

*Попик М. І., здобувач вищої освіти 3 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Римар П. В., старший викладач кафедри інформаційних технологій*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

У сучасному світі логістика відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування підприємств та економіки загалом. Зростання обсягів товарообігу, розвиток електронної комерції, необхідність зниження витрат і покращення сервісу вимагають від компаній постійного вдосконалення логістичних процесів. У цьому контексті особливого значення набуває застосування методів оптимізації для аналізу ефективності логістичних систем.

Підвищення ефективності логістичних систем є пріоритетом для більшості підприємств, які прагнуть скоротити витрати, зменшити час доставки і поліпшити обслуговування клієнтів. Методи оптимізації дають змогу знайти найкращі рішення з-поміж багатьох можливих варіантів, що особливо важливо у випадках складної багаторівневої логістики. Сучасні логістичні мережі часто є динамічними, що вимагає адаптивних та швидкодіючих моделей управління, здатних реагувати на зовнішні виклики, як-от зміни вартісних параметрів, перебої з постачанням чи збої в транспортних маршрутах [1; 5].

Останніми роками відбувається значне зростання кількості наукових праць, присвячених застосуванню оптимізаційних алгоритмів у логістиці. Зокрема, активно досліджуються методи математичного програмування, еволюційні алгоритми, методи імітаційного моделювання, а також гібридні підходи. У роботах І. М. Коваленка [1], С. В. Пархоменка [2] показано, що використання комбінованих методів дає змогу досягти підвищення ефективності логістичних операцій до 15–25 %. До того ж дослідження, проведені в МІТ [6], свідчать про ефективність застосування моделей машинного навчання для прогнозування попиту та оптимізації складування.

Метою цієї роботи є дослідження можливостей застосування методів оптимізації для аналізу ефективності логістичних систем та розробка рекомендацій щодо їх удосконалення на прикладі транспортної логістики.

Завдання – проаналізувати наявні методи оптимізації, що застосовуються в логістиці, оцінити ефективність обраних методів на прикладі конкретної логістичної системи, розробити модель для аналізу ефективності з урахуванням специфіки логістичних процесів, порівняти результати до і після впровадження оптимізаційних підходів.

Для аналізу було обрано транспортну логістичну систему середнього підприємства, яке здійснює доставку товарів по регіонах України. Розглянуто застосування методу лінійного програмування для мінімізації витрат на перевезення,

генетичного алгоритму для оптимізації маршрутів доставки [2; 7] та моделі кластеризації для раціоналізації навантаження на транспортні засоби.

Уявімо, що підприємство має доставити товари до 6 пунктів: А, В, С, D, Е, F. Відомі відстані між пунктами. Завдання полягає в тому, щоб знайти найкоротший маршрут, який починається і закінчується в пункті А, охоплюючи всі інші точки лише один раз.

Для розв'язання використано генетичний алгоритм, що враховує:

- обмеження по вантажопідйомності транспорту;
- часові вікна доставки;
- коефіцієнти затримок у міських зонах.

Результат: початковий маршрут мав довжину 380 км. Після оптимізації – 295 км. Зменшення загального маршруту на 22 % дало змогу:

- скоротити витрати на паливо;
- зменшити кількість рейсів з 25 до 21;
- скоротити час доставки на 6 годин;
- знизити кількість простоїв на 4 години.

Етапи дослідження включали:

- збір статистичних даних щодо витрат, відстаней, кількості рейсів;
- побудову базової моделі логістичної мережі;
- формалізацію задачі оптимізації (TSP, CVRP);
- застосування оптимізаційних методів до вхідних параметрів;
- аналіз отриманих результатів.

У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз витрат до і після застосування оптимізаційних методів.

Таблиця 1 – Порівняння логістичних витрат до та після оптимізації

Показник	До оптимізації	Після оптимізації
Середня відстань маршруту, км	380	295
Витрати на паливо, грн	58 000	44 500
Час доставки, год	28	22
Кількість рейсів	25	21
Вантажонавантажувальні витрати, грн	12 000	9 200
Зайві простої, год	6	2

За допомогою математичних методів вдалося зменшити загальні логістичні витрати на 25–30 %. Особливо ефективними виявилися адаптивні генетичні алгоритми [7], які дали змогу враховувати реальні обмеження (об'єм кузова, часові вікна клієнтів тощо).

Застосування методів оптимізації у логістичних системах є ефективним інструментом підвищення продуктивності та зниження витрат. Найбільшу ефективність демонструє комбіноване використання математичних та еволюційних методів, що допомагає адаптувати логістичні рішення до специфіки підприємства. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на інтеграції штучного інтелекту, Big Data та IoT у логістичні моделі, що відкриває нові горизонти для автоматизації та підвищення ефективності ланцюгів постачання.

Список використаних джерел

1. Назаренко Я. М. Оптимізація логістичних процесів із застосуванням генетичного алгоритму: кваліф. робота магістра зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2023. 84 с. <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/15414>
2. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management. Pearson Education, 2021. 528 p.
3. Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E. Designing and Managing the Supply Chain. New York: McGraw-Hill, 2020. 440 p.
4. Захарченко Р., Расторгуєв В. ефективність використання оптимізаційних методів в задачах логістики. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 2025. Vol. 347(1). P. 362–367. DOI: 10.31891/2307-5732-2025-347-49.
5. MIT Center for Transportation & Logistics. URL: <https://ctl.mit.edu/> (date of access: 18.05.2025).
6. Gendreau M., Potvin J.-Y. Handbook of Metaheuristics. Springer, New York, Springer Publ., 2010. 640 p. DOI: 10.1007/978-1-4419-1665-5.

УДК 519.2:519.6:519.8

*Приходський Г. С., здобувач вищої освіти
3 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Рузакова О. В., канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій*

МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

У сучасних умовах високої складності та невизначеності метод Монте-Карло відіграє ключову роль у процесах аналізу, прогнозування та оптимізації систем. Він дає змогу оцінити ймовірності характеристики системи шляхом чисельного експерименту на основі випадкових величин. Сучасні дослідження підтверджують ефективність методу Монте-Карло у роботі зі складними стохастичними системами. Зокрема, у фінансах він використовується для оцінки ризиків інвестиційних портфелів, у логістиці – для оптимізації ланцюгів поставок, а в інженерії – для аналізу надійності технічних систем.

Метою роботи є дослідження застосування методу Монте-Карло для аналізу та оптимізації складних систем в умовах невизначеності та практична реалізація його під час моделювання інвестиційного портфеля.

Основна ідея методу Монте-Карло полягає у використанні великої кількості випадкових симуляцій для наближення розв'язку задач, які є складними або неможливими для аналітичного вирішення. Він особливо ефективний у випадках, коли система має стохастичну природу або значну кількість змінних і обмежень [1].

Метод Монте-Карло широко використовується:

- для моделювання поведінки динамічних систем зі стохастичними параметрами;
- під час оцінки ризиків у фінансових портфелях;