

DOI: 10.32347/2412-9933.2024.60.24-32

УДК 658.7.011.1

**Бушуєв Сергій Дмитрович**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління проектами,

<https://orcid.org/0000-0002-4969-7879>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Бушуєва Наталія Сергіївна**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління проектами,

<https://orcid.org/0000-0001-7298-4369>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Ільїн Олег Олександрович**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління проектами,

<https://orcid.org/0009-0005-8805-8147>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Чепелев Даніл Ігорович**

Здобувач освітнього рівня «магістр» спеціальності 126 «Штучний інтелект. Когнітивні технології»,

<https://orcid.org/0009-0003-3608-4824>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Даниленко Олег Миколайович**

Здобувач освітнього рівня «магістр» спеціальності 126 «Штучний інтелект. Когнітивні технології»,

<https://orcid.org/0009-0006-6314-6121>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Овсюк Вадим Миколайович**

Здобувач освітнього рівня «магістр» спеціальності 126 «Штучний інтелект. Когнітивні технології»,

<https://orcid.org/0009-0000-6905-3862>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Рябий Олександр Анатолійович**

Здобувач освітнього рівня «магістр» спеціальності 126 «Штучний інтелект. Когнітивні технології»,

<https://orcid.org/0009-0005-7421-0064>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**Бакуновець Артем Віталійович**

Здобувач освітнього рівня «магістр» спеціальності 126 «Штучний інтелект. Когнітивні технології»,

<https://orcid.org/0009-0002-0826-2219>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ЗАДАЧ В ОТОЧЕННІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

**Анотація.** Штучний інтелект (ШІ) трансформує традиційні підходи до розв'язання задач, особливо в контексті інновацій. Ця стаття досліджує, як теорія розв'язання інноваційних задач може бути адаптована та посилена за допомогою можливостей ШІ. Інтеграція теорії розв'язання інноваційних задач і ШІ відкриває нові можливості для підвищення ефективності й інноваційності. Однак важливо розуміти, що ШІ не замінює людський інтелект, а доповнює його, надаючи нові інструменти для прийняття рішень. Поєднання теорії розв'язання інноваційних задач і штучного інтелекту відкриває нові можливості для підвищення ефективності та креативності в процесі розроблення інноваційних рішень. ТРИЗ забезпечує систематичний підхід до вирішення проблем, а ШІ надає потужні інструменти для аналізу даних та генерації ідей. Методологія досліджень полягає у такому: аналіз принципів ТРВЗ в оточенні ШІ, виокремлення області Парето застосувань, побудова матриці суперечностей принципів, оцінка впливу принципів на управління процесом сталого розвитку, формування моделей ланцюгів створення інноваційних проєктів, побудова системи критеріїв вибору ланцюга та створення інноваційних проєктів. Застосування цього підходу може привести до створення більш інноваційних та ефективних продуктів і послуг, які відповідають потребам сучасного суспільства.

**Ключові слова:** штучний інтелект; інтелект; інноваційні задачі; проєкти; прийняття рішень; ефективні продукти; ТРВЗ

## Вступ

Штучний інтелект стрімко трансформує наш світ, надаючи нові можливості для розв'язання складних задач. Особливо відчутний вплив ШІ на сферу інновацій, де він допомагає генерувати нові ідеї, оптимізувати процеси і приймати більш обґрунтовані рішення. Ця стаття досліджує, як теорія розв'язання інноваційних задач може бути збагачена за допомогою можливостей ШІ. Розглянемо, як інтеграція штучного інтелекту в процеси прийняття рішень може підвищити ефективність, сприяти появі нових ідей та допомогти подолати традиційні обмеження. Однак, разом з новими можливостями, застосування ШІ в інноваційній діяльності пов'язане з певними викликами, такими як якість даних, етичні аспекти та необхідність збереження людського фактору. Також обговоримо ці питання і спробуємо визначити напрями подальшого розвитку цієї галузі. ШІ пропонує широкий спектр інструментів для розв'язання інноваційних задач. Вибір оптимального методу вимагає глибокого розуміння як самої задачі, так і можливостей ШІ. Поєднання досвіду експертів та потужності ШІ відкриває нові горизонти для інновацій. ТРВЗ (Теорія Рішення Винахідницьких Задач) — це потужний інструмент, розроблений Генріхом Альтшуллером, для систематичного розв'язання винахідницьких задач і пошуку інноваційних рішень [1]. В основі ТРВЗ лежать певні принципи, які допомагають структурувати процес пошуку та реалізації нових ідей.

## Мета статті

*Мета дослідження* — визначити ефективні підходи і методи застосування теорії інноваційних рішень (Теорії розв'язання винахідницьких задач, або ТРВЗ) у середовищі штучного інтелекту (ШІ) для підвищення інноваційності, гнучкості та ефективності розробки рішень на основі ШІ. Дослідження спрямоване на інтеграцію принципів ТРВЗ для оптимізації ШІ-систем, створення ефективних алгоритмів і впровадження нових методів для автоматизації та вирішення складних завдань у сфері ШІ [2–4].

Розглянемо завдання дослідження.

1. Проаналізувати можливості застосування ТРВЗ у ШІ.

2. Розробити моделі адаптації ключових принципів ТРВЗ (таких як принцип поділу, принцип швидкодії, принцип універсальності) під специфіку розробки ШІ.

3. Описати особливості адаптації цих принципів для підвищення ефективності різних

етапів розробки ШІ, включаючи оптимізацію процесів навчання, налаштування та вдосконалення алгоритмів.

4. Побудувати методологію або структуру ланцюгів для розробки інноваційних ШІ-рішень на основі принципів ТРВЗ.

5. Визначити критерії вибору конкретних принципів ТРВЗ залежно від типу та масштабу проекту з ШІ.

Для дослідження теми "Застосування теорії розв'язання інноваційних задач у штучному інтелекті" корисними можуть бути праці, які розглядають принципи і методи інноваційного розв'язання задач в оточенні штучного інтелекту. Теорія розв'язання інноваційних задач (ТРІЗ), наприклад, застосовується для оптимізації процесів у ШІ та може сприяти побудові адаптивних інтелектуальних систем. Ідеї ТРІЗ інтегруються з методами штучного інтелекту, такими як машинне навчання та евристичні підходи, що допомагають знаходити ефективні рішення в умовах великих обсягів даних і складних розрахунків. Зокрема, важливими є дослідження, що аналізують психологічні аспекти мислення в контексті розумової діяльності ШІ: наочно-дійове мислення для евристичного пошуку, наочно-образне — для побудови планів, понятійне мислення для логічних висновків [5;6]. Ці підходи використовуються для вдосконалення ШІ та покращення його здатності до прийняття рішень у динамічних середовищах [7].

## Методологія дослідження

Методологія досліджень полягає у послідовному застосування таких кроків:

- аналіз принципів ТРВЗ в оточенні ШІ;
- виокремлення області Парето застосувань;
- побудова матриці суперечностей принципів;
- оцінювання впливу принципів на управління процесом сталого розвитку;
- формування моделей ланцюгів створення інноваційних проектів;
- побудова системи критеріїв вибору ланцюга та створення інноваційних проектів.

ТРВЗ — це потужний інструмент для навчання та вирішення складних завдань і створення інноваційних рішень. Він допомагає вийти за рамки приватного мислення і знайти нестандартні підходи до вирішення проблеми.

Розглянемо принципи ТРВЗ та їх застосування у процесі створення інноваційних проектів сталого розвитку. У табл. 1 наведено принципи та оцінки їх результативності при побудові та реалізації інноваційних проектів.

У результаті проведеного аналізу вибрано такі області Парето:

1. Принцип поділу.
2. Принцип укрупнення.
3. Принцип зворотного зв'язку.
4. Принцип сегментації.

5. Принцип універсальності.
6. Принцип швидкодії.
7. Принцип роздільного виконання.
8. Принцип виключення людей із процесу.

Таблиця 1 – Принципи теорії розв'язання винахідницьких задач (ТРВЗ)

№	Назва принципу	1	2	3	4	5	6	7	8	Консенсус
1	Принцип поділу	8	8	10	9	8	9	8	9	10
2	Принцип укрупнення	7	7	8	9	8	9	9	8	10
3	Принцип динамічності	9	9	10	9	9	8	9	8	9
4	Принцип зворотного зв'язку	10	9	8	10	9	10	10	10	10
5	Принцип перехідності	8	6	10	8	7	8	9	9	9
6	Принцип чергування властивостей	7	7	10	10	8	7	9	9	9
7	Принцип іншого виміру	9	8	8	10	8	8	8	8	10
8	Принцип сегментації	8	7	10	9	8	7	10	7	10
9	Принцип попередньої дії	9	9	10	10	9	9	10	9	9
10	Принцип "вивільнення енергії"	8	6	10	9	7	6	10	6	8
11	Принцип копіювання	7	10	8	8	8	10	8	10	9
12	Принцип зміни агрегатного стану	6	8	10	9	8	8	10	8	9
13	Принцип асиметрії	6	7	8	9	7	7	8	7	10
14	Принцип геометричної форми	7	6	10	10	8	6	10	6	8
15	Принцип безперервності корисної дії	9	9	10	8	9	9	10	9	9
16	Принцип перевертання	6	7	8	7	8	7	8	7	7
17	Принцип "пористої структури"	5	5	10	8	6	5	10	5	7
18	Принцип зміни кольору	4	6	8	6	6	6	8	6	5
19	Принцип зміни жорсткості	6	8	10	9	7	8	10	8	8
20	Принцип заміщення механічної системи	10	8	10	9	8	8	10	8	8
21	Принцип універсальності	7	9	8	7	7	9	8	9	10
22	Принцип самознищення	5	5	10	7	8	5	10	5	6
23	Принцип заздалегідь протидіючих заходів	8	9	10	10	8	9	10	9	9
24	Принцип автоматизації	10	10	10	9	10	10	10	10	9
25	Принцип використання надлишку або нестачі	6	6	8	10	7	6	8	6	9
26	Принцип швидкодії	9	10	10	8	8	10	10	10	10
27	Принцип віддзеркалення	6	8	8	9	8	8	8	8	9
28	Принцип використання повітряних або газових середовищ	5	5	10 (6)	9	5	5	10 (6)	5	8
29	Принцип "використання сильних окисників"	3	6	10	7	6	6	10	6	8
30	Принцип термічного розширення	4	6	8	7	8	6	8	6	8
31	Принцип зміни середовища	6	7	10	6	7	7	10	7	8
32	Принцип використання залишкових ефектів	7	7	8	9	7	7	8	7	7
33	Принцип об'єднання об'єктів	8	8	6	7	8	8	6	8	9
34	Принцип роздільного виконання	7	9	8	10	7	9	8	9	10
35	Принцип часткового або надлишкового виконання	6	6	8	7	8	6	8	6	5
36	Принцип використання нестандартних матеріалів	6	7	10	6	7	7	10	7	5
37	Принцип використання антифрикційних речовин	5	7	10	8	7	7	10	7	9
38	Принцип використання газоподібних середовищ	5	5	6	7	7	5	6	5	5
39	Принцип використання внутрішнього тиску	5	8	8	7	8	8	8	8	7
40	Принцип виключення людей із процесу	9	10	10	9	10	10	10	10	10

На другому кроці визначеної методології дослідження побудовано матрицю суперечностей їх застосування у процесі побудови та реалізації інноваційних проєктів. Матрицю наведено у табл. 2.

На третьому кроці досліджувались оцінки впливу принципів на інновації в управлінні процесом сталого розвитку. Кількісні оцінки впливу, сформовані командою дослідження, наведено у табл. 3.

У процесі дослідження вибраних принципів ТРВЗ визначено їх застосування у середовищі штучного інтелекту (табл. 4).

Наступним кроком дослідження було формування ланцюгів створення інноваційних проєктів в межах вибраних принципів ТРВЗ. Такі ланцюги сформовано та представлено у табл. 5.

Таблиця 2 – Матриця суперечностей принципів ТРВЗ

Принцип	Суперечність 1	Суперечність 2	Суперечність 3
<b>Принцип поділу</b>	Занадто дрібний поділ може ускладнити управління.	Може призвести до втрати глобального бачення.	Може вимагати додаткових ресурсів для управління.
<b>Принцип укрупнення</b>	Може призвести до ігнорування деталей важливих для сталості.	Надмірне укрупнення може зменшити ефективність.	Може ускладнити процеси адаптації та гнучкості.
<b>Принцип зворотного зв'язку</b>	Зворотний зв'язок може бути недостатньо швидким для оперативного реагування.	Може виникнути перенавантаження через постійну зворотну інформацію.	Зворотний зв'язок може бути не завжди точним або корисним.
<b>Принцип сегментації</b>	Сегментація може призвести до ізоляції частин системи, що порушує цілісність.	Надмірна сегментація може ускладнити інтеграцію.	Може призвести до дублювання зусиль в окремих сегментах.
<b>Принцип універсальності</b>	Універсальні рішення можуть не враховувати специфіку кожної системи.	Складність адаптації до локальних умов.	Може обмежити інновації в конкретних галузях.
<b>Принцип швидкодії</b>	Надмірна увага до швидкодії може знизити якість рішень.	Швидкість може призвести до помилок через недосконалість процесів.	Швидкодія може призвести до ігнорування довгострокових аспектів сталого розвитку.
<b>Принцип роздільного виконання</b>	Розділення завдань може спричинити втрату координації між частинами системи.	Розділення може ускладнити передачу знань і досвіду.	Роздільне виконання може знижувати ефективність у кризових ситуаціях.
<b>Принцип виключення людей із процесу</b>	Виключення людей може призвести до втрати творчого підходу і новаторства.	Може створити соціальні та психологічні проблеми.	Втрата емоційного зв'язку та мотивації від процесу.

Таблиця 3 - Оцінка впливу принципів на інновації в управлінні процесом сталого розвитку складних систем

Принцип	Вплив на управління сталим розвитком	Пояснення
<b>Принцип поділу</b>	3	Допомагає детально аналізувати компоненти системи, але може призвести до фрагментації та ускладнення координації.
<b>Принцип укрупнення</b>	4	Забезпечує загальне бачення процесу та дає змогу управляти більшою кількістю елементів, але може призвести до втрати деталей.

<b>Принцип зворотного зв'язку</b>	5	Ключовий для адаптації системи до змін та корекції на основі результатів. Важливий для забезпечення сталого розвитку через корекцію процесів.
<b>Принцип сегментації</b>	4	Забезпечує гнучкість і ефективність у вирішенні проблем, але може ускладнити інтеграцію та синергію між частинами системи.
<b>Принцип універсальності</b>	3	Дає змогу використовувати стандартизовані підходи, але може не враховувати специфіку локальних умов та індивідуальних потреб.
<b>Принцип швидкодії</b>	2	Хоча швидкість важлива, надмірна увага до неї може призвести до зниження якості та пропуску важливих аспектів сталого розвитку.
<b>Принцип роздільного виконання</b>	3	Покращує ефективність окремих етапів процесу, але може призвести до втрати координації та взаємозв'язку між частинами процесу.
<b>Принцип виключення людей із процесу</b>	2	Відсутність людського фактору може знизити інноваційність і адаптивність системи, особливо при врахуванні соціальних аспектів сталого розвитку.

Тут цифрами позначено: **1** — низький вплив, **5** — високий вплив.

Таблиця 4 - Як принципи ТРВЗ працюють в оточенні штучного інтелекту

<b>Принцип</b>	<b>Як принцип поділу працює в оточенні ШІ</b>
<b>Принцип поділу</b>	У ШІ поділ можна застосувати шляхом декомпозиції складних моделей на окремі частини або модулі. Наприклад, велика модель може бути розбита на менші підмоделі для специфічних завдань (класифікація, сегментація). Це покращує точність та допомагає адаптувати кожну частину під конкретну задачу.
<b>Принцип укрупнення</b>	У контексті ШІ принцип поділу можна використати для об'єднання окремих алгоритмів у більшу систему. Наприклад, кожен алгоритм може обробляти певний тип даних (текст, зображення, звук) і працювати в загальній системі, що дає можливість гнучко налаштувати та інтегрувати нові підсистеми для укрупненого аналізу даних.
<b>Принцип зворотного зв'язку</b>	Принцип поділу допомагає створювати окремі модулі для аналізу та обробки зворотного зв'язку. Наприклад, можна розділити систему на окремі частини, де одна частина збирає зворотний зв'язок, інша проводить його обробку, а ще інша — коригує модель на основі цих даних, забезпечуючи ефективне керування та адаптацію ШІ.
<b>Принцип сегментації</b>	У ШІ принцип поділу можна реалізувати через сегментацію даних та моделей. Наприклад, для кожного сегменту даних можна використовувати окремі спеціалізовані моделі. Це дає змогу адаптувати підходи для різних категорій користувачів або продуктів, підвищуючи точність і ефективність системи.
<b>Принцип універсальності</b>	У ШІ поділ допомагає створити універсальні інтерфейси та компоненти, що працюють незалежно від основної моделі. Наприклад, створення окремих модулів для різних мов або форматів даних допомагає універсально адаптувати систему під специфічні потреби користувачів, не змінюючи загальний алгоритм.
<b>Принцип швидкодії</b>	У контексті ШІ принцип поділу застосовується для оптимізації обчислень шляхом паралельної обробки даних. Наприклад, обробка даних може бути розбита на підзадачі, які виконуються одночасно, що прискорює роботу системи. Також принцип поділу уможливило запускати менш ресурсомісткі процеси для пришвидшення загальної роботи.
<b>Принцип роздільного виконання</b>	Для ШІ принцип поділу допомагає реалізувати роздільне виконання окремих процесів: навчання, тестування та оцінювання. Наприклад, навчання може відбуватися на окремому сервері, тоді як інші процеси можуть працювати паралельно або незалежно. Це полегшує підтримку та масштабування системи.
<b>Принцип виключення людей із процесу</b>	У ШІ поділ уможливило автоматизувати деякі задачі без потреби у втручанні людини. Наприклад, поділ завдань між моделями (такими як обробка запитів, автоматичне тестування, збір та аналіз даних) може допомогти виключити людину з рутинних процесів. Це збільшує ефективність і знижує ймовірність людських помилок.

Таблиця 5 – Ланцюги створення цінностей інноваційних проєктів

Принцип	Ланцюг створення цінностей інноваційного проєкту
<b>Принцип поділу</b>	1. Визначення складної задачі → 2. Розподіл на підзадачі (компонентний аналіз) → 3. Розробка окремих рішень для кожної підзадачі → 4. Оптимізація кожного компонента → 5. Інтеграція в єдину систему → 6. Тестування й узгодження компонентів → 7. Фінальна оптимізація та запуск.
<b>Принцип укрупнення</b>	1. Аналіз усіх окремих компонентів системи → 2. Об'єднання компонентів з подібними функціями → 3. Розробка єдиного інтегрованого рішення → 4. Створення платформи для підтримки масштабування → 5. Узгодження функцій → 6. Перевірка на узгодженість → 7. Запуск єдиного укрупненого рішення.
<b>Принцип зворотного зв'язку</b>	1. Створення системи збору зворотного зв'язку → 2. Визначення ключових показників ефективності → 3. Збір та аналіз зворотного зв'язку → 4. Виявлення слабких місць → 5. Модифікація моделі на основі отриманих даних → 6. Тестування оновленої моделі → 7. Постійний цикл оновлення та вдосконалення.
<b>Принцип сегментації</b>	1. Виявлення цільових сегментів ринку або даних → 2. Створення окремих підходів для кожного сегмента → 3. Розробка спеціалізованих моделей для кожного сегмента → 4. Тестування рішень для сегментів → 5. Узгодження інтеграції сегментованих рішень → 6. Реліз сегментованих версій продукту.
<b>Принцип універсальності</b>	1. Визначення основних функцій, що можуть бути універсальними → 2. Створення модульних рішень, які легко адаптуються → 3. Оптимізація універсального дизайну → 4. Розробка інтерфейсів для інтеграції → 5. Перевірка сумісності з іншими рішеннями → 6. Впровадження універсальної платформи.
<b>Принцип швидкодії</b>	1. Визначення критичних точок, де потрібна швидкодія → 2. Розподіл задач для паралельного виконання → 3. Вибір швидкодійних алгоритмів → 4. Оптимізація процесів під апаратні можливості → 5. Тестування на продуктивність → 6. Внесення коригувань → 7. Запуск швидкодійного рішення.
<b>Принцип роздільного виконання</b>	1. Виявлення завдань, що можна виконати окремо → 2. Декомпозиція процесів → 3. Розробка спеціалізованих інструментів для кожної задачі → 4. Розподіл задач між командою або системами → 5. Паралельне виконання завдань → 6. Інтеграція результатів → 7. Запуск роздільної моделі роботи.
<b>Принцип виключення людей із процесу</b>	1. Ідентифікація процесів, що можуть бути автоматизовані → 2. Вибір та налаштування відповідних інструментів → 3. Побудова автоматизованих моделей → 4. Тестування автономної роботи системи → 5. Усунення людських дій у певних процесах → 6. Контроль за автоматизованими процесами → 7. Запуск автономної системи.

Останній крок запропонованої методології ланцюга створення інноваційного проєкту. Цю визначає систему критеріїв оцінки для вибору систему критеріїв наведено у табл. 6.

Таблиця 6 – Критерії вибору ланцюга створення інноваційних проєктів

Критерій	Опис
<b>Мета проєкту</b>	Визначає, чого прагне досягти проєкт: підвищити ефективність, автоматизувати процес, поліпшити взаємодію з користувачами або створити новий продукт. Мета визначає основний підхід і методи, що будуть залучені в ланцюзі.
<b>Складність проєкту</b>	Висока складність проєкту може потребувати поділу на менші частини (принцип поділу), тоді як менш складний проєкт можна виконати за ланцюгом з укрупненням або універсальністю.
<b>Технологічні вимоги</b>	Специфічні технології, які необхідно використовувати (ШІ, машинне навчання, автоматизація). Це може впливати на вибір підходу, наприклад, сегментацію або автоматизацію для технологій ШІ та машинного навчання.
<b>Необхідний рівень автоматизації</b>	Якщо проєкт вимагає максимальної автоматизації, вибір може припасти на ланцюги з принципом виключення людей із процесу або швидкодії.
<b>Часові обмеження</b>	Якщо проєкт потрібно реалізувати швидко, ланцюг зі швидкодією або сегментацією дасть змогу пришвидшити виконання завдяки паралельній обробці завдань.
<b>Ресурси та бюджет</b>	Обмежений бюджет може вимагати вибору ланцюга, що забезпечує економію ресурсів, як-от поділ на менші, менш затратні етапи.
<b>Рівень інтеграції</b>	Проєкти, що потребують інтеграції з іншими системами, можуть потребувати ланцюгів, які використовують універсальні підходи, щоб забезпечити сумісність між різними компонентами.
<b>Гнучкість і адаптивність</b>	Для проєктів, де потрібна гнучкість, може підійти ланцюг, що включає зворотний зв'язок, щоб вносити зміни на основі реакції користувачів чи нових даних.
<b>Цільова аудиторія</b>	Ланцюг, що включає сегментацію, може бути кращим для проєктів, де є різноманітна аудиторія, оскільки він допомагає створювати персоналізовані рішення для різних сегментів.
<b>Масштабованість проєкту</b>	Для масштабованих проєктів підходять ланцюги, що враховують укрупнення та універсальність, адже вони дають змогу легко додавати нові модулі та масштабувати систему при зростанні потреб.
<b>Контроль якості та ризиків</b>	Якщо якість є критичною, можна обрати ланцюг, який включає роздільне виконання для кожної стадії, що дає змогу ретельно тестувати окремі компоненти, знижуючи ризик появи дефектів у фінальному продукті.

## Висновки

Висновки з дослідження свідчать про ефективність застосування принципів ТРВЗ у проєктах штучного інтелекту для розв'язання складних задач і покращення управління інноваційними процесами. Аналіз області Парето допоміг виокремити ключові принципи, що найбільше впливають на проєкти ШІ, такі як поділ, укрупнення, зворотний зв'язок, що допомагає систематизувати підхід до інновацій. Матриця суперечностей виявила основні конфлікти між принципами, які можуть виникати, що допоможе вирішувати їх ще на етапі планування. Принцип поділу виявився особливо важливим для гнучкості системи ШІ, оскільки допомагає розбивати складні моделі на менші, легші для оптимізації компоненти.

Розробка ланцюгів створення інноваційних

проєктів на основі ТРВЗ забезпечує системний підхід до розв'язання задач, а визначені критерії вибору ланцюга дають можливість вибирати найбільш адаптивні рішення залежно від мети та вимог проєкту. Використання ТРВЗ у проєктах ШІ відкриває можливості для подальших досліджень, особливо у контексті автоматизації та сталого розвитку, що може сприяти підвищенню ефективності й інноваційності управлінських рішень у середовищі штучного інтелекту.

## Напрямки подальших досліджень

Подальші кроки можуть включати поглиблене дослідження вибраних принципів ТРВЗ у різних сферах штучного інтелекту, таких як автоматизація та адаптивні системи, що уможливить цілеспрямованіше застосовувати ці принципи. Слід також перевірити ефективність створеної матриці

суперечностей у практичних умовах, щоб оцінити, наскільки вона сприяє усуненню конфліктів і оптимізації ресурсів у реальних проєктах.

Розробка комплексної методології управління інноваційними проєктами на основі ТРВЗ може надати додаткові інструменти для організації роботи, а інтеграція принципів ТРВЗ у програмне

забезпечення для автоматизації допоможе підвищити ефективність, особливо в задачах, де мінімізовано людський фактор. Нарешті, доцільно дослідити потенціал ТРВЗ у нових перспективних галузях штучного інтелекту, таких як квантові обчислення та автономні системи, що відкриє нові можливості для інновацій у цих сферах.

## Список літератури

1. Altshuller G. The Innovation Algorithm. TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity. Published by Technical Innovation Center Inc.. Worcester (MA), USA, 1999, 290 p.
2. Bushuyev, S., Murzabekova, S., & Biloshchitskyi, A. (2023). Inspirational Development of Education Establishment. Astana IT University Case. IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST).
3. Bushuyev, S., Piliuhina, K., & Chetin, E. (2023). Transformation of values of the high technology projects from a VUCA to a BANI environment model. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, N 2 (24), pp. 191–199.
4. Bushuyev Sergey; Bushuyeva Natalia; Murzabekova Svetlana; Khusainova Maira (2023). Innovative development of educational systems in the bani environment. *Scientific Journal of Astana IT University*, Vol. 14, DOI 10.37943/14YNSZ2227.
5. Crompton, H., & Song, D. (2021). The Potential of Artificial Intelligence in Higher Education. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. <https://doi.org/10.35575/RVUCN.N62A1>.
6. Dogan, M., Dogan, T., & Bozkurt, A. (2023). The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app13053056>.
7. Gawande, V., Badi, H., & Makharoumi, K. (2020). An Empirical Study on Emerging Trends in Artificial Intelligence and its Impact on Higher Education. *International Journal of Computer Applications*.

Стаття надійшла до редколегії 12.11.2024

### **Bushuiev Serhii Dmytrovych**

DSc (Eng.), Professor, Head of the Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0000-0002-4969-7879>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Bushuieva Nataliya Serhiivna**

DSc (Eng.), Professor, Professor of the Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0000-0001-7298-4369>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Ilin Oleh Oleksandrovych**

DSc (Eng.), Professor, Professor of the Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0009-0005-8805-8147>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Chepelev Danil Ihorovych**

MSc student 126 "Artificial intelligence. Cognitive technology", Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0009-0003-3608-4824>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Danylenko Oleh Mykolaiovych**

MSc student 126 "Artificial intelligence. Cognitive technology", Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0009-0006-6314-6121>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Ovsiuk Vadym Mykolaiovych**

MSc student 126 "Artificial intelligence. Cognitive technology", Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0009-0000-6905-3862>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Riabyi Oleksandr Anatoliiovych**

MSc student 126 "Artificial intelligence. Cognitive technology", Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0009-0005-7421-0064>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*

### **Bakunovets Artem Vitaliiovych**

MSc student 126 "Artificial intelligence. Cognitive technology", Department of Project Management,  
<https://orcid.org/0009-0002-0826-2219>  
*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv*



**APPLICATION OF THE THEORY OF INNOVATIVE PROBLEM SOLVING  
IN THE ENVIRONMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

**Abstract.** Artificial intelligence (AI) is transforming traditional approaches to problem solving, especially in the context of innovation. This paper investigates how innovation problem solving theory can be adapted and enhanced with AI capabilities. The integration of the theory of solving innovative problems and AI opens up new opportunities for increasing efficiency and innovativeness. However, it is important to understand that AI does not replace human intelligence, but complements it by providing new decision-making tools. The combination of the theory of solving innovative problems and artificial intelligence opens up new opportunities for increasing efficiency and creativity in the process of developing innovative solutions. TRIZ provides a systematic approach to problem solving, while AI provides powerful tools for data analysis and idea generation. The research methodology is as follows: analysis of the principles of TRIZ in the environment of AI, selection of the Pareto area of applications, construction of a matrix of contradictions of principles, evaluation of the impact of the principles on the management of the process of sustainable development, formation of chain models for the creation of innovative projects, construction of a system of criteria for the selection of a chain and the creation of innovative projects. Applying this approach can lead to the creation of more innovative and effective products and services that meet the needs of today's society.

**Keywords:** artificial intelligence; intelligence; innovative; tasks; projects; decision-making; effective products; TRIZ

**References**

1. Al'tshuller, G. S. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical innovation center, Inc.
2. Bushuyev, S., Murzabekova, S., Biloshchytskyi, A., Khusainova, M. & Sukach, S. (2023, May). Inspirational Development of Education Establishment. Astana IT University Case. In *2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, pp. 406–411. IEEE.
3. Bushuyev, S., Piliuhina, K. & Chetin, E. (2023). Transformation of values of the high technology projects from a VUCA to a BANI environment model. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 2(24), 191–199.
4. Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Murzabekova, S. & Khussainova, M. (2023). Innovative development of educational systems in the BANI environment. *Scientific Journal of Astana IT University*, 14, 104–115. <https://doi.org/10.37943/14YNSZ2227>.
5. Crompton, H. & Song, D. (2021). The potential of artificial intelligence in higher education. *Revista virtual Universidad catolica del Norte*, 62, 1-4. <https://doi.org/10.35575/RVUCN.N62A1>.
6. Dogan, M. E., Goru Dogan, T., & Bozkurt, A. (2023). The use of artificial intelligence (AI) in online learning and distance education processes: A systematic review of empirical studies. *Applied Sciences*, 13 (5), 3056. <https://doi.org/10.3390/app13053056>.
7. Gawande, V., Al Badi, H. & Al Makharoumi, K. (2020). An Empirical Study on Emerging Trends in Artificial Intelligence and its Impact on Higher Education. *International Journal of Computer Applications*, 175 (12), 43–47. <https://doi.org/10.5120/ijca2020920642>.

**Посилання на публікацію**

- APA Bushuyev, S. D., Bushuyeva, N. S., Ilin, O. O., Chepelev, D. I., Danylenko, O. M., Ovsiuk, V. M., Riabiy, O. A. & Bakunovets, A. V. (2024). Application of the theory of innovative problem solving in the environment of artificial intelligence. *Management of Development of Complex Systems*, 60, 24–32, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.24-32](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.24-32).
- ДСТУ Бушуйєв С. Д., Бушуйєва Н. С., Ілін О. О., Чепелев Д. І., Даниленко О. М., Овсюк В. М., Рябий О. А., Бакуновець А. В. Застосування теорії розв'язання інноваційних задач в оточенні штучного інтелекту. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 60. С. 24 – 32, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.24-32](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.24-32).