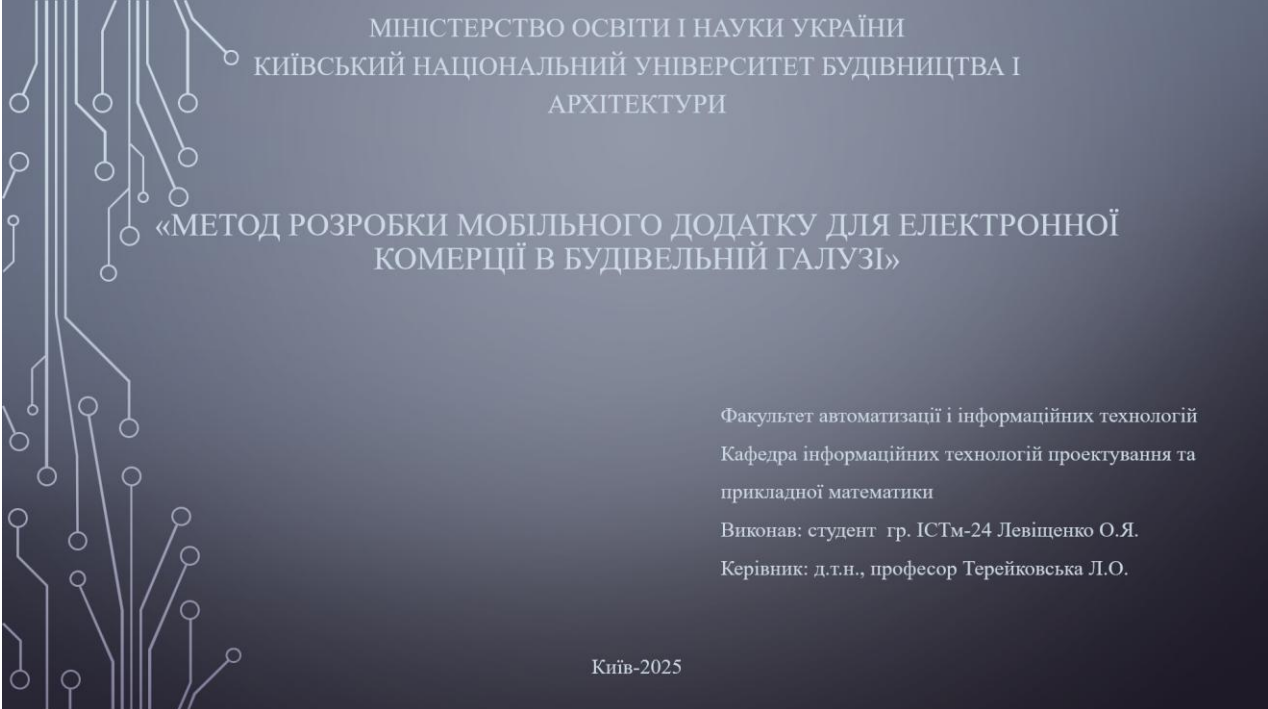


## Додатки

### Додаток а

### Слайди презентації



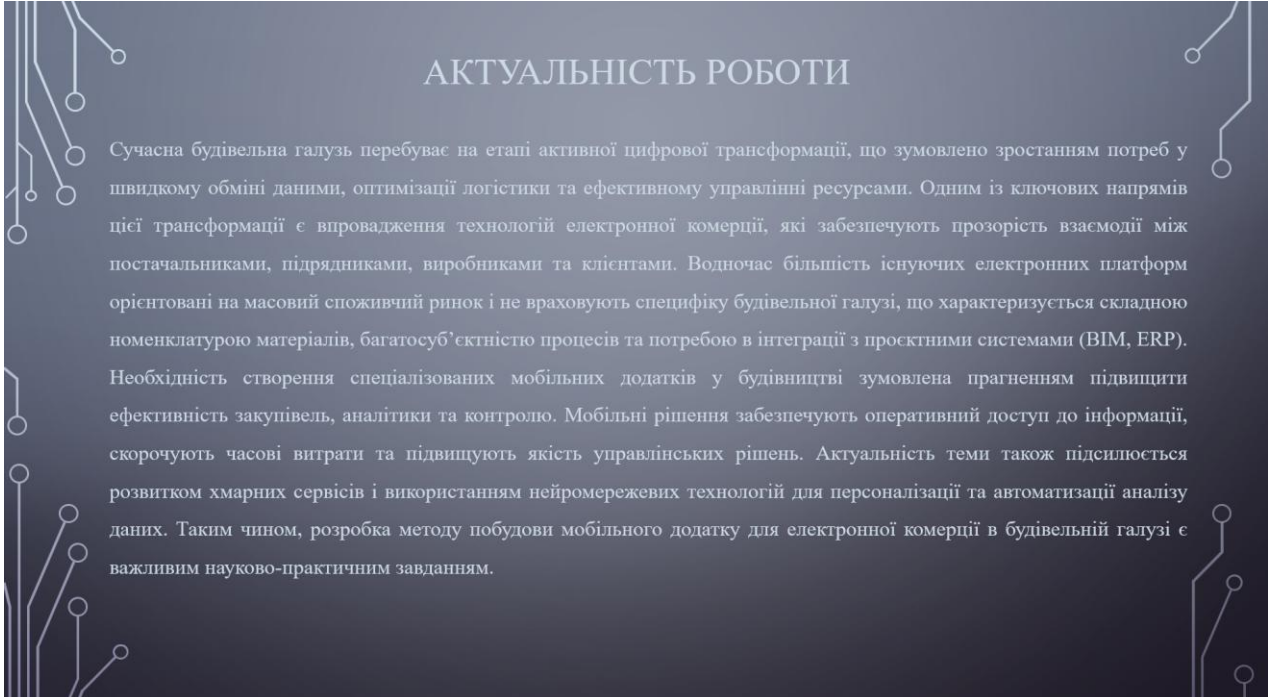
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І  
АРХІТЕКТУРИ

«МЕТОД РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ  
КОМЕРЦІЇ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ»

Факультет автоматизації і інформаційних технологій  
Кафедра інформаційних технологій проектування та  
прикладної математики

Виконав: студент гр. ІСТм-24 Левіщенко О.Я.  
Керівник: д.т.н., професор Терейковська Л.О.

Київ-2025



### АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

Сучасна будівельна галузь перебуває на етапі активної цифрової трансформації, що зумовлено зростанням потреб у швидкому обміні даними, оптимізації логістики та ефективному управлінні ресурсами. Одним із ключових напрямів цієї трансформації є впровадження технологій електронної комерції, які забезпечують прозорість взаємодії між постачальниками, підрядниками, виробниками та клієнтами. Водночас більшість існуючих електронних платформ орієнтовані на масовий споживчий ринок і не враховують специфіку будівельної галузі, що характеризується складною номенклатурою матеріалів, багатосуб'єктністю процесів та потребою в інтеграції з проєктними системами (BIM, ERP). Необхідність створення спеціалізованих мобільних додатків у будівництві зумовлена прагненням підвищити ефективність закупівель, аналітики та контролю. Мобільні рішення забезпечують оперативний доступ до інформації, скорочують часові витрати та підвищують якість управлінських рішень. Актуальність теми також підсилюється розвитком хмарних сервісів і використанням нейромережевих технологій для персоналізації та автоматизації аналізу даних. Таким чином, розробка методу побудови мобільного додатку для електронної комерції в будівельній галузі є важливим науково-практичним завданням.

**Метою роботи** є підвищення ефективності процесу створення та функціонування мобільних додатків для електронної комерції в будівельній галузі шляхом розробки методу, який забезпечує інтеграцію, адаптивність і аналітичну підтримку бізнес-процесів.

**Об'єкт дослідження** - процес розробки мобільних додатків для електронної комерції у будівельній галузі.

**Предмет дослідження** - методи, архітектури та інтелектуальні алгоритми, що забезпечують підвищення ефективності функціонування мобільних систем e-commerce у будівництві.

**Методи дослідження** базуються на положеннях теорії штучних нейронних мереж (для розробки моделей семантичного пошуку, класифікації та рекомендацій у системах електронної комерції), а також на принципах об'єктно-орієнтованого програмування та клієнт-серверних архітектур (для програмної реалізації запропонованого методу у вигляді мобільного додатку та серверної частини).

## ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

- Провести аналіз існуючих рішень у сфері розробки мобільних додатків для електронної комерції та визначити їх недоліки.
- Побудувати метод розробки мобільного додатку для електронної комерції в будівельній галузі.
- Реалізувати програмний прототип мобільного додатку та провести експериментальну перевірку ефективності запропонованого методу.



**Наукова новизна отриманих результатів:** отримав подальший розвиток метод розробки мобільного додатку для електронної комерції в будівельній галузі, який поєднує адаптивну архітектуру, можливість інтеграції з корпоративними системами управління та використання елементів штучного інтелекту для підвищення ефективності комерційних процесів.

**Практичне значення отриманих результатів:**

- Розроблено програмний інструмент - мобільний додаток для електронної комерції в будівельній галузі, який реалізує запропонований метод та забезпечує виконання ключових функцій: пошуку, фільтрації, класифікації товарів, логістичних розрахунків та формування рекомендацій.
- Розроблено методику проведення експериментальних досліджень для оцінювання ефективності запропонованих моделей пошуку, структуризації каталогу, рекомендаційних алгоритмів та логістичних обчислень у рамках створеного програмного забезпечення.

## АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на Міжнародній науковій інтернет-конференції "Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення" (випуск 105) , 11-12 грудня 2025 р. (м. Київ)

<http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2403/>



## ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Назва критерію	Опис критерію	Робота	K1	K2	K3	K4	K5
Функціональна повнота та технічна реалізація (K1)	Наскільки застосунок або система охоплює всі необхідні бізнес-процеси і наскільки технічно якісно реалізовані ці функції (продуктивність, стабільність, швидкість обробки даних).	1. Sharma R., Gupta V. Digital transformation and e-commerce in construction industry: a prospective assessment // Academy of Accounting and Financial Studies Journal. 2021. Vol. 20(1). P. 701.	0,8	0,4	0,6	0,4	0,8
Зручність користування (K2)	Наскільки інтерфейс інтуїтивний, простий і адаптований до умов будівельної галузі	2. Almeida F., Duarte Santos J., Monteiro J.A. Panorama of mobile device applications: Apps for construction industry // Emerald Open Research. 2020. Vol. 2(4).	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6
Інтегрованість і сумісність із бізнес-процесами (K3)	Здатність рішення інтегруватися з іншими системами - ERP, CRM, CAD/BIM, системами обліку чи логістики. Високий рівень інтеграції забезпечує безперервність даних і зменшує дублювання операцій.	3. Jing W. Construction of an E-Commerce System Based on 5G and Internet of Things Technology // International Journal of Innovative Science and Technology. 2022.	0,8	0,2	0,5	0,8	0,4
Економічна ефективність та бізнес-цінність (K4)	Наскільки впровадження рішення сприяє зниженню витрат, підвищенню продуктивності, зростанню продажів чи ефективності закупівель.	4. Pratama A., Hidayat R. Development of Web-Based Building Materials Store with Cross-Selling Method // IJISTECH. 2022.	0,5	0,9	0,4	0,6	0,8
Надійність, безпека та довіра користувачів (K5)	Захист даних користувачів і забезпечення стабільної, безпечної роботи системи. Також важливим є рівень довіри до платформи з боку компанії і клієнтів.	5. Karim M. Readiness of SMEs in construction sector towards e-commerce adoption // Journal of Business Administration Research. 2020.	0,7	0,6	0,9	0,7	0,8
		6. Li H., Chen Y. Digital platforms in the AEC supply chain: systematic review // Automation in Construction. 2023.	0,7	0,4	0,9	0,8	0,9
		7. Zhou X. Smart construction technologies and IoT in building industry // Construction Management and Economics. 2024.	0,6	0,8	0,7	0,8	0,6
		8. Bibri S.E. AI and data-driven construction logistics // Advanced Engineering Informatics. 2023.	0,6	0,7	0,7	0,9	0,8
		9. Rocha H., Lima C., Almeida F. Intelligent recommender systems for e-commerce using AI // Proceedings of the 15th International Conference on Computer Systems and Technologies. 2023.	0,4	0,9	0,6	0,7	0,7
		10. Nuseibeh S., Elzagzoug A. Mobile app usability evaluation for e-commerce platforms // Journal of Systems and Information Technology. 2021.	0,9	0,7	0,8	0,7	0,8

На основі аналізу визначено, що найбільш ефективними є методи, які спираються на поєднання IoT-технологій, хмарних сервісів і високої інтеграції з бізнес-процесами, оскільки вони забезпечують не лише технічну стабільність, але й оптимізують логістику та управління закупівлями. Водночас методи, що базуються на персоналізації або оптимізації UX, мають високі показники зручності, але поступаються в масштабованості та інтегрованості.

## БАЗИС РОЗРОБКИ МЕТОДУ

### Метод базується на поєднанні:

- формальних математичних моделей (каталог, пошук, фільтрація, логістика);
- неймережевої моделі семантичного аналізу даних;
- клієнт-серверної архітектури мобільного додатку.

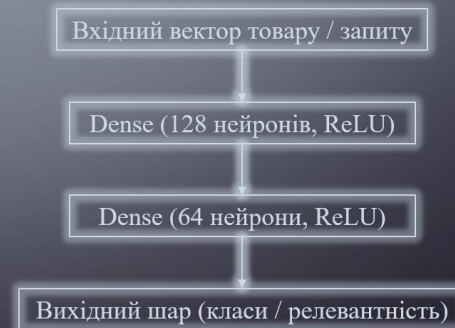
### Конструктивні параметри:

- Вхідні дані - вектор параметрів матеріалу (категорія, технічні характеристики, опис);
- Функції активації - ReLU;
- Навчання - з учителем;
- Використання – семантичний пошук, класифікація, рекомендації.

Тип неймережі: багатошаровий перцептрон (MLP)

### Неймережа використовується для:

- семантичного зіставлення запитів і товарів;
- класифікації будівельних матеріалів;
- формування рекомендацій;
- адаптації системи до поведінки користувачів.



## МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТОДУ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Математичне забезпечення методу формалізує процеси представлення будівельних матеріалів, пошуку, фільтрації, класифікації та оцінки ефективності роботи мобільного додатку.

### Модель структури каталогу

$$G = (V, E)$$

де  $V$  - множина категорій і товарів,  
 $E$  - ієрархічні зв'язки між ними.

Така модель дозволяє формалізувати складну номенклатуру будівельних матеріалів.

### Функція релевантності

$$R(x_i, Q) = \sum_{j=1}^m w_j \cdot \text{sim}(q_j, x_{ij})$$

Функція релевантності визначає ступінь відповідності товару запиту.

Вагові коефіцієнти  $w_j$  можуть адаптуватися неймережевою моделлю.

### Модель пошуку

$$S(Q) = \{x_i \mid x_i \text{ задовольняє умови запиту } Q\}$$

Пошук визначається як множина товарів, що відповідають параметрам запиту користувача.

### Модель фільтрації

$$F_c(Q) = \bigcap_{j=1}^k F_j(Q)$$

Композиційна фільтрація дозволяє обробляти багатопараметричні запити, характерні для будівельної галузі.

Запропоноване математичне забезпечення створює формальну основу для інтеграції нейромережових механізмів і подальшої програмної реалізації методу.

### Інтегральний критерій ефективності

$$K = a_1 C_s + a_2 U_r + a_3 S_m + a_4 A_c + a_5 T_s$$

Інтегральний критерій використовується для комплексної оцінки ефективності роботи системи.

## ЕТАПИ МЕТОДУ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

### Етап 1. Аналіз вимог

- аналіз бізнес-процесів будівельної електронної комерції;
- визначення функціональних і нефункціональних вимог;
- формування сценаріїв використання.

### Етап 2. Формалізація предметної області

- побудова ієрархії каталогу будівельних матеріалів;
- визначення множини параметрів товарів;
- формування векторного подання даних.

### Етап 3. Вибір математичних і нейромережових моделей

- вибір математичних моделей пошуку та фільтрації;
- визначення архітектури нейромережової моделі (MLP);
- інтеграція НМ у механізм релевантності та класифікації.

### Етап 4. Проектування архітектури

- клієнт-серверна архітектура;
- REST API;
- взаємодія з базою даних і НМ-модулями.

### Етап 5. Програмна реалізація

- реалізація мобільного застосунку;
- серверна логіка;
- реалізація пошуку, фільтрації, рекомендацій.

### Етап 6. Інтеграція та тестування

- модульне та інтеграційне тестування;
- перевірка продуктивності;
- виявлення вузьких місць.

### Етап 7. Оцінка ефективності

- застосування інтегрального критерію;
- порівняння точного та семантичного пошуку;
- аналіз результатів експериментів.

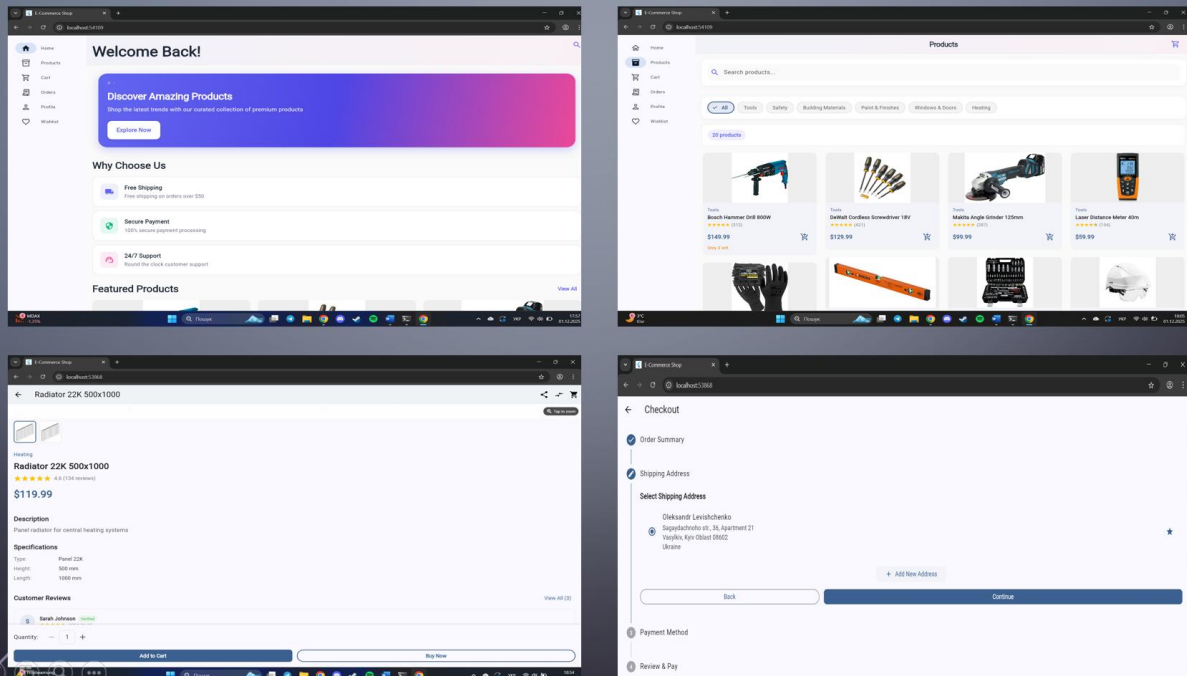
## РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ МЕТОДУ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ



Архітектура розробленої системи

Схема загального алгоритму роботи програмного комплексу

## ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСТОСУНКУ НА ОСНОВІ ЗАПРОПОНОВАНОГО МЕТОДУ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ



## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ

### Умови проведення експериментів

- тестовий каталог будівельних матеріалів;
- база даних MySQL;
- типові користувацькі запити (пошук, фільтрація, рекомендації);
- порівняння класичного параметричного пошуку та семантичного пошуку з НМ.

### Основні показники оцінювання

- точність пошуку та релевантність результатів;
- швидкість обробки запитів;
- навігаційний час користувача;
- ресурсоемність серверної частини;
- інтегральний критерій ефективності K.

Показник	Класичний підхід	Запропонований метод
Точність пошуку	нижча	вища
Релевантність результатів	середня	висока
Навігаційний час	більший	менший
Ресурсоемність	вища	нижча
Інтегральний критерій K	менше	більше

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- У кваліфікаційній роботі вирішено актуальну науково-практичну задачу підвищення ефективності створення та функціонування мобільних додатків для електронної комерції в будівельній галузі шляхом розробки формалізованого методу, що поєднує математичні моделі представлення даних, пошуку, фільтрації та логістики з неймережевими механізмами семантичного аналізу. Запропонований підхід враховує специфіку будівельного ринку, складну структуру номенклатури матеріалів та багатопараметричний характер користувацьких запитів.
- Отримав подальший розвиток метод розробки мобільного додатку для електронної комерції, який, на відміну від існуючих підходів, базується на гібридному поєднанні графової моделі каталогу з неймережовим векторним поданням параметрів товарів, неймережової моделі семантичного пошуку та удосконаленої моделі фільтрації. Це забезпечує інтелектуалізацію процесів пошуку, класифікації та рекомендацій, а також створює умови для адаптації системи до поведінки користувачів без ускладнення архітектури мобільного додатку.
- Проведено експериментальну верифікацію запропонованого методу, яка підтвердила його практичну ефективність. Отримані результати свідчать про підвищення релевантності пошукових результатів, скорочення навігаційного часу користувачів та зниження ресурсоемності серверної частини порівняно з класичними параметричними підходами. Це підтверджує доцільність використання неймережових механізмів у складі мобільних систем електронної комерції для будівельної галузі.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Додаток б

Фрагмент коду клас Product для подання будівельного матеріалу

```
class Product {  
    final String id;  
    final String name;  
    final String description;  
    final double price;  
    final String imageUrl;  
    final String category;  
    final String brand;  
    final double rating;  
    final int reviewCount;  
    final bool isInStock;  
    final bool onSale;  
    final int stockQuantity;  
    final List<String> images;  
    final Map<String, String> specifications;  
  
    Product({  
        required this.id,  
        required this.name,
```