

ВІДГУК

на дисертаційну роботу **Симонова Дениса Ігоровича**

«**Математичні методи інтегрованих ланцюгів постачання**»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 113 Прикладна математика,

доктора фізико-математичних наук **Макаренка Олександра Сергійовича**

1. Актуальність обраної теми дисертації

Математичне моделювання ланцюгів постачання набуває особливої актуальності у сучасних умовах, коли невизначеність та ризик стають супутником сталого розвитку будь-якої організації. Організації, що діють на глобальних ринках, повинні уважно аналізувати географічні та економічні аспекти, враховуючи різноманітні фактори, такі як вартість праці, податкова політика та ресурсна доступність. Адаптація виробничих процесів до споживчих потреб стає ключовою для забезпечення конкурентоспроможності підприємств у швидкозмінному світі. Осмислення потреб споживачів у контексті інтегрованих ланцюгів постачання є ключовим для адаптації виробничих процесів та забезпечення конкурентоспроможності в умовах швидкозмінних технологій та споживчих вимог. Оптимізація потоків в інтегрованих ланцюгах постачання може суттєво підвищити ефективність виробництва, скоротити витрати і час доставки, а також забезпечити гнучкість в управлінні запасами.

Актуальність дисертації на тему «Математичні методи інтегрованих ланцюгів постачання» обґрунтована ще тим, що існуючі методи управління ланцюгами постачання недостатньо орієнтовані на комплексний підхід, що враховує зовнішнє оточення та потреби ринку, тому виникає потреба в розвитку нових методів, які враховують різноманітні аспекти функціонування ланцюгів постачання. Недостатність досліджень у цій сфері підкреслює необхідність комплексного підходу до управління ланцюгами постачання на основі математичного моделювання.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Робота виконана в рамках наступних науково-дослідних тем Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України:

- «Розробити методи трансформації документоорієнтованих інформаційних систем в хмарні сервіси» (№ державної реєстрації 0118U001111, 2020–2022 роки);
- «Розроблення проектних рішень та плану заходів по їх реалізації щодо модернізації та розвитку АІС Президія з урахуванням сучасних та перспективних інформаційних технологій» (№ державної реєстрації 0121U112884, 2021 рік);

- «Розробка хмарної платформи пацієнт-центричної телереабілітації онкологічних хворих на основі математичного моделювання» (№ державної реєстрації 0123U102942, 2023 рік).

Наукова спрямованість дисертації відповідає пріоритетним тематикам згідно переліку КМУ, що наведено у постанові від 07.09.2011 № 942 із оновленням від 09.05.2023 № 463, а саме у напрямку:

- розвиток новітніх галузей математики та математичної статистики;
- інформаційно-комунікаційні системи та мережі, моделювання та розв'язання надскладних задач.

3. Оцінка змісту дисертації, її довершення та оформлення

У вступі надано обґрунтування актуальності теми дисертації, визначено цілі та завдання наукового дослідження, відзначено його наукову оригінальність та прикладну важливість, а також описано основний зміст роботи.

У розділі 1 акцентовано увагу на важливості управління ланцюгами постачання для ефективної діяльності організацій у сучасному конкурентному середовищі, зокрема на проблемі інтеграції ланцюгів постачання. Робота висвітлює актуальність аналізу та оптимізації ланцюгів постачання, включаючи ключові тенденції в їх управлінні та потенційні напрямки оптимізації. Дисертація базується на аналізі досліджень вітчизняних та міжнародних науковців у сфері управління ланцюгами постачання.

У розділі 2 представлено математичні методи моделювання процесів в інтегрованих ланцюгах постачання. Розглянуті підходи до інтеграції, що сприяють формуванню стабільної системи постачання. Описані три етапи інтеграції для досягнення рівноваги в ланцюгах постачання. Представлена математична модель, яка враховує вплив інертності системи на рівень запасів в ланцюгу постачання.

У розділі 3 досліджено математичні методи побудови нечітких когнітивних карт для оптимізації ланцюгів постачання. Запропоновано метод, який комбінує експертний досвід та аналіз даних, що дозволяє визначати пріоритетні напрямки оптимізації.

У розділі 4 представлено алгоритм розв'язання задачі розміщення центрів обслуговування з урахуванням мінімізації різних видів витрат, включаючи виробничі та транспортні. Запропонований багатоетапний метод вибору локації базується на комбінаторній оптимізації та системному аналізі, дозволяючи розв'язувати завдання в поліноміальний час та враховувати критерії оптимальності для всіх зацікавлених сторін в ланцюгу постачання. Крім того, для моделювання ризиків міграції споживачів та стабільності локацій застосовано модифікацію гри "Game of Life".

У розділі 5 представлено методику аналізу для оптимізації ланцюгів постачання, що базується на ітераційному підході та врахуванні пропускну здатності між ланками. Досліджено теорему, що визначає максимальний потік в об'єднаному шляху, та проведено чисельне моделювання для валідації алгоритму оптимізації мережі.

У розділі 6 досліджено метод пошуку рішень для управління запасами в умовах невизначеності, включаючи розробку алгоритму для формування оптимальної стратегії та плану постачання при стохастичному попиті. Також проведено порівняльний аналіз різних методів планування управління запасами на основі результатів чисельного моделювання.

4. Наукова новизна одержаних результатів

Наукову новизну дисертаційної роботи Симонова Д.І. мають такі теоретичні та практичні результати:

- вперше запропоновано математичну модель системи постачання з урахуванням рівня запасів, що виникають в наслідок інертності реагування системи на вихід зі стану рівноваги;
- вперше запропоновано алгоритм для побудови нечіткої когнітивної карти для оптимізації ланцюгів постачання, що використовує концепти, які перетворюються у зважений граф;
- вперше запропоновано метод еквівалентного розв'язання багатокритеріальної задачі про розміщення з використанням псевдобулевого перетворення, що дає змогу розв'язувати задачу про розміщення за поліноміальний час;
- вперше запропоновано метод побудови морфологічного блоку управління системою керування, який використовує алгоритми машинного навчання та комбіноване зважене значення коефіцієнтів рівноваги Ерроу-Дебре та Ляпунова в якості функції активації;
- вперше запропоновано адаптований ітераційний метод оптимізації структури ланцюгів постачання, який враховує потужність ланок та пропускну здатність шляхів між ними.

Набули подальшого розвитку:

- Запропоновано модифікацію гри “GameofLife” для моделювання ризиків міграції споживачів та визначення ступеня стійкості локацій до стану рівноваги;
- запропоновано адаптований алгоритм визначення розміру оптимальної партії замовлення та формування оптимального плану постачання в умовах стохастичності попиту.

5. Практичне значення результатів дослідження

Практичне значення роботи полягає не лише в тому, що отримані результати можуть бути ефективно використані для розв'язання задач оптимізації роботи ланцюгів постачання, але й у їх впливі на стратегічне планування та прийняття рішень. Враховуючи необхідність обробки великих об'ємів даних у сфері логістики та постачання, результати дослідження спрямовані на розв'язання задач оцінки інвестиційних планів операційної діяльності нових підприємств,

відокремлених підрозділів та визначення ризиків повернення інвестицій.

Крім того, дослідження спрямоване на розробку передових методів планування логістичних потоків, визначення параметрів ресурсів, що забезпечують ефективне функціонування організації, та на вдосконалення методів керування програмами управління взаємовідносинами зі споживачами та партнерами в ланцюгах постачання. Такий підхід дозволить підприємствам не лише оптимізувати свою діяльність, але й забезпечити стабільність та стійкість у конкурентному середовищі.

6. Ступінь обґрунтованості основних положень та висновків дисертації

Дисертаційна робота Симонова Д.І. базується на системному аналізі та узагальненні первинного матеріалу, що дозволило сформулювати наукові положення, висновки та практичні рекомендації з використанням вітчизняних та зарубіжних джерел.

Основні наукові положення та висновки дисертації є науково обґрунтованими і логічно витікають з матеріалів дослідження, яке здійснене з урахуванням теоретичного, методологічного та практичного підґрунтя.

Концептуальна мета дисертаційної роботи полягає в комплексному аналізі теоретико-методологічних підходів до управління ланцюгами постачання, включаючи математичні моделі для оптимізації ключових аспектів.

7. Повнота викладення наукових положень та висновків в опублікованих працях

Дисертаційну роботу викладено на 172 сторінках друкованого тексту, де обсяг основного тексту – 133 сторінки, вона складається із анотації, вступу, шести розділів, висновків та списку використаних першоджерел (209 джерел). Робота проілюстрована 15 рисунками та містить 16 таблиць.

Основні наукові положення та висновки сформульовані відповідно до поставлених завдань дисертаційної роботи.

8. Зауваження стосовно змісту та оформлення дисертації

Автору не вдалося уникнути певних недоліків у роботі, серед яких відмітимо такі:

1. На жаль, у роботі наявні синтаксичні та орфографічні помилки, хоча вони не заважають зрозуміти сутність викладеного у дисертації. Приклад технічних помилок: на с. 115, 148 маємо “Game of Lofe” замість “Game of Life”, на с. 134 (рядок 2 знизу): певно, що мається на увазі не «паророзподіл», а «перерозподіл», на с. 71 (рядок 2 знизу) маємо не «матрицю позитивних зав’язків», а «матрицю позитивних зв’язків».
2. Схоже, що формулювання Леми 4.2 має виглядати не так, як подано автором: «Неорієнтований граф є дводольним, якщо і тільки якщо він не містить нечітких циклів,

тобто циклів нечіткої довжини [118].», а так: «Неорієнтований граф є дводольним тоді і тільки тоді, коли він не містить непарних циклів, тобто циклів непарної довжини [118].

3. Спостерігається нечітке вживання математичних термінів та понять, особливо у контексті комбінаторної та дискретної оптимізації, і змішування їх із комбінаторикою, а також некоректне використання термінів "розв'язок", "розв'язування" та "рішення".
4. Потребують уточнення та доповнення Теорема 2.1, Зауваження 2.2.
5. В роботі мало уваги присвячено інформації як у реальних задачах обирати невідомі параметри для використання їх у запропонованих моделях.
6. Оскільки для демонстрації роботи запропонованих моделей було наведено приклади, у тому числі з моделюванням використання великих даних, то програмні реалізації вищенаведених моделей варто було б включити в дисертацію та оформити у вигляді додатків.
7. У подальших дослідженнях автору можна побажати детальніше дослідити теоретичні аспекти умов та швидкості збіжності досліджуваних алгоритмів, їх властивостей та перспектив для покращення.

Вищенаведені зауваження мають несуттєвий дискусійний характер, не зменшують наукової цінності роботи та не заперечують її наукових результатів.

8. Висновок

Дисертаційна робота Симонова Д.І. на тему «Математичні методи інтегрованих ланцюгів постачання» є закінченим самостійним науковим дослідженням, в якому отримано нові результати, що в сукупності вирішують поставлене наукове завдання.

Дисертація за актуальністю, об'ємом і рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичною значимістю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Офіційний опонент – Завідувач науково-дослідного відділу прикладного нелінійного аналізу

Інституту прикладного системного аналізу

Національного технічного університету України

«КПІ ім. Сікорського»,

доктор фізико-математичних наук, професор

