

**Висновки.** Інтерполяційний поліном Лагранжа є ефективним інструментом для оцінки поточних змін у сфері електронної комерції інформаційних послуг. Дослідження показало, що використання цього методу дає змогу будувати аналітичні моделі для оцінки змін частки підприємств і обсягів реалізованої ними продукції через онлайн-продажі. Отримані результати свідчать про тенденцію до зниження швидкості росту цих показників, однак під час прогнозування значень можна отримати різкі коливання через зовнішні ринкові фактори.

Використання інтерполяційного підходу дає змогу адаптувати бізнес-стратегії до змінних умов ринку та підвищувати ефективність прийняття рішень. Необхідно враховувати, що висока ступінь полінома може спричинити перенавантаження моделі та зниження точності очікуваних значень, особливо за межами досліджуваного діапазону. Тому важливим є поєднання інтерполяційних методів з іншими статистичними та підходами машинного навчання для отримання більш точних оцінок.

*Abstract.* The article examines the trends in the development of electronic commerce in the field of computer programming and the provision of information services. An analysis of statistical data on the share of enterprises that conduct online sales and the volume of products sold through websites is carried out. The Lagrange interpolation polynomial is used to assess the indicators. The results obtained allow us to assess the possibilities of applying computational methods in assessing changes in the digital economy.

*Keywords:* calculation methods, interpolation, Lagrange polynomial, electronic commerce, information services.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березовська Л., Кириченко А. Розвиток електронної комерції в Україні та ЄС. *Економіка та суспільство*. 2022. № 42. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1614/1551>
2. Потапова Н. А. Логістика онлайн-торгівлі в контексті проявів глобалізації цифрової економіки. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2019. № 3. С. 62–77. URL: <http://efm.vsau.org/storage/articles/November2019/9vBzwVcLJpFitsHIt1yy.pdf>
3. Метод інтерполяції для прогнозування метрик використання хмарних обчислень в статистичному навчанні / Н. А. Потапова, Л. О. Волонтир, І. П. Часоколенко, М. С. Григоренко. *Наука і техніка сьогодні*. 2024. № 4(32). С. 1192–1205. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/10943>
4. Чисельні методи: навчальний посібник / Л. О. Волонтир, О. В. Зелінська, Н. А. Потапова, І. А. Чіков. Вінниця: ВНАУ, 2020. 322 с. URL: <https://r.donnu.edu.ua/handle/123456789/1805>
5. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh\\_ikt\\_u.html](https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)

УДК 5.51.519.6

## ОПТИМІЗАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕКЛАМНИХ ВИТРАТ (ВИТРАТ НА РЕКЛАМУ) ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*В. І. Оліх, Л. П. Половенко*

*Анотація.* У статті досліджено витрати на рекламу приватного підприємства та їх вплив на прибуток. Проведено оптимізацію рекламних витрат з метою досягнення найкращих результатів. Описано використання математичного моделювання для визначення оптимальних витрат на різні види реклами, враховуючи обмеження на час та сукупні витрати. Моделювання проведено з використанням платформи MS Excel, що дає змогу ефективно планувати бюджет на рекламу та максимізувати фінансові показники підприємства. Результати показують значне зниження витрат без шкоди для ефективності рекламних кампаній.

*Ключові слова:* оптимізація, аналіз, реклама, математичне моделювання, витрати.

**Вступ.** У сучасному світі активно працюють та розвиваються малі, середні та великі бізнеси. З їх продуктами ми зустрічаємося кожного дня: від малих рутинних речей у нас вдома до чогось більш масштабного. Але що підприємство може зробити для того, щоб об'єм продажів був більшим? Використання математичних методів оптимізації під час аналізу маркетингової діяльності підприємства підвищує ефективність і якість маркетингових рішень.

Один із важливих аспектів, що потребує постійної уваги підприємців, – це аналіз та оптимізація бізнес-процесів. Це дає змогу знижувати витрати, підвищувати ефективність і забезпе-

чувати стабільність на ринку. Кожен етап діяльності бізнесу, від виробництва до продажу, має бути оптимізованим для досягнення найкращих результатів. Наприклад, оптимізація логістики дає змогу зменшити витрати на транспортування товарів, а покращення управління персоналом – підвищити продуктивність працівників. Також не можна забувати і про важливість реклами. Реклама – це не просто спосіб заявити про себе на ринку, але й потужний інструмент для залучення нових клієнтів і підтримки лояльності наявних [1].

В умовах високої конкуренції важливо не лише пропонувати якісний продукт чи послугу, але й уміти правильно презентувати їх на ринку. Аналіз рекламних кампаній допомагає визначити, які канали комунікації найбільш ефективні для досягнення цільової аудиторії. Це може бути телевізійна реклама, інтернет-банери, соціальні мережі чи навіть традиційна реклама на вулицях. Зміст реклами, її дизайн, а також час і місце розміщення – все це має велике значення.

Тому підприємства повинні постійно тестувати та вдосконалювати свої рекламні стратегії. Інвестиції в маркетинг можуть бути значними, але якщо рекламні кампанії правильно оптимізовані, це приводить до суттєвого росту продажів та підвищення впізнаваності бренду. Наприклад, реклама в соціальних мережах дає змогу точно налаштовувати таргетинг і досягати саме тієї аудиторії, яка з найбільшою ймовірністю зацікавиться вашим продуктом чи послугою. До того ж аналіз результатів реклами дає змогу бізнесу не тільки оцінювати ефективність поточних кампаній, але й коригувати стратегію для майбутніх проєктів [1].

Є багато науковців, які досліджують оптимізаційне моделювання бізнес-процесів. Серед яких Н. Артамонов, Ф. Бутинець, М. Данилюк, К. Друрі, Г. Козаченко, О. Литовченко, Ю. Цал-Цалко та інші. Професор за сумісництвом Університету Торонто, викладач в Українському католицькому університеті (УКУ) та Київській школі економіки (KSE), старший науковий співробітник компанії IBM Canada Олександр Романко радить насамперед орієнтуватись на платформи, як-от Google, Amazon, Microsoft. У цій статті під час оптимізації даних ми будемо користуватись платформою MS Excel [2; 3].

Для оптимізації даних використовують багато інструментів, як-от Oracle Database – ця реляційна база даних доволі популярна в Україні, особливо на великих підприємствах та в державних органах; Microsoft SQL Server – популярний інструмент для управління реляційними базами даних, який широко використовується в українських компаніях; MySQL та MariaDB – ці відкриті реляційні бази даних, якими користуються в Україні, особливо в стартапах та малому бізнесі; MS Excel – табличний багатофункціональний процесор, який насичений багатьма функціями та можливостями, простий у сприйнятті та роботі [4].

**Основний розділ.** Для побудови оптимізаційної моделі та виявлення залежності рекламних витрат та прибутковості компанії досліджено оптимальний розподіл рекламного бюджету приватної компанії (фотостудії) у контексті постійної та сезонної (різдвяні та новорічні фотосесії, фотосесії до Дня святого Валентина, Дня української жінки та Дня Матері тощо) реклами. Окремо виділено витрати на створення та просування кожного виду реклами. З огляду на річний бюджет компанії на рекламні витрати цільова функція дорівнює 1 200 000 грн. Змінювані комірки – час на сезонну рекламу. Обмеження (коли сезонної реклами немає) – час дорівнює 0. В інші періоди час на рекламу не повинен перевищувати 70 год на місяць і бути не менше 55 год.

Загальний вигляд оптимізаційної моделі (1):

$$F(V_{\text{пос}}, V_{\text{сез}}, t_{\text{пос}}, t_{\text{сез}}) \rightarrow 1\,200\,000. \quad (1)$$

На сукупні витрати з реклами впливає 4 параметри:

$V_{\text{пос}}$  – витрати на постійну рекламу;

$V_{\text{сез}}$  – витрати на сезонну рекламу;

$t_{\text{пос}}$  – час на постійну рекламу;

$t_{\text{сез}}$  – час на сезонну рекламу.

Для створення оптимізаційної моделі витрати компанії на створення та просування рекламних послуг побудуємо табл. 1.

## Розподіл витрат на рекламні послуги

| № місяця | Витрати на випуск |                 | Час, год         |                 |               | Сукупні витрати  | Прибуток   | Чистий прибуток   |
|----------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|------------|-------------------|
|          | постійна реклама  | сезонна реклама | постійна реклама | сезонна реклама | загальний час |                  |            |                   |
| 1        | 500 000           | 74 000          | 20               | 20              | 40            | 581 200          | 3 791 493  | 3 210 293         |
| 2        | 0                 | 76 000          | 35               | 25              | 60            | 87 400           | 4 852 632  | 4 765 232         |
| 3        | 0                 | 73 000          | 22               | 20              | 42            | 80 680           | 4 525 541  | 4 444 861         |
| 4        | 0                 | 0               | 35               | 0               | 35            | 8 400            | 2 999 090  | 2 990 690         |
| 5        | 0                 | 0               | 35               | 0               | 35            | 8 400            | 3 650 520  | 3 642 120         |
| 6        | 0                 | 0               | 34               | 0               | 34            | 8 160            | 3 258 420  | 3 250 260         |
| 7        | 0                 | 0               | 36               | 0               | 36            | 8 640            | 3 675 000  | 3 666 360         |
| 8        | 0                 | 77 000          | 25               | 23              | 48            | 85 760           | 3 145 052  | 3 059 292         |
| 9        | 0                 | 77 000          | 24               | 23              | 47            | 85 520           | 4 526 251  | 4 440 731         |
| 10       | 0                 | 0               | 33               | 0               | 33            | 7 920            | 3 999 880  | 3 991 960         |
| 11       | 0                 | 77 000          | 25               | 29              | 54            | 86 480           | 4 442 510  | 4 356 030         |
| 12       | 0                 | 45 000          | 22               | 22              | 44            | 52 920           | 5 545 878  | 5 492 958         |
| Сума     | 500 000           | 499 000         | 346              | 162             | 508           | <b>1 101 480</b> | 48 412 267 | <b>47 310 787</b> |

З використанням надбудови «Розв'язувач» табличного процесора MS Excel побудовано оптимізаційну модель. Для цього задано цільову функцію (ціль, якої ми прагнемо досягти), змінювані комірки (комірки, значення в яких буде варіювати Розв'язувач – часові витрати на рекламу), обмеження (умови, що накладаються на можливі значення змінюваних комірок).

Рис. 1. Побудова оптимізаційної моделі

Після оптимізації даних отримуємо табл. 2.

Таблиця 2

## Змінені дані після оптимізації

| № місяця | Витрати на випуск |                 | Час, год         |                 |               | Сукупні витрати  |
|----------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|
|          | постійна реклама  | сезонна реклама | постійна реклама | сезонна реклама | загальний час |                  |
| 1        | 500 000           | 74 000          | 47               | 63              | 97            | 594 190          |
| 2        | 0                 | 76 000          | 51               | 68              | 106           | 98 020           |
| 3        | 0                 | 73 000          | 49               | 69              | 105           | 94 630           |
| 4        | 0                 | 0               | 51               | 0               | 51            | 13 770           |
| 5        | 0                 | 0               | 50               | 0               | 50            | 13 500           |
| 6        | 0                 | 0               | 48               | 0               | 48            | 12 960           |
| 7        | 0                 | 0               | 50               | 0               | 50            | 13 500           |
| 8        | 0                 | 77 000          | 51               | 66              | 104           | 98 720           |
| 9        | 0                 | 77 000          | 48               | 65              | 100           | 97 760           |
| 10       | 0                 | 0               | 53               | 0               | 53            | 14 310           |
| 11       | 0                 | 77 000          | 51               | 72              | 110           | 99 620           |
| 12       | 0                 | 45 000          | 54               | 65              | 106           | 67 380           |
| Сума     | 500 000           | 499 000         | 603              | 469             | 1 072         | <b>1 200 000</b> |

**Висновки.** Після оптимізації витрат на рекламу можна побачити, що відбулися зміни у годинах на просування реклами (ті комірки, які ми відзначили для оптимізації). Відповідно змінилися сукупні витрати, їх сума не перевищує 1 200 000 грн, як і зазначали в обмеженнях і оптимізаційній моделі.

Проведене оптимізаційне моделювання рекламних витрат приватного підприємства враховує показники щомісячних витрат на постійну та сезонну рекламу, які характеризуються збільшення фінансової діяльності приватної компанії.

*Abstract.* The article examines the advertising costs of a private enterprise and their impact on profit. Advertising expenses have been optimized to achieve the best results. The use of mathematical modeling to determine the optimal expenditure on different types of advertising, considering time and total cost constraints, is described. The modeling was carried out using the MS Excel platform, which allows for effective advertising budget planning and maximization of the enterprise's financial indicators. The results show a significant reduction in costs without compromising the effectiveness of advertising campaigns.

*Keywords:* optimization, analysis, advertising, entrepreneurship, costs.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарченко В. І., Акулюшина М. О., Лінгур Л. М. Моделювання процесів управління витратами підприємства в умовах невизначеності: журнал «Економіка та суспільство». 2024. Вип. № 64.
2. Романко О. Професор Університету Торонто Олександр Романко: «Аналіз великих даних буде популярним ще років 10 мінімум». *DOU*. 13.05.2019. URL: <https://dou.ua/lenta/interviews/romanko-data-analytics/>
3. Горовий Д. А., Чорнобровкіна С. В. Оптимізаційне моделювання витрат на маркетингові комунікації для машинобудівних підприємств України. *Стратегія економічного розвитку України*. 2019. Вип. № 44.
4. Використання платформ для оптимізації. Автоматизація роботи з базами даних: основні інструменти та методи. *A4*. URL: <https://a4.com.ua/avtomatizatsiya-roboty-z-bazamy-danih-osnovni-instrumenty-ta-metody/> (дата звернення: 12.03.2024).

УДК 004.89: 623.7: 528.9: 629.7: 519.8

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЛОКАТОРІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ МАРШРУТІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ З УРАХУВАННЯМ УНИКНЕННЯ ДРОНІВ

*В. С. Поліщук, О. В. Рузакова*

*Анотація.* У цій роботі розглядається методика розробки локаторів та прокладання безпечного логістичного маршруту для військових підрозділів зі врахуванням загрози виявлення безпілотними літальними апаратами (дронами). Запропонована система використовує акустичні сенсори для визначення місцезнаходження дронів на основі часу прибуття звукових хвиль (ТОА – Time of Arrival). Реалізовано алгоритм ухилення військових, який моделює ймовірність їх виявлення та зміну маршруту відповідно до отриманих даних. Створена симуляція демонструє ефективність підходу у реальних умовах. Запропонований метод може бути застосований у воєнних операціях та системах безпеки.

*Ключові слова:* локатор, дрон, військова логістика, моделювання, оптимізація маршруту.

Розробка системи локаторів та оптимізації логістичних маршрутів для військових з урахуванням уникнення дронів є актуальною задачею, яка поєднує в собі елементи телекомунікацій, геоінформаційних систем, штучного інтелекту та військової стратегії. Основна складність полягає в інтеграції різних технологій для створення ефективної системи, здатної забезпечувати безпеку та оперативність логістичних операцій у умовах активної загрози з боку дронів. Розробка системи локаторів вимагає високої точності визначення місцеположення, що пов'язано з використанням GPS, радіолокаційних технологій та інших методів позиціонування.

Останні дослідження в області GPS та радіолокації показали значний прогрес у точності визначення місцеположення. Наприклад, І. О. Товкач у своїй роботі [1] демонструє нові методи комбінації GPS з іншими технологіями для підвищення точності. Дослідження в області оптимізації маршрутів, як-от [2], показують ефективність використання алгоритмів генетичного пошуку та нейронних мереж для знаходження оптимальних шляхів. Робота [3] вказує на можли-