оскільки для зміни їхнього ієрархічного порядку необхідне коригування вхідних даних на рівні 66–90%. Це підтверджує стратегічну стабільність домінування розважальних відеоплатформ у структурі розробленої моделі, яка зберігається навіть за умови значного відхилення вихідних параметрів.

Таблиця 3.11 – Початкові та розраховані ймовірності альтернатив для F_7

Альтернативи	Початкові ймовірності	Розраховані ймовірності
TikTok	0,12	0,127045
Instagram	0,2	0,251507
X/Twitter	0,08	0,076879
LinkedIn	0,04	0,012158
месенджери	0,09	0,03391
Pinterest	0,07	0,042801
YouTube	0,25	0,279005
Facebook	0,15	0,176695

Параметр	Пара альтернатив	Чутливість delta	Зміна у %
F7	(TikTok vs Instagram)	0,979669	97.97%
F7	(TikTok vs X/Twitter)	-0,394868	-39.49%
F7	(TikTok vs LinkedIn)	-0,904302	-90.43%
F7	(TikTok vs месенджери)	-0,733087	-73.31%
F7	(TikTok vs Pinterest)	-0,663104	-66.31%
F7	(TikTok vs YouTube)	1,196112	119.61%
F7	(TikTok vs Facebook)	0,390806	39.08%
F7	(Instagram vs TikTok)	-0,494865	-49.49%
F7	(Instagram vs X/Twitter)	-0,694327	-69.43%
F7	(Instagram vs LinkedIn)	-0,951659	-95.17%
F7	(Instagram vs месенджери)	-0,865173	-86.52%
F7	(Instagram vs Pinterest)	-0,829822	-82.98%
F7	(Instagram vs YouTube)	0,109333	10.93%
F7	(Instagram vs Facebook)	-0,297455	-29.75%
F7	(X/Twitter vs TikTok)	0,652532	65.25%
F7	(X/Twitter vs Instagram)	2,271466	227.15%
F7	(X/Twitter vs LinkedIn)	-0,841855	-84.19%
F7	(X/Twitter vs месенджери)	-0,558917	-55.89%
F7	(X/Twitter vs Pinterest)	-0,443268	-44.33%
F7	(X/Twitter vs YouTube)	2,629144	262.91%
F7	(X/Twitter vs Facebook)	1,298352	129.84%
F7	(LinkedIn vs TikTok)	9,449498	944.95%
F7	(LinkedIn vs Instagram)	19,686544	1968.65%
F7	(LinkedIn vs X/Twitter)	5,323326	532.33%
F7	(LinkedIn vs месенджери)	1,78911	178.91%
F7	(LinkedIn vs Pinterest)	2,520398	252.04%
F7	(LinkedIn vs YouTube)	21,948265	2194.83%
F7	(LinkedIn vs Facebook)	13,533229	1353.32%
F7	(месенджери vs TikTok)	2,746535	274.65%
F7	(месенджери vs Instagram)	6,416898	641.69%
F7	(месенджери vs X/Twitter)	1,267148	126.71%
F7	(месенджери vs LinkedIn)	-0,641463	-64.15%
F7	(месенджери vs Pinterest)	0,262194	26.22%
F7	(месенджери vs YouTube)	7,227809	722.78%
F7	(месенджери vs Facebook)	4,210705	421.07%
F7	(Pinterest vs TikTok)	1,968272	196.83%
F7	(Pinterest vs Instagram)	4,876194	487.62%
F7	(Pinterest vs X/Twitter)	0,796196	79.62%
F7	(Pinterest vs LinkedIn)	-0,715941	-71.59%
F7	(Pinterest vs месенджери)	-0,207729	-20.77%
F7	(Pinterest vs YouTube)	5,518656	551.87%
F7	(Pinterest vs Facebook)	3,128291	312.83%
F7	(YouTube vs TikTok)	-0,54465	-54.46%
F7	(YouTube vs Instagram)	-0,098557	-9.86%
F7	(YouTube vs X/Twitter)	-0,724453	-72.45%
F7	(YouTube vs LinkedIn)	-0,956424	-95.64%
F7	(YouTube vs месенджери)	-0,878461	-87.85%
F7	(YouTube vs Pinterest)	-0,846594	-84.66%
F7	(YouTube vs Facebook)	-0,366696	-36.67%
F7	(Facebook vs TikTok)	-0,280993	-28.1%
F7	(Facebook vs Instagram)	0,423396	42.34%
F7	(Facebook vs X/Twitter)	-0,564906	-56.49%
F7	(Facebook vs LinkedIn)	-0,931192	-93.12%
F7	(Facebook vs месенджери)	-0,808087	-80.81%
F7	(Facebook vs Pinterest)	-0,757769	-75.78%
F7	(Facebook vs YouTube)	0,57902	57.9%

Рисунок 3.36 – Розрахована чутливість $\delta_j^{(7)}$

Наступним кроком розрахуємо **чутливість відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив іншого параметра**. За допомоги програмних розрахунків отримаємо результати, що зберігаються в Excel файл під назвою «Book2». Отже, кожен параметр розраховувався відносно кожного. Маємо 42 пари і багато комбінацій альтернатив, тому для наочності проілюструємо один приклад, пару F_1 відносно F_2 (рис. 3.37).

	A	B	C	D	E
1	Пара	j1	j2	Альтернатива d	$\delta_d(2)$
2	(текстові пости, зображення)	текстові пости	зображення	короткотривалі	-0,1645
3	(текстові пости, зображення)	текстові пости	зображення	середньотривалі	-0,7972
4	(текстові пости, зображення)	текстові пости	зображення	довготривалі	стійка
5	(текстові пости, відео)	текстові пости	відео	короткотривалі	-0,4199
6	(текстові пости, відео)	текстові пости	відео	середньотривалі	стійка
7	(текстові пости, відео)	текстові пости	відео	довготривалі	стійка
8	(текстові пости, короткі відео)	текстові пости	короткі відео	короткотривалі	-0,3981
9	(текстові пости, короткі відео)	текстові пости	короткі відео	середньотривалі	стійка
10	(текстові пости, короткі відео)	текстові пости	короткі відео	довготривалі	стійка
11	(текстові пости, допис у форматі «карусель»)	текстові пости	допис у форматі «карусель»	короткотривалі	-0,6084
12	(текстові пости, допис у форматі «карусель»)	текстові пости	допис у форматі «карусель»	середньотривалі	стійка
13	(текстові пости, допис у форматі «карусель»)	текстові пости	допис у форматі «карусель»	довготривалі	стійка
14	(текстові пости, прямі трансляції)	текстові пости	прямі трансляції	короткотривалі	стійка
15	(текстові пости, прямі трансляції)	текстові пости	прямі трансляції	середньотривалі	стійка
16	(текстові пости, прямі трансляції)	текстові пости	прямі трансляції	довготривалі	235,5615
17	(зображення, текстові пости)	зображення	текстові пости	короткотривалі	-0,1645
18	(зображення, текстові пости)	зображення	текстові пости	середньотривалі	-0,7972
19	(зображення, текстові пости)	зображення	текстові пости	довготривалі	стійка
20	(зображення, відео)	зображення	відео	короткотривалі	-0,8458
21	(зображення, відео)	зображення	відео	середньотривалі	стійка

Рисунок 3.37 – для F_1 чутливість відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив F_2

Більшість пар альтернатив (60%) є стійкими відносно зміни ймовірностей середньотривалих та довготривалих трендів – зокрема, пари за участю відео, коротких відео, дописів у форматі «карусель» та прямих трансляцій не змінюють своє ранжування при будь-якій допустимій зміні цих ймовірностей. Це свідчить про те, що тривалість тренду суттєво не впливає на відносну перевагу між цими типами контенту в середньо- та довгостроковій перспективі.

Найбільш чутливими є пари (відео, допис у форматі «карусель») з δ_d від 0,002 до мінус 0,032. Їх нараховується 6,67% від усіх пар. Ранжування цих пар може змінитись навіть при незначній зміні ймовірності тривалості тренду.

Помірно чутливими є пари з $\tilde{\delta}_d$ в діапазоні від мінус 0,16 до мінус 0,60. Це пари (текстові пости, зображення), (короткі відео, допис у форматі «карусель»), (відео, короткі відео), (текстові пости, короткі відео), (текстові пости, відео), (зображення, короткі відео), (короткі відео, прямі трансляції), (зображення, прямі трансляції) та (текстові пости, допис у форматі «карусель»). Чутливі переважно відносно короткотривалих трендів. Таких пар нараховується 17,78% від загальної кількості. Їх ранжування може змінитись при відносно помірному зменшенні частки короткотривалих трендів.

Пари з вищими значеннями $\tilde{\delta}_d$ від мінус 0,61 до мінус 0,92 – (відео, прямі трансляції), (текстові пости, зображення) відносно середньотривалих, (зображення, відео) та (допис у форматі «карусель», прямі трансляції) нараховують 11,11%. Для зміни їх ранжування необхідне суттєве скорочення частки відповідної альтернативи тривалості тренду на 61–92%.

Особливу увагу привертають пари (текстові пости, прямі трансляції) відносно довготривалих трендів з $\tilde{\delta}_d = 235,56$ і пари (зображення, відео) з $\tilde{\delta}_d = 16,96$. Вони становлять 4,44% від усіх пар. Такі великі значення означають, що для зміни ранжування цих пар необхідна величезна зміна ймовірності, тому фактично ці пари також є стійкими з практичної точки зору.

Формулюючи висновки щодо решти 41 пари параметрів, отримаємо такі результати:

1. Пари параметрів F_2 відносно F_1 , F_2 відносно F_6 , F_2 відносно F_7 , F_3 відносно F_4 , F_3 відносно F_5 , F_3 відносно F_7 повністю стійкі.
2. Пари F_2 відносно F_3 та F_3 відносно F_2 є майже стійкими – лише одна пара альтернатив має ненульову чутливість ($\tilde{\delta}_d$ дорівнює мінус 0,71 та мінус 0,92 відповідно), що свідчить про слабкий взаємний вплив тривалості тренду та його комерціалізації.
3. З екстремальною чутливістю виявились пари F_5 (тип впливу тренду) та F_7 (платформа), зокрема пара (комерційний вплив, змішаний) відносно LinkedIn,

вона має $\tilde{\delta}_d = 1457$, а в F_5 відносно F_6 (розвага, комерційний вплив) відносно громадських організацій має $\tilde{\delta}_d = 553$. Такі екстремальні значення свідчать про практичну стійкість цих пар, адже необхідна зміна ймовірності виходить далеко за межі 100%. Аналогічно, пари F_1 vs F_7 (тип контенту відносно платформи) та F_6 vs F_5 (джерело тренду відносно типу впливу) демонструють окремі екстремально великі значення $\tilde{\delta}_d$ (781 та 739 відповідно), що на практиці означає стійкість цих пар.

Також було пораховано скільки комбінацій альтернатив з усіх 4326 лежать у діапазоні 0–100% (рис. 3.38). І було визначено, що за межами 100% наявні 430 пар, а однозначно стійких – 3198.

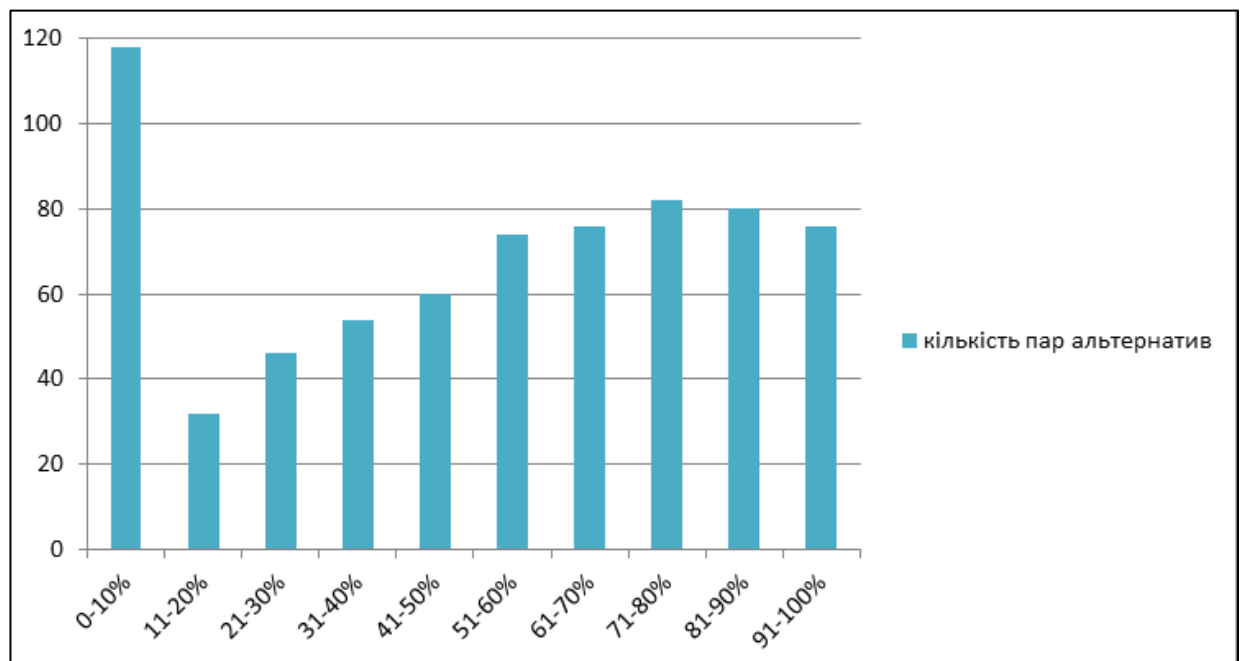


Рисунок 3.38 – Розподіл $\tilde{\delta}_d$ за кількістю пар альтернатив, що лежать в діапазоні 0–100%

Останньою оцінкою є **чутливість відносно зміни значень матриці взаємозв'язків**. Суть цієї оцінки полягає у визначенні того, наскільки має змінитись коефіцієнт зв'язку між конкретною альтернативою j_1 першого параметра та конкретною альтернативою d другого параметра, щоб змінилось ранжування пари альтернатив (j_1, j_2) .

Для цього розрахунку потрібні початкові ймовірності альтернатив та нормована матриця зв'язків. Розрахунки проводилися програмно, було отримано 42 пари відношень параметрів щодо їх значень матриці взаємозв'язків, для кожної з яких розраховано значення чутливості δ^C для кожної пари альтернатив та кожного елемента матриці. Результати записані в Excel файл під назвою «Book3». Для прикладу розглянемо результати чутливості відносно зміни значень матриці взаємозв'язків для пари параметрів F_1 (тип контенту) відносно F_2 (тривалість тренду) (рис. 3.39).

	A	B	C	D	E
1	Пара	j1	j2	Елемент d (F2)	$\delta^C_{d^A(2)}$
2	(текстові пости, зображення)	текстові пости	зображення	короткотривалі	0,7326
3	(текстові пости, зображення)	текстові пости	зображення	середньотривалі	1,8785
4	(текстові пости, зображення)	текстові пости	зображення	довготривалі	15,6986
5	(текстові пости, відео)	текстові пости	відео	короткотривалі	2,992
6	(текстові пости, відео)	текстові пости	відео	середньотривалі	7,6717
7	(текстові пости, відео)	текстові пости	відео	довготривалі	64,1138
8	(текстові пости, короткі відео)	текстові пости	короткі відео	короткотривалі	10,7936
9	(текстові пости, короткі відео)	текстові пости	короткі відео	середньотривалі	27,6759
10	(текстові пости, короткі відео)	текстові пости	короткі відео	довготривалі	231,2918
11	(текстові пости, допис у форматі «карусель»)	текстові пости	допис у форматі «карусель»	короткотривалі	2,9965
12	(текстові пости, допис у форматі «карусель»)	текстові пости	допис у форматі «карусель»	середньотривалі	7,6833
13	(текстові пости, допис у форматі «карусель»)	текстові пости	допис у форматі «карусель»	довготривалі	64,2103
14	(текстові пости, прямі трансляції)	текстові пости	прямі трансляції	короткотривалі	стійка
15	(текстові пости, прямі трансляції)	текстові пости	прямі трансляції	середньотривалі	стійка
16	(текстові пости, прямі трансляції)	текстові пости	прямі трансляції	довготривалі	стійка
17	(зображення, текстові пости)	зображення	текстові пости	короткотривалі	-0,1343
18	(зображення, текстові пости)	зображення	текстові пости	середньотривалі	-0,5597
19	(зображення, текстові пости)	зображення	текстові пости	довготривалі	стійка
20	(зображення, відео)	зображення	відео	короткотривалі	0,4143
21	(зображення, відео)	зображення	відео	середньотривалі	1,7261

Рисунок 3.39 – Чутливість відносно зміни значень матриці взаємозв'язків для пари параметрів F_1 і F_2

Загальна кількість пар становить 90, з яких 33 є повністю стійкими (36,67%) – переважно це пари де j_1 є відео, короткі відео або допис у форматі «карусель» відносно середньотривалих та довготривалих трендів, а також усі три пари (текстові пости, прямі трансляції).

Найбільш чутливими є пари з малими значеннями δ^C , зокрема (відео, допис у форматі «карусель») з δ^C від 0,0006 до 0,014 та (допис у форматі «карусель», відео) з δ^C від мінус 0,0008 до мінус 0,0099. Для зміни їх ранжування достатньо змінити коефіцієнт зв'язку лише на 0,06–1,4% , що є надзвичайно малою величиною і свідчить про нестабільність цих пар.

Помірно чутливими є пари з від'ємними значеннями $\tilde{\delta}^C$ в діапазоні від мінус 0,13 до мінус 0,83 (14,44%), а саме (зображення, текстові пости), (зображення, прямі трансляції), (відео, прямі трансляції), (короткі відео, прямі трансляції) та (допис у форматі «карусель», прямі трансляції) відносно короткотривалих трендів. Для зміни їх ранжування необхідно зменшити відповідний коефіцієнт зв'язку на 13–83%, що є реалістичною зміною за певних умов.

Практично стійкими попри ненульові значення є пари з великими додатними $\tilde{\delta}^C$ понад 100% (41,11%), такі як (текстові пости, короткі відео) $\tilde{\delta}^C = 231,29$ та (прямі трансляції, короткі відео) $\tilde{\delta}^C = 231,93$ відносно довготривалих трендів. Для зміни їх ранжування необхідно збільшити коефіцієнт зв'язку у 232 рази, що є недосяжним на практиці.

Таким чином, найбільшої уваги потребують пари (відео, допис у форматі «карусель»), чиє ранжування є критично чутливим до найменшої зміни сили зв'язку між цими типами контенту та тривалістю тренду.

Аналізуючи решту 41 пару параметрів, отримаємо такі результати:

1. 40,50% усіх пар альтернатив є повністю стійкими – це значно менше ніж у чутливості по ймовірностях (73,93%), що свідчить про те що матриця зв'язків має більший вплив на ранжування ніж ймовірності.
2. Для F_4 відносно кожного параметру виявилась найвища чутливість для пари альтернатив (Міленіуми, покоління Z). $\tilde{\delta}^C$ демонструє малі значення від 0,009 до 0,026.
3. F_2 (тривалість тренду) відносно кожного параметру, крім F_3 , навпаки, показує стійкість, оскільки мінімальні значення $\tilde{\delta}^C$ починаються від 5,3 і вище, тобто для зміни ранжування необхідно змінити коефіцієнт зв'язку щонайменше на 530%.
4. 1780 пар альтернатив мають $\tilde{\delta}^C$ понад 100% – вони є практично стійкими, оскільки необхідна зміна коефіцієнта зв'язку є нереалістичною. Разом зі стійкими парами (1752) це становить 81,65% від загальної кількості, тобто переважна більшість ранжувань є стабільною відносно зміни матриці зв'язків.

5. Лише 18,35% пар (794 з 4326) мають реально значущу чутливість у діапазоні 0–100%, з яких найбільша концентрація припадає на діапазони 0–10%, 41–50% та 91–100%.

Детальний розподіл δ^C за діапазонами наведено на рисунку 3.40.

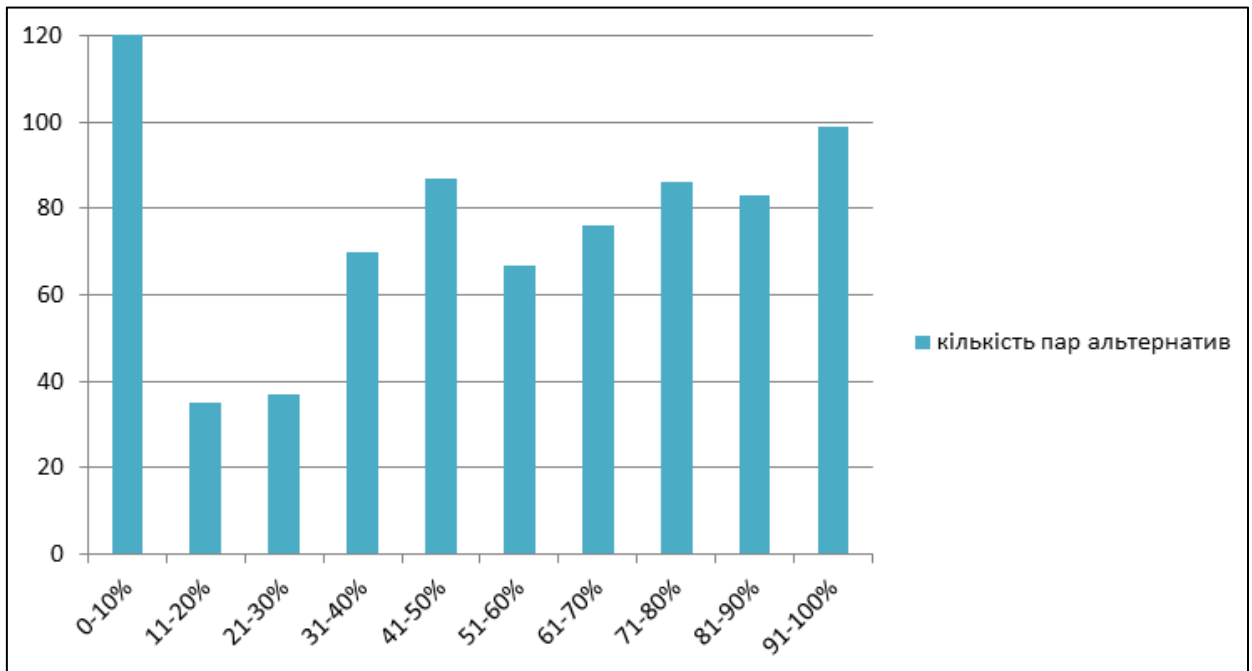


Рисунок 3.40 – Розподіл δ^C за кількістю пар альтернатив, що лежать в діапазоні 0–100%

3.4 Оцінювання необхідної точності вхідних даних

Після розрахунку базових сценаріїв та проведення аналізу чутливості моделі, важливим етапом є оцінювання адекватності та точності використаних вхідних даних. Оскільки в основі МММА лежать суб'єктивні експертні оцінки, подані за допомогою дискретних шкал Міллера, виникає необхідність верифікації того, чи не призводить властивий цим шкалам допуск до спотворення фінального ранжування альтернатив.

Для початку згідно теорії за допомоги програмного розрахунку перевіримо точність вхідних ймовірностей. Результати виводяться у консоль (рис. 3.41) і дублюються в файл Excel під назвою «Book4».

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ВХІДНИХ ЙМОВІРНОСТЕЙ									
Парам.	Альтернатива	p'	Рівень	p''	d	Σp''	d/Σp''	Δmin (a6c)	Статус
F1	текстові пости	0.1400	2	0.1750	0.0750	1.0750	0.069767	0.013815	УТОЧНИТИ
F1	зображення	0.1200	2	0.1750	0.0750	1.0750	0.069767	0.019740	УТОЧНИТИ
F1	відео	0.1700	2	0.1750	0.0750	1.0750	0.069767	0.000204	УТОЧНИТИ
F1	короткі відео	0.3000	3	0.3250	0.0750	1.0750	0.069767	0.075270	ДОСТАТНЯ
F1	допис у форматі «карусель»	0.1800	2	0.1750	0.0750	1.0750	0.069767	0.000216	УТОЧНИТИ
F1	прямі трансляції	0.0900	1	0.0500	0.0500	1.0750	0.046512	0.008881	УТОЧНИТИ
F2	короткотривалі	0.7500	6	0.8250	0.0750	1.0500	0.071429	0.533902	ДОСТАТНЯ
F2	середньотривалі	0.1800	2	0.1750	0.0750	1.0500	0.071429	0.128137	ДОСТАТНЯ
F2	довготривалі	0.0700	1	0.0500	0.0500	1.0500	0.047619	0.050008	ДОСТАТНЯ
F3	так	0.6500	5	0.6750	0.0750	1.0000	0.075000	0.519059	ДОСТАТНЯ
F3	ні	0.3500	3	0.3250	0.0750	1.0000	0.075000	0.279494	ДОСТАТНЯ
F4	покоління Z	0.3200	3	0.3250	0.0750	1.0000	0.075000	0.010400	УТОЧНИТИ
F4	покоління Міленіумів	0.3000	3	0.3250	0.0750	1.0000	0.075000	0.009750	УТОЧНИТИ
F4	покоління X	0.2400	2	0.1750	0.0750	1.0000	0.075000	0.043248	УТОЧНИТИ
F4	покоління Бебі-бумерів	0.1400	2	0.1750	0.0750	1.0000	0.075000	0.050358	УТОЧНИТИ
F5	розвага	0.3000	3	0.3250	0.0750	1.2250	0.061224	0.079967	ДОСТАТНЯ
F5	соц.протест	0.1000	2	0.1750	0.0750	1.2250	0.061224	0.010821	УТОЧНИТИ
F5	комерційний вплив	0.1500	2	0.1750	0.0750	1.2250	0.061224	0.019050	УТОЧНИТИ
F5	освіта	0.1500	2	0.1750	0.0750	1.2250	0.061224	0.016231	УТОЧНИТИ
F5	поширення новини	0.0500	1	0.0500	0.0500	1.2250	0.040816	0.021345	УТОЧНИТИ
F5	змішаний	0.2500	3	0.3250	0.0750	1.2250	0.061224	0.044107	УТОЧНИТИ
F5	змішаний	0.2500	3	0.3250	0.0750	1.2250	0.061224	0.044107	УТОЧНИТИ
F6	інфлюенсери	0.3500	3	0.3250	0.0750	1.0500	0.071429	0.020405	УТОЧНИТИ
F6	бренди	0.2800	3	0.3250	0.0750	1.0500	0.071429	0.016324	УТОЧНИТИ
F6	користувачі	0.2000	2	0.1750	0.0750	1.0500	0.071429	0.034440	УТОЧНИТИ
F6	громадські організації	0.0700	1	0.0500	0.0500	1.0500	0.047619	0.010461	УТОЧНИТИ
F6	AI	0.1000	2	0.1750	0.0750	1.0500	0.071429	0.039584	УТОЧНИТИ
F7	TikTok	0.1200	2	0.1750	0.0750	1.0500	0.071429	0.033719	УТОЧНИТИ
F7	Instagram	0.2000	2	0.1750	0.0750	1.0500	0.071429	0.019711	УТОЧНИТИ
F7	X/Twitter	0.0800	1	0.0500	0.0500	1.0500	0.047619	0.000184	УТОЧНИТИ
F7	LinkedIn	0.0400	1	0.0500	0.0500	1.0500	0.047619	0.020304	УТОЧНИТИ
F7	месенджери	0.0900	1	0.0500	0.0500	1.0500	0.047619	0.000207	УТОЧНИТИ
F7	Pinterest	0.0700	1	0.0500	0.0500	1.0500	0.047619	0.014541	УТОЧНИТИ
F7	YouTube	0.2500	3	0.3250	0.0750	1.0500	0.071429	0.024639	УТОЧНИТИ
F7	Facebook	0.1500	2	0.1750	0.0750	1.0500	0.071429	0.042149	УТОЧНИТИ
Результат: 7 з 34 альтернатив пройшли перевірку. Результати збережено!									

Рисунок 3.41 – Результати оцінювання необхідної точності вхідних ймовірностей

Згідно отриманої інформації, ми можемо сказати, що альтернативи «короткі відео», «розвага», всі альтернативи тривалості та комерціалізації тренду/тенденції залишаються інваріантними відносно інтервальної невизначеності вхідних даних. Всі інші 27 альтернатив потребують додаткового уточнення вхідних даних, зокрема шляхом використання методу парних порівнянь.

Аналогічний підхід застосовується і для оцінювання точності значень матриці взаємозв'язків, які визначають внутрішню логіку взаємодії факторів

у морфологічній таблиці. Програмно реалізуємо розрахунок, результати виведемо в консоль (рис. 3.42) і збережемо в Excel у файл «Book5». Через те, що тут 726 значень, виведемо лише перші декілька.

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ МАТРИЦІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ				
Елемент j1	Елемент d	$\Delta \bar{C}_{min}$	d_c	Статус
прямі трансляції	короткотривалі	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
прямі трансляції	середньотривалі	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
прямі трансляції	довготривалі	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
зображення	змішаний	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
середньотривалі	прямі трансляції	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
довготривалі	прямі трансляції	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
змішаний	зображення	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
LinkedIn	розвага	0.000000	0.0500	УТОЧНИТИ
відео	так	0.000280	0.0500	УТОЧНИТИ
відео	месенджери	0.000305	0.0500	УТОЧНИТИ
допис у форматі «карусель»	Facebook	0.000350	0.0500	УТОЧНИТИ
відео	короткотривалі	0.000420	0.0500	УТОЧНИТИ
відео	користувачі	0.000440	0.0500	УТОЧНИТИ
допис у форматі «карусель»	так	0.000450	0.0500	УТОЧНИТИ
відео	Instagram	0.000480	0.0500	УТОЧНИТИ
допис у форматі «карусель»	короткотривалі	0.000560	0.0500	УТОЧНИТИ
відео	бренди	0.000560	0.0500	УТОЧНИТИ
X/Twitter	так	0.000560	0.0500	УТОЧНИТИ
месенджери	відео	0.000620	0.0500	УТОЧНИТИ

Рисунок 3.42 – Результати оцінювання необхідної точності вхідної матриці взаємозв'язків

Отримали 578 пар, які пройшли перевірку, це 79,6% від усієї кількості. Найбільш проблемними є елементи матриці, що стосуються відео та допису у форматі «карусель», – вони фігурують у найбільшій кількості нестійких пар, що узгоджується з результатами попереднього аналізу чутливості, де саме ці типи контенту демонстрували найвищу чутливість до зміни коефіцієнтів зв'язку.

Такий аналіз дозволяє ідентифікувати найбільш критичні зв'язки, для яких поріг чутливості системи є надто малим, що вказує на необхідність проведення додаткових процедур уточнення вхідних даних задля мінімізації ризиків прийняття некоректних стратегічних рішень.

3.5 Аналіз впливу вхідних даних на результат

Проведемо аналіз впливу вхідних даних на результат, це дасть нам відповідь на питання які альтернативи інших параметрів найбільше вплинули на результуючу ймовірність конкретної альтернативи $a_j^{(i)}$. Для цього розрахуємо три показники:

1. $\Phi_{ij,zk}^{abs}$ – абсолютний внесок, що показує яку частку від загальної ймовірності дає альтернатива k з параметра z для розрахунку j.
2. $\Phi_{ij,zk}^{rel}$ – реальний внесок, що показує наскільки важлива альтернатива k для розрахунку j, незалежно від власної ймовірності k.
3. $\Phi_{ij,zk}^{model}$ – модельний внесок, що показує який зв'язок між j і k суто з матриці, незалежно від конкретних ймовірностей.

Розрахуємо ці показники програмно, результати виведемо у консоль для зручності та продублюємо в Excel у файл «Book6». Для зручності в консоль будемо виводити перші п'ять найвпливовіших альтернатив відсортованих за показником $\Phi_{ij,zk}^{rel}$ для кожної альтернативи кожного параметру (рис. 3.43–3.49).

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВХІДНИХ ДАНИХ НА РЕЗУЛЬТАТ				
=====				
► F1 текстові пости				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	ні	0.012625	0.782216	0.079784
F4	покоління Міленіумів	0.011238	0.696309	0.098667
F2	короткотривалі	0.011002	0.681681	0.035296
F6	користувачі	0.009367	0.580341	0.086653
F7	YouTube	0.007435	0.460641	0.103927

Рисунок 3.43 – Показники впливу для F_1

► F1 зображення				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.071345	0.823922	0.285021
F3	ні	0.054061	0.624323	0.294595
F5	розвага	0.049055	0.566508	0.495343
F6	користувачі	0.045551	0.526044	0.400762
F4	покоління Z	0.040288	0.465258	0.312341
► F1 відео				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.124181	0.759604	0.203469
F3	так	0.104982	0.642165	0.202255
F4	покоління Міленіумів	0.076830	0.469961	0.304069
F7	YouTube	0.074894	0.458123	0.475730
F5	розвага	0.072710	0.444762	0.307281
► F1 короткі відео				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.592691	0.999999	0.732097
F2	короткотривалі	0.435646	0.735031	0.342230
F6	бренди	0.350795	0.591868	0.806499
F4	покоління Міленіумів	0.296418	0.500122	0.640540
F4	покоління Z	0.217823	0.367516	0.388841
► F1 допис у форматі «карусель»				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.098387	0.798668	0.192632
F3	так	0.089365	0.725426	0.199998
F4	покоління Міленіумів	0.059484	0.482867	0.291911
F4	покоління Z	0.054333	0.441054	0.231329
F7	Instagram	0.053245	0.432220	0.313778
► F1 прямі трансляції				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.014824	0.827854	0.035085
F5	розвага	0.010170	0.567931	0.057071
F4	покоління Міленіумів	0.009892	0.552384	0.056940
F6	користувачі	0.009828	0.548823	0.056106
F3	так	0.009248	0.516424	0.022590

Рисунок 3.43, аркуш 2

► F2 короткотривалі				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.613079	0.811610	0.417849
F1	короткі відео	0.435646	0.576720	0.684459
F4	покоління Міленіумів	0.385132	0.509848	0.721481
F6	бренди	0.347418	0.459921	0.410626
F5	розвага	0.327825	0.433983	0.869226
► F2 середньотривалі				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.193092	0.887174	0.645233
F1	короткі відео	0.137752	0.632911	1.077249
F6	бренди	0.123750	0.568575	0.699176
F4	покоління Міленіумів	0.093353	0.428913	0.750848
F7	YouTube	0.072091	0.331227	0.674818
► F2 довготривалі				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.026159	0.970101	0.254964
F6	бренди	0.019876	0.737102	0.334491
F1	короткі відео	0.019292	0.715441	0.434582
F4	покоління Міленіумів	0.013054	0.484124	0.269849
F7	YouTube	0.010561	0.391646	0.235906

Рисунок 3.44 – Показники впливу для F_2

► F3 так				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.613079	0.736582	0.626774
F1	короткі відео	0.592691	0.712086	2.196290
F6	бренди	0.485090	0.582810	1.402465
F4	покоління Міленіумів	0.420990	0.505797	1.191312
F4	покоління Z	0.306189	0.367870	0.707803
► F3 ні				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.142307	0.848732	0.466957
F6	користувачі	0.117462	0.700557	0.813767
F5	розвага	0.112518	0.671071	0.893979
F4	покоління Z	0.084482	0.503857	0.516354
F4	покоління Міленіумів	0.070549	0.420762	0.550866

Рисунок 3.45 – Показники впливу для F_3

► F4 покоління Z				
Параметр z	Альтернатива k	Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F2	короткотривалі	0.325874	0.834138	0.473742
F3	так	0.306189	0.783752	0.353902
F1	короткі відео	0.217823	0.557562	0.583261
F5	розвага	0.178968	0.458104	0.633159
F6	бренди	0.160233	0.410149	0.331894
► F4 покоління Міленіумів				
Параметр z	Альтернатива k	Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.420990	0.856474	0.595656
F2	короткотривалі	0.385132	0.783523	0.541110
F1	короткі відео	0.296418	0.603040	0.960811
F6	бренди	0.263412	0.535892	0.694474
F5	розвага	0.179818	0.365826	0.632500
► F4 покоління X				
Параметр z	Альтернатива k	Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.100150	0.899870	0.340410
F1	короткі відео	0.074476	0.669178	0.597217
F6	бренди	0.064633	0.580745	0.391330
F2	середньотривалі	0.059959	0.538741	0.453122
F2	короткотривалі	0.042679	0.383480	0.072862
► F4 покоління Бебі-бумерів				
Параметр z	Альтернатива k	Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.005001	0.769824	0.028078
F2	середньотривалі	0.004340	0.668177	0.060649
F1	короткі відео	0.003974	0.611767	0.055001
F5	розвага	0.002969	0.457005	0.049839
F6	бренди	0.002765	0.425697	0.026595

Рисунок 3.46 – Показники впливу для F_4

► F5 розвага				
Параметр z	Альтернатива k	Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F2	короткотривалі	0.327825	0.836834	0.434613
F3	так	0.279225	0.712775	0.209191
F1	короткі відео	0.201731	0.514957	0.364348
F4	покоління Міленіумів	0.179818	0.459019	0.421667
F4	покоління Z	0.178968	0.456849	0.422106
► F5 соц.протест				
Параметр z	Альтернатива k	Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.028366	0.779066	0.112929
F2	короткотривалі	0.023053	0.633139	0.091396
F1	короткі відео	0.020908	0.574230	0.204266
F4	покоління Міленіумів	0.018099	0.497075	0.194171
F6	бренди	0.017034	0.467851	0.128927

Рисунок 3.47 – Показники впливу для F_5

► F5 комерційний вплив				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.287322	1.000000	0.554749
F2	короткотривалі	0.211362	0.735627	0.293658
F1	короткі відео	0.197920	0.688843	0.849220
F6	бренди	0.192584	0.670273	0.674209
F4	покоління Міленіумів	0.150733	0.524613	0.523176
► F5 освіта				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.036094	0.884046	0.201490
F2	середньотривалі	0.033761	0.826908	0.307347
F1	короткі відео	0.025663	0.628553	0.349414
F6	бренди	0.020654	0.505874	0.183415
F4	покоління Міленіумів	0.016799	0.411449	0.235082
► F5 поширення новини				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.005537	0.783563	0.037364
F2	короткотривалі	0.005308	0.751135	0.040649
F1	короткі відео	0.003884	0.549677	0.063278
F4	покоління Міленіумів	0.003354	0.474737	0.057723
F6	бренди	0.003112	0.440473	0.037563
► F5 змішаний				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.195787	0.827395	0.202324
F2	короткотривалі	0.187839	0.793809	0.233415
F1	короткі відео	0.142585	0.602566	0.365764
F4	покоління Міленіумів	0.122737	0.518687	0.310358
F6	бренди	0.118607	0.501234	0.231641

Рисунок 3.47, аркуш 2

► F6 інфлюенсери				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.049659	0.821422	0.043265
F2	короткотривалі	0.045230	0.748157	0.033587
F1	короткі відео	0.032211	0.532806	0.062720
F4	покоління Міленіумів	0.026782	0.443013	0.053331
F4	покоління Z	0.026559	0.439323	0.043578
► F6 бренди				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.485090	0.987875	0.560986
F1	короткі відео	0.350795	0.714386	0.967799
F2	короткотривалі	0.347418	0.707509	0.246375
F4	покоління Міленіумів	0.263412	0.536432	0.555579
F5	комерційний вплив	0.192584	0.392193	0.809050

Рисунок 3.48 – Показники впливу для F_6

► F6 користувачі				
Параметр з Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.223413	0.860014	0.391536
F5	розвага	0.145116	0.558614	0.626111
F3	так	0.142316	0.547835	0.142211
F4	покоління Z	0.124561	0.479489	0.379501
F3	ні	0.117462	0.452164	0.325507
► F6 громадські організації				
Параметр з Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.059516	0.837346	0.294265
F2	короткотривалі	0.050150	0.705575	0.195555
F1	короткі відео	0.043607	0.613525	0.502292
F4	покоління Міленіумів	0.035005	0.492495	0.387700
F5	змішаний	0.025282	0.355700	0.319754
► F6 AI				
Параметр з Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.095749	0.813877	0.277319
F2	короткотривалі	0.089175	0.757992	0.226678
F1	короткі відео	0.065911	0.560251	0.434318
F5	розвага	0.064378	0.547218	0.436343
F4	покоління Z	0.054302	0.461567	0.309132

Рисунок 3.48, аркуш 2

► F7 TikTok				
Параметр з Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.100256	0.789139	0.191588
F3	так	0.093294	0.734335	0.169213
F1	короткі відео	0.068956	0.542766	0.295413
F4	покоління Міленіумів	0.059279	0.466600	0.254983
F5	розвага	0.058860	0.463298	0.306521
► F7 Instagram				
Параметр з Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F3	так	0.229546	0.912683	0.266850
F2	короткотривалі	0.190894	0.759000	0.172508
F1	короткі відео	0.148348	0.589837	0.393915
F6	бренди	0.135116	0.537227	0.288899
F4	покоління Міленіумів	0.125266	0.498062	0.287938
► F7 X/Twitter				
Параметр з Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}

F2	короткотривалі	0.064260	0.835861	0.189489
F3	так	0.056348	0.732945	0.148498
F4	покоління Міленіумів	0.037885	0.492791	0.236312
F1	короткі відео	0.034801	0.452673	0.206842
F5	розвага	0.034138	0.444047	0.243484

Рисунок 3.49 – Показники впливу для F_7

► F7 LinkedIn				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.009260	0.761625	0.086950
F2	короткотривалі	0.007312	0.601425	0.045706
F1	короткі відео	0.006401	0.526460	0.141111
F6	бренди	0.006295	0.517758	0.109895
F4	покоління Міленіумів	0.005956	0.489896	0.128425
► F7 месенджери				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.027009	0.796489	0.098232
F2	короткотривалі	0.025976	0.766016	0.075397
F1	короткі відео	0.017442	0.514376	0.142720
F4	покоління Міленіумів	0.016618	0.490062	0.120708
F6	користувачі	0.012524	0.369331	0.093244
► F7 Pinterest				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F2	короткотривалі	0.032919	0.769114	0.088727
F3	так	0.032859	0.767717	0.092308
F1	короткі відео	0.026266	0.613687	0.179422
F4	покоління Міленіумів	0.020823	0.486511	0.139842
F5	розвага	0.020700	0.483624	0.157805
► F7 YouTube				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.238270	0.853998	0.228883
F2	короткотривалі	0.196353	0.703762	0.137061
F1	короткі відео	0.187979	0.673748	0.464093
F6	бренди	0.147902	0.530103	0.278333
F4	покоління Міленіумів	0.136740	0.490098	0.281008
► F7 Facebook				
Параметр z Альтернатива k		Φ^{abs}	Φ^{rel}	Φ^{model}
F3	так	0.145745	0.824839	0.227111
F2	короткотривалі	0.137416	0.777702	0.193255
F1	короткі відео	0.102497	0.580079	0.372774
F6	бренди	0.089336	0.505596	0.257806
F4	покоління Міленіумів	0.088972	0.503533	0.292962
Результати збережені в Book6.xlsx				

Рисунок 3.49, аркуш 2

Аналіз трьох показників впливу дозволив виявити системні закономірності у тому, які альтернативи різних параметрів найбільше формують результуючі ймовірності у задачі.

Альтернатива «короткотривалі» параметра F_2 та альтернатива «так» параметра F_3 стабільно посідають перші два місця за показником Φ^{rel} практично для всіх альтернатив усіх параметрів. Це свідчить про те, що саме короткотривалість тренду та його комерціалізація є найбільш впливовими характеристиками, які визначають результуючі ймовірності у задачі

незалежно від того, яку альтернативу досліджуємо. Для «комерційний вплив» (F_5) альтернатива «так» (F_3) дає $\Phi^{rel} = 1.000$, що вказує на логічно обґрунтований і сильний зв'язок між комерціалізацією тренду та комерційним типом впливу. Альтернатива «короткі відео» параметра F_1 систематично входить до топ п'ять найвпливовіших альтернатив для майже всіх альтернатив. Це означає що короткі відео є центральним типом контенту у даній задачі, який найбільше пов'язаний з усіма іншими характеристиками трендів. Особливо виразно це проявляється у показнику Φ^{model} : для «бренди» (F_6) Φ^{model} коротких відео = 0.967, для «покоління Міленіумів» = 0.961, що свідчить про надзвичайно сильний структурний зв'язок у матриці взаємозв'язків.

Серед поколінь найбільш впливовим є «покоління Міленіумів» – воно входить до топ п'ять для переважної більшості альтернатив усіх параметрів з Φ^{rel} у діапазоні 0.49–0.86. Натомість, якщо подивитися повний звіт розрахунків, то «покоління Бебі-бумерів» демонструє найнижчі значення по всіх параметрах, що відповідає його меншій вазі у задачі.

Якщо параметр F_6 зустріється в топ п'ять, то це альтернатива «бренди», яка виявилась найвпливовішим джерелом тренду для більшості альтернатив. Показник Φ^{model} для пари «бренди» і «короткі відео» = 0.967 є одним з найвищих у всьому аналізі, що вказує на надзвичайно тісний зв'язок між цими альтернативами.

Серед платформ найбільший вплив демонструють YouTube та Instagram – вони найчастіше входять до топ п'ять для альтернатив F_1 . TikTok має помірний абсолютний внесок і найбільше залежить від короткотривалих трендів, комерціалізації та коротких відео. LinkedIn та Pinterest мають найнижчі значення Φ^{abs} серед усіх платформ.

Таким чином, результуючі ймовірності альтернатив у задачі формуються переважно під впливом п'яти ключових факторів: короткотривалості тренду, його комерціалізації, типу контенту «короткі відео», аудиторії «покоління Міленіумів» і платформи YouTube та Instagram.

3.6 Результати моделювання

Проведений двоетапний МММА показав, що сучасний ландшафт трендів та тенденцій у соціальних мережах формується навколо короткого відеоконтенту, комерціалізованих короткотривалих трендів та молодій аудиторії. Це не випадковий результат – він відображає реальну трансформацію споживання контенту, яку ми спостерігаємо з 2020 року після масового поширення TikTok-формату.

Короткі відео лідирують серед типів контенту, за ними йдуть звичайне відео та дописи у форматі «каруселі». Тренди переважно короткотривалі, орієнтовані на покоління Міленіумів і Z, запускаються брендами та звичайними користувачами, і найкраще поширюються на YouTube, Instagram та Facebook. Саме це маркетологи спостерігають на практиці: алгоритми цих платформ активно просувають короткі відео, а бренди навчилися використовувати вірусні механіки для швидкого охоплення.

Потрібно бути уважним до оцінювання вхідних ймовірностей текстових постів, прямих трансляцій, покоління Міленіумів і Z, освітньої та соціальної мети, змішаного та комерційного впливу, громадських організацій та інфлюенсерів, Instagram та YouTube. Ці альтернативи мають близькі ймовірності між собою, тобто експерт не може впевнено сказати яка з них переважає. Це реальна невизначеність ринку: наприклад YouTube і Instagram дійсно зараз дуже близькі за охопленням, а межа між освітнім і комерційним контентом розмита.

Пари форматів контенту є стійкими саме до середньо- та довготривалих трендів і це логічно, адже в умовах короткого тренду різні формати конкурують за одну й ту саму хвилю уваги аудиторії. Особливо це стосується відео та дописів у форматі «карусель» – два найближчі конкуренти, між якими невелика зміна тривалості вже може змінити їх відносне ранжування. Для бізнесу це означає що вибір між «публікувати

відео чи карусель» залежить від конкретного тренду і не може бути вирішений раз і назавжди.

Тривалість тренду виявилась найстабільнішим параметром – на ранжування між парами альтернатив майже не впливає жодна зміна ймовірностей інших параметрів. Це означає що висновок про домінування короткотривалих трендів є надійним і не потребує додаткової перевірки. Аналогічно стійкою є комерціалізація тренду – її ранжування не змінюється при зміні цільової аудиторії, мети тренду чи платформи.

Пари покоління Міленіумів і покоління Z є нестійкими відносно змін оцінок матриць взаємозв'язків з усіма іншими параметрами, що пояснюється їхньою схожістю як цільових аудиторій. Вони конкурують за одні й ті самі тренди, і невелика зміна контексту (платформа, тип контенту, мета) може змінити пріоритет між ними. Для бізнесу це сигнал що розділяти стратегії для цих двох поколінь потрібно обережно і з урахуванням конкретного продукту.

З цих трьох досліджень був зроблений додатковий висновок, що матриця взаємозв'язків дає найменшу кількість стійких пар, отже на неї потрібно виділити більше уваги.

З аналізу необхідної точності вхідних ймовірностей виявилось, що альтернативи «короткі відео», «розвага», всі альтернативи тривалості та комерціалізації тренду/тенденції не потребують уточнення, для інших потрібно уточнювати інтервали оцінки. Для необхідної точності оцінок матриці взаємозв'язків найкритичнішими виявилися зв'язки відео та каруселей з іншими параметрами. Це збігається з результатами аналізу чутливості: саме ці формати є найбільш нестійкими, і саме тому точна оцінка їх взаємозв'язків з трендами є критично важливою. Практично це означає, що для уточнення даних варто провести додаткове опитування експертів або використати парні порівняння для цих конкретних пар.

З аналізу впливу вхідних даних на результат виявлене стабільне ядро з взаємопов'язаних факторів: короткотривалість тренду, його комерціалізація,

формат коротких відео, бренди, аудиторія Міленіумів і платформи YouTube та Instagram. Ці характеристики не просто лідирують за показниками, а взаємно підсилюють одна одну.

З отриманих результатів впливає кілька конкретних рекомендацій:

1. Інвестувати в короткі відео на YouTube та Instagram.
2. Використовувати комерціалізовані тренди, але з урахуванням їхньої короткотривалості.
3. Стратегії на кшталт челенджів, інтерактивних заходів та перепостів є найбільш доцільними саме тому, що вони дозволяють швидко підключитись до існуючого тренду без великих витрат на виробництво. Стратегія випуску трендових товарів є найризикованішою через короткий цикл тренду – продукт може просто не встигнути потрапити на полиці.
4. Оскільки аудиторії Міленіумів та покоління Z є взаємозамінними у контексті більшості трендів, універсальний контент що працює для обох є безпечнішою стратегією ніж жорстка сегментація. Уточнити варто лише для специфічних продуктів де різниця у споживчій поведінці суттєва.
5. Постійно переглядати свіжу статистику, слідкувати в живу за трендами та тенденціями і контролювати оцінки матриці взаємозв'язків.

3.7 Висновки до розділу 3

У цьому розділі був проведений двоетапний МММА на основі експертних оцінок, згідно з поточною статистикою щодо трендів та тенденцій в соціальних мережах. Після першого етапу було отримане схоже, але водночас видозмінене ранжування альтернатив, а після другого етапу отриманий список якій стратегії краще віддати перевагу, щоб б досягти певної власної мети бізнесу.

Окрім цього, були проведені додаткові дослідження, такі як аналіз чутливості вхідних даних, оцінювання необхідної точності вхідних даних і аналіз впливу вхідних даних на результат. В результаті була отримана така корисна інформація як: для яких альтернативи найменші зміни експертних оцінок приведуть до зміни ранжування, чи потрібно уточнювати оцінку ймовірності або матриці взаємозв'язків для уникнення спотворення фінального ранжування і які альтернативи дають найбільший внесок в отриманий результат.

Для цілісного розуміння стратегічної цінності проведеного дослідження усі отримані результати були в кінці підсумовані. Це дозволило не просто отримати сухі факти та цифри, а сформуванати прозоре бачення подальшого розвитку бізнесу та конкретних векторів дій.

РОЗДІЛ 4 ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

У даному розділі проводиться техніко-економічне обґрунтування розробки програмного продукту, призначеного для проведення розрахунків сценарного аналізу трендів та тенденцій соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнесу.

Враховуючи обмеженість альтернативних підходів до проведення розрахунків у сценарному аналізі – зокрема, ручного розрахунку або використання інструментів як Excel – програмна автоматизація розрахунків дозволяє суттєво скоротити часові витрати фахівця, знизити ймовірність виникнення помилок при опрацюванні великих масивів даних та підвищити оперативність прийняття стратегічних управлінських рішень. У межах даного розділу проводиться аналіз, що дозволяє підтвердити економічну вигідність та доцільність розробки цього програмного продукту.

Для вибору оптимальної стратегії реалізації програмного продукту застосовано метод функціонально-вартісного аналізу (ФВА), який передбачає декомпозицію системи на окремі функції, побудову морфологічної карти та позитивно-негативної матриці для відбору варіантів реалізації, експертне оцінювання їхньої вагомості та визначення витрат на розробку кожного варіанта. Це дає змогу розрахувати прогнозовану вартість розробки, визначити ключові джерела витрат і обґрунтувати послідовність етапів створення продукту. За результатами ФВА на основі коефіцієнта техніко-економічного рівня буде визначено оптимальний варіант реалізації ПП та розраховано основні техніко-економічні показники.

4.1 Постановка задачі проектування

У роботі використовується метод ФВА для проведення техніко-економічного аналізу розробки системи, яка дозволяє автоматизувати проведення сценарного аналізу трендів та тенденцій соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнесу. Програмна реалізація повинна забезпечувати імпорт та експорт даних у форматі MS Excel та проведення розрахунків згідно закладеним теоретичним основам.

Програмний продукт написаний за допомогою мови програмування Python.

Технічні вимоги до програмного продукту є наступні:

- 1) функціонування на персональних комп'ютерах із стандартним набором компонентів;
- 2) зручність використання та мінімальні вимоги до технічної підготовки користувача;
- 3) можливість подальшого масштабування та модернізації за потреби;
- 4) мінімальні витрати на впровадження програмного продукту;
- 5) забезпечення високої швидкості опрацювання великих масивів даних;
- 6) стійкість до некоректних вхідних даних;
- 7) збереження результатів у вигляді, придатному для їх подальшого використання.

4.2 Обґрунтування функцій програмного продукту

Головна функція F_0 – розробка автоматизованого засобу аналізу трендів та тенденцій соціальних мереж в інтересах стратегічного планування бізнесу. Беручи за основу цю функцію, виділимо наступні:

1. F_1 – вибір середовища розробки.
2. F_2 – отримання вхідних даних.
3. F_3 – проведення розрахунків згідно теоретичного матеріалу.
4. F_4 – ілюстрація ходу процесу.
5. F_5 – отримання фінальних результатів.

Кожна з цих функцій має декілька варіантів реалізації:

1. Для F_1 :
 - а) Jupyter Notebook;
 - б) PyCharm;
 - в) VS Code.
2. Для F_2 :
 - а) введення даних через графічний інтерфейс;
 - б) зчитування з файлу формату MS Excel.
3. Для F_3 :
 - а) власна реалізація алгоритмів;
4. Для F_4 :
 - а) скорочена ілюстрація (відсутнє виведення проміжних результатів);
 - б) повна ілюстрація (наявне виведення проміжних результатів).
5. Для F_5 :
 - а) повне виведення результатів лише в консоль;
 - б) часткове виведення результатів в консоль і повне у файл формату MS Excel.

Для проведення якісного оцінювання варіантів реалізації попередньо було створено морфологічну карту (рис. 4.1). Вона відображає множину всіх можливих реалізацій основних функцій.

Функції

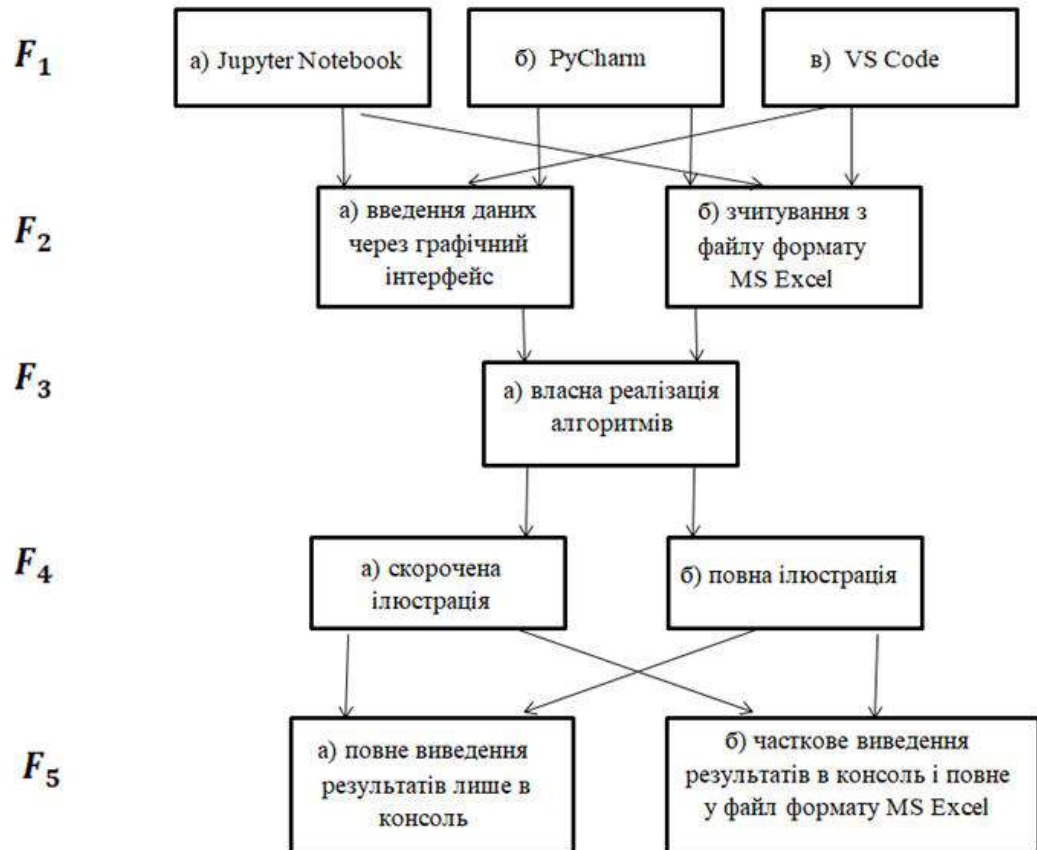


Рисунок 4.1 – Морфологічна карта

Для обмеження кількості аналізованих варіантів, на основі цієї карти будують позитивно-негативну матрицю, в якій оцінюють переваги і недоліки варіантів рішень. Результати аналізу подамо у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Позитивно-негативна матриця варіантів реалізацій функцій

Основна функція	Варіант	Переваги	Недоліки
F_1	а	Зручний для інтерактивного аналізу даних; візуалізація результатів одразу в середовищі.	Слабка підтримка дебагера; незручний для роботи з великими проектами.

Продовження таблиці 4.1

Основна функція	Варіант	Переваги	Недоліки
F_1	б	Потужний дебагер; повноцінна підтримка Python-проектів; зручне управління віртуальними середовищами.	Важкий за ресурсами; Community версія має обмежений функціонал; повільний старт.
	в	Легкий та швидкий; безкоштовний з повним функціоналом; гнучке налаштування через розширення; підтримує Python, Git та термінал в одному вікні.	Потребує встановлення додаткових розширень для повноцінної роботи з Python.
F_2	а	Зручно для користувача; наочність.	Значні витрати часу на розробку GUI; не підходить для великих масивів даних; потребує додаткових бібліотек.
	б	Швидке завантаження великих масивів даних; мінімізує ризик помилок ручного введення.	Залежність від коректності структури вхідного файлу.
F_4	а	Менше навантаження на консоль; швидше виконання програми.	Ускладнює діагностику помилок; користувач не бачить проміжних результатів.

Продовження таблиці 4.1

Основна функція	Варіант	Переваги	Недоліки
F_4	б	Прозорість розрахунків; спрощує перевірку коректності результатів; зручно для налагодження та аналізу.	Більший обсяг виведення в консоль, довше працює програма.
F_5	а	Миттєвий перегляд усіх результатів без додаткових дій; не потребує часу на запис у файл; простіша реалізація.	Неможливість зберегти дані для подальшого використання; при великій кількості конфігурацій консоль переповнюється.
	б	Результати зберігаються у зручному форматі для подальшого використання; звичний формат для бізнес-аналітиків; можливість додаткової обробки даних засобами Excel.	Додаткові витрати часу на формування та запис файлу; додаткові витрати пам'яті.

На основі аналізу позитивно-негативної матриці можна встановити, що окремі варіанти реалізації функцій програмного продукту не відповідають поставленим задачам та умовам технічного завдання, а тому виключаються з подальшого розгляду. Варіанти, що залишаться, підлягають порівняльному техніко-економічному оцінюванню.

Для F_1 обрано варіант VS Code як легке та гнучке середовище з повною підтримкою Python. Це більш універсальний інструмент для розробки

повноцінних програмних продуктів завдяки вбудованій підтримці формату .irunb, зручному дебагеру та розширеній екосистемі розширень.

Для F_2 є найкращим зчитування з файлу MS Excel, оскільки в роботі опрацьовується досить великий масив даних і потрібне швидке завантаження у зручному для бізнес-користувачів форматі, також мінімізується ризик помилок порівняно з ручним введенням.

Для F_4 обрано повну ілюстрацію ходу процесу моделювання. Це забезпечує прозорість розрахунків та можливість перевірки коректності проміжних результатів на кожному етапі виконання програми.

Для F_5 допускаються обидва варіанти залежно від потреби користувача: якщо достатньо отримати результати безпосередньо під час виконання програми – обирається виведення лише в консоль, що забезпечує максимальну швидкість. Якщо ж результати необхідні для подальшого аналізу та звітності – обирається скорочене виведення в консоль з одночасним збереженням повної інформації у файл формату MS Excel.

За результатами аналізу сформовано два варіанти реалізації програмного продукту:

Варіант 1: $F_1(b) - F_2(b) - F_3(a) - F_4(b) - F_5(a)$.

Варіант 2: $F_1(b) - F_2(b) - F_3(a) - F_4(b) - F_5(b)$.

4.3 Обґрунтування системи параметрів програмного продукту

Для кількісного оцінювання та порівняння обраних варіантів реалізації програмного продукту необхідно встановити систему техніко-економічних параметрів. Використаємо такі параметри:

X_1 – швидкість роботи програми;

X_2 – час розробки програмного продукту;

X_3 – обсяг оперативної пам'яті, потрібної для роботи програми;

X_4 – точність результатів.

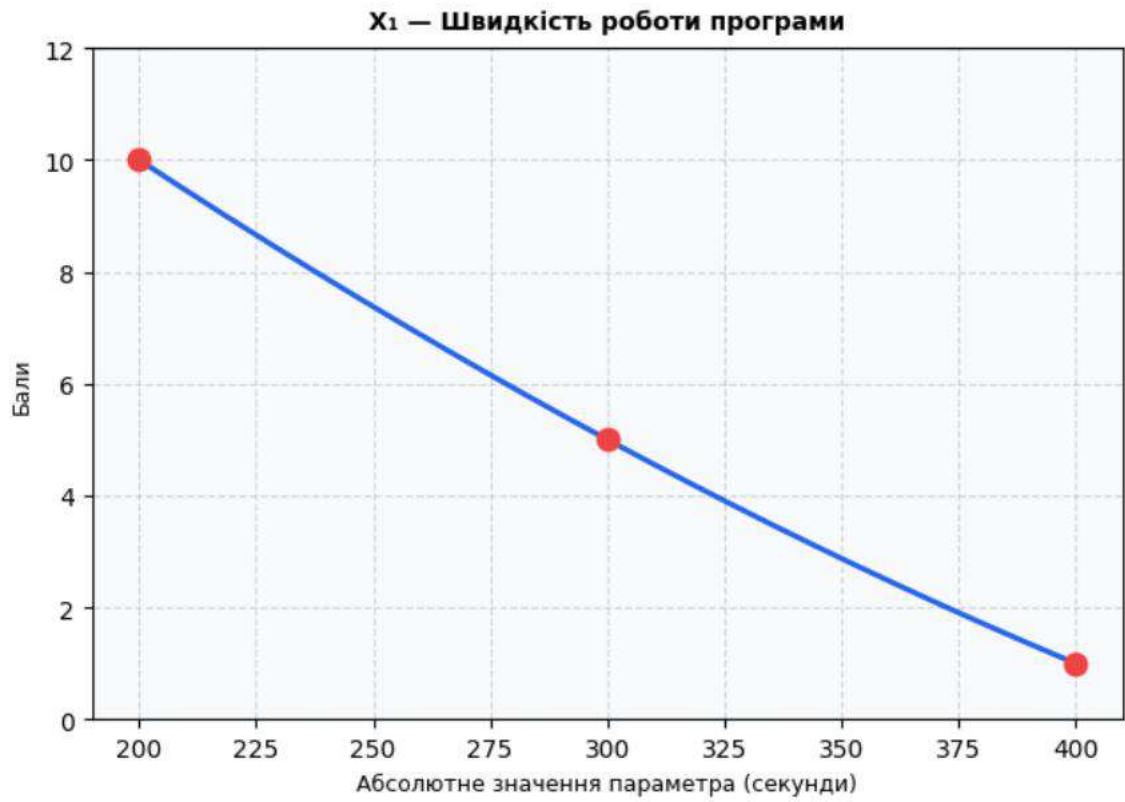
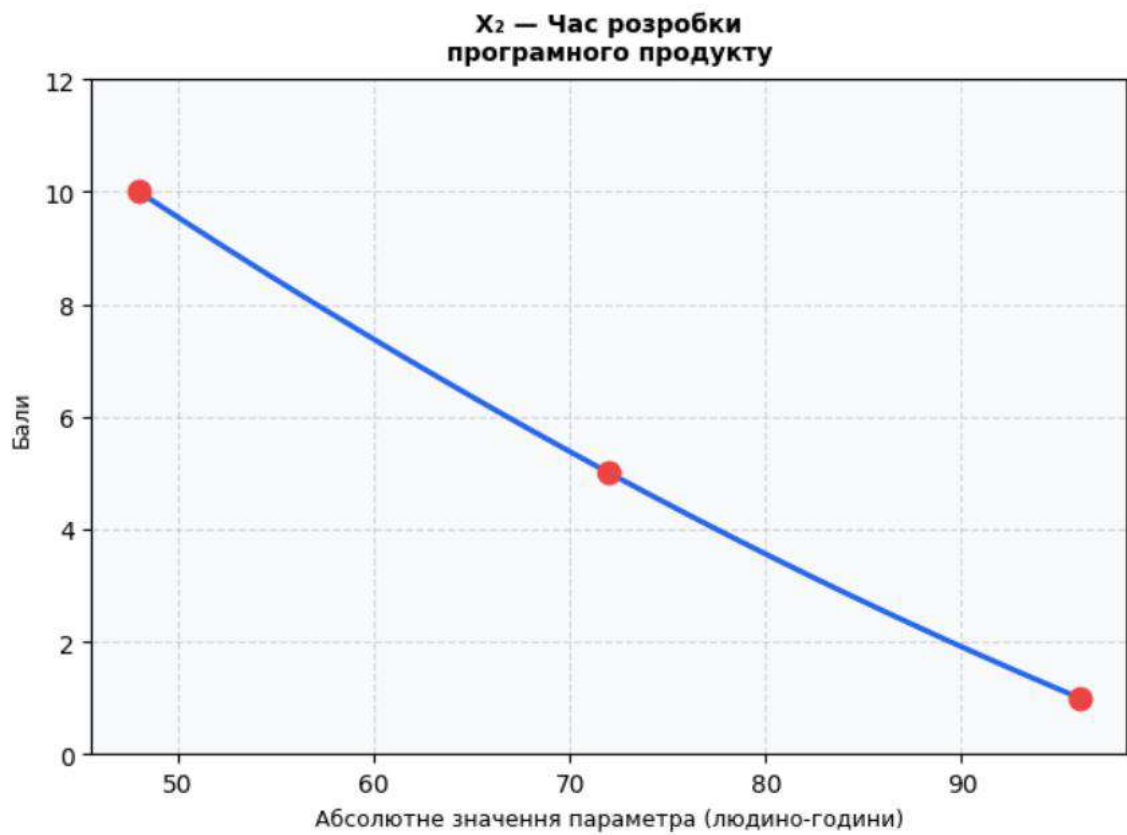
X_5 – обсяг даних які можна зберегти (за потреби повторного використання).

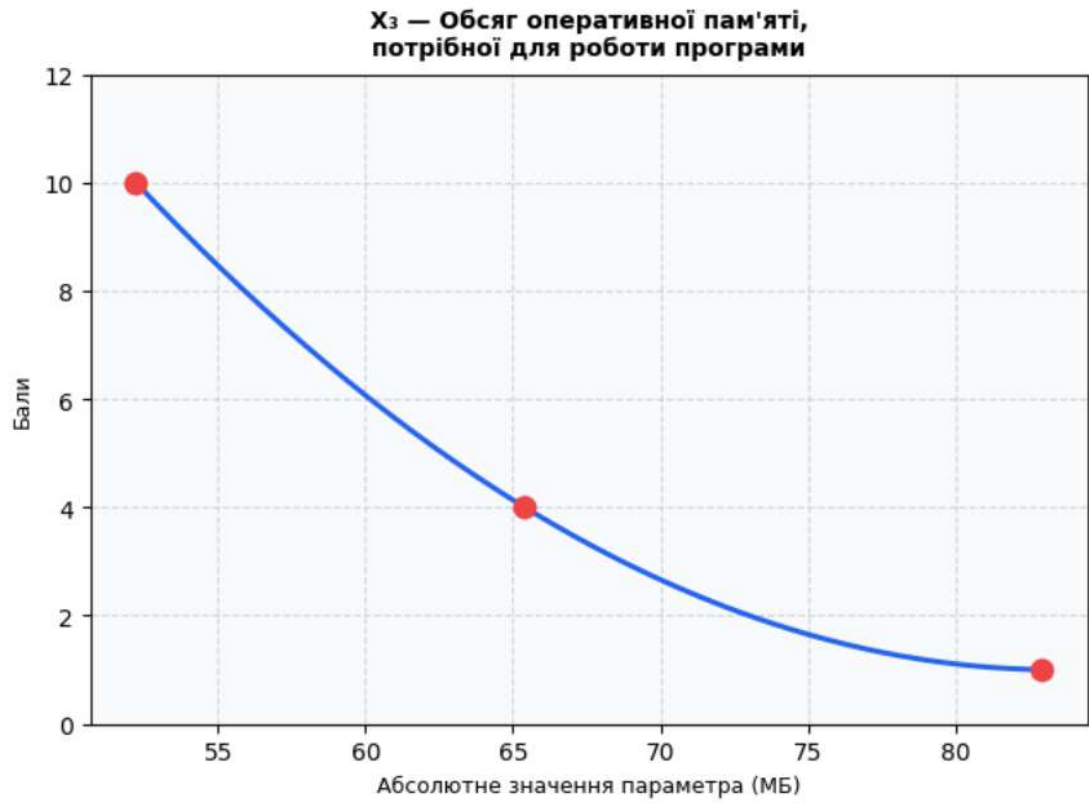
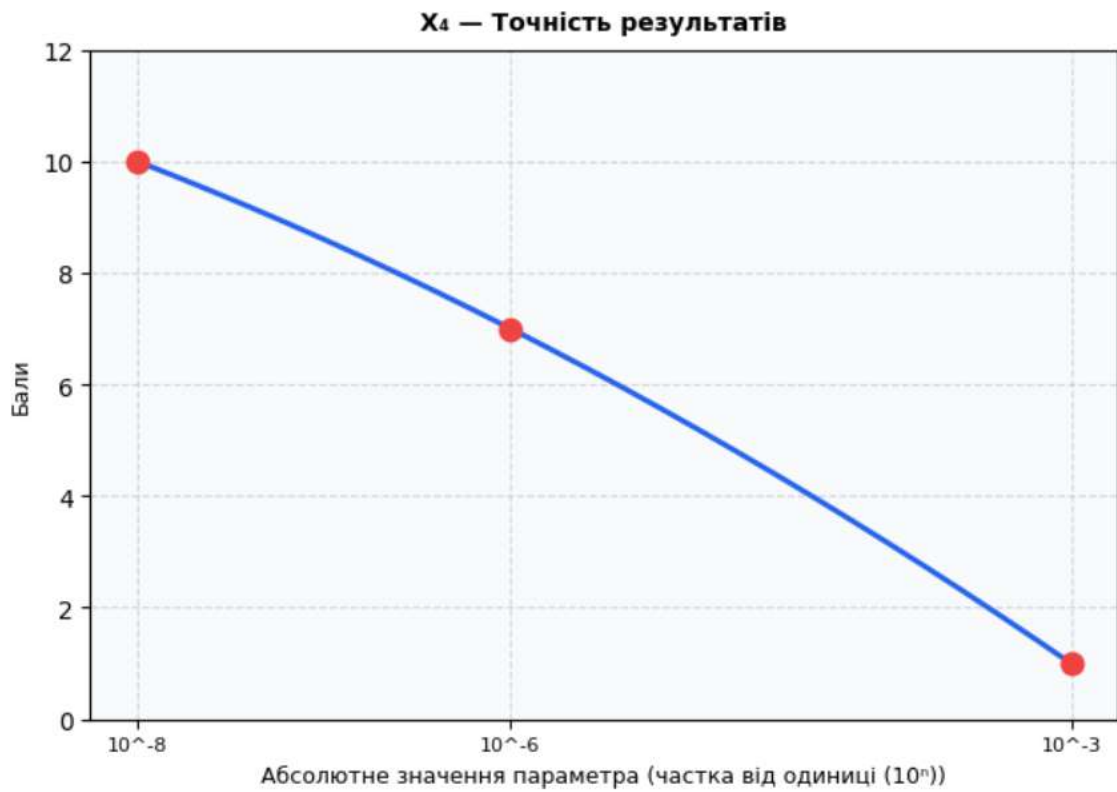
Для кожного з визначених параметрів встановимо граничні значення (найгірше, середнє та найкраще), які характеризують експлуатацію програмного продукту (табл. 4.2).

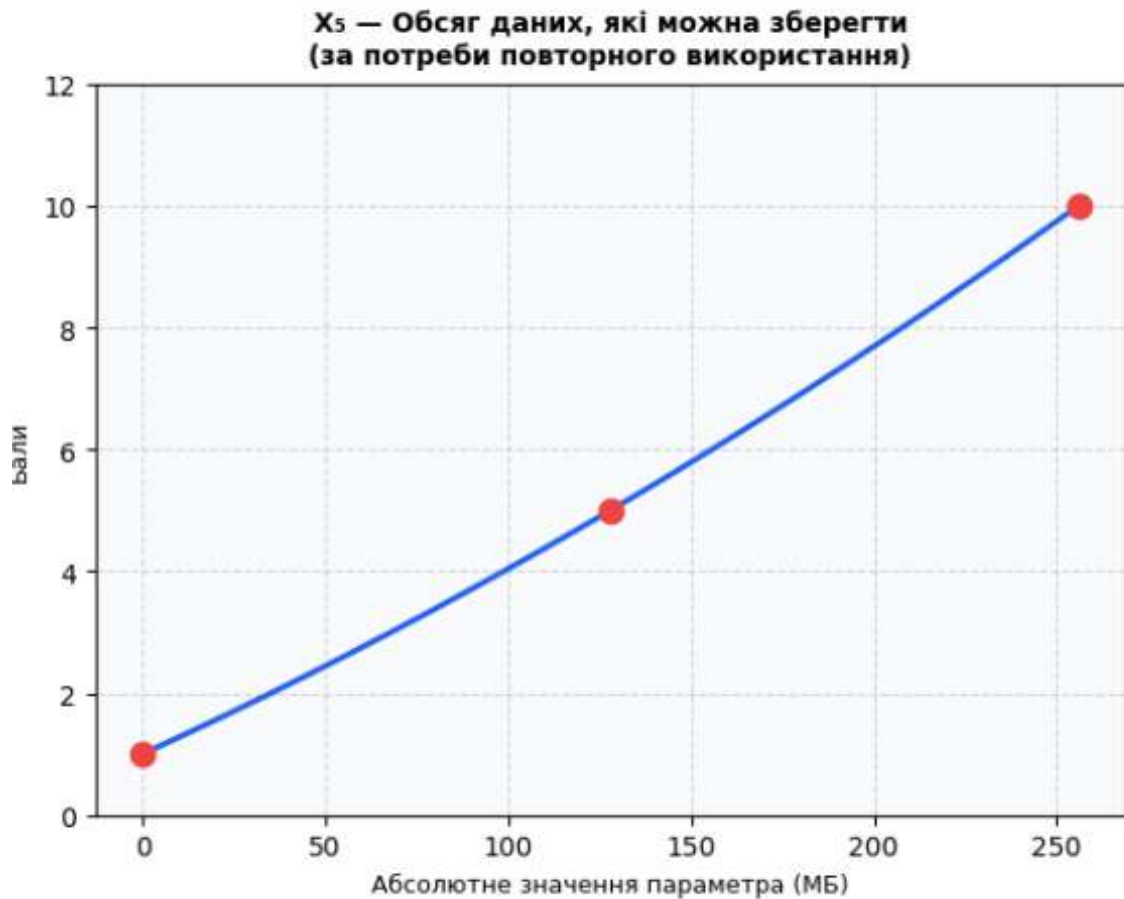
Таблиця 4.2 – Основні параметри програмного продукту

Назва параметра	Умовне позначення	Одиниці виміру	Значення параметра		
			найгірше	середнє	найкраще
Швидкість роботи програми	X_1	секунди	400	300	200
Час розробки програмного продукту	X_2	людино-години	96	72	48
Обсяг оперативної пам'яті, потрібної для роботи програми	X_3	МБ	82.93	65.40	52.21
Точність результатів	X_4	частка від одиниці	10^{-3}	10^{-6}	10^{-8}
Обсяг даних, які можна зберегти	X_5	МБ	0	128	256

За даними таблиці 4.2 побудовано графічні залежності бальної оцінки (від 1 до 10) кожного параметра від його абсолютного значення (рис. 4.2–4.6). На кожному графіку краще значення параметра відповідає вищій бальній оцінці.

Рисунок 4.2 – X₁Рисунок 4.3 – X₂

Рисунок 4.4 – X_3 Рисунок 4.5 – X_4

Рисунок 4.6 – X_5

4.4 Аналіз експертного оцінювання параметрів

Після детального обговорення й аналізу кожний експерт оцінює ступінь важливості кожного параметру для розробки програмного продукту, призначеного для автоматизації розрахунків сценарного аналізу трендів та тенденцій соціальних мереж як засобу підтримки стратегічних управлінських рішень. Значимість кожного параметра визначається методом попарного порівняння. Оцінку проводить експертна комісія із 7 людей. Для визначення коефіцієнтів значущості передбачається:

- визначення рівня значимості параметра шляхом присвоєння різних рангів;
- перевірка придатності експертних оцінок для подальшого використання;
- визначення оцінки попарного пріоритету параметрів;

– обробка результатів та визначення коефіцієнту значимості.

Результати експертного ранжування наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати ранжування параметрів

Пара- метр	Одиниці виміру	Ранг параметра за оцінкою експерта							Сума ран- гів R_i	Від- хиле ння Δ_i	Δ_i^2
		1	2	3	4	5	6	7			
X_1	секунди	1	1	1	1	1	1	1	7	-14	196
X_2	люд-год	4	5	5	4	5	5	4	32	11	121
X_3	мб	5	4	4	5	4	4	5	31	10	100
X_4	частка від одиниці	2	2	3	2	2	3	2	16	-5	25
X_5	МБ	3	3	2	3	3	2	3	19	-2	4
Разом		15	15	15	15	15	15	15	105	0	446

Для перевірки степені достовірності експертних оцінок, визначимо наступні параметри:

1. Загальна сума рангів:

$$R_i = \sum_{j=1}^N r_{ij} R_{ij} = \frac{Nn(n+1)}{2} = 105,$$

де N – число експертів;

n – кількість параметрів.

2. Середня сума рангів:

$$T = \frac{1}{n} R_{ij} = 21.$$

3. Відхилення суми рангів кожного параметра від середньої:

$$\Delta_i = R_i - T.$$

$$\Delta_1 = 7 - 21 = -14;$$

$$\Delta_2 = 32 - 21 = 11;$$

Продовження таблиці 4.4

Параметри	Експерти							Кінцева оцінка	Числове значення
	1	2	3	4	5	6	7		
X_2 і X_3	<	>	>	<	>	>	<	>	1,5
X_2 і X_4	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X_2 і X_5	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X_3 і X_4	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X_3 і X_5	>	>	>	>	>	>	>	>	1,5
X_4 і X_5	<	<	>	<	<	>	<	<	0,5

З отриманих числових оцінок переваги складемо матрицю $A = \|a_{ij}\|$. Для кожного параметра зробимо розрахунок вагомості K_{Bi} за такими формулами:

$$K_{Bi} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}.$$

$$b_i = \sum_{j=1}^N a_{ij}.$$

Відносні оцінки розраховуються у декілька етапів, поки наступні значення не будуть відрізнятися від попередніх менше, ніж на 5%. На наступних ітераціях відносні оцінки розраховуються за формулами:

$$K_{Bi} = \frac{b'_i}{\sum_{i=1}^n b'_i}.$$

$$b'_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} b_j.$$

Запишемо розрахунки в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок вагомості параметрів

Пара- метр X_i	Параметр X_j					Перша ітерація		Друга ітерація	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	b_i	K_{Bi}	b_i^1	K_{Bi}^1
X_1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	3	0,12	14	0,1068
X_2	0,5	1	1,5	1,5	1,5	6	0,24	31,5	0,2405
X_3	0,5	1,5	1	1,5	1,5	6	0,24	31,5	0,2405
X_4	0,5	1,5	1,5	1	0,5	5	0,20	27	0,2061
X_5	0,5	1,5	1,5	0,5	1	5	0,20	27	0,2061
Разом						25	1	131	1

Бачимо, що різниця між значеннями коефіцієнтів вагомості першої та другої ітерацій не перевищує 5%, тому отримувати більш точне значення на наступних ітераціях недоцільно.

4.5 Аналіз рівня якості варіантів реалізації функцій

Визначимо технічний рівень якості кожного варіанту реалізації програмного продукту. Згадаємо, що обрані раніше варіанти реалізації такі:

Варіант 1: $F_1(b) - F_2(b) - F_3(a) - F_4(b) - F_5(a)$.

Варіант 2: $F_1(b) - F_2(b) - F_3(a) - F_4(b) - F_5(b)$.

Для цього спочатку розрахуємо показник технічного рівня якості кожного варіанту реалізації функції за формулою

$$K_{Tp}[F_i] = \sum_{i=1}^n K_{Bi} B_i,$$

де n – кількість параметрів;

K_{Bi} – коефіцієнт вагомості i -го параметра;

B_i – бальна оцінка i -го параметра.

Результати запишемо в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок показників рівня якості варіантів реалізації основних функцій ПП

Основна функція	Варіант реалізації функції	Параметри які беруть участь у реалізації функцій	Абсолютне значення параметра	Оцінка параметра в балах, B_i	Коефіцієнт вагомості параметра, K_{Bi}	Показник технічного рівня, $K_{Tp}[F_i]$
F_1	в	X_2	62	7	0,2405	1,6835
F_2	б	X_3	60	6	0,2405	1,443
F_3	а	X_1	237	8	0,1068	3,6372
		X_3	54,3	9	0,2405	
		X_4	10^{-4}	3	0,2061	
F_4	б	X_1	275	6	0,1068	0,6408
F_5	а	X_1	279	6	0,1068	0,8813
		X_5	0	1	0,2405	
	б	X_1	300	5	0,1068	2,939
		X_5	256	10	0,2405	

Показник рівня якості k -го варіанта реалізації програмного продукту:

$$K_k = K_{Tp}[F_{1k}] + K_{Tp}[F_{2k}] + \dots + K_{Tp}[F_{zk}],$$

де $K_{Tp}[F_{1k}]$ – показник технічного рівня якості першої функції k -го варіанта реалізації основних функцій виробу.

$$K_{k1} = 1,6835 + 1,443 + 3,6372 + 0,6408 + 0,8813 = 8,2858.$$

$$K_{k2} = 1,6835 + 1,443 + 3,6372 + 0,6408 + 2,939 = 10,3435.$$

Із розрахунків випливає, що кращим є другий варіант, оскільки для нього коефіцієнт технічного рівня якості має більше значення.

4.6 Економічний аналіз варіантів розробки ПП

Визначимо деякі параметри, необхідні для проведення вартісного аналізу розробки ПП.

Обидва варіанти реалізації програмного продукту складаються з двох окремих завдань. Перше завдання спільне для обох:

1) реалізація розрахунків МММА та аналізу чутливості згідно з визначеним математичним апаратом.

Друге завдання для першого варіанту ПП:

2) реалізація отримання вхідних даних з файлу MS Excel, виведення результатів у консоль.

Друге завдання для другого варіанту ПП:

2) реалізація отримання вхідних даних з файлу MS Excel, виведення результатів у консоль та їх запис у файл MS Excel.

Тепер визначимо початкові дані системи завдань з метою отримання даних про поправочні коефіцієнти для розрахунку загальної трудомісткості (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Початкові дані для розрахунку трудомісткості розроблюваного програмного продукту

	Варіант реалізації програмного продукту			
	Варіант 1		Варіант 2	
	Завдання 1	Завдання 2	Завдання 1	Завдання 2
Кількість наборів даних вхідної інформації	—	3	—	3
Кількість різновидів форм вихідної інформації	—	3	—	9
За ступенем новизни	В	Г	В	Г
За складністю алгоритму	1	3	1	3

Продовження таблиці 4.7

	Варіант реалізації програмного продукту			
	Варіант 1		Варіант 2	
	Завдання 1	Завдання 2	Завдання 1	Завдання 2
Складність організації контролю вхідної і вихідної інформації	5.2(вхідні)	5.1(вхідні)	5.2(вхідні)	5.1(вхідні)
	5.3(вихідні)	5.4(вихідні)	5.3(вихідні)	5.3(вихідні)
Вид використовуваної інформації	Змінна інформація		Змінна інформація	
Мова програмування	Python		Python	
Можливість використання стандартних модулів, типових програм, пакетів прикладних програм	Так		Так	

Загальної трудомісткості системи проєкту обчислюється як

$$T_0 = T_P \cdot K_P \cdot K_{СК} \cdot K_M \cdot K_{СТ} \cdot K_{СТ.М},$$

де T_P – трудомісткість розробки ПП;

K_P – поправочний коефіцієнт;

$K_{СК}$ – коефіцієнт на складність вхідної інформації;

K_M – коефіцієнт рівня мови програмування;

$K_{СТ}$ – коефіцієнт використання стандартних модулів і прикладних програм;

$K_{СТ.М}$ – коефіцієнт стандартного математичного забезпечення

Знайдемо коефіцієнти для першого варіанту реалізації програмного продукту.

Для всіх завдань мова програмування високого рівня, то $K_M = 1$. При розробці використовуються стандартні модулі, врахуємо це за допомогою коефіцієнта $K_{CT} = 0,7$. Задача не є окремим стандартним ПП, тому $K_{CT.M} = 1$.

Для першого завдання, виходячи із норм часу для завдань розрахункового характеру ступеню новизни В та групи складності алгоритму 1, трудомісткість: $T_p = 43$ людино-днів. Поправочний коефіцієнт для групи В за новизною та змінної інформації: $K_{II} = 1$. Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації: $K_{CK} = 1,08$.

Тоді загальна трудомісткість реалізації першого завдання дорівнює:

$$T_1 = 43 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 = 32,5 \text{ людино-днів.}$$

Для другого завдання, виходячи із норм часу для завдань підсистем «Бухгалтерський облік» з 3 наборами вхідних даних і 3 формами вихідної інформації трудомісткість: $T_p = 111$ людино-днів. Поправочний коефіцієнт для групи Г за новизною, 3 групи складності алгоритму та змінної інформації: $K_{II} = 0,60$. Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації: $K_{CK} = 1,07$.

Тоді загальна трудомісткість реалізації другого завдання дорівнює:

$$T_2 = 111 \cdot 0,60 \cdot 1,07 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 = 49,8 \text{ людино-днів.}$$

Складаємо трудомісткість відповідних завдань для першого варіанту програмного продукту:

$$T_{\text{варіант}_1} = (32,5 + 49,8) \cdot 8 = 659,2 \text{ людино-годин.}$$

Аналогічно знайдемо коефіцієнти для другого варіанту реалізації програмного продукту.

Перше завдання має ідентичні дані, як і перше завдання варіанту один, тому загальна трудомісткість дорівнює:

$$T_1 = 43 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 = 32,5 \text{ людино-днів.}$$

Для другого завдання, виходячи із норм часу для завдань підсистем «Бухгалтерський облік» з 3 наборами вхідних даних і 9 формами вихідної інформації трудомісткість: $T_p = 140$ людино-днів. Поправочний коефіцієнт для групи Г за новизною, 3 групи складності алгоритму та змінної інформації: $K_{\Pi} = 0,60$. Поправочний коефіцієнт, який враховує складність контролю вхідної та вихідної інформації: $K_{СК} = 1,16$. Для всіх завдань мова програмування високого рівня, то $K_M = 1$. При розробці використовуються стандартні модулі, врахуємо це за допомогою коефіцієнта $K_{СТ} = 0,7$. Задача не є окремим стандартним ПП, тому $K_{СТ.М} = 1$.

Тоді загальна трудомісткість реалізації другого завдання дорівнює:

$$T_2 = 140 \cdot 0,60 \cdot 1,16 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 = 68,208 \text{ людино-днів.}$$

Складаємо трудомісткість відповідних завдань для першого варіанту реалізації:

$$T_{\text{варіант}_2} = (32,5 + 68,208) \cdot 8 = 805,7 \text{ людино-годин.}$$

В результаті найбільш високу трудомісткість має другий варіант.

У розробці бере участь один аналітик даних з окладом 21700 грн. Визначимо середню зарплату за годину за формулою:

$$C_q = \frac{M}{T_m \cdot t} \text{ грн.,}$$

де M – місячний оклад працівників;

T_m – кількість робочих днів тиждень;

t – кількість робочих годин в день.

$$C_q = \frac{21700}{21 \cdot 8} = 129,16 \text{ грн.}$$

Тоді, розраховуємо заробітну плату за формулою:

$$C_{3П} = C_ч \cdot T_i \cdot K_d,$$

де $C_ч$ – величина погодинної оплати праці програміста;

T_i – трудомісткість відповідного завдання;

K_d – норматив, який враховує додаткову заробітну плату.

Зарплата розробника за варіантами становить:

Варіант 1: $C_{3П} = 129,16 \cdot 659,2 \cdot 1,2 = 102170,73$ грн.

Варіант 2: $C_{3П} = 129,16 \cdot 805,7 \cdot 1,2 = 124877,05$ грн.

Відрахування на єдиний соціальний внесок становить 22%:

Варіант 1: $C_{ВІД} = C_{3П} \cdot 0,22 = 102170,73 \cdot 0,22 = 22477,56$ грн.

Варіант 2: $C_{ВІД} = C_{3П} \cdot 0,22 = 124877,05 \cdot 0,22 = 27472,95$ грн.

Тепер визначимо витрати на оплату однієї машино-години. (C_M)

Так як одна ЕОМ обслуговує одного аналітика з окладом 21700 грн., з коефіцієнтом зайнятості 0,2, то для однієї машини отримаємо:

$$C_Г = 12 \cdot M \cdot K_3 = 12 \cdot 21700 \cdot 0,2 = 52080 \text{ грн.}$$

З урахуванням додаткової заробітної плати:

$$C_{3П(ЕОМ)} = C_Г \cdot (1 + K_3) = 52080 \cdot (1 + 0,2) = 62496 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальний внесок:

$$C_{ВІД(ЕОМ)} = C_{3П} \cdot 0,22 = 62496 \cdot 0,22 = 13749,12 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховуємо при амортизації 25% та вартості ЕОМ – 30000 грн.

$$C_A = K_{TM} \cdot K_A \cdot C_{ПР},$$

де K_{TM} – коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування та монтаж приладу у користувача;

K_A – річна норма амортизації;

$C_{\text{ПР}}$ – договірна ціна приладу.

$$C_A = 1,15 \cdot 0,25 \cdot 30000 = 8625 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт та профілактику розраховуємо як:

$$C_P = K_{\text{ТМ}} \cdot C_{\text{ПР}} \cdot K_P = 1,15 \cdot 30000 \cdot 0,05 = 1,725 \text{ грн.},$$

де K_P – відсоток витрат на поточні ремонти.

Ефективний годинний фонд часу ПК за рік розраховуємо за формулою:

$$T_{\text{ЕФ}} = (D_K - D_B - D_C - D_P) \cdot t_3 \cdot K_B,$$

де D_K – календарна кількість днів у році;

D_B, D_C – відповідно кількість вихідних та святкових днів;

D_P – кількість днів планових ремонтів устаткування;

t – кількість робочих годин в день;

K_B – коефіцієнт використання приладу у часі протягом зміни.

$$T_{\text{ЕФ}} = (365 - 104 - 11 - 16) \cdot 8 \cdot 0,8 = 1497,6 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату електроенергії розраховуємо за формулою:

$$C_{\text{ЕЛ}} = T_{\text{ЕФ}} \cdot N_C \cdot K_3 \cdot C_{\text{ЕН}},$$

де N_C – середньо-споживча потужність приладу;

K_3 – коефіцієнтом зайнятості приладу;

$C_{\text{ЕН}}$ – тариф за 1 кВт-годин електроенергії.

$$C_{\text{ЕЛ}} = 1497,6 \cdot 0,25 \cdot 0,9 \cdot 13,64 = 4596,13 \text{ грн.}$$

Накладні витрати розраховуємо за формулою:

$$C_H = C_{\text{ПР}} \cdot 0,67 = 30000 \cdot 0,67 = 20100 \text{ грн.}$$

Тоді, річні експлуатаційні витрати будуть:

$$\begin{aligned} C_{\text{ЕКС}} &= C_{\text{ЗП}} + C_{\text{ВІД}} + C_A + C_P + C_{\text{ЕЛ}} + C_H = \\ &= 62496 + 13749,12 + 8625 + 1,725 + 4596,13 + 20100 = 109568 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Собівартість однієї машино-години ЕОМ дорівнюватиме:

$$C_{M-\Gamma} = \frac{C_{\text{ЕКС}}}{T_{\text{ЕФ}}} = \frac{109568}{1497,6} = 73,16 \text{ грн/год.}$$

Оскільки в даному випадку всі роботи, які пов'язані з розробкою програмного продукту ведуться на ЕОМ, витрати на оплату машинного часу, в залежності від обраного варіанта реалізації, складає:

$$C_M = C_{M-\Gamma} \cdot T.$$

Варіант 1: $C_M = 73,16 \cdot 659,2 = 48227,07 \text{ грн.}$

Варіант 2: $C_M = 73,16 \cdot 805,7 = 58945,01 \text{ грн.}$

Накладні витрати складають 67% від заробітної плати:

$$C_H = C_{3П} \cdot 0,67.$$

Варіант 1: $C_H = 102170,73 \cdot 0,67 = 68454,40 \text{ грн.}$

Варіант 2: $C_H = 124877,05 \cdot 0,67 = 83667,62 \text{ грн.}$

Отже, вартість розробки за варіантами становить:

$$C_{\text{ПП}} = C_{3П} + C_{\text{ВІД}} + C_M + C_H.$$

Варіант 1: $C_{\text{ПП}} = 102170,73 + 22477,56 + 48227,07 + 68454,40 = 241329,76 \text{ грн.}$

Варіант 2: $C_{\text{ПП}} = 124877,05 + 27472,95 + 58945,01 + 83667,62 = 294962,63 \text{ грн.}$

4.7 Вибір кращого варіанту ПП за техніко-економічним рівнем

Для остаточного вибору оптимального варіанту реалізації розраховується коефіцієнт техніко-економічного рівня за формулою:

$$K_{\text{ТЕР}j} = K_{kj} / C_{\Phi j},$$

де K_{kj} – коефіцієнт рівня якості j -го варіанту;

$C_{\Phi j}$ – вартість розробки j -го варіанту, грн

$$K_{\text{ТЕР}1} = \frac{8,2858}{241329,76} = 3,43 \cdot 10^{-5}.$$

$$K_{\text{ТЕР}2} = \frac{10,3435}{294962,63} = 3,51 \cdot 10^{-5}.$$

Порівнявши отримані значення, бачимо що другий варіант має вищий коефіцієнт техніко-економічного рівня ($3,51 \cdot 10^{-5} > 3,43 \cdot 10^{-5}$). Це означає що Варіант 2 забезпечує кращу якість і витрати на розробку є виправданими.

Таким чином, оптимальним для реалізації є Варіант 2 – реалізація сценарного аналізу трендів та тенденцій соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнеса з виведенням результатів в файли Excel.

4.8 Висновки до розділу 4

У даному розділі було проведено функціонально-вартісний аналіз програмного продукту для автоматизації розрахунків сценарного аналізу трендів та тенденцій соціальних мереж як засобу підтримки стратегічних управлінських рішень.

Було визначено основні функції програмного продукту, а саме: вибір середовища розробки, отримання вхідних даних, проведення розрахунків згідно з теоретичним матеріалом, ілюстрація ходу процесу та отримання фінальних результатів. Для кожної функції було розглянуто декілька варіантів реалізації, побудовано позитивно-негативну матрицю та обґрунтовано вибір найбільш доцільного варіанту.

У результаті проведеного функціонально-вартісного аналізу було обрано другий варіант реалізації програмного продукту, що передбачає використання середовища розробки VS Code, зчитування вхідних даних з файлу формату MS Excel, власну реалізацію алгоритмів розрахунку МММА та аналізу чутливості, повну ілюстрацію ходу процесу моделювання, а також виведення результатів у консоль із одночасним збереженням у файл формату MS Excel.

Розрахунок показників рівня якості показав перевагу другого варіанту ($K_{k2} = 10,3435$ проти $K_{k1} = 8,2858$), що зумовлено вищим рівнем збереженості результатів розрахунків та можливістю їх повторного використання у форматі MS Excel, зручному для бізнес-аналітиків. Натомість повна вартість розробки обраного варіанту при окладі аналітика 21 700 грн склала 294 962,63 грн, що є дорожче на 53 632,87 першого варіанту. Проте остаточний розрахунок коефіцієнта техніко-економічного рівня підтвердив, що додаткові витрати є економічно виправданими – вищий рівень функціональності та збереженості результатів забезпечує більшу цінність продукту відносно його вартості. Саме другий варіант було прийнято до реалізації у практичній частині дипломної роботи.

ВИСНОВКИ

У роботі здійснено комплексне дослідження процесів перетворення медіа-трендів у стратегічне управління бізнесом в умовах інформаційної невизначеності. Проведений аналіз сучасного інформаційного простору засвідчив докорінну зміну парадигми споживання контенту, де ключову роль відіграють алгоритмічні рекомендації соціальних мереж, що вимагає від бізнесу здатності вчасно реагувати на сигнали ринку. Виявлено, що традиційні методи прогнозування трендів та тенденцій є обмеженими і не здатними врахувати складну архітектуру взаємозв'язків у медіасередовищі, у зв'язку з чим в роботі було обґрунтовано й застосовано модифікований метод морфологічного аналізу як гнучкий та системний аналітичний інструмент.

У межах практичної реалізації дослідження проведено двоетапну процедуру пріоритезації бізнес-стратегій залучення клієнтів. На основі експертних оцінок та актуальної статистики було спершу отримано адаптивне ранжування альтернатив, а згодом сформувано чіткий перелік оптимальних стратегій, диференційованих під конкретні бізнес-цілі компанії.

Особливу наукову та практичну цінність роботи становить проведений комплексний аналіз надійності отриманих результатів, у межах якого оцінено чутливість вхідних даних та встановлено альтернативи, найменші зміни в оцінках яких можуть вплинути на загальний результат. Крім того, розрахунок необхідної точності вхідних даних та аналіз їхнього впливу дозволили чітко виділити компоненти, що роблять найбільший внесок у підсумковий результат, та попередити можливі спотворення фінального ранжування через неточність експертних оцінок ймовірностей чи матриці взаємозв'язків.

Аналіз отриманих результатів дав змогу визначити пріоритетні напрями стратегічного розвитку бізнесу та сформувати обґрунтовані рекомендації для прийняття управлінських рішень у динамічному цифровому середовищі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Помазан Л., Сергієнко О., Швабу Ю. Використання соціальних мереж для побудови бренду та залучення потенційних клієнтів. *Social Development: Economic and Legal Issues*. 2025. № 7-8. DOI: <https://doi.org/10.70651/3083-6018/2025.7-8.24> (дата звернення: 25.04.2026).
2. Поціпук О. Поняття "тренд" у сучасному науковому дискурсі. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Журналістика*. 2018. Вип. 1 (24). С. 15–19.
URL: http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/10.23.10.100/db/ftp/visnyk/zhurnalist_24_2018.pdf (дата звернення: 25.04.2026).
3. Oladipo T. The State of Social Media Engagement in 2026: 52M+ Posts Analyzed. Buffer. URL: <https://buffer.com/resources/state-of-social-media-engagement-2026/> (date of access: 01.05.2026).
4. McMullen L. Disruptive Technologies You're Probably Unprepared For. Gartner. URL: <https://www.gartner.com/en/articles/disruptive-technologies> (date of access: 27.04.2026).
5. Rakesh H. G., Kushaal S., Tanishq Manju Reddy. Modelling the Spread & Decline of Internet Trends. *TechRxiv*. 2025. 4 p. URL: <https://doi.org/10.36227/techrxiv.175296397.73748526/v1> (date of access: 27.04.2026).
6. Мисюк І., Мисюк Р. Застосування методів Монте-Карло для моделювання та прогнозування поведінки користувачів у соціальних мережах. Інфокомунікаційні та комп'ютерні технології. 2025. Т. 1, № 09. С. 120–125. DOI: <https://doi.org/10.36994/2788-5518-2025-01-09-16> (дата звернення: 27.04.2026).
7. Forecasting Popularity of Videos Using Social Media / J. Xu et al. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*. 2015. Vol. 9, No. 2. P. 330–343. DOI: <https://doi.org/10.1109/jstsp.2014.2370942> (date of access: 27.04.2026).

8. Social Media-Based Forecasting / W. He та ін. *Journal of Organizational and End User Computing*. 2016. Vol. 28, No. 2. P. 74–91. DOI: <https://doi.org/10.4018/joeuc.2016040105> (date of access: 27.04.2026).
9. Technical analysis of the financial markets: A comprehensive guide to trading methods and applications / ed. M. J. J. New York : New York Institute of Finance, 1999. 542 p.
10. Панкратова Н., Гайко Г., Савченко І. Розвиток підземної урбаністики як системи альтернативних проектних конфігурацій. К.: Наукова думка, 2020. 216 с.
11. Савченко І. О. Інструментарій освоєння підземного простору мегаполісів на основі модифікованого методу морфологічного аналізу: дис. ... д-ра техн. наук : 01.05.04 / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Київ, 2024. 332 с.
12. What are Content Formats? | Social Media Dictionary. Kontentino. URL: <https://www.kontentino.com/social-media-urban-dictionary/content-formats/> (date of access: 30.04.2026).
13. The Sprout Social Index™ Edition XVII: Accelerate. SproutSocial. URL: <https://media.sproutsocial.com/uploads/Sprout-Social-Index-Edition-XVII-Accelerate.pdf> (date of access: 30.04.2026).
14. Мультимедійний контент у ЗМІ: як оформити й адаптувати до різних платформ. thelede.media. URL: <https://www.thelede.media/lifehacks/2022/09/23/3105/> (дата звернення: 30.04.2026).
15. Social Media Trends 2026. Hootsuite. URL: https://hootsuite.widen.net/s/tpccmpldpl/hootsuitesocialtrends2026_report_en (date of access: 30.04.2026).
16. Digital 2026 Global Overview Report. we are social. URL: <https://wearesocial.com/uk/blog/2025/10/digital-2026-global-overview-report/> (date of access: 30.04.2026).

17. Biggest social media platforms by users 2025. Statista. URL: https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/?srsltid=AfmBOorA_zxucvGsgnXBT0AJaIvbhLUbFB0SLSJ06vGKgX2TiMci0IMN (date of access: 30.04.2026).
18. Market K. Y. Залучення клієнтів: способи, стратегії та інструменти, що стануть у пригоді. Блог YC.Market | Дослідження ринку та конкурентний аналіз. URL: <https://blog.youcontrol.market/zaluchiennia-kliientiv-sposobi-strategieyi-ta-instrumenti-shcho-stanut-u-prighodi/> (дата звернення: 30.04.2026).
19. Zhang L., Zhao J., Xu K. Who creates Trends in Online Social Media: The Crowd or Opinion Leaders?. Journal of Computer-Mediated Communication. 2015. Vol. 21, No. 1. P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.1111/jcc4.12145> (date of access: 30.04.2026).
20. 13 Types of Social Media Content to Try for Keeping Your Brand Aligned with the Trends. Socialinsider: Social media analytics and competitor analysis. URL: <https://www.socialinsider.io/blog/social-media-content/> (date of access: 30.04.2026).
21. State of Marketing 2026 Report. HubSpot. URL: <https://hubspot-state-of-marketing-2026.replit.app/#foreword> (date of access: 30.04.2026).
22. A look at worldwide mega trends. Hamburg's business portal. URL: <https://hamburg-business.com/en/news/a-look-at-worldwide-mega-trends> (date of access: 30.04.2026).
23. Collabstr Annual Influencer Marketing Report 2026. collabstr. URL: <https://collabstr.com/2026-influencer-marketing-report> (date of access: 30.04.2026).
24. Sheikh M. Social media demographics to inform your 2026 strategy. sproutsocial. URL: <https://sproutsocial.com/insights/new-social-media-demographics/> (date of access: 01.05.2026).
25. Top 10 Social Media Trends 2026 | Data-Backed Marketing Guide. ALM Corp. URL: <https://almcorp.com/blog/social-media-trends-2026/> (date of access: 01.05.2026).

26. Sprout Social Q1 2026 Pulse Survey Analysis. sproutsocial. URL: <https://media.sproutsocial.com/uploads/2026/03/Sprout-Social-Q1-2026-Pulse-Survey-Analysis.pdf> (date of access: 01.05.2026).

ДОДАТОК А ЛІСТИНГ КОДУ

Імпорти

```
import pandas as pd
import itertools
import numpy as np
import openpyxl
from copy import copy
import math
import sys
```

Допоміжні функції

```
def copy_and_increment_sheet(file_path, sheet_idx, new_name):
    """Копіює аркуш за індексом, додає 1 до чисел та зберігає."""
    wb = openpyxl.load_workbook(file_path)

    if sheet_idx >= len(wb.worksheets):
        return print(f"Помилка: Індекс {sheet_idx} відсутній.")

    if new_name in wb.sheetnames: del wb[new_name]

    new_sheet = wb.copy_worksheet(wb.worksheets[sheet_idx])
    new_sheet.title = new_name

    for row in new_sheet.iter_rows():
        for c in row:
            if isinstance(c.value, (int, float)) and not isinstance(c.value,
bool):
                c.value += 1

    try:
        wb.save(file_path)
        print(f"Успішно! Аркуш '{new_name}' створено.")
    except PermissionError:
        print("Увага: У Вас відкритий Excel файл. Закрийте його, будь ласка!")

#-----
def get_all_combinations(result_dict):
    """Готує список усіх можливих комбінацій з ймовірностями"""
    all_features_options = []
    feature_keys = sorted(result_dict.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))

    for key in feature_keys:
        options = []
        for opt_name, prob in result_dict[key]["values"].items():
            options.append({"feature": key, "option": opt_name, "prob": prob})
        all_features_options.append(options)
```

```

return list(itertools.product(*all_features_options))

#-----
def clean_text(text):
    """Очищує текст від пробілів, дефісів та переводить у нижній регістр для
    точного порівняння"""
    if pd.isna(text): return ""
    return str(text).replace("-", "").replace(" ", "").replace("\n",
    "").strip().lower()

#-----
def load_matrix_lookup(path, sheet_name):
    df = pd.read_excel(path, sheet_name=sheet_name, header=None)

    h_top, h_bot, s_row, is_strat = (2, 3, 4, False) if sheet_name ==
    "Normalized_Matrix_1" else (1, 2, 3, True)

    col_info = []
    for i in range(2, df.shape[1]):
        r_t = str(df.iloc[h_top, i]).strip() if pd.notna(df.iloc[h_top, i]) else
        ""
        r_b = str(df.iloc[h_bot, i]).strip() if pd.notna(df.iloc[h_bot, i]) else
        ""
        name = clean_text(r_t + r_b) if not is_strat else f"{r_t} {r_b}".strip()
        if name and name.lower() != "nan":
            col_info.append((i, name))

    matrix = {
        clean_text(df.iloc[r, 1]): {
            name: float(v) if pd.notna(v := df.iloc[r, i]) else (1.0 if is_strat
            else None)
            for i, name in col_info
        }
        for r in range(s_row, df.shape[0]) if pd.notna(df.iloc[r, 1])
    }

    if not is_strat:
        for row in matrix:
            matrix[row] = {k: v for k, v in matrix[row].items() if v is not None}

    return matrix, [c[1] for c in col_info]

# 1 етап МММА

file_path = r"C:\Users\admin\Downloads\КРІ\Дипломна робота бакалавр\Book1.xlsx"
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name=0, header=None)

result = {}

```

```

cols = df.shape[1]

for i in range(0, cols, 2):
    names_col = df.iloc[:, i]
    probs_col = df.iloc[:, i+1]
    feature_name = None
    values = {}

    for name, prob in zip(names_col, probs_col):
        if pd.isna(name):
            continue

        name_str = str(name).strip()

        if "(" in name_str or "F(" in name_str:
            feature_name = name_str
            key = name_str.split("F")[-1].replace("(", "").replace(")", "")
            key = f"F{key}"
            continue

        if pd.notna(prob):
            values[name_str] = float(prob)

    if feature_name:
        result[key] = {
            "name": feature_name,
            "values": values
        }

print("Початкові ймовірності альтернатив (ЕТАП 1)\n")
for key, data in result.items():
    print(f"► {data['name']}")
    for option, value in data["values"].items():
        print(f"  └─ {option:<20} : {value:.2f}")
    print()

all_combinations = get_all_combinations(result)
total_count = len(all_combinations)
print(f"Загальна кількість конфігурацій: {total_count}\n")

copy_and_increment_sheet(file_path, 1, "Normalized_Matrix_1")

def calculate_metrics_stage1(combo, matrix_lookup):
    p = math.prod([item["prob"] for item in combo])
    c = 1.0

    names = [clean_text(item["option"]) for item in combo]
    n = len(names)

    for m in range(n - 1):
        for l in range(m + 1, n):

```

```

    p1, p2 = names[m], names[l]

    val = matrix_lookup.get(p1, {}).get(p2)
    if val is None:
        val = matrix_lookup.get(p2, {}).get(p1)
    if val is not None:
        c *= val

    return p, c, p * c

matrix_map, _ = load_matrix_lookup(file_path, "Normalized_Matrix_1")
all_results = []

for combo in all_combinations:
    P, C, PC = calculate_metrics_stage1(combo, matrix_map)
    all_results.append({"P": P, "C": C, "PC": PC, "combo": combo})

for idx, res in enumerate(all_results, 1):
    if idx <= 25 or idx > (total_count - 25):

        P, C, PC = res['P'], res['C'], res['PC']
        combo = res['combo']

        combo_str = " | ".join([f"{item['feature']}: {item['option']}" for item
in combo])

        if idx == (total_count - 24) and total_count > 50:
            print("\n" + "="*80)
            print(f"... ПРОПУЩЕНО {total_count - 50} КОНФІГУРАЦІЙ ...")
            print("="*80 + "\n")

        print(f"Конфіг №{idx}: {combo_str}")
        print(f"Сукупна P: {P:.5f}")
        print(f"Сукупна C: {C:.8f}")
        print(f"(P*C): {PC:.8f}")
        print("-" * 30)

total_sum_pc = sum(item['PC'] for item in all_results)
print(f"ЗАГАЛЬНА СУМА ВСІХ (P*C): {total_sum_pc:.8f}")

for item in all_results:
    item['PC_norm'] = item['PC'] / total_sum_pc if total_sum_pc != 0 else 0

check_sum_norm = sum(item['PC_norm'] for item in all_results)

print(f"ПЕРЕВІРКА: Сума всіх (P*C)норм = {check_sum_norm:.2f}")
if round(check_sum_norm, 5) == 1.0:
    print("Розрахунок коректний: сума дорівнює 1.")
else:
    print("Увага: сума не дорівнює 1. Перевірте вхідні дані.")
print("="*80 + "\n")

```

```

for idx, res in enumerate(all_results, 1):
    if idx <= 25 or idx > (total_count - 25):
        combo_str = " | ".join([f"{item['feature']}: {item['option']}" for item
in res['combo']])

        if idx == (total_count - 24) and total_count > 50:
            print("\n" + "="*80)
            print(f"... ПРОПУЩЕНО {total_count - 50} КОНФІГУРАЦІЙ ...")
            print("="*80 + "\n")

            print(f"Конфіг №{idx}: {combo_str}")
            print(f"Сукупна P: {res['P']:.5f}")
            print(f"Сукупна C: {res['C']:.8f}")
            print(f"(P*C): {res['PC']:.8f}")
            print(f"(P*C)норм: {res['PC_norm']:.8f}")
            print("-" * 30)

marginal_results = []

feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))

for f_key in feature_keys:
    f_name = result[f_key]['name']
    options = result[f_key]['values'].keys()

    for opt in options:
        sum_norm = sum(
            item['PC_norm'] for item in all_results
            if any(c['option'] == opt and c['feature'] == f_key for c in
item['combo'])
        )

        marginal_results.append({
            "Група": f_key,
            "Назва фактора": f_name,
            "Альтернатива": opt,
            "Ймовірність": round(sum_norm, 6)
        })

    if f_key != feature_keys[-1]:
        marginal_results.append({
            "Група": "",
            "Назва фактора": "",
            "Альтернатива": "",
            "Ймовірність": None
        })

df_marginal = pd.DataFrame(marginal_results)

print(f"'Фінальні ймовірності альтернатив (ЕТАП 1)'"")

```

```

for f_key in feature_keys:
    subset = df_marginal[df_marginal["Група"] == f_key]
    print(f"\n► {subset.iloc[0]['Назва фактора']}")
    for _, row in subset.iterrows():
        print(f"  └ {row['Альтернатива']:<30} : {row['Ймовірність']:.6f}")

    group_sum = subset["Ймовірність"].sum()
    print(f"  Σ Сума групи: {group_sum:.2f}")

try:
    with pd.ExcelWriter(file_path, engine='openpyxl', mode='a',
if_sheet_exists='replace') as writer:
        df_marginal.to_excel(writer, sheet_name='Final_Probabilities_1',
index=False)
        print("\n Результати збережені у лист 'Final_Probabilities_1' у вашому Excel-
файлі.")
except Exception as e:
    print(f"\n Не вдалося зберегти в Excel, закрийте файл.")

# 2 етап МММА

copy_and_increment_sheet(file_path, 2, "Normalized_Matrix_2")

def calculate_metrics_stage2(combo, matrix_lookup, strategy_list):
    """
    Реалізує розрахунок 'R i R нормованого':
    """
    R_absolute = {}
    selected_alts = [clean_text(item["option"]) for item in combo]

    config_total_sum = 0.0
    for strat in strategy_list:
        r_prod = 1.0
        for alt in selected_alts:
            val = matrix_lookup.get(alt, {}).get(strat, 1.0)
            r_prod *= val
        R_absolute[strat] = r_prod
        config_total_sum += r_prod

    R_norm = {}
    for strat in strategy_list:
        if config_total_sum != 0:
            R_norm[strat] = R_absolute[strat] / config_total_sum
        else:
            R_norm[strat] = 0.0

    return R_absolute, R_norm

strategy_map, strategy_list = load_matrix_lookup(file_path,
"Normalized_Matrix_2")

```

```

for idx, combo in enumerate(all_combinations, 1):
    if idx <= 25 or idx > (total_count - 25):
        r_abs, r_custom = calculate_metrics_stage2(combo, strategy_map,
strategy_list)
        combo_str = " | ".join([f"{item['feature']}: {item['option']}" for item
in combo])

        if idx == (total_count - 24) and total_count > 50:
            print("\n" + "="*100 + f"\n... ПРОПУЩЕНО {total_count - 50}
КОНФИГУРАЦИЙ ...\n" + "="*100 + "\n")

        print(f"Конфіг №{idx}: {combo_str}")

        for strat in strategy_list:
            abs_val = r_abs[strat]
            cust_val = r_custom[strat]
            display_name = strat.replace('\n', ' ').strip()
            print(f"└─ {display_name}:")
            print(f"   R: {abs_val:.6f} | R норм: {cust_val:.8f}")

        print("-" * 60)

for idx, res in enumerate(all_results, 1):

    _, r_custom = calculate_metrics_stage2(res['combo'], strategy_map,
strategy_list)

    res['strategy_impact'] = {}

    for strat in strategy_list:
        res['strategy_impact'][strat] = res['PC_norm'] * r_custom[strat]

    if idx <= 25 or idx > (total_count - 25):

        combo_str = " | ".join([f"{item['feature']}: {item['option']}" for item
in res['combo']])

        if idx == (total_count - 24) and total_count > 50:
            print("\n" + "="*100)
            print(f"... ПРОПУЩЕНО {total_count - 50} КОНФИГУРАЦИЙ ...")
            print("="*100 + "\n")

        print(f"Конфіг №{idx}: {combo_str}")

        for strat in strategy_list:
            final_val = res['strategy_impact'][strat]
            display_name = strat.replace('\n', ' ').strip()

            print(f"   └─ R {display_name} норм * P: {final_val:.10f}")

        print("-" * 60)

```

```

final_priorities = {strat: 0.0 for strat in strategy_list}

for res in all_results:
    for strat in strategy_list:
        final_priorities[strat] += res['strategy_impact'][strat]

print("Фінальна пріоритетність стратегій\n")

sorted_priorities = sorted(final_priorities.items(), key=lambda x: x[1],
reverse=True)

for strat, total_val in sorted_priorities:
    display_name = strat.replace('\n', ' ').strip()
    print(f"Σ R {display_name} норм * P: {total_val:.4f}")

df_final = pd.DataFrame(sorted_priorities, columns=['Стратегія', 'Ймовірності
пріоритетності'])

print()
check_total_sum = sum(final_priorities.values())
print(f"ПЕРЕВІРКА: Сума всіх Σ R норм * P = {check_total_sum:.4f}")

try:
    with pd.ExcelWriter(file_path, engine='openpyxl', mode='a',
if_sheet_exists='replace') as writer:
        df_final.to_excel(writer, sheet_name='Final_Probabilities_2',
index=False)
        print("\nРезультати збережені у лист 'Final_Probabilities_2' у вашому Excel-
файлі.")
except Exception as e:
    print(f"\nЗакрийте спочатку файл Excel.")

# Аналіз чутливості
# Для параметра .... оцінювання чутливості відносно зміни незалежної ймовірності
альтернатив цього ж параметра
df_probs_clean = df_marginal[df_marginal["Група"] != ""].copy()
sensitivity_results = []
feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))

for f_key in feature_keys:

    group_data = df_probs_clean[df_probs_clean["Група"] == f_key]
    alternatives = group_data["Альтернатива"].tolist()

    for i in range(len(alternatives)):
        for j in range(len(alternatives)):
            if i == j:
                continue

```

```

alt_j1 = alternatives[i]
alt_j2 = alternatives[j]

p_j1 = group_data.loc[group_data["Альтернатива"] == alt_j1,
"Ймовірність"].values[0]
p_j2 = group_data.loc[group_data["Альтернатива"] == alt_j2,
"Ймовірність"].values[0]

if p_j1 != 0:
    delta = (p_j2 / p_j1) - 1
else:
    delta = float('inf')

sensitivity_results.append({"Параметр": f_key, "Пара альтернатив":
f"({alt_j1} vs {alt_j2})", "Чутливість delta": round(delta, 6), "Зміна у %":
f"{round(delta * 100, 2)}%"}))

df_sensitivity = pd.DataFrame(sensitivity_results)
print("ТАБЛИЦЯ ЧУТЛИВОСТІ (ЗМІНА ВЛАСНОЇ ЙМОВІРНОСТІ)\n")
for f_key in feature_keys:
    print(f"--- Аналіз для параметра {f_key} ---")
    subset = df_sensitivity[df_sensitivity["Параметр"] == f_key]
    print(subset[["Пара альтернатив", "Чутливість delta", "Зміна у
%"]].to_string(index=False))
    print("\n")

try:
    with pd.ExcelWriter(file_path, engine='openpyxl', mode='a',
if_sheet_exists='replace') as writer:
        df_sensitivity.to_excel(writer, sheet_name='Sensitivity_Analysis_1',
index=False)
        print(f"Аналіз чутливості збережено у лист 'Sensitivity_Analysis_1'")
except Exception as e:
    print("Помилка при збереженні: закрийте файл Excel!")

# Чутливість відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив іншого параметра

def get_connection(matrix_map, key_a, key_b):
    """Шукає коефіцієнт зв'язку між двома альтернативами в матриці."""
    c = matrix_map.get(key_a, {}).get(key_b)
    if c is None:
        c = matrix_map.get(key_b, {}).get(key_a)
    return c if c is not None else 1.0

def calculate_x_values(f1_key, result, matrix_map):
    """
    Рахує  $x_j^{(1)}$  для кожної альтернативи параметра f1_key.
     $x_j = p'_j * \sum_{\text{по всіх інших параметрах}} \Sigma_d (c(j,d) * p'_d)$ 
    """
    other_keys = [k for k in sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))

```

```

        if k != f1_key]
x_values = {}

for opt_j, prob_j in result[f1_key]["values"].items():
    opt_j_clean = clean_text(opt_j)
    total = 0.0
    for other_key in other_keys:
        for opt_d, prob_d in result[other_key]["values"].items():
            c = get_connection(matrix_map, opt_j_clean, clean_text(opt_d))
            total += c * prob_d
    x_values[opt_j] = prob_j * total

return x_values

def calculate_sensitivity(f1_key, f2_key, result, matrix_map):
    """
    Рахує  $\delta_d^{(N)}$  – чутливість пар альтернатив f1_key
    відносно зміни ймовірностей альтернатив f2_key.
    """
    param_num = f2_key.replace("F", "")
    x_vals = calculate_x_values(f1_key, result, matrix_map)
    f1_options = list(result[f1_key]["values"].keys())
    f2_options = list(result[f2_key]["values"].items())

    rest_keys = [k for k in sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))
                  if k != f1_key and k != f2_key]

    rest_combinations = (
        list(itertools.product(*[list(result[k]["values"].items()) for k in
rest_keys]))
        if rest_keys else [()]
    )

    rows = []
    for j1 in f1_options:
        for j2 in f1_options:
            if j1 == j2:
                continue

            numerator = x_vals[j1] - x_vals[j2]
            j1_clean = clean_text(j1)
            j2_clean = clean_text(j2)
            p_j1 = result[f1_key]["values"][j1]
            p_j2 = result[f1_key]["values"][j2]

            for opt_d, prob_d in f2_options:
                opt_d_clean = clean_text(opt_d)
                sum_rest = 0.0

            for combo in rest_combinations:

```

```

        prob_rest = math.prod(p for _, p in combo)

        C_j1 = get_connection(matrix_map, j1_clean, opt_d_clean)
        for opt_r, _ in combo:
            C_j1 *= get_connection(matrix_map, j1_clean,
clean_text(opt_r))

        C_j2 = get_connection(matrix_map, j2_clean, opt_d_clean)
        for opt_r, _ in combo:
            C_j2 *= get_connection(matrix_map, j2_clean,
clean_text(opt_r))

        sum_rest += (C_j2 * p_j2 - C_j1 * p_j1) * prob_rest

    denominator = sum_rest * prob_d

    if abs(denominator) < 1e-12:
        delta = None
    else:
        delta = numerator / denominator
        if delta <= -1.0:
            delta = None

    rows.append({
        "Папа": f"({j1}, {j2})",
        "j1": j1,
        "j2": j2,
        "Альтернатива d": opt_d,
        f"δ~d^({param_num})": round(delta, 4) if delta is not
None else "стілка",
    })

    return rows

matrix_map, _ = load_matrix_lookup(file_path, "Normalized_Matrix_1")
feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))
all_sens = {}

w_para, w_d, w_delta = 30, 25, 12

for f1_key in feature_keys:
    for f2_key in feature_keys:
        if f1_key == f2_key:
            continue

        sens = calculate_sensitivity(f1_key, f2_key, result, matrix_map)
        all_sens[(f1_key, f2_key)] = sens

        param_num = f2_key.replace("F", "")
        delta_key = f"δ~d^({param_num})"

```

```

        header = (f"{'Папа':<{w_para}} | {'Альтернатива d':<{w_d}} |
{delta_key:>{w_delta}}")
        separator = "-" * len(header)

        print(f"\n{'='*len(header)}")
        print(f"Чутливість {f1_key} відносно {f2_key}".center(len(header)))
        print(f"{'='*len(header)}")
        print(header)
        print(separator)

        for row in sens:
            delta_raw = row[delta_key]
            delta_str = (f"{delta_raw:>{w_delta}.4f}" if isinstance(delta_raw,
(int, float))
                        else f"{str(delta_raw):>{w_delta}}")
            para_name = (row["Папа"][:w_para-3] + "...") if len(row["Папа"]) >
w_para else row["Папа"]
            d_name = (row["Альтернатива d"][:w_d-3] + "...") if
len(row["Альтернатива d"]) > w_d else row["Альтернатива d"]
            print(f"{para_name:<{w_para}} | {d_name:<{w_d}} | {delta_str}")

        print(separator)

book2_path = file_path.replace(file_path.split("\\")[-1], "Book2.xlsx")
try:
    with pd.ExcelWriter(book2_path, engine="openpyxl", mode="w") as writer:
        for (f1_key, f2_key), sens in all_sens.items():
            sheet_name = f"Sens_{f1_key}_vs_{f2_key}"[:31]
            pd.DataFrame(sens).to_excel(writer, sheet_name=sheet_name,
index=False)
            print(f"\nВсі результати збережені в Excel.")
except Exception:
    print(f"\nНе вдалося зберегти: закрийте файл Excel!")

```

Чутливість відносно зміни значень матриці взаємозв'язків

```

def calculate_sensitivity_C(f1_key, f2_key, result, matrix_map):
    """
    Рахує  $\delta_{j1,j2,d}$  – чутливість відносно зміни коефіцієнтів зв'язку.
    """
    param_num = f2_key.replace("F", "")
    x_vals = calculate_x_values(f1_key, result, matrix_map)
    f1_options = list(result[f1_key]["values"].keys())
    f2_options = list(result[f2_key]["values"].items())

    rest_keys = [k for k in sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))
                  if k != f1_key and k != f2_key]

    rest_combinations = (
        list(itertools.product(*[list(result[k]["values"].items()) for k in
rest_keys]))
    )

```

```

        if rest_keys else [()]
    )

    rows = []

    for j1 in f1_options:
        for j2 in f1_options:
            if j1 == j2:
                continue

            x_j1 = x_vals[j1]
            x_j2 = x_vals[j2]
            numerator = x_j2 - x_j1 # yвара: j2 - j1

            j1_clean = clean_text(j1)
            p_j1 = result[f1_key]["values"][j1]

            for opt_d, prob_d in f2_options:
                opt_d_clean = clean_text(opt_d)
                sum_rest = 0.0

                for combo in rest_combinations:
                    prob_rest = math.prod(p for _, p in combo)

                    # C_j1: зв'язок j1 з d та з усіма в combo
                    C_j1 = get_connection(matrix_map, j1_clean, opt_d_clean)
                    for opt_r, _ in combo:
                        C_j1 *= get_connection(matrix_map, j1_clean,
clean_text(opt_r))

                    sum_rest += C_j1 * prob_rest

                denominator = sum_rest * p_j1 * prob_d
                if abs(denominator) < 1e-12:
                    delta = None
                else:
                    delta = numerator / denominator
                    if delta <= -1.0:
                        delta = None

                rows.append({
                    "Паpa": f"({j1}, {j2})",
                    "j1": j1,
                    "j2": j2,
                    "Елемент d (F2)": opt_d,
                    f"δĈ_d^({param_num})": round(delta, 4) if delta is not
None else "стійка",
                })

    return rows

```

```

feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))
all_sens_C = {}

w_para, w_k, w_delta = 30, 25, 14

for f1_key in feature_keys:
    for f2_key in feature_keys:
        if f1_key == f2_key:
            continue

        sens_C = calculate_sensitivity_C(f1_key, f2_key, result, matrix_map)
        all_sens_C[(f1_key, f2_key)] = sens_C

        param_num = f2_key.replace("F", "")
        delta_key = f"δC_d^{param_num}"

        header = (f"{'Папа':<{w_para}} | {'Елемент d':<{w_k}} | "
{delta_key:>{w_delta}}")
        separator = "-" * len(header)

        print(f"\n{'='*len(header)}")
        print(f"Чутливість C: {f1_key} відносно {f2_key}".center(len(header)))
        print(f"{'='*len(header)}")
        print(header)
        print(separator)

        for row in sens_C:
            delta_raw = row[delta_key]
            delta_str = (f"{delta_raw:>{w_delta}.4f}" if isinstance(delta_raw,
(int, float))
                        else f"{str(delta_raw):>{w_delta}}")
            para_name = (row["Папа"][:w_para-3] + "...") if len(row["Папа"]) >
w_para else row["Папа"]
            k_name = (row["Елемент d (F2)"][:w_k-3] + "...") if
len(row["Елемент d (F2)"]) > w_k else row["Елемент d (F2)"]
            print(f"{para_name:<{w_para}} | {k_name:<{w_k}} | {delta_str}")

        print(separator)

book3_path = file_path.replace(file_path.split("\\")[-1], "Book3.xlsx")
try:
    with pd.ExcelWriter(book3_path, engine="openpyxl", mode="w") as writer:
        for (f1_key, f2_key), sens_C in all_sens_C.items():
            sheet_name = f"SensC_{f1_key}_vs_{f2_key}"[:31]
            pd.DataFrame(sens_C).to_excel(writer, sheet_name=sheet_name,
index=False)
            print(f"\nВсі результати збережені в Excel.")
except Exception:
    print(f"\nНе вдалося зберегти: закрийте файл Excel!")

```

Оцінювання необхідної точності вхідних ймовірностей

```

MILLER_7 = [
    (1, "Практично неможливо",      0.00, 0.10),
    (2, "Дуже мала ймовірність",    0.10, 0.25),
    (3, "Мала ймовірність",         0.25, 0.40),
    (4, "Середня ймовірність",      0.40, 0.60),
    (5, "Велика ймовірність",       0.60, 0.75),
    (6, "Дуже велика ймовірність",  0.75, 0.90),
    (7, "Практично гарантовано",     0.90, 1.00),
]

def get_miller_info(p0):
    for level, label, l, u in MILLER_7:
        if (l <= p0 < u) or (u == 1.0 and l <= p0 <= u):
            return {
                "level": level, "label": label, "l": l, "u": u,
                "p_pp": (l + u) / 2, "d": (u - l) / 2
            }
    return None

def calculate_delta_min_theory(f_key, alt, sensitivity_results, all_sens,
result):
    """
    знаходить мінімальне абсолютне відхилення
    серед внутрішніх змін (sensitivity_results) та зовнішніх (all_sens).
    """
    p0 = result[f_key]["values"][alt]
    deltas_abs = []

    for item in sensitivity_results:
        if item["Параметр"] == f_key and alt in item["Пара альтернатив"]:
            val = item["Чутливість delta"]
            if isinstance(val, (int, float)) and val != 0:
                deltas_abs.append(abs(p0 * val))

    for (f1, f2), rows in all_sens.items():
        if f1 != f_key:
            continue

        param_num = f2.replace("F", "")
        delta_key = f"δ~d^{param_num}"

        for row in rows:
            if row.get("j1") == alt or row.get("j2") == alt:
                val = row.get(delta_key)
                if isinstance(val, (int, float)) and val != 0:
                    deltas_abs.append(abs(p0 * val))

    return min(deltas_abs) if deltas_abs else None

```

```

feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))
accuracy_rows = []

print("\n" + "=" * 135)
print(f"{'ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ ВХІДНИХ ЙМОВІРНОСТЕЙ':^135}")
print("=" * 135)

header = (
    f"{'Парам.':<8} {'Альтернатива':<30} {'p\''':<8} "
    f"{'Рівень':<7} {'p\''\''':<8} {'d':<8} {'Σp\''\''':<8} "
    f"{'d/Σp\''\''':<12} {'Δmin (абс)':<15} {'Статус'}"
)
print(header)
print("-" * 135)

for f_key in feature_keys:
    miller_data = {}
    for alt, p0 in result[f_key]["values"].items():
        miller_data[alt] = {"p0": p0, **get_miller_info(p0)}

    sum_pp = sum(v["p_pp"] for v in miller_data.values())

    for alt, vals in miller_data.items():
        p0, p_pp, d, lvl = vals["p0"], vals["p_pp"], vals["d"], vals["level"]

        required = d / sum_pp if sum_pp > 0 else float("inf")

        delta_min = calculate_delta_min_theory(
            f_key, alt, sensitivity_results, all_sens, result
        )

        if delta_min is None:
            status, ok = "немає δ", None
        elif delta_min >= required:
            status, ok = "ДОСТАТНЯ", True
        else:
            status, ok = "УТОЧНИТИ", False

        alt_short = (alt[:28] + "..") if len(alt) > 30 else alt
        d_min_str = f"{delta_min:.6f}" if delta_min is not None else "-"

        print(
            f"{'f_key':<8} {'alt_short':<30} {'p0':<8.4f} "
            f"{'lvl':<7} {'p_pp':<8.4f} {'d':<8.4f} {'sum_pp':<8.4f} "
            f"{'required':<12.6f} {'d_min_str':<15} {'status'}"
        )

    accuracy_rows.append({
        "Параметр": f_key, "Альтернатива": alt, "p'": p0,
        "Рівень Міллера": lvl, "p''": p_pp, "d": d, "Σp'": sum_pp,
        "Потрібне Δmin": required, "Реальне Δmin": delta_min,
    })

```

```

        "Статус": status
    })

print("-" * 135)
df_accuracy = pd.DataFrame(accuracy_rows)

ok_count = df_accuracy[df_accuracy["Статус"] == "ДОСТАТНЯ"].shape[0]
print(f"Результат: {ok_count} з {len(df_accuracy)} альтернатив пройшли перевірку.")

book4_path = file_path.replace(file_path.split("\\")[-1], "Book4.xlsx")
try:
    with pd.ExcelWriter(book4_path, engine="openpyxl") as writer:
        df_accuracy.to_excel(writer, sheet_name="Accuracy", index=False)
        print(f"Результати збережено!")
except:
    print("Закрийте Excel файл для збереження!")

# Оцінювання необхідної точності вхідних оцінок матриці взаємозв'язків

def load_raw_matrix(path, sheet_name="Matrix_1"):
    """Зчитує вхідні (ненормовані) оцінки матриці взаємозв'язків."""
    df = pd.read_excel(path, sheet_name=sheet_name, header=None)

    col_info = []
    for i in range(2, df.shape[1]):
        r_t = str(df.iloc[2, i]).strip() if pd.notna(df.iloc[2, i]) else ""
        r_b = str(df.iloc[3, i]).strip() if pd.notna(df.iloc[3, i]) else ""
        name = clean_text(r_t + r_b)
        if name and name != "nan":
            col_info.append((i, name))

    raw_matrix = {}
    for r in range(4, df.shape[0]):
        row_name = df.iloc[r, 1]
        if pd.isna(row_name):
            continue
        row_key = clean_text(str(row_name))
        raw_matrix[row_key] = {}
        for i, col_key in col_info:
            val = df.iloc[r, i]
            if pd.notna(val):
                try:
                    raw_matrix[row_key][col_key] = float(val)
                except:
                    pass

    return raw_matrix

```

```

def assess_matrix_accuracy(all_sens_C, raw_matrix, d_c=0.05):

    element_deltas = {}

    for (f1_key, f2_key), rows in all_sens_C.items():
        param_num = f2_key.replace("F", "")
        delta_key = f"ΔC_d^{param_num}"

        for row in rows:
            delta_val = row.get(delta_key)
            if delta_val == "свійка" or delta_val is None:
                continue
            try:
                delta = float(str(delta_val).replace(",", ".", "."))
            except:
                continue

            j1_clean = clean_text(row["j1"])
            d_clean = clean_text(row["Елемент d (F2)"])
            j1_orig = row["j1"]
            d_orig = row["Елемент d (F2)"]
            # Вхідне (ненормоване) значення c(j1,d)
            c_raw = raw_matrix.get(j1_clean, {}).get(d_clean)
            if c_raw is None:
                c_raw = raw_matrix.get(d_clean, {}).get(j1_clean)
            if c_raw is None:
                continue

            abs_delta_C = abs(c_raw * delta)

            key = (j1_clean, d_clean, round(c_raw, 4))
            if key not in element_deltas:
                element_deltas[key] = {"deltas": [], "j1_orig": j1_orig,
"d_orig": d_orig}
            element_deltas[key]["deltas"].append(abs_delta_C)

    accuracy_results = []

    for (j1_clean, d_clean, c_raw), data in element_deltas.items():
        delta_C_min = min(data["deltas"])
        sufficient = delta_C_min >= d_c

        accuracy_results.append({
            "j1": data["j1_orig"],
            "d": data["d_orig"],
            "ΔC_min": round(delta_C_min, 6),
            "d_c": d_c,
            "Статус": "ДОСТАТНЯ" if sufficient else "УТОЧНИТИ",
        })

    return sorted(accuracy_results, key=lambda x: x["ΔC_min"])

```

```

D_C          = 0.05
raw_matrix = load_raw_matrix(file_path, sheet_name="Matrix_1")
accuracy    = assess_matrix_accuracy(all_sens_C, raw_matrix, d_c=D_C)

sufficient   = [r for r in accuracy if r["Статус"] == "ДОСТАТНЯ"]
not_sufficient = [r for r in accuracy if r["Статус"] == "УТОЧНИТИ"]
print("\n" + "=" * 135)
print(f"{'ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ МАТРИЦІ ВЗАЄМОЗВ\`ЯЗКІВ':^135}")
print("=" * 135)

w_j1, w_d, w_delta, w_status = 30, 30, 15, 12

header = (
    f"{'Елемент j1':<{w_j1}} "
    f"{'Елемент d':<{w_d}} "
    f"{'ΔČ_min':<{w_delta}} "
    f"{'d_c':<{10}} "
    f"{'Статус'}"
)
print(header)
print("-" * 135)

for r in accuracy:
    j1_s = (r['j1'][:w_j1-3] + "..") if len(r['j1']) > w_j1 else r['j1']
    d_s = (r['d'][:w_d-3] + "..") if len(r['d']) > w_d else r['d']

    print(
        f"{j1_s:<{w_j1}} "
        f"{d_s:<{w_d}} "
        f"{r['ΔČ_min']:<{w_delta}.6f} "
        f"{r['d_c']:<{10}.4f} "
        f"{r['Статус']}"
    )

print("-" * 135)
ok_count = len(sufficient)
total_count = len(accuracy)
print(f"Результат: {ok_count} з {total_count} елементів матриці пройшли перевірку.")

book4_path = file_path.replace(file_path.split("\\")[-1], "Book5.xlsx")
try:
    with pd.ExcelWriter(book4_path, engine="openpyxl", mode="w") as writer:
        pd.DataFrame(accuracy).to_excel(writer, sheet_name="Matrix_Accuracy",
index=False)
        print(f"\nРезультати збережені у Book5.xlsx")
except Exception:
    print(f"\nНе вдалося зберегти: закрийте файл Excel!")

```

Аналіз впливу вхідних даних на результат

```

def calculate_influence(result, all_results, p_final_map):
    """
    Рахує три показники впливу для кожної пари (j з Fi, k з Fz):
         $\Phi^{abs}$  – абсолютний внесок
         $\Phi^{rel}$  – відносний внесок
         $\Phi^{model}$  – модельний внесок
    """
    feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))
    total_PC = total_sum_pc
    p_final = p_final_map
    total_C = sum(item['C'] for item in all_results)

    rows = []

    for fi_key in feature_keys:
        for opt_j in result[fi_key]["values"]:

            p_j = p_final[(fi_key, opt_j)]

            for fz_key in feature_keys:
                if fz_key == fi_key:
                    continue

                n_z = len(result[fz_key]["values"])

                for opt_k in result[fz_key]["values"]:

                    # ---  $\Phi^{abs}$  ---
                    sum_PC_jk = sum(
                        item['PC'] for item in all_results
                        if any(c['option'] == opt_j and c['feature'] == fi_key
for c in item['combo'])
                        and any(c['option'] == opt_k and c['feature'] == fz_key
for c in item['combo'])
                    )
                    phi_abs = sum_PC_jk / total_PC if total_PC != 0 else 0

                    # ---  $\Phi^{rel}$  ---
                    phi_rel = phi_abs / p_j if p_j != 0 else 0

                    # ---  $\Phi^{model}$  ---
                    sum_C_jk = sum(
                        item['C'] for item in all_results
                        if any(c['option'] == opt_j and c['feature'] == fi_key
for c in item['combo'])
                        and any(c['option'] == opt_k and c['feature'] == fz_key
for c in item['combo'])
                    )

```

```

phi_model = (n_z * sum_C_jk / total_C) if total_C != 0 else 0

rows.append({
    "Параметр i": fi_key,
    "Альтернатива j": opt_j,
    "Параметр z": fz_key,
    "Альтернатива k": opt_k,
    "p'_j": round(p_j, 6),
    "Φ^abs": round(phi_abs, 6),
    "Φ^rel": round(phi_rel, 6),
    "Φ^model": round(phi_model, 6),
})

return rows

p_final_map = {(r['Група'], r['Альтернатива']): r['Ймовірність']}
for _, r in df_marginal.iterrows() if r['Група'] != "":

influence_results = calculate_influence(result, all_results, p_final_map)

feature_keys = sorted(result.keys(), key=lambda x: int(x[1:]))

print("\n" + "="*90)
print("АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВХІДНИХ ДАНИХ НА РЕЗУЛЬТАТ".center(90))
print("="*90)

for fi_key in feature_keys:
    for opt_j in result[fi_key]["values"]:
        subset = [r for r in influence_results if r["Параметр i"] == fi_key and
r["Альтернатива j"] == opt_j]
        subset_sorted = sorted(subset, key=lambda x: x["Φ^rel"], reverse=True)

        print(f"\n► {fi_key} | {opt_j}")
        print(f"  {'Параметр z':<6} {'Альтернатива k':<35} {'Φ^abs':>10}
{'Φ^rel':>10} {'Φ^model':>10}")
        print(f"  {'-'*75}")

        for r in subset_sorted[:5]: # топ-5 за Φ^rel
            print(
                f"    {r['Параметр z']:<6} "
                f"    {r['Альтернатива k']:<35} "
                f"    {r['Φ^abs']:>10.6f} "
                f"    {r['Φ^rel']:>10.6f} "
                f"    {r['Φ^model']:>10.6f}"
            )

book6_path = file_path.replace(file_path.split("\\")[-1], "Book6.xlsx")
try:
    with pd.ExcelWriter(book6_path, engine="openpyxl", mode="w") as writer:
        for fi_key in feature_keys:
            subset = [r for r in influence_results if r["Параметр i"] == fi_key]

```

```
        sheet_name = f"Influence_{fi_key}"[:31]
        pd.DataFrame(subset).to_excel(writer, sheet_name=sheet_name,
index=False)
        print(f"\nРезультати збережені у Book6.xlsx")
except Exception:
    print(f"\nНе вдалося зберегти: закрийте файл Excel!")
```

ДОДАТОК Б ПРЕЗЕНТАЦІЯ



Сценарний аналіз трендів та тенденцій соціальних мереж як засобів стратегічного розвитку бізнесу

Виконала: студентка 4 курсу, групи КА-22

Клочко Поліна Євгенівна

Керівник: доцент кафедри ММСА, д.т.н

Савченко Ілля Олександрович

Актуальність теми

У сучасному світі, щоб залишатися лідером, бізнес має знати наперед, куди рухається ринок і чого захоче клієнт завтра. Саме сценарний аналіз трендів та тенденцій допомагає розробляти можливі сценарії розвитку тенденції та надає поради як використати поточний тренд для знаходження шляху до гаманця і серця кожного потенційного клієнта.

Обраній проблематиці притаманна невизначеність через високу варіативність, вибір стратегії особою, що приймає рішення і те, що тренди розглядаються в майбутньому. Існуючі методи прогнозування часто обмежуються аналізом історичних даних і не враховують увесь комплекс взаємозв'язків між характеристиками трендів. Запропонований у дипломній роботі підхід працює з цим, дозволяє ранжувати тренди та тенденції та обґрунтовувати оптимальні стратегічні рішення відповідно до конкретного сценарію їхнього розвитку.



3

Постановка задачі

Дано: набір альтернатив параметрів трендів і тенденцій та стратегій залучення клієнтів.

Потрібно:

1. Оцінити ваги альтернатив стратегій залучення клієнтів з урахуванням того, наскільки стратегія є результативною при кожному конкретному сценарії розвитку тренду/тенденції, знайденому на першому етапі.
2. Оцінити чутливість ваг альтернатив параметрів трендів та тенденцій до зміни незалежної ймовірності альтернатив вхідних даних цього ж параметра, зміни незалежної ймовірності альтернатив іншого параметра, зміни значень матриці взаємозв'язків.
3. Оцінити необхідну точність вхідних ймовірностей, значень матриці взаємозв'язків.
4. Оцінити найбільш впливові фактори на фінальне ранжування трендів та тенденцій.

4

МММА

Перший етап двоетапного МММА спрямований на аналіз неконтрольованих зовнішніх факторів. На цьому етапі будується морфологічна таблиця, в якій характеристичні параметри об'єкта розкладаються на взаємовиключні альтернативи; проводиться експертне оцінювання ймовірностей самих альтернатив і взаємозв'язків між альтернативами різних параметрів. За результатами розрахунків настання ймовірності кожної альтернативи формується ранжування, що дає змогу визначити найбільш імовірні сценарії розвитку досліджуваної ситуації.

Другий етап полягає у синтезі стратегій, що найефективніше враховують сукупність сценаріїв, визначених на першому етапі. Будується нова морфологічна таблиця, параметрами якої є можливі стратегічні рішення; альтернативи оцінюються за ситуативними результативностями. Загальна результативність стратегії обчислюється як зважена сума ситуативних результативностей по всіх сценаріях, де ваги — це ймовірності сценаріїв з першого етапу. Таким чином, двоетапний МММА дозволяє не лише змодельовати простір можливих ситуацій, а й сформулювати кількісно обґрунтовані стратегічні рішення.

5

Параметри морфологічних таблиць



6

Результати аналізу чутливості

Результати оцінювання чутливості результатів параметрів після ранжування відносно зміни незалежної вхідної ймовірності альтернатив цих же параметрів:

- **Тип контенту:** найвища зона невизначеності між текстовими постами та прямими трансляціями, потребує особливої уваги при зборі експертних оцінок.
- **Тривалість та комерціалізація:** результати стійкі до суб'єктивних помилок.
- **Покоління:** пара покоління Z vs Міленіуми є найбільш динамічною, проте пріоритетність молодших поколінь над старшими залишається стратегічно стабільною.
- **Мета тренду:** освітня vs соціальна, змішана мета vs комерційний вплив потребують уточнення експертних оцінок.
- **Джерело поширення:** домінування брендів та користувачів є фундаментально стійким, проте пара громадські організації vs інфлюенсери вразлива.
- **Платформа соц.мереж:** вибір між Instagram та YouTube критично нестійкий, тоді як лідерство TikTok та X (Twitter) підтверджується високим запасом міцності.

13

Результати аналізу чутливості

Результати оцінювання чутливості результатів параметрів після ранжування відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив іншого параметра:

- Пари форматів контенту є стійкими саме до середньо- та довготривалих трендів.
- Тривалість тренду виявилась найстабільнішим параметром.
- Ранжування комерціалізації тренду не змінюється при зміні цільової аудиторії, мети тренду чи платформи.
- Невелика зміна будь-якого параметра відносно відео та дописів у форматі «карусель» може змінити їх відносне ранжування. Схожа ситуація з покоління Z та Міленіумів.
- Зони екстремальної чутливості є практично стійкі, наприклад (комерційний вплив, змішаний) відносно LinkedIn, (розвага, комерційний вплив) відносно громадських організацій, оскільки необхідна зміна виходить за межі 100%.

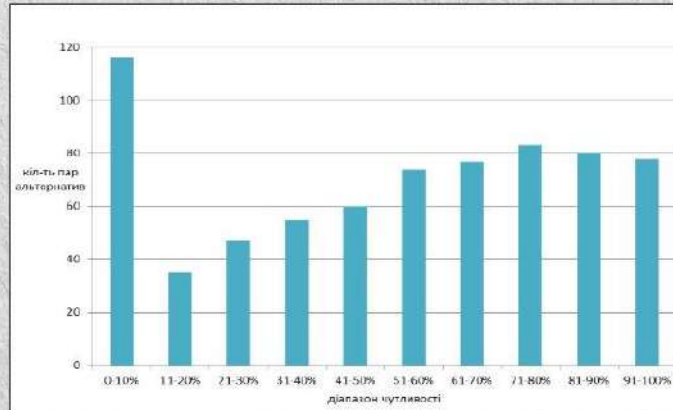


14

Результати аналізу чутливості

Результати оцінювання чутливості результатів параметрів після ранжування відносно зміни незалежної ймовірності альтернатив іншого параметра:

Із 4326 комбінацій у діапазоні 0–100% перебувають 430 пар, однозначно стійких — 3198 пар.



15

Результати аналізу чутливості

Результати оцінювання чутливості результатів параметрів після ранжування відносно зміни значень матриці взаємозв'язків:

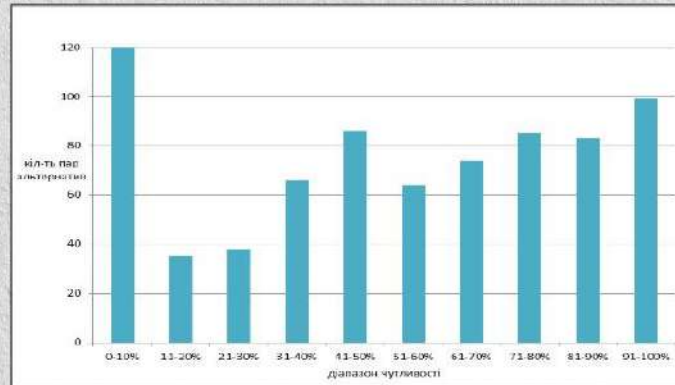
- Ранжування пари (відео, допис у форматі «карусель») є критично чутливим до найменшої зміни сили зв'язку між метою та тривалістю тренду.
- Instagram/Facebook, YouTube/Instagram, Facebook/TikTok нестійкі при короткотривалих трендах.
- Тривалість та комерціалізація тренду відносно майже кожного параметра стійка.
- Джерело «бренди vs інфлюенсери» — критично нестійка пара. Вона нестійка одночасно відносно платформи YouTube, покоління Z/X/Міленіумів, короткотривалості і мети «розвага».
- 40,5% пар повністю стійкі — значно менше ніж при чутливості за ймовірностями (73,93%), отже матриця зв'язків має більший вплив на ранжування, ніж самі ймовірності.
- 1780 пар практично стійкі + 1752 повністю стійкі = 81,65% від усіх пар є стабільними.

16

Результати дослідження

Результати оцінювання чутливості результатів параметрів після ранжування відносно зміни значень матриці взаємозв'язків:

Реально значуща чутливість (діапазон 0–100%) — лише у 18,35% пар (794 з 4326), з найбільшою концентрацією в діапазонах 0–10%, 41–50% та 91–100%



17

Оцінювання необхідної точності вхідних даних

Оскільки в основі МММА лежать суб'єктивні експертні оцінки, подані за допомогою дискретних шкал Міллера, виникає необхідність верифікації того, чи не призводить властивий цим шкалам допуск до спотворення фінального ранжування альтернатив. В роботі розглядається:

- оцінювання необхідної точності вхідних ймовірностей;
- оцінювання необхідної точності вхідної матриці взаємозв'язків.

$$\tilde{\Delta} min_j^{(i)} \geq \frac{d_j^{(i)}}{\sum_{j=1}^n p_j^{(i)}},$$

де $p_j^{(i)}$ — половина суми верхньої та нижньої меж інтервалу оцінки за шкалою Міллера;

$d_j^{(i)}$ — допуск рівня оцінки Міллера;

$\tilde{\Delta} min_j^{(i)}$ — найменше відхилення, за якого відбудеться зміна ранжування між будь-якими альтернативами.

$$\tilde{\Delta}^c min_{ij,zk_z} \geq d_{ij,zk_z}^c,$$

де d_{ij,zk_z}^c — допуск для значення c_{ij,zk_z} у відповідній шкалі оцінювання;

$\tilde{\Delta}^c min_{ij,zk_z}$ — мінімальна порогова зміна для деякого значення c_{ij,zk_z} ;

c_{ij,zk_z} — вхідні оцінки матриці взаємозв'язків.

18

Результати оцінювання необхідної точності вхідних даних

Результати оцінювання необхідної точності вхідних ймовірностей:

Згідно отриманої інформації, ми можемо сказати, що альтернативи «короткі відео», «розвага», всі альтернативи тривалості та комерціалізації тренду/тенденції залишаються інваріантними відносно інтервальної невизначеності вхідних даних. Всі інші 27 альтернатив потребують додаткового уточнення вхідних даних, зокрема шляхом використання методу парних порівнянь.

Результати оцінювання необхідної точності вхідної матриці взаємозв'язків:

Отримали 578 пар (79,6%), які пройшли перевірку. Найбільш проблемними є елементи матриці, що стосуються відео та допису у форматі «карусель», – вони фігурують у найбільшій кількості нестійких пар. Для уточнення даних варто провести додаткове опитування експертів або використати парні порівняння для цих конкретних пар.

19

Аналіз впливу вхідних даних на результат

Проведемо аналіз впливу вхідних даних на результат, це дасть нам відповідь на питання які альтернативи інших параметрів найбільше вплинули на результуючу ймовірність конкретної альтернативи. Розглянемо три показника:

Абсолютний внесок — показує, яку частку від загальної ймовірності дає конкретна альтернатива. Залежить одночасно від сили зв'язків у матриці та від власної вхідної ймовірності альтернативи.

Реальний внесок — показує, наскільки важлива альтернатива незалежно від її власної ймовірності. Це чиста «впливовість» — дозволяє виявити справді значущі фактори.

Модельний внесок — показує теоретичну вагу зв'язку між двома альтернативами виключно на основі структури матриці взаємозв'язків, без прив'язки до конкретних числових оцінок експертів.

$$\Phi_{ij,zk}^{abs} = \frac{\sum_{k_2, s \neq l, s \neq z} P_{k_1, \dots, l, \dots, k_N}}{\sum_{k_s} P_{k_1, \dots, k_N}}$$

$$\Phi_{ij,zk}^{rel} = \frac{\Phi_{ij,zk}^{abs}}{p_j^{(i)}}$$

$$\Phi_{ij,zk}^{model} = \frac{n_z \sum_{k_2, s \neq l, s \neq z} C_{k_1, \dots, l, \dots, k_N}}{\sum_{k_s} C_{k_1, \dots, k_N}}$$

20

Результати аналізу впливу вхідних даних на результат

Формат контенту трендів/тенденцій	Тривалість трендів/тенденцій	Комерційна лізатія	Цільова аудиторія	Мета трендів/тенденцій	Першоджерело	Платформи соціальних мереж
1	2	3	4	5	6	7
1.1 текстові дошки	2.1 короткотривалі	3.1 так	4.1 покоління Z	5.1 розвага	6.1 інфлюенсери	7.1 TikTok
1.2 зображення	2.2 середньотривалі	3.2 ні	4.2 покоління Міленіумів	5.2 соціальний протест	6.2 бренди	7.2 Instagram
1.3 відео	2.3 довготривалі		4.3 покоління X	5.3 комерційний вплив	6.3 користувачі	7.3 X/Twitter
1.4 короткі відео			4.4 покоління Еббі-бумерів	5.4 освіта	6.4 тремлячі організації	7.4 LinkedIn
1.5 дошки у форматі «скарусень»				5.5 поширення новини	6.5 AI	7.5 мессенджери
1.6 прямі трансляції				5.6 злішаний		7.6 Pinterest
						7.7 YouTube
						7.8 Facebook

- Альтернативи 2.1 та 3.1 посідають перші два місця за показником Φ^{rel} (0.7-0.9) практично для всіх альтернатив усіх параметрів.
- Альтернатива 1.4 систематично входить до топ 5 найвпливовіших альтернатив для майже всіх альтернатив. Для 6.2 Φ^{model} коротких відео = 0.967, для 4.2 = 0.961
- Альтернатива 4.2 входить до топ 5 для переважної більшості альтернатив усіх параметрів з Φ^{rel} у діапазоні 0.49–0.86.
- Серед платформ найбільший вплив демонструє 7.7. Її Φ^{abs} від 0,05 до 0,07, коли Φ^{model} від 0,4 до 0,7

21

Застосування результатів на практиці

- Інвестувати в короткі відео на YouTube та Instagram.
- Використовувати комерціалізовані тренди, але з урахуванням їхньої короткотривалості.
- Стратегії на кшталт челенджів, інтерактивних заходів та перепостів є найбільш доцільними. Стратегія випуску трендових товарів є найризикованішою через короткий цикл тренду.
- Оскільки аудиторії Міленіумів та покоління Z є взаємозамінними у контексті більшості трендів, універсальний контент що працює для обох є безпечнішою стратегією ніж жорстка сегментація.
- Постійно переглядати свіжу статистику, слідкувати в живу за трендами та тенденціями і контролювати оцінки матриці взаємозв'язків.



22

Висновки

Проведений двоетапний МММА показав, що сучасний ландшафт трендів та тенденцій у соціальних мережах формується навколо короткого відеоконтенту, комерціалізованих короткотривалих трендів та молодій аудиторії. Тренди запускаються брендами та звичайними користувачами, і найкраще поширюються на YouTube, Instagram та Facebook. Найкращий підхід до такого сценарію – інтерактивна взаємодія.

Практичну цінність роботи становить проведений комплексний аналіз надійності отриманих результатів, у межах якого оцінено чутливість вхідних даних та встановлено альтернативи, найменші зміни в оцінках яких можуть вплинути на загальний результат. Крім того, розрахунок необхідної точності вхідних даних та аналіз їхнього впливу дозволили чітко виділити компоненти, що роблять найбільший внесок у підсумковий результат, та попередити можливі спотворення фінального ранжування через неточність експертних оцінок ймовірностей чи матриці взаємозв'язків.

Джерела

Панкратова Н.Д., Гайко Г.І., Савченко І.О. Розвиток підземної урбаністики як системи альтернативних проектних конфігурацій. К.: Наукова думка, 2020. 216 с.

Савченко І. О. Інструментарій освоєння підземного простору мегаполісів на основі модифікованого методу морфологічного аналізу: дис. ... д-ра техн. наук : 01.05.04 / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Київ, 2024. 332 с.

The Sprout Social Index™ Edition XVII: Accelerate. SproutSocial.

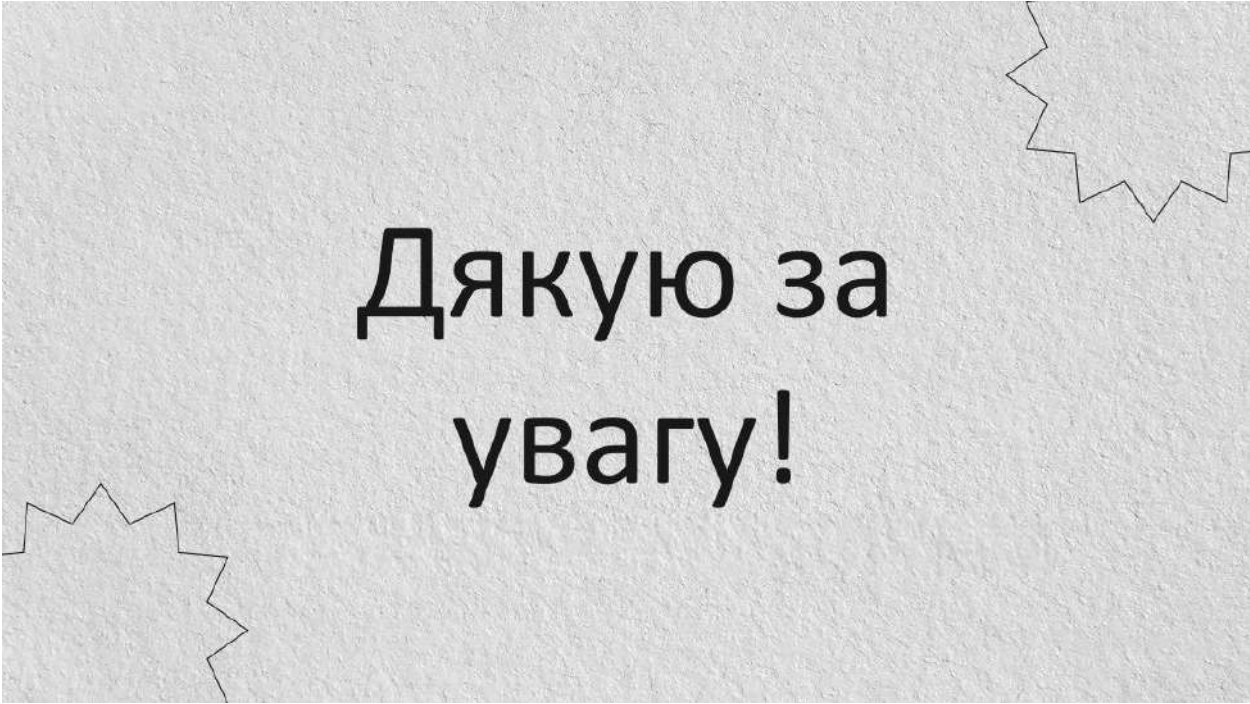
URL: <https://media.sproutsocial.com/uploads/Sprout-Social-Index-Edition-XVII-Accelerate.pdf>
(дата звернення: 30.04.2026).

Social Media Trends 2026. Hootsuite.

URL: https://hootsuite.widen.net/s/tpccmpldpl/hootsuitesocialtrends2026_report_en
(дата звернення: 30.04.2026).

Digital 2026 Global Overview Report. we are social.

URL: <https://wearesocial.com/uk/blog/2025/10/digital-2026-global-overview-report/>
(дата звернення: 30.04.2026).



Дякую за
увагу!