

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Пагарський Олексій Артемович
Атестаційна робота магістра на тему:

**УПРАВЛІННЯ Й ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ РЕСУРСНО-
ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ЗА
ДОПОМОГОЮ ПРИРОДНИХ АЛГОРИТМІВ**

Науковий керівник: к. е. н. Титок В.В.

Київ -2024

Актуальність дослідження

- Сучасна будівельна галузь стикається з численними викликами, серед яких: висока конкуренція, обмеженість ресурсів, вимоги до якості та екологічної відповідальності, а також потреба в зниженні витрат. Одним із ключових аспектів успішного управління будівництвом є забезпечення ефективного ресурсно-логістичного забезпечення, яке охоплює постачання матеріалів, управління транспортом і координацію робіт.
- Ручне або стандартне планування часто не дозволяє враховувати всі фактори, що впливають на логістику будівництва, особливо за умов динамічних змін ринку чи проєктних параметрів. Використання природних алгоритмів (генетичних алгоритмів, мурашиних колоній, методу рою частинок тощо) у процесах управління дозволяє знайти оптимальні рішення навіть у складних багатофакторних задачах, таких як розподіл обмежених ресурсів, оптимізація маршрутів доставки, мінімізація витрат часу та фінансових ресурсів.
- Будівництво вимагає інтеграції великої кількості процесів: постачання матеріалів, підготовки робіт, організації праці та контролю за виконанням. Неefективне управління логістикою призводить до перевитрат, простоїв і недотримання строків.
- Тема є актуальною, оскільки поєднання сучасних математичних методів (природних алгоритмів) із практичними завданнями будівництва відкриває нові можливості для підвищення ефективності галузі. Це сприяє досягненню економічної вигоди, екологічної відповідальності та довгострокового сталого розвитку.

Мета атестаційної роботи. Розробка теоретичних та практичних підходів до управління й економічного оцінювання ресурсно-логістичного забезпечення будівництва на основі природних алгоритмів для підвищення ефективності логістичних процесів і оптимізації використання ресурсів.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються наступні завдання:

1. Визначити теоретичні основи управління ресурсно-логістичним забезпеченням у будівництві та його значення для підвищення ефективності будівельних проєктів.
2. Оцінити вплив існуючих методів управління ресурсами на економічні результати будівельних підприємств.
3. Дослідити можливості використання природних алгоритмів (генетичних алгоритмів, методу рою частинок, мурашиних колоній тощо) у вирішенні задач оптимізації ресурсно-логістичного забезпечення.
4. Розробити модель оптимізації логістичних процесів на основі природних алгоритмів.
5. Провести економічне оцінювання ефективності запропонованої моделі на прикладі конкретного будівельного підприємства.
6. Надати практичні рекомендації щодо впровадження природних алгоритмів у систему управління логістикою будівельних проєктів.

Об’єктом дослідження Процеси управління ресурсно-логістичним забезпеченням будівництва в умовах динамічного середовища.

Предметом дослідження Методи та інструменти оптимізації ресурсно-логістичного забезпечення будівництва із застосуванням природних алгоритмів, спрямовані на підвищення ефективності використання ресурсів і зниження витрат.

Публікації. Пагарський Олексій, Бредіхін Дмитро, Шалахін Нікіта. Алгоритми натхненні природою для розв’язання економічних задач: Програма та тези доповідей. Архітектура, Будівництво, Дизайн : Технологія, Енергетика, Менеджмент: Міжнародний науково-технічний форум (16-17 жовтня 2024 р., м. Київ). – Київ : Видавництво Ліра-К, 2024. С. 465-466.

Нагальні проблеми економіки та управління будівництвом

Оптимізація постачання матеріалів

Планування ресурсів

Управління запасами

Зниження логістичних витрат

Планування розкладу робіт

Оптимізація використання техніки

Прогнозування та оцінювання витрат

Розв'язання транспортних задач

Оптимізація розміщення будівельних майданчиків і складів

Екологічне управління відходами

Інтеграція даних і адаптація до змін

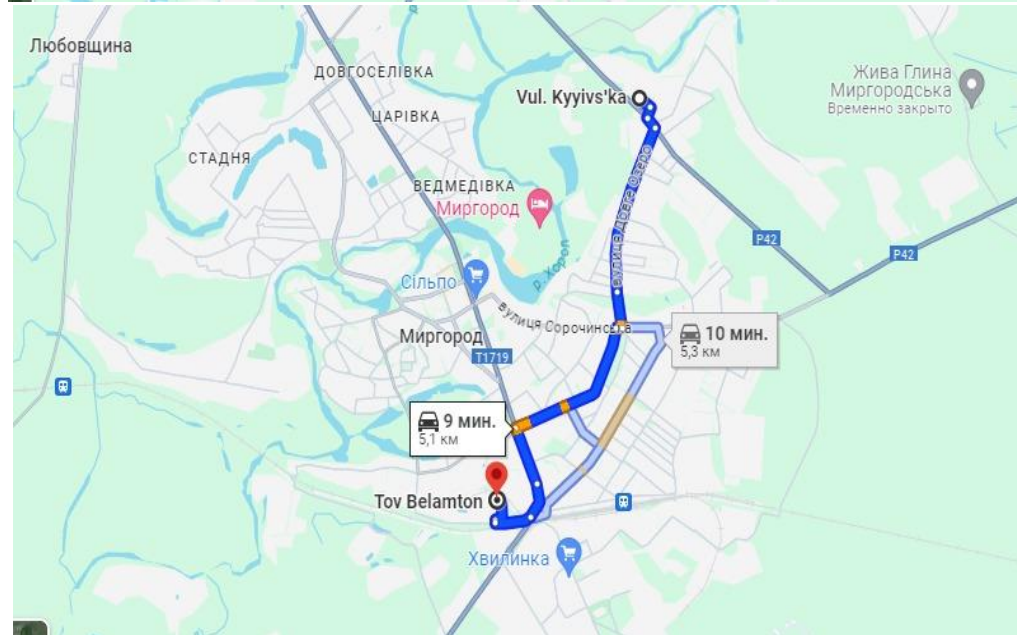
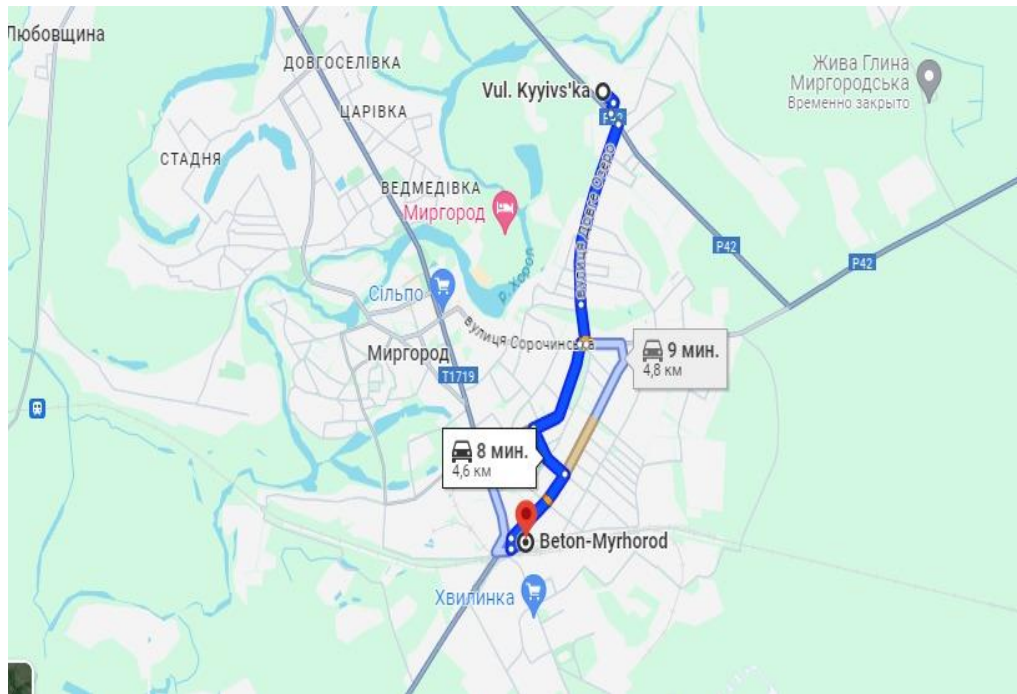
Моделювання ризиків у логістиці

Узагальнення сучасних підходів і методів оптимізації ресурсно-логістичного забезпечення будівельних проектів

Метод / Підхід	Опис	Переваги	Недоліки
Лінійне програмування (LP)	Використовується для задач з лінійними функціями і обмеженнями, наприклад, для оптимізації транспортування ресурсів.	Простота в реалізації, швидкість обчислень, можливість вирішення великих задач.	Підходить тільки для лінійних задач, обмежена гнучкість.
Цілочисельне програмування (IP)	Застосовується для задач з цілими змінними, таких як розподіл техніки чи ресурсів.	Може вирішувати більш складні задачі, де рішення мають бути цілими числами.	Висока обчислювальна складність, особливо для великих задач.
Системи управління ланцюгами поставок (SCM)	Інформаційні системи для управління постачаннями матеріалів і ресурсів.	Підвищують ефективність управління ланцюгами поставок, знижують витрати на транспортування і складування.	Висока вартість впровадження та обслуговування, необхідність адаптації до змін.
Метод критичного шляху (CPM)	Алгоритм для планування і управління часом проекту, оцінки критичних етапів.	Допомагає ефективно планувати строки виконання проекту, виявляючи критичні етапи.	Може бути складним для великих проектів з численними залежностями.
Метод оцінки та аналізу варіантів (PERT)	Оцінка тривалості проекту за допомогою ймовірнісних розрахунків.	Знижує ймовірність відхилення від термінів проекту, враховує невизначеність.	Потребує значних ресурсів для збору та аналізу інформації.
Моделі прогнозування попиту	Методи прогнозування майбутніх потреб у ресурсах і матеріалах.	Допомагають передбачити дефіцит ресурсів і зміни попиту, знижують ризику затримок.	Прогнози можуть бути неточними при нестабільних умовах.
Системи підтримки прийняття рішень (DSS)	Використовуються для аналізу і підтримки прийняття рішень у реальному часі.	Підвищують точність рішень, забезпечують швидку реакцію на зміни.	Потребують великої кількості якісних даних для ефективної роботи.

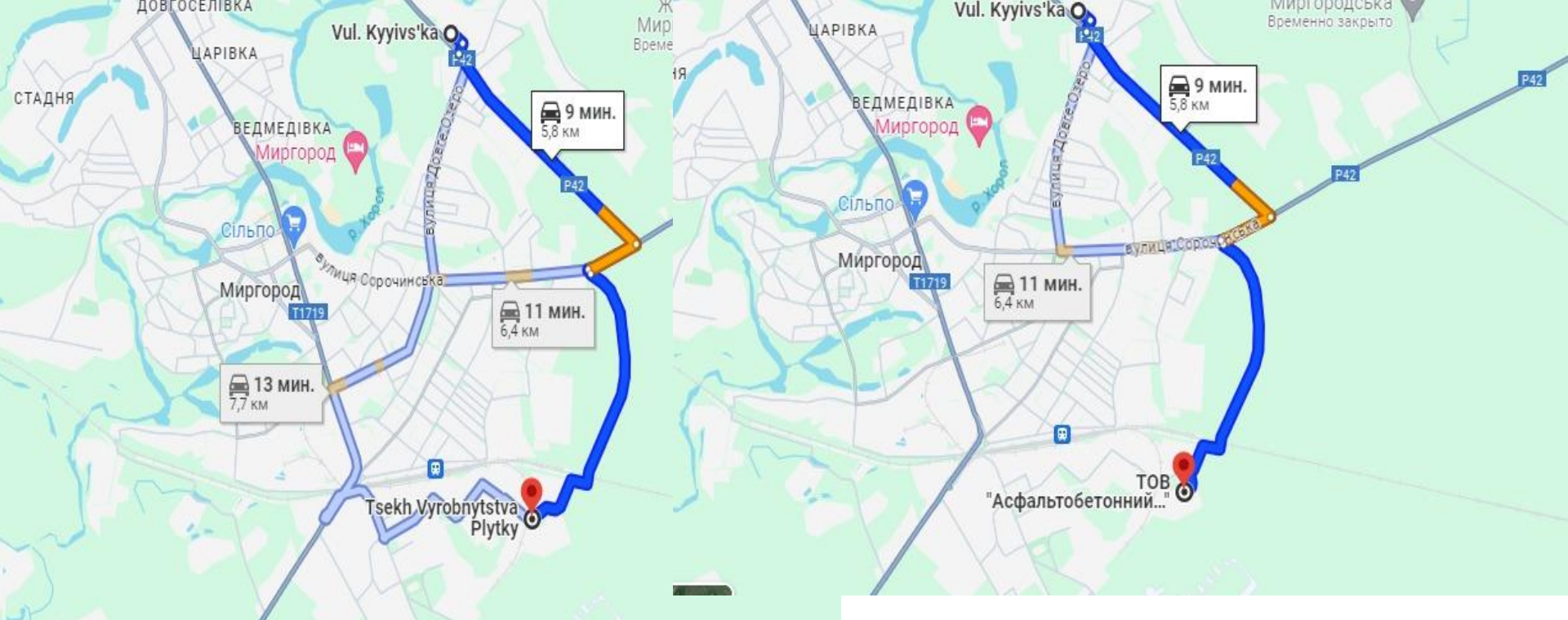
Порівняння різних видів природних алгоритмів: переваги та недоліки

Тип алгоритму	Переваги	Недоліки
Генетичні алгоритми (GA)	- Добре підходять для оптимізації складних і багатокритеріальних задач.	- Висока обчислювальна складність при великих розмірах задачі.
	- Можуть ефективно знаходити глобальний оптимум.	- Потрібна обережність при налаштуванні параметрів (розмір популяції, шанс мутацій).
	- Гнучкість у використанні різних видів представлення рішень.	- Може застрягнути в локальних оптимумах, якщо не налаштувати параметри.
Алгоритми рою частинок (PSO)	- Простота в реалізації.	- Можуть бути чутливими до вибору параметрів, таких як швидкість руху частинок.
	- Добре працюють для задач з невеликою кількістю параметрів.	- Можуть застрягати в локальних оптимумах, якщо є безліч місцевих мінімумів.
	- Швидка конвергенція до оптимального рішення в деяких випадках.	- Не завжди ефективні при великих просторах пошуку з численними обмеженнями.
Алгоритми мурашиних колонок (ACO)	- Мають гарну здатність до пошуку шляхів оптимізації в умовах, де традиційні методи не ефективні.	- Потрібен великий обсяг часу для налаштування параметрів алгоритму.
	- Добре підходять для задач оптимізації маршруту і розподілу ресурсів.	- Може бути обчислювально витратним через потребу в численних ітераціях для досягнення хороших результатів.
	- Можуть ефективно працювати в реальному часі для адаптивних систем.	- Може потребувати значного обчислювального ресурсу при великих просторах пошуку.
Еволюційні стратегії (ES)	- Хороші для задач з великими просторами пошуку.	- Могут застрягати в локальних оптимумах при певних параметрах.
	- Можуть працювати в режимі без нагляду, з мінімальною кількістю параметрів.	- Мають високу обчислювальну складність, особливо при великій кількості особин.
	- Підходять для багатокритеріальних задач.	- Може бути повільним на певних етапах, особливо



Завданням оптимізації є розробка плану постачання бетону на будівельні майданчики, які знаходяться у місті та передмісті м. Миргород, а також у м. Полтава, на які потрібно поставити матеріали відповідно до плану постачання.

Бетон має бути поставлений у такі міста у відповідній кількості: у м. Миргород, вул. Київська – 235 м³, у м. Миргород, вул. Гоголя – 340 тис. шт., у с. Любівщина – 120 м³, у с. Стадня – 65 м³. Необхідно розробити план перевезення від конкурентних постачальників до конкретних користувачів на будівельних майданчиках.



Постачальник	Тарифи перевезення				Потужність
	м. Миргород, вул. Київська	м. Миргород, вул. Гоголя	с. Любівщина	с. Стадня	
м. Миргород. Беламтон	331	320	396	396	520
м. Миргород. Бетон Миргород	325	298	340	377	170
м. Миргород. Цех виробництва плитки	349	302	340	358	70
Потреби	235	340	120	65	

- **Модель задачі:**
 - Постачальники: три джерела з відповідними запасами.
 - Майданчики: чотири точки з відомими потребами.
 - Тарифна матриця: вартість перевезення від кожного постачальника до кожного майданчика.
- **Мурашиний алгоритм:**
 - **Граф:** вершини — постачальники і майданчики; ребра — вартість перевезення.
 - **Мурахи:** кожна мураха шукає оптимальне рішення для задоволення потреб усіх майданчиків.
 - **Феромони:** шляхи, які забезпечують мінімальну вартість, отримують більше феромонів.
 - **Євристична функція:** враховує тарифи та доступність ресурсів.
- **Цільова функція:** Мінімізувати загальну вартість перевезення:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} \cdot X_{ij},$$

де C_{ij} — тариф від постачальника i до майданчика j , X_{ij} — кількість бетону, що перевозиться.

Реалізація задачі при обмежених можливостях постачання

Постачальники / Майданчики	Миргород, вул. Київська (235 м³)	Миргород, вул. Гоголя (340 м³)	с. Любівщин а (120 м³)	с. Стадня (65 м³)
м. Миргород. Беламтон	235	0	0	35
м. Миргород. Бетон Миргород	0	170	0	0
м. Миргород. Цех виробництва плитки	0	0	70	0

Вартість перевезення 252,245 грн/ м3

Реалізація задачі при повному задоволенні попиту

Постачальник	Тарифи перевезення				Запаси	Використано
	м. Миргород, вул. Київська	м. Миргород, вул. Гоголя	с. Любівщина	с. Стадня		
м. Миргород. Беламтон	200	320			520	520
м. Миргород. Бетон Миргород	35	20	115		170	170
м. Миргород. Цех виробництва плитки			5	65	70	70
Потреби	235	340	120	65	760	0
Задоволено	235	340	120	65		

Вартість перевезення 317, 25 грн/ м3

Рекомендації для девелоперів з використанням мурашиних алгоритмів

Планування будівництва	Розподіл ресурсів (матеріалів, техніки, робочої сили) між об'єктами за допомогою оптимізаційних моделей.	Мінімізація затримок, ефективне використання ресурсів.
Управління запасами	Використовувати алгоритми для визначення оптимального рівня запасів і часу їхнього поповнення.	Зменшення витрат на зберігання, уникнення дефіциту матеріалів.
Розташування майданчиків	Застосовувати алгоритми для вибору оптимального місця для складів і баз постачання.	Мінімізація транспортних витрат і часу доставки.
Оптимізація графіків	Генерувати розклади робіт із врахуванням залежностей між завданнями і наявності ресурсів.	Підвищення продуктивності, зменшення простоїв.
Аналіз ризиків	Використовувати алгоритми для моделювання сценаріїв і адаптації до змін у проектах.	Швидке реагування на зміни, мінімізація втрат від ризиків.
Планування транспортної мережі	Оптимізувати маршрути будівельної техніки та машин для обслуговування об'єктів.	Ефективне використання техніки, скорочення витрат на паливе та амортизацію.
Енергетична ефективність	Планувати енергозатрати будівельних об'єктів на основі оптимальних моделей, збудованих алгоритмами.	Скорочення витрат на енергоресурси, підвищення екологічності.

ВИСНОВКИ:

- У роботі проведено ґрунтовний аналіз сучасних підходів до оптимізації ресурсно-логістичного забезпечення будівельних проектів. Особливу увагу приділено природним алгоритмам, таким як генетичні алгоритми, мурашині колонки та алгоритми рою частинок. Досліджено їх здатність моделювати складні системи та вирішувати багатокритеріальні задачі, що дозволяє ефективно адаптувати їх до реальних умов будівництва.
- Розроблено методичний підхід до управління та економічного оцінювання логістичних процесів у будівництві. Запропоновано алгоритмічну модель, яка дозволяє мінімізувати витрати на транспортування, зберігання та використання ресурсів шляхом оптимізації розподілу завдань і маршрутів доставки.
- У рамках роботи розроблено програмну реалізацію запропонованих моделей. Проведено тестування алгоритмів на реальних і симуляційних даних. Результати показали, що застосування природних алгоритмів дозволяє скоротити час планування ресурсів, а також зменшити загальні логістичні витрати порівняно з традиційними методами управління.

- Виконана оцінка економічної ефективності впровадження природних алгоритмів у будівельні проекти. Доведено, що оптимізація логістики та ресурсного забезпечення сприяє підвищенню продуктивності проектів, а також зниженню ризиків, пов'язаних із нестачею ресурсів чи затримками поставок.
- Дослідження показало, що оптимізація ресурсно-логістичних процесів сприяє зниженню обсягу викидів парникових газів та зменшенню споживання енергетичних ресурсів. Це підсилює внесок будівельної галузі у досягнення цілей сталого розвитку.
- Запропоновано рекомендації для впровадження методів, заснованих на природних алгоритмах, у практику будівництва. Зокрема, акцентовано на необхідності інтеграції алгоритмічних рішень у наявні інформаційні системи управління проектами та проведення навчання для персоналу.
- Таким чином, результати роботи мають як теоретичну, так і практичну значимість. Використання природних алгоритмів у ресурсно-логістичному забезпеченні будівництва дозволяє не лише оптимізувати витрати та покращити управління, а й сприяє екологічній та соціальній стійкості проектів. Це відкриває перспективи для подальших досліджень та вдосконалення систем управління в галузі будівництва.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !!!