

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА СТВОРЕННЯ ДАШБОРДУ ТРАФІКУ КЛІЄНТІВ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено системний аналіз рекламно-аналітичної екосистеми інтернет-магазину та запропоновано комплексне аналітичне рішення на основі мови Python для дослідження трафіку клієнтів із соціальних мереж. Досліджувану систему декомпозовано на чотири підсистеми (Facebook Ads, Google Ads, органічний трафік, конверсійна воронка) та виокремлено чотири класи невизначеності — алгоритмічну, сезонну, конкурентну та поведінкову. Застосовано п'ять методів аналізу: описову статистику, STL-декомпозицію часових рядів, кореляційний аналіз за коефіцієнтом Спірмена, порівняльно-сегментний аналіз та аналіз конверсійної воронки. Побудовано систему з аналітичних дашбордів, що візуалізують отримані числові результати та забезпечують підтримку обґрунтованих маркетингових рішень.

Ключові слова: системний аналіз, дашборд, e-commerce, рекламна аналітика, конверсійна воронка, декомпозиція часових рядів, Python.

Abstract

The paper presents a systems analysis of an online store's advertising-analytical ecosystem and proposes a comprehensive Python-based analytical solution for studying customer traffic from social networks. The system under study is decomposed into four subsystems (Facebook Ads, Google Ads, organic traffic, conversion funnel) and four classes of uncertainty are distinguished — algorithmic, seasonal, competitive, and behavioral. Five analytical methods are applied: descriptive statistics, STL time-series decomposition, Spearman correlation analysis, comparative-segmentation analysis, and conversion funnel analysis. A system of analytical dashboards is built to visualize the obtained numerical results and to support data-driven marketing decisions.

Keywords: systems analysis, dashboard, e-commerce, advertising analytics, conversion funnel, time-series decomposition, Python.

Вступ

Електронна комерція є одним із найбільш динамічних секторів сучасної цифрової економіки: за оцінками аналітичних агентств, обсяг світового ринку e-commerce щорічно зростає на 10–15 %, а частка рекламних витрат у соціальних мережах у структурі маркетингових бюджетів інтернет-магазинів перевищує 40 %. У таких умовах здатність ефективно аналізувати та інтерпретувати рекламні дані є критичною конкурентною перевагою. Однак вбудована аналітика рекламних платформ та класичних BI-інструментів орієнтована переважно на операційний моніторинг і не забезпечує повноцінного системного аналізу взаємозалежностей між підсистемами рекламно-аналітичної екосистеми.

Актуальність дослідження зумовлена поєднанням трьох факторів: стрімким зростанням обсягів рекламних даних у сегменті e-commerce, недостатністю вбудованої аналітики платформ для глибокого системного аналізу та відсутністю доступних відкритих рішень, які інтегрували б статистичний аналіз часових рядів, кореляційний аналіз і сегментацію аудиторії в єдиному інструменті. Це робить розробку комплексного аналітичного інструмента актуальною як з наукової, так і з практичної точок зору.

Метою роботи є розробка системи аналітичних дашбордів на основі комплексного системного аналізу реальних даних про рекламні витрати, трафік та конверсію інтернет-магазину для підтримки обґрунтованих маркетингових рішень.

Результати дослідження

Сучасні рекламні платформи (Meta Ads Manager, Google Ads, Google Analytics 4) генерують великі обсяги різнорідних даних про витрати, покази, кліки, демографію аудиторії та конверсію, однак, їхні вбудовані звіти забезпечують лише агрегований операційний моніторинг [1-4]. Без декомпозиції часових рядів, перевірки статистичної значущості зв'язків та сегментного аналізу маркетингові рішення приймаються інтуїтивно, що знижує ефективність розподілу рекламного бюджету.

Огляд восьми типових інструментів (Meta Ads Manager, Google Ads Dashboard, Google Analytics 4, Looker Studio, Microsoft Power BI, Tableau, Supermetrics, Databox) виявив їхні обмеження [1-4]: вбудовані аналітики платформ працюють лише в межах власної екосистеми, а провідні BI-платформи (Tableau від \$70/користувач/місяць, Power BI від \$10/користувач/місяць) є комерційними та не підтримують декомпозиції часових рядів і статистичних тестів без додаткового програмування. Жоден із розглянутих інструментів не поєднує STL-декомпозицію, кореляційний аналіз із перевіркою значущості та сегментний аналіз CPA/CVR в одному рішенні.

Для подолання виявлених обмежень запропоновано комплексне аналітичне рішення на основі відкритих інструментів мови Python, яке поєднує системний аналіз рекламно-аналітичної екосистеми, статистичне дослідження реальних маркетингових даних та візуалізацію результатів у формі набору дашбордів. Перевагами рішення є відтворюваність, відсутність ліцензійних витрат та можливість адаптації для будь-якого інтернет-магазину, що використовує Facebook Ads, Google Ads та Google Analytics.

Рекламно-аналітичну систему інтернет-магазину проаналізовано з використанням методології системного аналізу [5] та представлено як складну кібернетичну систему із зворотним зв'язком, що складається з чотирьох взаємопов'язаних підсистем: Facebook Ads (охоплення, динамічний аукціон), Google Ads (пошуковий intent, стабільне ціноутворення), органічного трафіку (SEO, інерційність) та конверсійної воронки (покази → кліки → зацікавленість → продажі). Виокремлено чотири класи невизначеності — алгоритмічну, сезонну, конкурентну та поведінкову, — кожен з яких потребує окремого методу дослідження.

На основі виявлених властивостей системи обрано п'ять методів, кожен з яких відповідає конкретній властивості або джерелу невизначеності: описова статистика — як підготовчий етап для виявлення асиметрії розподілів; адитивна STL-декомпозиція — для дослідження сезонної складової; кореляційний аналіз за коефіцієнтом Спірмена — для перевірки зв'язків між підсистемами з урахуванням ненормальності розподілів; порівняльно-сегментний аналіз — для оцінки ефективності кампаній і демографічних сегментів; аналіз конверсійної воронки — для кількісного дослідження відсіву на її переходах.

Для практичної реалізації обраних методів використано мову Python та її стек бібліотек [6, 7]: Pandas і NumPy — для обробки табличних даних і часових рядів; SciPy — для розрахунку коефіцієнта Спірмена та р-значень; statsmodels — для STL-декомпозиції. Середовищем попереднього аналізу обрано платформу Kaggle, що забезпечує вбудоване Jupyter-середовище, прямий доступ до використаних датасетів та безкоштовні обчислювальні ресурси. Для побудови ж інтерактивних дашбордів обрано систему Plotly Dash.

На датасеті Real E-commerce Traffic & Advertising [8] (1882 щоденних спостереження за 2016–2021 рр.) STL-декомпозиція ряду витрат Facebook Ads виявила сезонну компоненту з амплітудою ± 40 у.о. та піком +38 у.о. у листопаді, що відповідає Чорній п'ятниці. Кореляційний аналіз за Спірменом підтвердив сильний значущий зв'язок між рекламними витратами та платним трафіком ($r = 0,612$, $p < 0,001$ для Facebook Ads; $r = 0,574$, $p < 0,001$ для Google Ads), помірну кореляцію між витратами двох каналів ($r = 0,441$) та слабкий, але значущий ефект spillover між Facebook Ads та органічним трафіком ($r = 0,187$, $p = 0,012$).

На датасеті Sales Conversion Optimization [9] (1143 оголошення Facebook-кампаній у розрізі статі, віку та інтересів) виявлено загальний CTR $\sim 2,07$ % та Approval Rate $\sim 38,5$ %, а кореляція Спірмена між Spent та Approved_Conversion становить $r < 0,3$ при $p < 0,05$ — статистично значущий, проте практично слабкий зв'язок. Цей результат кількісно підтверджує ключовий аналітичний висновок про нелінійність воронки: пропорційне збільшення рекламного бюджету не гарантує пропорційного зростання продажів, а ефективність визначається передусім вибором демографічного сегменту та категорій інтересів.

На основі проведеного системного аналізу, використовуючи систему Plotly Dash, було побудовано систему інтерактивних дашбордів, що описують підсистеми описаної складної системи та дозволяють розкривати різні варіанти невизначеності, що притаманні подібним системам [10].

Одним з таких дашбордів є «Трафік сайту» (рис. 1), який надає аналітикам детальну статистику щодо сесії користувачів сайту та їх загальну динаміку.

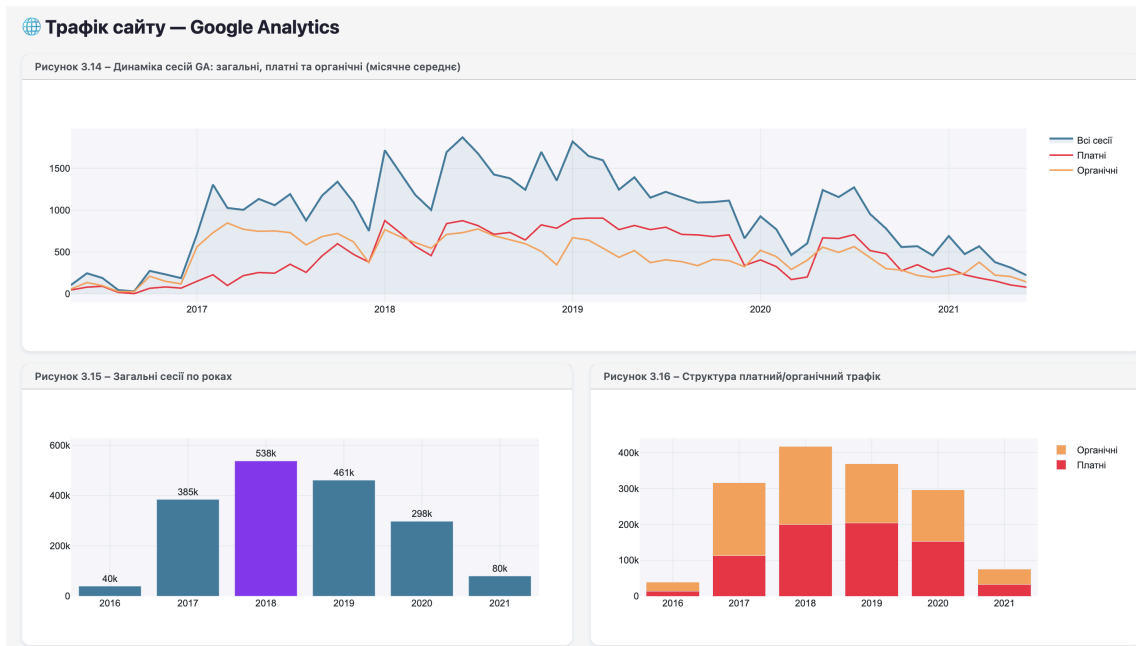


Рисунок 1 – Інтерактивний дашборд «Трафік сайту»

Крім того, розроблено інтерактивний дашборд «Порівняльний аналіз каналів» (рис. 2), що описує яким саме чином використовувалися різні маркетингові канали та який результат використання відповідного каналу.

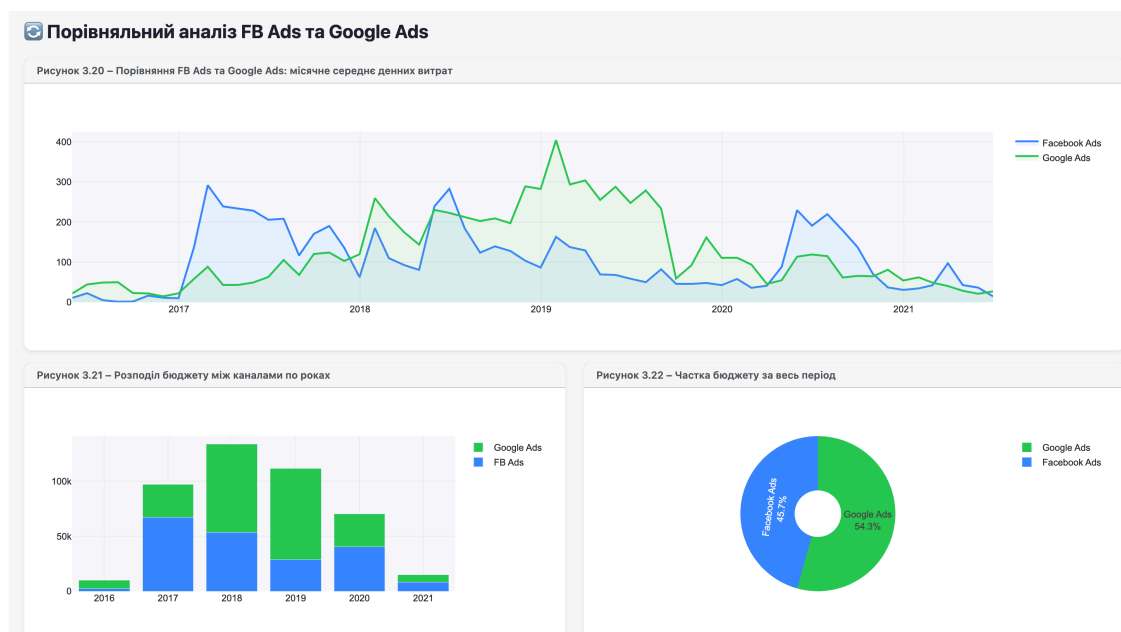


Рисунок 2 – Інтерактивний дашборд «Порівняльний аналіз каналів»

Розробка дашбордів дозволила перетворити статистичні висновки на форму, придатну для оперативного прийняття маркетингових рішень – від виявлення сезонних піків до перерозподілу

бюджету між сегментами з найнижчим CPA. Подальший розвиток передбачає статистичну верифікацію гіпотез (тести Манна–Уїтні та Краскела–Уолліса), побудову прогнозних моделей часових рядів (SARIMA, Prophet), ROI-оптимізацію розподілу бюджету та класифікаційну модель прогнозування конверсії на основі алгоритму Random Forest.

Висновки

У результаті виконаного дослідження здійснено системний аналіз рекламно-аналітичної екосистеми інтернет-магазину з виокремленням чотирьох підсистем та чотирьох класів невизначеності, обґрунтовано та застосовано комплекс із п'яти методів аналізу та побудовано систему з аналітичних дашбордів. Запропоноване рішення на основі відкритих інструментів Python та сервісу Plotly Dash забезпечує статистично обґрунтоване дослідження маркетингових даних, інтегруючи декомпозицію часових рядів, кореляційний аналіз із перевіркою значущості та сегментний аналіз в єдиному відтвореному інструменті.

Розроблені дашборди дозволяють маркетологам та аналітикам ідентифікувати сезонні закономірності, порівнювати ефективність каналів і демографічних сегментів та приймати обґрунтовані рішення щодо розподілу рекламного бюджету без необхідності придбання дорогих ВІ-лицензій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Meta for Business. Meta Ads Manager [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.facebook.com/business/tools/ads-manager>
2. Google Analytics 4 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://analytics.google.com>
3. Microsoft Power BI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://powerbi.microsoft.com>
4. Tableau [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tableau.com>
5. Мокін В. Б. Наука про дані: машинне навчання та інтелектуальний аналіз даних : електронний навчальний посібник / В. Б. Мокін, М. В. Дратованій. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 258 с.
6. McKinney W. Python for Data Analysis / W. McKinney. – O'Reilly Media, 2022. – 580 p.
7. VanderPlas J. Python Data Science Handbook / J. VanderPlas. – O'Reilly Media, 2016. – 548 p.
8. Lukasiewicz R. Real E-commerce Traffic & Advertising Dataset [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets/rlukasiewicz/e-commerce-traffic-and-advertising>
9. Loveall. Sales Conversion Optimization (Clicks-Conversion Tracking) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets/loveall/clicks-conversion-tracking>
10. Few S. Information Dashboard Design / S. Few. – Analytics Press, 2013. – 243 p.

Іванов Андрій Максимович – студент групи СА-22б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andriy.ivan04@gmail.com

Шмундяк Дмитро Олександрович – PhD, асистент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dmytro.shmundiak@vntu.edu.ua

Козачко Олексій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lekoz80@gmail.com

Ivanov Andrii M. – student of group SA-22b, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andriy.ivan04@gmail.com

Shmundiak Dmytro O. – PhD, Assistant of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dmytro.shmundiak@vntu.edu.ua

Kozachko Oleksii M. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lekoz80@gmail.com