

ЕВОЛЮЦІЙНІ ОБЧИСЛЕННЯ В ЕКОНОМІЦІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

В епоху стрімкого технологічного розвитку, інновації в галузі обчислювальних методів надають нові перспективи для вирішення складних завдань у різних сферах. У цьому контексті, еволюційні обчислення стають важливим інструментом в економічній науці. Здатність адаптуватися та шукати оптимальні рішення у складних, змінних умовах надає цим методам вагому перевагу. Далі ми розглянемо основні принципи еволюційних обчислень, їх роль у вирішенні завдань економіки та можливості застосування для оптимізації та покращення економічних процесів. Вивчення цієї теми дозволить краще зрозуміти потенціал цих методів у побудові більш ефективної та адаптивної економіки.

Еволюційні обчислення – це термін, що відноситься до декількох методів оптимізації, об'єднаних тим, що всі вони використовують поняття еволюції об'єктів, що входять в систему. З точки зору теорії систем еволюція являє собою процес адаптації системи через зміну її параметрів під впливом зовнішніх умов. Тому еволюційні обчислення можна трактувати як розвиток методів теорії адаптивних систем [1].

Розвиток еволюційних обчислень у сфері економіки відбувався у декілька етапів. Початково вони були застосовані в галузі оптимізації, де зуміли вирішувати задачі зі складною функціональною залежністю. Протягом часу, а саме з розвитком технологій, еволюційні обчислення почали застосовувати в економічних дослідженнях для моделювання поведінки ринків, аналізу фінансових даних та оптимізації інвестиційних портфелів.

Сучасність полягає в тому, що еволюційні алгоритми використовуються для прогнозування ринкових тенденцій, оптимізації стратегій управління фінансами, а також для пошуку оптимальних рішень у складних економічних моделях. Завдяки їхній здатності до адаптації до змін середовища та ефективному пошуку найкращих рішень в умовах невизначеності, ці методи (генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, генетичне програмування, методи диференційної еволюції, еволюційні обчислення для оптимізації портфелю, прогнозування фінансових ринків) стають дедалі більш важливими для аналізу та управління економічними процесами.

Технологічний прогрес також сприяє розвитку еволюційних обчислень, дозволяючи застосовувати їх у великих обсягах даних та складних обчислювальних завданнях, що є важливим для сучасної економіки.

Основні принципи еволюційних обчислень в економіці полягають у застосуванні еволюційних алгоритмів [2] для вирішення економічних задач. Основні засади включають роботу з «популяцією» стратегій (моделей, рішень), кожна з яких є потенційним рішенням задачі, також відбувається відбір найкращих рішень на основі критеріїв ефективності або придатності для вирішення конкретної економічної задачі. Еволюційні алгоритми генерують нові стратегії або рішення шляхом випадкових змін або комбінацій характеристик існуючих, оцінюють придатність кожного рішення для отримання відповідного результату, адаптують системи до можливості змін у вихідних даних.

Також важливим елементом еволюційних обчислень є генетичні алгоритми («Батьком-засновником» генетичних алгоритмів вважається Джон Голланд (англ. John Holland), книга якого «Адаптація в природних і штучних системах» (англ. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*) є фундаментальною в цій сфері досліджень) - це складні обчислювальні інструменти, що базуються на принципах природної еволюції та використовуються для розв'язання економічних задач. Вони здатні швидко знаходити оптимальні або наближені до оптимальних рішень у складних, мультимодальних та нелінійних задачах, що є перевагою у вирішенні економічних проблем. Генетичний алгоритм - це евристичний алгоритм пошуку, який застосовується для вирішення завдань оптимізації та моделювання шляхом випадкового підбору, комбінування і модифікації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію. Їх основними перевагами є порівняно висока швидкість знаходження задовільного за певних умов рішення та унікальний спосіб роботи: реалізуючи механізми схрещування, відбору, мутації та інших генетичних операторів, алгоритм перебирає наступні "покоління" розв'язків, доки не знайде оптимального результату або не вичерпає певну кількість часу чи циклів, відведених на його роботу [3].

Основною характеристикою генетичних алгоритмів в економіці є те, що вони можуть ефективно вирішувати задачі оптимізації в умовах складності та багатовимірності, для прикладу оптимізація портфеля інвестицій, прогнозування цін, планування виробництва, тощо. Їх універсальність дає можливість застосовування для широкого спектру економічних задач, від управління ресурсами та прогнозування до оптимізації процесів виробництва до маркетингових стратегій. Генетичні

алгоритми можуть швидко адаптуватися до змін у вихідних даних або умовах задачі, що є важливою умовою для вирішення економічних проблем та можуть знаходити оптимальні або близькі до оптимальних рішень у випадках, коли інші методи оптимізації можуть застрягати в локальних мінімумах або максимумах.

В еволюційному обчисленні широк використовуються еволюційна стратегія (евристичний метод оптимізації в розділі еволюційних алгоритмів, заснований на адаптації та еволюції. Метод розроблений в 1964 році німецьким вченим Інго Рехенбергом і розвинений надалі Хансом-Полом Швевелом) - це метод оптимізації, який базується на ідеях біологічної еволюції для пошуку оптимальних рішень в складних задачах економіки. Цей підхід імітує природний відбір та еволюцію у своїй роботі, що робить його корисним і ефективним для вирішення різноманітних економічних завдань.

Основні риси та особливості еволюційних стратегій в економіці:

- Пошук оптимальності: Еволюційні стратегії шукають оптимальні або прийнятні рішення в умовах, де може бути багато варіантів вирішення проблеми.
- Моделювання еволюційних процесів: Цей підхід імітує природний відбір, мутації та інші процеси, які сприяють адаптації та зміні.
- Генетичні операції: Еволюційні стратегії використовують генетичні операції, такі як селекція, мутація, для збереження та зміни стратегій.
- Адаптивність: Вони можуть швидко адаптуватися до змінних умов і динамічних середовищ, що робить їх ефективними для розв'язання економічних задач.
- Застосування: Застосовуються для вирішення різних економічних задач, таких як оптимізація інвестиційного портфеля, прогнозування цін, адаптивне управління та інші.

Еволюційні обчислення знаходять широке застосування в оптимізації управління портфелем, що є ключовим аспектом фінансової сфери. Оптимізація портфеля [4] полягає в розподілі активів чи інвестицій між різними фінансовими інструментами з метою максимізації прибутковості при певному рівні ризику. Застосування еволюційних обчислень [5] у цій області полягає у створенні алгоритмів, які шукають оптимальний розподіл активів для інвестування. Вони базуються на моделюванні природного відбору та еволюції, що дозволяє знаходити ефективні стратегії управління портфелем в умовах невизначеності та змінних ринкових умов. Завдяки еволюційним алгоритмам при управлінні портфелем отримуємо: оптимізацію ризику та доходності, управління диверсифікацією (за допомогою еволюційних обчислень можна знайти оптимальну комбінацію інвестицій, що дозволяє

знизити загальний ризик портфеля шляхом розподілу ресурсів між різними класами активів), адаптивне управління (еволюційні стратегії дозволяють змінювати портфель у відповідь на зміни умов ринку та економічного середовища).

Еволюційні обчислення в економіці знайшли свою нішу в прогнозуванні фінансових ринків [6], їх використання дає можливість визначати та аналізувати тенденції, ризики та потенційні можливості. Ці обчислення ґрунтуються на імітації еволюційних процесів у природі, таких як відбір, мутація та рекомбінація, що дає можливість створювати оптимальні моделі для аналізу фінансових ринків. Основні аспекти застосування еволюційних обчислень в цій сфері включають, створення прогностичних моделей, оптимізацію стратегій торгівлі, прогнозування динаміки цін, створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, прогнозування попиту та пропозиції.

Еволюційні обчислення знайшли широке застосування в оптимізації бізнес-процесів та у вирішенні задач логістики в економіці. Вони можуть допомагати в оптимізації маршрутів доставки, плануванні транспорту та розподілі ресурсів для мінімізації витрат часу та грошей, можуть бути використані для оптимізації рівнів запасів, враховуючи фактори попиту, часу поставки, витрат і умов зберігання. Еволюційні алгоритми допомагають в управлінні бізнес-процесами в частині вибору стратегій та оптимізації рішень у реальному часі, дозволяють оптимізувати робочий графік, розподіляти завдання та ресурси серед персоналу з урахуванням обмежень та вимог бізнесу, допомагають аналізувати дані та знаходити оптимальні стратегії ціноутворення, враховуючи попит на товари та послуги.

В свою чергу застосування еволюційних обчислень в економіці також супроводжується певними обмеженнями, до яких належить, час виконання (особливо коли вони працюють з великими наборами даних або складними моделями), локальні максимуми (у складних функціях оптимізації, еволюційні методи можуть застрягати в локальних максимумах, не знаходячи оптимальних рішень), вибір оптимального алгоритму (для різних задач потрібен вибір підходящого еволюційного алгоритму, що вимагає глибокого розуміння їх принципів та особливостей).

Також при розгляді даної теми не можна оминати стрімкий розвиток штучного інтелекту (ШІ) та його зв'язок з еволюційними обчисленнями. Він впливає на цю галузь, забезпечуючи нові методи і техніки, що дозволяють покращувати та адаптувати алгоритми для оптимізації та прогнозування різноманітних економічних процесів. Штучний інтелект використовується для удосконалення еволюційних стратегій, за допомогою глибокого навчання

та нейронних мереж, що призводить до створення більш точних та ефективних моделей. Його вплив полягає у розвитку цієї області, роблячи процеси оптимізації економічних систем більш ефективними та адаптивними до змін.

Список використаних джерел

1. Климова К.Ю. Основні принципи керованої еволюції з позиції еволюційного моделювання в задачах управління складними технічними системами. Проблеми інформатизації та управління, 4.32: 47-50.
2. Carlos M. Fonseca and Peter J. Fleming. 1995. An overview of evolutionary algorithms in multiobjective optimization. *Evol. Comput.* 3, 1 (Spring 1995), 1-16.
3. Скіцько В.І. Використання генетичних алгоритмів у економіко-математичному моделюванні: проблеми, досвід та перспективи / В. І. Скіцько, Т. Б. Третяк, Д. В. Бондарчук // *Економіка та держава.* - 2016. - № 2. - С. 78-81.
4. Маслянюк П.П., Рябушенко А. В., Компонентна модель інформаційно-аналітичної системи і генетичний алгоритм формування оптимального портфеля акцій. 2009.
5. Будорацька Т.Л. Використання генетичних алгоритмів для оптимізації структури інвестиційного портфеля цінних паперів [Електронний ресурс] / Т. Л. Будорацька, Н. М. Журавльова // *Економіка: реалії часу.* - 2017. - № 1 (29). - С. 26-33. - Режим доступу: <http://economics.opu.ua/files/archive/2017/No1/26.pdf>
6. Пластун О.Л. Прогнозування фінансових ринків: сучасні концепції та нові підходи: монографія / О. Л. Пластун. - Суми : ДВНЗ "УАБС НБУ", 2014. - 397 с.