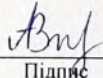
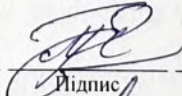


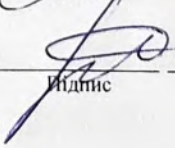
## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей


Галузь знань 12 – Інформаційні технології  
Шифр і назва галузі знань  
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки  
Шифр і назва спеціальності  
Освітня програма Комп'ютерні науки  
Назва освітньої програми

Виконала: студентка групи КН-20-1  Аліна ВОЛЬСЬКА  
Група виконавця Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: Ph.D, ст. викладач каф. КН  Павло РАДЮК  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтроль: к.т.н., доц. каф. КН  Руслан БАГРІЙ  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КН, д.т.н., професор  Олександр БАРМАК  
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

24 червня 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

Освітній ступінь бакалавр

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук

(підпис)

д.т.н., професор Олександр БАРМАК

« 16 » « 02 » 2024 року

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей»

2. Завдання видано студентці Аліні Вольській  
(Ім'я, прізвище)

3. Керівник роботи ст. викладач кафедри КН Павло Радюк  
(посада, ім'я, прізвище)

4. Затверджено наказом університету від « 15 » « 02 » 2024 р. № 8

5. Дата видачі завдання студенту: « 16 » « 02 » 2024 р.

6. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Мета роботи – покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей. Також необхідно виконати такі завдання: провести аналіз предметної області; розробити метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням; навести архітектуру використовуваної моделі машинного навчання; створити проектну архітектуру вебсистеми та спроектувати відповідну БД; виконати підготовку робочих вхідних даних; виконати програмну реалізацію вебсистеми, провести її тестування; виконати дослідження ефективності для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.

7. Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра:

№	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи бакалавра з керівником, складання календарного графіка виконання роботи	січень 2024	Виконано
2	Ознайомлення з предметною областю, формулювання мети та задач дослідження, визначення об'єкта та предмета дослідження	лютий 2024	Виконано
3	Проектування та розробка загальної архітектури програмного забезпечення, інтерфейсу користувача, вибір засобів реалізації програмного забезпечення	березень 2024	Виконано
4	Створення та тестування програмного забезпечення	квітень 2024	Виконано
5	Написання пояснювальної записки, урахування зауважень керівника, оформлення згідно вимог	травень 2024	Виконано
6	Розробка презентаційних матеріалів та попередній захист кваліфікаційної роботи	травень 2024	Виконано
7	Отримання відгуку керівника, рецензії, перевірка на плагіат, нормоконтроль	червень 2024	Виконано
8	Підготовка до захисту та захист кваліфікаційної роботи бакалавра	червень 2024	Виконано

Виконавець: студентка групи КН-20-1

Група виконавця

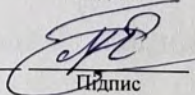
  
Підпис

Аліна ВОЛЬСЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник: Ph.D, ст. викл. каф. КН

Науковий ступінь, посада

  
Підпис

Павло РАДЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

## Анотація

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей»

Виконавець кваліфікаційної роботи бакалавра: студентка групи КН-20-1 Аліна Вольська

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра: Ph.D, ст.викладач кафедри КН Павло Радюк

Кваліфікаційна робота бакалавра містить:

Пояснювальна записка				Кількість додатків
Сторінок	Рисунків	Таблиць	Джерел інформації	
69	29	14	33	4

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей. Для розробки вебсистеми було використано середовище програмування «PyCharm», мову програмування «Python», «HTML» «CSS» для створення вебсторінок, мову «JavaScript» для створення ефектів на вебсторінках, фреймворк «Flask», СКБД «SQLServer».

Розроблена система призначена для надання користувачам інструментів для планування та рекомендацій необхідного туристичного спорядження з використанням моделей машинного навчання. Вебсистема орієнтована на широкий спектр користувачів, включаючи початківців, які лише починають свій туристичний шлях, та досвідчених мандрівників, які шукають оптимальні рішення для своїх подорожей.

Ключові слова: вебсистема, моделі машинного навчання, рекомендації туристичного спорядження.

Виконавець: студентка групи КН-20-1

Група виконавця

Аліна  
Підпис

Аліна ВОЛЬСЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

## Зміст

Перелік скорочень .....	4
Вступ.....	5
Розділ 1 Характеристика предметної області рекомендації вибору туристичного спорядження.....	7
1.1 Аналіз інформаційних моделей щодо надання рекомендацій по вибору туристичного спорядження .....	7
1.2 Огляд теоретичних підходів до розв’язку задачі рекомендації вибору туристичного спорядження .....	13
1.3 Аналіз існуючих програмних засобів та наукових рішень.....	16
1.4 Мета, задачі та вимоги до реалізації вебсистеми організації туристичних подорожей .....	19
Розділ 2 Розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження.....	21
2.1 Схеми методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням .....	21
2.2 Архітектура використовуваної нейронної мережі.....	23
2.3 Проектна архітектура вебсистеми організації туристичних подорожей та взаємозв’язок компонентів.....	26
2.4 Проектування бази даних вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій .....	28
2.5 Підготовка робочих вхідних даних для вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій.....	35
2.6 Особливості використання спеціалізованих програмних компонентів .....	37
2.7 Висновки до розділу 2 .....	39
Розділ 3 Експериментальне дослідження методу рекомендації вибору туристичного спорядження .....	41
3.1 Визначення шляхів дослідження та засобів створення вебсистеми організації туристичних подорожей.....	41

3.2 Вибір засобів розробки вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій .....	41
3.3 Структура та функціональне призначення програмних складових вебсистеми організації туристичних подорожей.....	44
3.4 Особливості реалізації програмних складових вебсистеми організації туристичних подорожей .....	46
3.5 Тестування вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій та вимоги до розгортання .....	49
3.6 Аналіз функціональності вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій .....	54
3.7 Результати досліджень .....	58
3.8 Висновки до розділу 3 .....	62
Загальні висновки.....	64
Перелік посилань.....	67
Додатки	

**Перелік скорочень**

<b>Скорочення, термін, позначення</b>	<b>Пояснення</b>
NLP	Natural language processing
ІІ	Штучний інтелект
BoW	Bag of Words
TF-IDF	Term Frequency – Inverse Document Frequency
BERT	Bidirectional Encoder Representations from Transformers
КРБ	Кваліфікаційна робота бакалавра
БД	База даних
СКБД	Система керування базами даних
ER	Entity Relationship
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
API	Application Programming Interface

## Вступ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена покращенню вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей.

**Актуальність.** Туризм – це надзвичайно популярна сфера діяльності, яка привертає мільйони людей з усього світу. Проте, не всі мають достатній досвід або знання, щоб ефективно організовувати свої подорожі, особливо у виборі необхідного туристичного спорядження. В цьому контексті розробка рекомендаційної системи для вибору туристичного спорядження стає надзвичайно актуальною.

Використання вебсистем для організації туристичних подорожей дозволяє людям зручно та ефективно планувати свої відпустки, проте, багато людей стикаються з проблемою вибору необхідного спорядження для подорожей. Складне розуміння та вибір правильного спорядження може стати перешкодою для багатьох туристів, особливо для початківців.

Розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження, який базується на машинному навчанні, значно спростить цей процес для користувачів. Така система з реалізованим методом рекомендації вибору туристичного спорядження покращить вибір туристичного спорядження для організації туристичних подорожей, а також покращити загальний досвід подорожування для користувачів.

**Об'єкт дослідження** – процес вибору туристичного спорядження у вебсистемі організації туристичних подорожей.

**Предмет дослідження** – методи та технології машинного навчання у рекомендаційних системах.

**Мета кваліфікаційної роботи бакалавра** – покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей

**Завдання кваліфікаційної роботи бакалавра** – Провести аналіз предметної області щодо рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням. Розробити метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням. Навести архітектуру використаної моделі машинного навчання. Створити проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій та спроектувати відповідну базу даних. Виконати підготовку робочих вхідних даних. Виконати програмну реалізацію вебсистеми, що буде реалізовувати метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням. Провести тестування створеної вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій. Виконати дослідження ефективності для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.

## **Розділ 1 Характеристика предметної області рекомендації вибору туристичного спорядження**

### **1.1 Аналіз інформаційних моделей щодо надання рекомендацій по вибору туристичного спорядження**

Сьогодні активний відпочинок набуває все більшої популярності, що відображається в зростаючому інтересі до різноманітних видів спорту на свіжому повітрі та екстремальних видів діяльності

По-перше, зростання популярності активного відпочинку пов'язане з усвідомленням важливості фізичного здоров'я, адже все більше людей розуміють, що регулярна фізична активність сприяє зниженню ризику розвитку хронічних захворювань, таких як серцево-судинні захворювання, діабет і ожиріння. Активний відпочинок, такий як піші прогулянки, катання на велосипеді, плавання та інші види спорту, стає ефективним засобом підтримки фізичної форми та загального благополуччя [1].

По-друге, сучасний стиль життя, часто пов'язаний з тривалою роботою в офісах і сидячою діяльністю, викликає потребу в регулярних перервах на свіжому повітрі та активному відпочинку. Люди прагнуть втекти від стресів і рутини, шукаючи нових вражень і пригод на природі. Такий відпочинок не лише забезпечує фізичне навантаження, але й допомагає знизити рівень стресу, покращує настрій і сприяє психічному здоров'ю [2]

По-третє, розвиток технологій та доступність інформації значно сприяють зростанню популярності активного відпочинку. Завдяки інтернету та соціальним мережам люди можуть легко знайти інформацію про нові місця для активного відпочинку, отримати поради від експертів та інших мандрівників, а також придбати необхідне спорядження. Онлайн-платформи і мобільні додатки також надають можливість планувати маршрути, бронювати послуги та отримувати рекомендації в реальному часі, що робить організацію активного відпочинку більш зручною та доступною [3].

Крім того, все більше компаній і організацій визнають важливість підтримки активного способу життя своїх співробітників. Багато корпорацій впроваджують програми здоров'я та благополуччя, які включають активні заходи, такі як командні змагання, фітнес-класи та корпоративні подорожі, що сприяє не лише підвищенню рівня фізичної активності, але й покращенню командного духу та загальної атмосфери в колективі [4].

Туристична подорож, як один із видів активного відпочинку, являє собою організоване переміщення людини або групи людей з метою ознайомлення з новими місцями, культурними та природними об'єктами, активного проведення часу та відпочинку. Вона передбачає тимчасовий вихід з постійного місця проживання та часто пов'язана з певними фізичними навантаженнями та підготовкою [5]. Туристичні подорожі можна класифікувати на різні види в залежності від їх характеру:

- пішохідні подорожі включають маршрути, що проходять через гори, лісові масиви або інші природні ландшафти;
- водні подорожі можуть включати сплави по річках або подорожі на байдарках та каное;
- автомобільні подорожі забезпечують комфортне пересування між різними туристичними точками;
- експедиційні подорожі, зокрема, передбачають дослідження важкодоступних місцевостей і часто пов'язані з науковими або екологічними цілями.

Для забезпечення комфортного та безпечного проведення туристичної подорожі важливо правильно підбирати туристичне спорядження. Якісно підібране спорядження не тільки підвищує рівень комфорту, але й забезпечує безпеку мандрівників у різних умовах. Наприклад, відповідний рюкзак, спальний мішок, намет та одяг значно впливати на загальний досвід подорожі. Правильно обране спорядження забезпечує необхідний захист від погодних умов, зручність при транспортуванні речей та ефективність виконання запланованих активностей мети [6].

Туристичне спорядження має різноманітні елементи, кожен з яких має специфічні характеристики та параметри для підбору, що залежать від типу активності, кліматичних умов та тривалості мандрівки.

Одним з основних видів туристичного спорядження є рюкзаки. Вибір рюкзака залежить від кількох декількох параметрів. По-перше, об'єм рюкзака визначається залежно від тривалості подорожі. Для коротких походів достатньо рюкзака об'ємом від 20 до 40 літрів, тоді як для багатоденних походів оптимальним буде рюкзак на 50-70 літрів. Для експедиційних подорожей, що тривають декілька тижнів, можуть знадобитися рюкзаки об'ємом понад 70 літрів. Система підвіски рюкзака є важливою для забезпечення комфорту під час носіння, оскільки вона допомагає рівномірно розподілити вагу та зменшити навантаження на спину. Матеріали, з яких виготовлений рюкзак, повинні бути водонепроникними та зносостійкими, що забезпечує його довговічність та захист вмісту від несприятливих погодних умов [7].

Спальні мішки є ще одним елементом туристичного спорядження. Вибір спального мішка базується на температурному режимі, формі та типі наповнювача. Температурний режим спального мішка повинен відповідати умовам подорожі, щоб забезпечити тепло та комфорт під час сну. Існують три основні категорії спальних мішків за температурним режимом: літні, трьохсезонні та зимові. Форма спального мішка також впливає на його ефективність та комфорт. Наприклад, мумієподібні спальні мішки краще зберігають тепло, тоді як прямокутні моделі забезпечують більше простору для руху. Наповнювачі спальних мішків можуть бути синтетичними або натуральними (пух) [8].

Намети є незамінним спорядженням для ночівлі на відкритому повітрі. При виборі намету варто враховувати його вагу, конструкцію, місткість та водонепроникність. Легкі намети підходять для піших походів, де кожен грам на вагу має значення. Конструкція намету визначає його стійкість до вітру та дощів, а також швидкість і простоту встановлення. Місткість намету залежить від

кількості людей, що в ньому будуть ночувати, тому варто вибрати намети з урахуванням цього параметру. Водонепроникність забезпечується використанням спеціальних матеріалів та просочень, які захищають від дощу та вологи

Крім основних елементів, важливим є вибір туристичного одягу та взуття. Одяг повинен бути функціональним, зручним та відповідати погодним умовам. Багатошаровий принцип одягу дозволяє адаптуватися до зміни температури та умов. Взуття повинне бути міцним, водонепроникним і забезпечувати надійну підтримку стопи, щоб уникнути травм під час тривалих походів [9].

Вибір туристичного спорядження є важливим і відповідальним процесом, який потребує певних знань та досвіду. Професійні туристи та інструктори, які мають багаторічний досвід у подорожах, здатні обирати спорядження з урахуванням специфіки маршруту, кліматичних умов та індивідуальних потреб мандрівників. Вони знають, які матеріали та конструкції найкраще підходять для певних видів подорожей, та можуть порадити надійні бренди та моделі спорядження. Для людей, які мають мало досвіду у туристичних подорожах, процес вибору спорядження може виявитися складним та заплутаним. Вони можуть не знати, на що саме звернути увагу при покупці спорядження, які параметри є найважливішими, та як уникнути поширених помилок. Тому новачкам рекомендується консультуватися з професіоналами або досвідченими мандрівниками, а також звертати увагу на огляди та рейтинги спорядження у спеціалізованих джерелах [10].

Сьогодні на допомогу людям, які планують туристичну подорож, приходять вебсистеми організації туристичних подорожей, з функцією рекомендації вибору туристичного спорядження. Вебсистеми організації туристичних подорожей являють собою спеціалізовані платформи, призначені для полегшення планування, організації та управління туристичними подорожами. Дані системи мають різні функції, які допомагають користувачам ефективно підготуватися до подорожей, включаючи бронювання транспорту і

проживання, створення маршрутів, обмін досвідом з іншими мандрівниками та отримання рекомендацій щодо туристичного спорядження

Однією з важливих функцій вебсистем організації туристичних подорожей є створення рекомендацій щодо вибору туристичного спорядження. Ця функція спрямована на надання користувачам індивідуалізованих порад, базуючись на аналізі різних факторів, таких як тип подорожі, кліматичні умови, тривалість перебування, а також особисті потреби та вподобання мандрівників.

Рекомендаційні системи - це програмні засоби, які допомагають користувачам знаходити і вибирати продукти, послуги або інші об'єкти інтересу відповідно до їхніх потреб і вподобань. Вони працюють за різними принципами, але зазвичай вони використовують алгоритми обробки даних для аналізу історичних даних про користувачів та предмети рекомендації.

Одним із основних принципів роботи рекомендаційних систем є фільтрування за інтересами. Інші системи можуть використовувати колаборативний або контент-базований підхід.

Рекомендаційні системи працюють на основі різноманітних даних, таких як історія взаємодії користувача з системою, відгуки, описи товарів, демографічні дані, інформація про вподобання та інші параметри. Вони використовують ці дані для створення моделей, які можуть передбачати, що користувачам сподобається і рекомендувати відповідні об'єкти [11].

Такі системи у туризмі спрощують процес планування подорожей, надаючи користувачам можливість швидко та зручно знаходити інформацію про транспорт, проживання, туристичні маршрути та визначні місця. Крім того, актуальність вебсистем організації туристичних подорожей зумовлена їх здатністю забезпечувати доступ до інформації в режимі реального часу. Наприклад, користувачі можуть оперативно отримувати доступ до інформації та отримувати рекомендації щодо туристичної подорожі, яку планують [12].

Після проведення аналізу інформаційних моделей предметної області визначено сутності, їх характеристики та атрибути (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Інформаційна модель предметної області вебсистеми організації туристичних подорожей

№	Сутність	Опис	Атрибути
1	Користувач	Користувачі вебсистеми організації подорожей	Логін, Пароль, Ім'я, Дата реєстрації
2	Подорож	Подорожі, які планують користувачі та можуть брати участь у створених подорожах інших користувачів	Дата/час початку, Дата/час закінчення, учасники подорожі, спорядження подорожі
3	Локація	Місце, куди відбуватиметься подорож	Місто, країна, координати
4	Рекомендації	Рекомендації щодо спорядження, яке необхідно взяти в подорож	Дата/час створення, користувач, яким створена, список спорядження, запит користувача
5	Спорядження	Різноманітне спорядження, яке користувач братиме у подорож	Назва, ціна, категорія

Отже, в сучасному світі зростає популярність туризму, а це призводить до збільшення числа подорожей та різноманіття туристичних напрямків. Однак, при виборі спорядження туристи часто стикаються з проблемою великого обсягу інформації та вибором оптимальних варіантів. Тому розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей є актуальною.

## 1.2 Огляд теоретичних підходів до розв'язку задачі рекомендації вибору туристичного спорядження

Завдання формування рекомендації вибору туристичного спорядження за для вебсистеми організації туристичних подорожей можна віднести до задач обробки природної мови (Natural language processing, NLP). Техніки NLP допомагають комп'ютерам аналізувати, розуміти та реагувати на людей, використовуючи природні способи спілкування: мовлення та письмовий текст.

Обробка природної мови працює різними способами. NLP на основі ШІ використовує алгоритми машинного навчання для обробки та генерації людської мови. Rule-based NLP передбачає створення набору правил або шаблонів для аналізу та генерації мовних даних. Statistical NLP використовує статистичні моделі, отримані з великих наборів даних, для аналізу та прогнозування мовних аспектів. Гібридний підхід NLP поєднує всі три підходи [13].

Для розробки методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей, необхідно слідувати наступним крокам:

1. Отримати векторні представлення слів (векторизація).
2. Обчислення семантичної близькості слів у векторному просторі.

Векторизація текстових даних є одним із важливих кроків у перетворенні тексту в числові вектори для подальшої обробки алгоритмами машинного навчання. Існує кілька основних підходів до векторизації тексту

Один з них – метод мішка слів (Bag of Words, BoW), який створює вектор на основі частоти або наявності слів у тексті. Процес включає токенізацію тексту, створення словника унікальних слів і створення вектора для кожного тексту, де кожен елемент вектора відповідає слову зі словника і містить частоту його появи [14].

Іншим підходом є TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency), який оцінює важливість слова в документі відносно всієї колекції документів. Процес включає токенізацію тексту, розрахунок частоти кожного слова в

документі, обчислення зворотної частоти документа для кожного слова та множення TF на IDF [15].

Сучасні методи включають використання вбудованих слів (word embeddings) таких як Word2Vec, GloVe та FastText, які перетворюють слова у вектори в просторі високої розмірності, що враховують контекст слова. Word2Vec, наприклад, використовує дві архітектури – CBOW і Skip-gram – для навчання векторів слів на основі контексту. FastText розширює цей підхід, розглядаючи не тільки самі слова, але й їхні підслова, що покращує роботу з рідкісними та морфологічно багатими словами [16].

Обчислення семантичної близькості слів у векторному просторі дозволяє визначити схожість між словами на основі їхніх векторних представлень. Досягається це завдяки різним методам і метрикам, що оцінюють близькість векторів у багатовимірному просторі.

Однією з найпоширеніших метрик для оцінки семантичної близькості є косинусна схожість, яка вимірює косинус кута між двома векторами. Коли є векторне представлення для кожного слова, можна обчислити косинусний кут між ними. Він вимірюється як косинус кута між двома векторами відносно початку координат. Якщо кути відносно початку координат однакові, то косинус кута буде дорівнювати 1, що свідчить про повну схожість. Якщо вектори перпендикулярні, кут дорівнює 90 градусів, а косинус – 0, що означає відсутність схожості. Нарешті, якщо вектори напрямлені в протилежних напрямках, кут дорівнює 180 градусів, а косинус – (-1), що також свідчить про відсутність схожості (рисунк 1.1) [17].

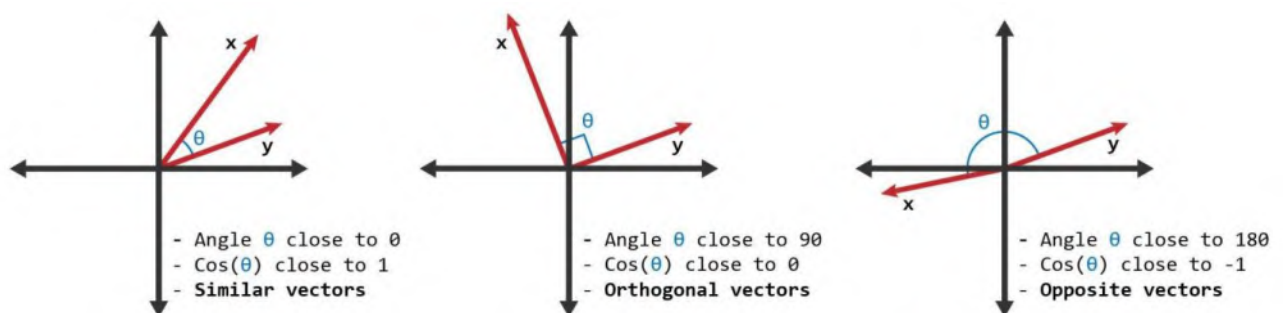


Рисунок 1.1. – Косинусна відстань [17]

Жаккардова відстань часто використовується для вимірювання схожості між множинами, також може бути адаптована для вимірювання відстані між векторами у текстових аналізах. Ця метрика надає інформацію про те, наскільки схожі два вектори, але не враховує напрямок або розташування цих векторів у просторі. Для розрахунку Жаккардової відстані між двома векторами, спочатку потрібно знайти кількість елементів, які вони мають спільні, потім ця кількість ділиться на загальну кількість унікальних елементів у обох векторах (включаючи спільні) [18].

BERT – це модель глибокого навчання, розроблена компанією Google, яка стала важливим інструментом для багатьох завдань обробки природної мови, включаючи обчислення семантичної близькості слів у векторному просторі.

Щоб обчислити семантичну близькість слів у векторному просторі за допомогою BERT, можна використовувати два підходи: використання векторного представлення слів та використання супермоделі BERT.

Використання векторного представлення слів підходить для використання попередньо навченої моделі BERT, яка надає векторне представлення для кожного слова. Семантична близькість слів потім може бути обчислена за допомогою стандартних метрик схожості векторів, таких як косинусна схожість.

Можна використовувати супермодель BERT для порівняння семантичної схожості двох або більше слів у контексті речення або тексту. Зазвичай такий підхід використовується для визначення семантичної схожості між реченнями або фразами, а не конкретними словами [19].

Отже, засоби обробки природної мови, допоможуть в розробці методу рекомендаційного вибору туристичного спорядження за допомогою машинного навчання для вебсистеми організації туристичних подорожей. Таким чином вебсистема аналізуватиме текстові дані для надання персоналізованих рекомендацій стосовно туристичного спорядження, що покращить процес вибору для користувачів.

### 1.3 Аналіз існуючих програмних засобів та наукових рішень

На сучасному ринку існує безліч вебсистем організації туристичних подорожей, які надають широкий спектр функцій для сприяння в плануванні та здійсненні подорожей, наприклад:

- пошук туристичних пропозицій, наприклад, тури, готелі, авіаквитки та інші послуги;
- бронювання та оплата туристичних послуг;
- поради та рекомендації щодо планування подорожей;
- створення та керування власними маршрутами подорожей;
- обмін досвідом, порадами та відгуками про подорожі.

Хоча деякі з цих вебсистем містять рекомендації по підборі туристичного спорядження, проте вони часто базуються на загальних стандартах та враховують лише загальні потреби, і не надають можливості індивідуального підбору туристичного спорядження, який враховував би особисті вподобання, стиль подорожі, погодні умови та інші фактори, що впливають на вибір спорядження.

Наприклад, інструмент AI Travel Assistant від Prompt AI Tools [20] формує рекомендацію для подорожі за такими параметрами користувача як місяць для подорожі, кількість днів, тип подорожі та кількість людей, бажане місце призначення подорожі (рисунок 1.2).

На сьогоднішній день існує велика кількість онлайн-магазинів з туристичним спорядженням, що пропонують широкий вибір товарів для будь-яких типів подорожей. Деякі з них навіть використовують технології рекомендаційних систем, які включають блоки «вам може сподобатись» або «подібні товари», щоб допомогти користувачам знайти товари, які відповідають їхнім потребам.

### AI Travel Assistant

Reason for Travel:  
Relaxing and rejuvenating

Month Visiting:  
July

Number of Days:  
10

Number of People:  
2

Any Preferred Destination:  
Enter preferred City, Country or Tourist spot, you would like to visit.  
You don't have preference, AI will recommend a destination for you.

Submit Refresh


Based on your travel reason of "Relaxing and rejuvenating", I would recommend a trip to Bali, Indonesia for a duration of 10 days. Bali is known for its beautiful beaches, lush greenery, and a wide range of wellness activities that will help you relax and rejuvenate.

Рисунок 1.2 – Ассистент від Prompt AI Tools [20]

Хоча системи рекомендацій можуть враховувати деякі здобуті дані про попередні покупки або перегляди, вони часто не беруть до уваги індивідуальні вподобання, потреби або специфічні вимоги користувачів.


Наприклад, онлайн-магазин ForCamping пропонує широкий вибір товарів для кемпінгу та туризму. На рисунку 1.3 зображено рекомендовані товари та статті для товару туристичний льодоруб Camp Neve [21].

**ВАМ ТАКОЖ МОЖЕ СПОДОБАТИСЬ**




20 років  
Climball OHG  
Boulderball

1 639 грн




Стежки для системи  
Camp Ares Stickers

209 грн



21%  
Мінімум  
Camp Block Chalk  
120g


99 грн




21%  
Кішки  
Grivel G14 Cramp-O-Matic

8 129 грн


**СТАТТІ НА ТЕМУ**



**ТЕСТ: Страхувальний пристрій Petzl GriGri+**  
Що нового в страхувальному пристрої GriGri+ від Petzl? Чи підходить він для самостійно-пошукачів? Про це ви можете прочитати в нашому огляді від тестувальниці Терези Павлюк.



**Ігри на болдері та з мотузкою**  
У нашій статті ми підготували для вас кілька порад про те, як зробити болдеринг для дітей ще цікавішим.



**Скелелазіння для початківців**  
Що треба придбати, коли починаєте займатися скелелазінням?

**ПОДІБНІ ТОВАРИ ЗНАЙДЕТЕ В**

Туристичні рюкзаки  
Туристичні рюкзаки: Сетте  
Вантажівка

Водонепроникні Сетте  
Підштановки або шльопанці  
Самонадувні або самонадувні Сетте

Сорочки-футболки  
Сорочки-футболки: Сорочки-футболки  
Сетте

Ідеї аксесуарів  
Білих

Рисунок 1.3 – Рекомендовані до перегляду товари магазину ForCamping [21]

При перегляді товарів магазину можна побачити блок з товарами, що можуть сподобатись користувача та статті на тему. Як видно з рисунку, запропоновані до перегляду товари (окрім першого) та статті дійсно відносяться до скелелазіння, проте користувачу невідомо за яким принципом відбувається рекомендація товарів. Також у даному онлайн-магазині немає іншої рекомендаційної системи для індивідуального підбору туристичного спорядження.

Науковці постійно працюють над покращенням систем рекомендацій, щоб забезпечити більш точні, персоналізовані та ефективні рекомендації. Одним з основних напрямків досліджень є застосування методів машинного навчання та штучного інтелекту для покращення алгоритмів рекомендацій.

У статті [22] досліджено покращення ефективності персоналізованої системи рекомендацій. Для цього було вдосконалено традиційну модель алгоритму семантичних емоційних рекомендацій. Введено паралельний алгоритм видобутку правил, щоб рекомендації, запропоновані системою користувачам, були більш відповідні потребам клієнтів. Порівняно вдосконалену модель алгоритму семантичних емоційних рекомендацій з широко вживаною моделлю алгоритму колаборативного фільтрування рекомендацій. Однак у ході експериментальних досліджень автори статті виявили інші недоліки алгоритмів рекомендацій, такі як неможливість здійснювати точні персоналізовані рекомендації для людей різного віку та складність алгоритмів.

У статті [23] розглянуто використання глибокого навчання у рекомендаційних системах. Автори говорять про те, що існуючі лінійні моделі вже створили міцний фундамент для таких систем, але глибокі методи навчання дозволили покращити продуктивність та ефективність систем, щоб вони перевершили популярні лінійні методи, такі як колаборативне фільтрування. З моменту появи нейронних мереж дослідники намагалися застосовувати їх до різних обчислювальних завдань. Останні досягнення глибоких нейронних мереж у завданнях, таких як комп'ютерне зорове сприйняття та обробка природної

мови, дозволили їх використовувати в рекомендаційних системах з доведеними результатами, які перевершують лінійні методи.

Стаття надає загальний огляд технік глибокого навчання, які застосовуються до проблеми рекомендацій, охоплюючи техніки, які використовувалися для досліджень та промислових задач. Встановлено, що більшість технік глибокого навчання використовуються для розширення лінійної моделі з метою надання нелінійного моделювання. В основному, модель колаборативного фільтрування розширюється в цьому контексті.

Отже, розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження за допомогою машинного навчання для вебсистеми організації туристичних подорожей є дуже актуальною і перспективною з огляду на різні дослідження в галузі рекомендаційних систем. Застосування методів машинного навчання сприятиме більш ефективному та персоналізованому підбору туристичного спорядження, що збільшить задоволення користувачів.

#### **1.4 Мета, задачі та вимоги до реалізації вебсистеми організації туристичних подорожей**

Метою КРБ є покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей. Зважаючи на мету, необхідним є розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням, та програмного продукту у вигляді вебсистеми, що дозволить дослідити ефективність запропонованого методу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- виконати аналіз предметної області щодо рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- розробити метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- навести архітектуру використовуваної моделі машинного навчання;

- створити проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей та спроектувати відповідну БД;
- виконати підготовку робочих вхідних даних;
- виконати програмну реалізацію вебсайту, що буде реалізовувати метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- провести тестування створеної вебсистеми;
- виконати дослідження ефективності для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.

## **Розділ 2 Розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження**

### **2.1 Схема методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням**

Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням призначений для підбору туристичного спорядження за текстовим описом користувача, і має на меті перетворення вхідних даних у вигляді користувацького опису бажаного туристичного спорядження та текстових описів наявного туристичного спорядження та нейромережевої моделі машинного навчання у вихідні дані у вигляді  $n$ -рекомендацій двома альтернативними підходами.

Схема етапів методу рекомендації вибору туристичного спорядження наведена на рисунку 2.1. Схема має умовний поділ на 2 складові, так як буде реалізовано два альтернативних підходи: підхід на основі пошуку семантичної близькості за Жаккардовою відстанню, та підхід на основі пошуку семантичної близькості з використанням BERT-моделі. Для використання BERT-моделі необхідно спершу опис бажаного туристичного спорядження та наявні у базі описи перекласти на англійську мову, так як дана модель англійська. Натомість, метод що працює на основі Жаккардових відстаней працює з мовою оригіналу, тому Етап 0 для першого методу відсутній. Після проходження Етапу 0 утворюються проміжні дані, що формують описи туристичного спорядження та користувацький опис на англійській мові.

Етап 1 присвячений попередній обробці вхідного опису користувача та описів у базі. Включає в себе видалення стоп-символів та стоп-слів. Утворює проміжні дані у вигляді очищених описів туристичного спорядження та користувацький опис мовою оригіналу для першого методу, а також очищені описи туристичного спорядження та користувацький опис англійською мовою для другого методу на основі BERT.

Наступним етапом є векторизація. Тексти перетворюються у векторні представлення для обох методів. Перший метод векторизує текст з використанням методу CountVectorizer, а другий методом моделі BERT.

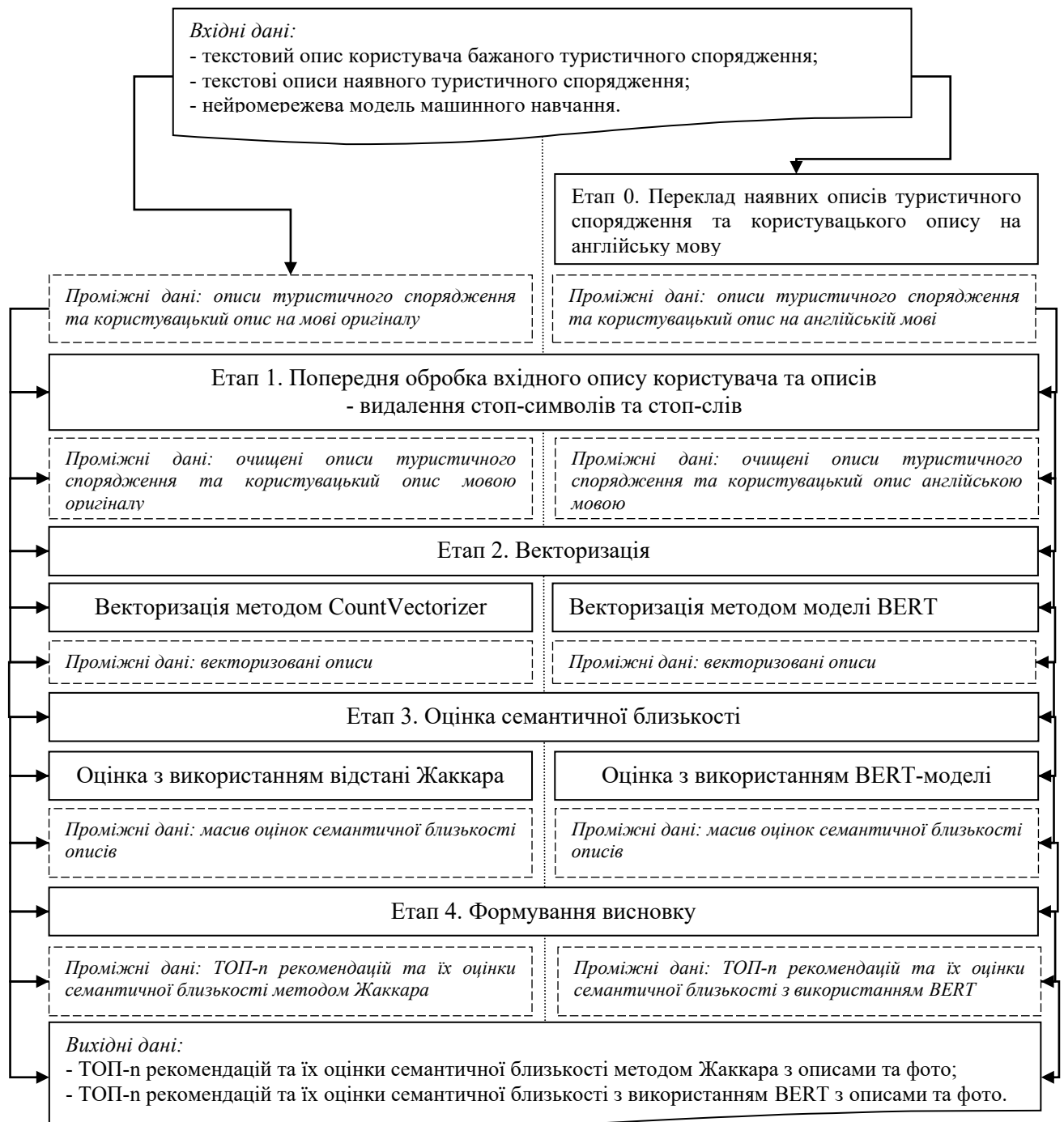


Рисунок 2.1 – Схема методу рекомендації вибору туристичного спорядження

Після етапу векторизації здійснюється етап оцінки семантичної близькості. Для першого підходу оцінка обчислюється з використанням відстані

Жаккара. Проміжними даними першого методу є масив оцінок семантичної близькості описів та уведеним користувацьким описом. Проміжними даними другого підходу є масив оцінок семантичної близькості описів та уведеним користувацьким описом отриманих з використанням BERT-моделі. Діапазони оцінок для першого та другого підходів від 0 до 1.

За знайденими оцінками семантичної близькості на етапі 4 відбувається формування висновку. Формуються окремо висновок для першого підходу, та для другого. Висновком для першого підходу є ТОП-n рекомендацій та їх оцінки семантичної близькості методом Жаккара, а для другого підходу – ТОП-n рекомендацій та їх оцінки семантичної близькості з використанням BERT.

Вихідними даними методу є ТОП-n рекомендацій та їх оцінки семантичної близькості методом Жаккара з описами та фото, та ТОП-n рекомендацій та їх оцінки семантичної близькості з використанням BERT з описами та фото.

Отже, сформовано метод рекомендації вибору туристичного спорядження. Наведено його схему та описано основні етапи роботи. Створений метод дозволяє покращити вибір туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей, та працює шляхом перетворення вхідних даних у вигляді користувацького опису бажаного туристичного спорядження та бази описів наявного туристичного спорядження у вихідні дані у вигляді n-рекомендацій двома альтернативними підходами.

## **2.2 Архітектура використовуваної нейронної мережі**

Для другого підходу реалізації методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням буде використано нейромережеву модель машинного навчання «BERT-base-uncased» [24]. Схематично нейромережева модель наведена на рисунку 2.2.

Архітектура BERT складається з блоків трансформерів, де кожен блок включає механізми уваги та шари нейронних мереж для обробки вхідного

тексту. Запропонована модель має 12 шарів (або рівнів) трансформерів. Кожен з цих шарів складається з багатоголових механізмів самоуваги і позиційних зворотних зв'язків, що дозволяють моделі враховувати як попередні, так і наступні слова в контексті кожного слова.

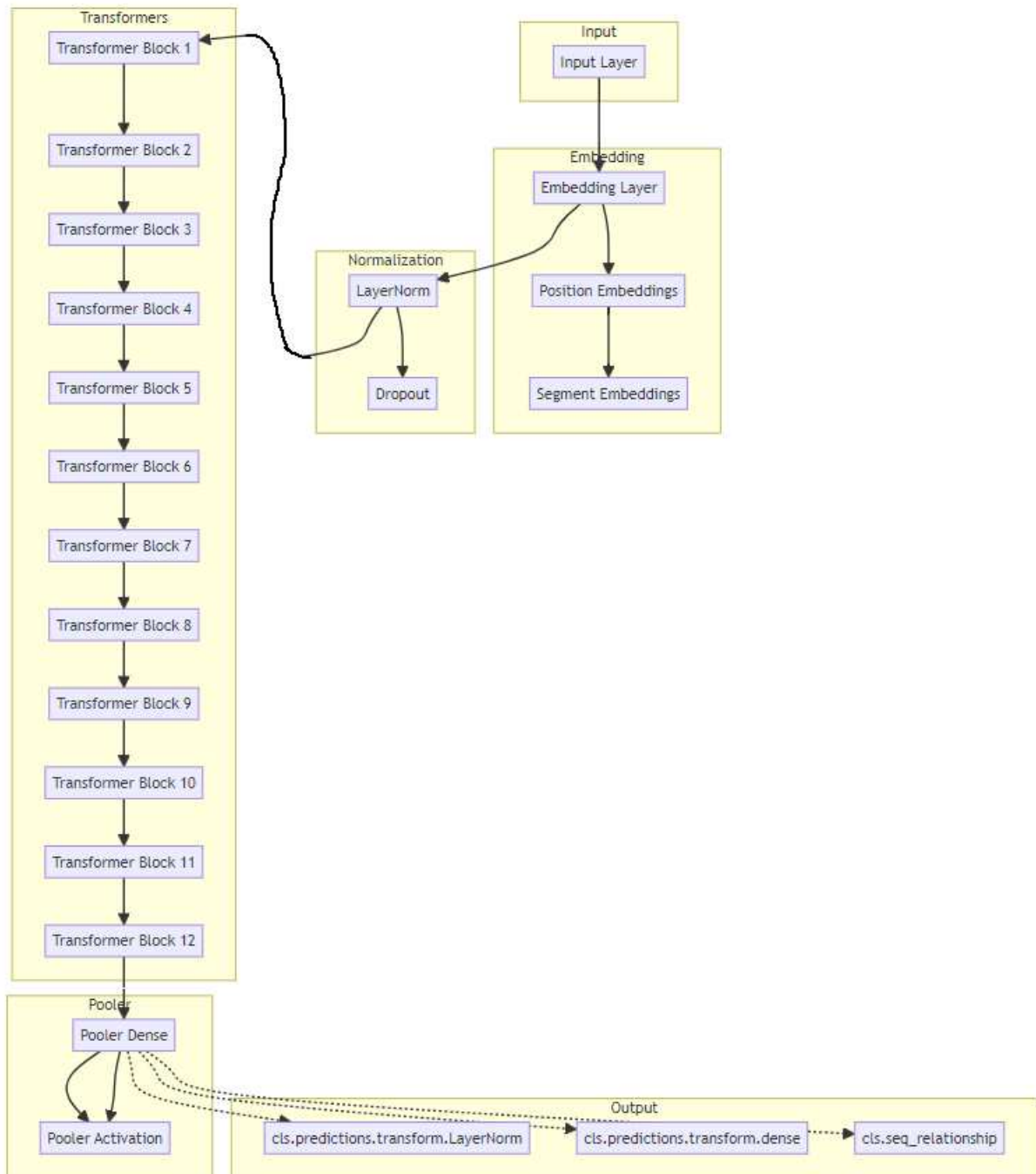


Рисунок 2.2 – Схематична неймережева модель для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням

Схематичне зображення використуваних шарів в моделі наведено на рисунку 2.3, повна схема використуваної нейромережевої моделі наведена в Додатку В.



Рисунок 2.3 – Нейромережева модель BERT-base-uncased

Загальна кількість параметрів моделі становить 109 482 240. Всі ці параметри є тренувальними, тобто модель може бути донавчена на нових даних для покращення її продуктивності.

Основне призначення моделі BERT полягає в розумінні і обробці тексту. Її застосування охоплює спектр задач у сфері NLP, включаючи класифікацію тексту, відповідь на питання, генерацію тексту та інші. Завдяки своїй здатності враховувати контекст як зліва, так і справа від кожного слова, BERT забезпечує високу точність і гнучкість у багатьох завданнях обробки природної мови. Однак, у роботі дана модель буде використана для векторизації з метою подальшого пошуку косинусних відстаней між описом бажаного туристичного спорядження та базою описів наявного туристичного спорядження.

Отже, наведено архітектуру використовуваної нейромережевої моделі машинного навчання, що буде використана для векторизації текстових представлень з метою подальшого знаходження косинусних відстаней між описом бажаного туристичного спорядження та базою описів наявного туристичного спорядження.

### **2.3 Проектна архітектура вебсистеми організації туристичних подорожей та взаємозв'язок компонентів**

Проектна архітектура вебсистеми організації туристичних подорожей складається із бази даних, а також 3-х основних підсистем: «Підсистеми перегляду наявного туристичного спорядження», «Підсистеми виведення рекомендацій за описом користувача» та «Підсистема пошуку семантичної близькості». Проектна архітектура вебсистеми організації туристичних подорожей наведена на рисунку 2.4.

Підсистема перегляду наявного туристичного спорядження призначена для взаємодії користувача з базою даних, та дозволяє виконувати такі функції, як перегляд наявного туристичного спорядження у згорнутому вигляді, деталізація обраного туристичного спорядження, перегляд туристичного спорядження за обраною категорією. Дана підсистема має графічний інтерфейс користувача, що представлений вебсторінкою.



Рисунок 2.4 – Проектна архітектура вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Підсистема виведення рекомендацій за описом користувача призначена для взаємодії користувача із підсистемою пошуку семантичної близькості, та дозволяє виконувати такі функції: знаходження топ-n рекомендацій підходом 1, знаходження топ-n рекомендацій підходом 2, перегляд топ-n рекомендацій за підходом 1 та їх оцінок семантичної близькості, перегляд топ-n рекомендацій за підходом 2 та їх оцінок семантичної близькості. Дана підсистема також має графічний інтерфейс користувача, що представлений вебсторінкою. Дана підсистема є головною, адже дозволяє надавати рекомендації щодо вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.

Підсистема пошуку семантичної близькості є допоміжною підсистемою, однак в той же час є рушієм для підсистеми виведення рекомендацій за описом

користувача. Дозволяє виконувати такі функції: попередня обробка описів (користувацького та з БД), обрахунок семантичної близькості між описом бажаного спорядження та наявними описами в БД з використанням Жаккардової відстані (підхід 1), обрахунок семантичної близькості між описом бажаного спорядження та наявними описами в БД з використанням нейромережевої моделі машинного навчання BERT та косинусної відстані (підхід 2). Дана підсистема немає графічного інтерфейсу користувача.

Отже, виконано проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, що складається із 3-х підсистем: «Підсистеми перегляду наявного туристичного спорядження», «Підсистеми виведення рекомендацій за описом користувача» та «Підсистема пошуку семантичної близькості», а також бази даних.

## **2.4 Проектування бази даних вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій**

Згідно проведеного аналізу інформаційних моделей предметної області було спроектовано ER діаграму (рисунок 2.5). Дана ER діаграма описує систему організації подорожей через взаємозв'язки між різними сутностями. Основними сутностями є «Користувач», «Подорож», «Локація», «Рекомендації» та «Спорядження». Користувачі мають можливість планувати подорожі, кожна з яких відбувається в певній локації, що містить інформацію про місто, країну та координати. В рамках підготовки до подорожі користувач отримує за запитом до системи рекомендації, які включають певне спорядження, в залежності від побажань користувача.

Також користувачі на основі рекомендацій обирають спорядження для своїх подорожей, і це спорядження може включати різні категорії та мати свою назву і ціну. Дати і часи початку та закінчення подорожей вказуються для точного планування. Таким чином, система забезпечує комплексний підхід до

планування подорожей, включаючи вибір спорядження та отримання рекомендацій.

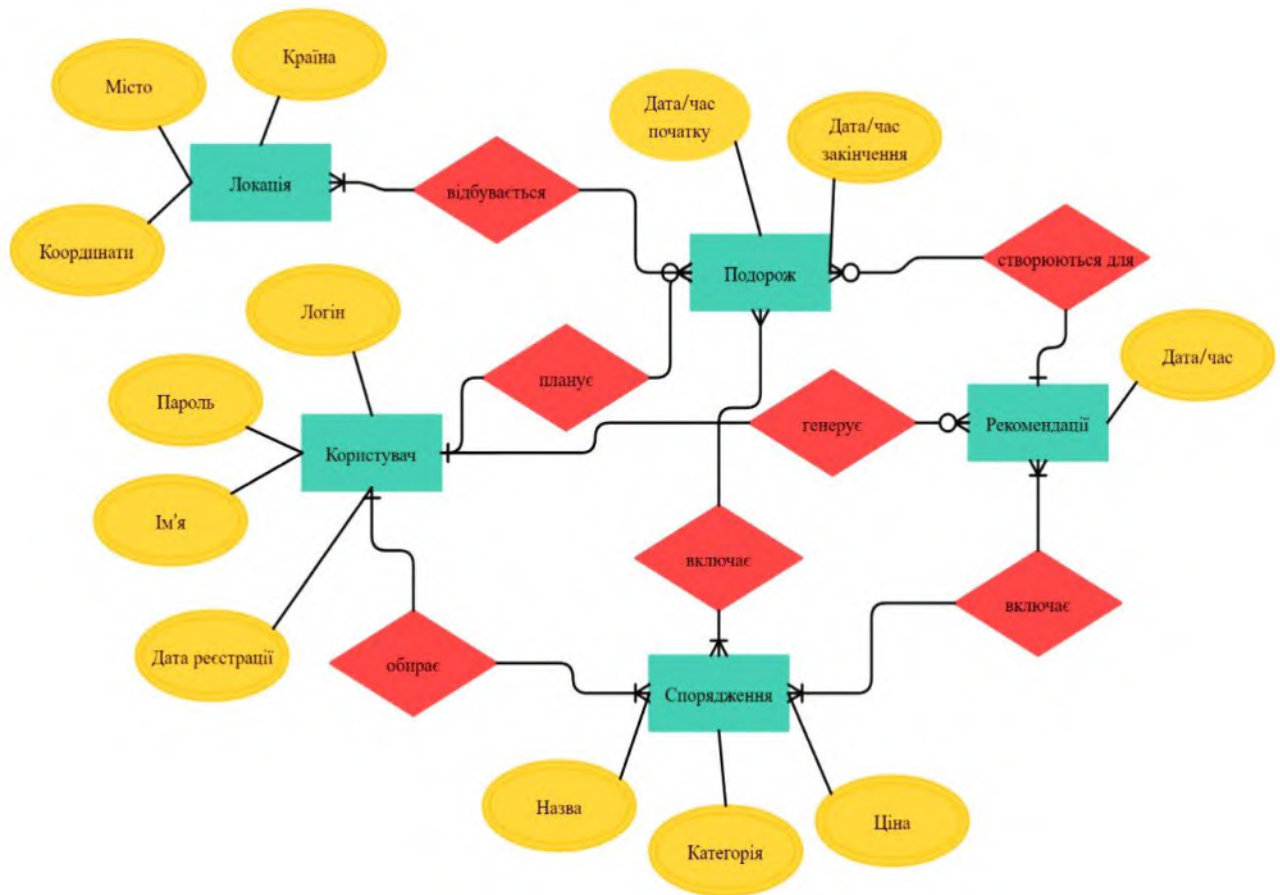


Рисунок 2.5 – ER-діаграма бази даних вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Для роботи вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій було спроектовано даталогічну модель бази даних (БД), яка зберігає інформацію про користувачів, їхні подорожі, туристичні місця, туристичне спорядження, рекомендації щодо вибору спорядження та історію подорожей користувачів. Даталогічна модель бази даних вебсистеми організації туристичних подорожей наведена на рисунку 2.6. Важливо було спроектувати саме таку базу даних, оскільки вона дозволяє систематизувати та ефективно управляти великим обсягом різноманітної інформації, необхідної для організації туристичних подорожей.



Таблиця «Users» призначена для зберігання інформації про користувачів системи. Атрибути: user\_id, username, password, email, created\_at, deactivated\_at (Таблиця 2.1).

Таблиця «Trips» призначена для зберігання інформації про подорожі користувачів. Атрибути: trip\_id, create\_by\_id, destination, start\_date, end\_date, description (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Атрибути таблиці «Trips»

№	Назва	Тип даних	Опис
1.	trip_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор користувача
2.	create_by_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор користувача, що створив подорож в системі
3.	location_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор локації
4.	start_date	date/time	Дата/час початку подорожі
5.	end_date	date/time	Дата/час закінчення подорожі

Таблиця 2.3 – Атрибути таблиці «User\_Trips»

№	Назва	Тип даних	Опис
1.	user_trip_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор подорожі користувача
2.	user_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор користувача.
3.	trips_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор подорожі
4.	added_at	date/time	Дата/час додавання подорожі в подорожі користувача

Таблиця «User\_Trips» призначена для зберігання зв'язків між користувачами та їхніми подорожами, що дозволяє відстежувати історію подорожей кожного користувача. Атрибути: user\_trip\_id, user\_id, trip\_id, added\_at (Таблиця 2.3).

Таблиця «Locations» призначена для зберігання інформації про туристичні місця. Атрибути: location\_id, name, description, city, coordinates, type (Таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Атрибути таблиці «Locations»

№ п/п	Назва	Тип даних	Опис
1.	location_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор локації
2.	name	int	Назва локації
3.	description	int	Опис
4.	city_id	date/time	Вторинний ключ. Ідентифікатор міста, в якому розташована локація
5.	coordinates	varchar(255)	Координати локації
6.	type	varchar(255)	Тип локації

Таблиця «Gears» призначена для зберігання інформації про туристичне спорядження. Атрибути: gear\_id, name, description, category, price (Таблиця 2.5).

Таблиця «Trip\_Gear» призначена для зберігання зв'язків між подорожами та спорядженням, яке використовується під час цих подорожей. Атрибути: trip\_gear\_id, trip\_id, gear\_id, quantity (Таблиця 2.6).

Таблиця 2.5 – Атрибути таблиці «Gears»

№ п/п	Назва	Тип даних	Опис
1.	gear_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор спорядження
2.	name	int	Назва спорядження
3.	description	int	Опис
4.	category_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор категорії, до якої належить спорядження
5.	price	int	Вартість

Таблиця 2.6 – Атрибути таблиці «Trip\_Gear»

№ п/п	Назва	Тип даних	Опис
1.	trip_gear_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор спорядження в подорожі
2.	trip_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор подорожі
3.	gear_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор спорядження
4.	quantity	int	Кількість спорядження

Таблиця «Countries» призначена для зберігання інформації про країни. Атрибути: country\_id, name (Таблиця 2.7).

Таблиця «Recommendations» призначена для зберігання рекомендацій користувачів щодо вибору туристичного спорядження для конкретних подорожей. Атрибути: recommendation\_id, user\_id, trip\_id, gear\_id, description, created\_at (Таблиця 2.8).

Таблиця 2.7 – Атрибути таблиці «Countries»

№ п/п	Назва	Тип даних	Опис
1.	country_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор країни
2.	name	varchar(255)	Назва країни

Таблиця 2.8 – Атрибути таблиці «Recommendations»

№ п/п	Назва	Тип даних	Опис
1.	recommendation_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор рекомендації спорядження
2.	user_trip_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор подорожі користувача
3.	gear_id	int	Вторинний ключ. Ідентифікатор спорядження
4.	description	int	Текстовий опис побажання користувача
5.	created_at	date/time	Дата/час створення рекомендації

Таблиця «Cities» призначена для зберігання інформації про міста. Атрибути: city\_id, country\_id, name (Таблиця 2.9).

Таблиця 2.9 – Атрибути таблиці «Cities»

№ п/п	Назва	Тип даних	Опис
1.	city_id	int	Первинний ключ. Ідентифікатор країни
2.	country_id	int	
3.	name	varchar(255)	Назва міста

Отже, була спроектована ER діаграма та відповідна даталогічна модель бази даних, що дозволить ефективно керувати інформацією для вебсистеми організації подорожей. Наведена модель забезпечує комплексне зберігання та керування даними про користувачів, включаючи їхні облікові дані, імена та дати реєстрації. Важливою складовою є можливість планування подорожей користувачами з визначенням дат і часу початку та закінчення кожної подорожі.

Локації для подорожей описуються з деталізацією міста, країни та координат, що дозволяє точно визначати місця проведення подорожей. Система також генерує рекомендації, які включають необхідне спорядження для конкретних подорожей, що забезпечує користувачів корисною інформацією для підготовки. Спорядження, яке можна вибрати для подорожей, класифікується за назвою, категорією та ціною, що полегшує його пошук та вибір.

Запропонована даталогічна модель бази даних сприяє створенню інтуїтивно зрозумілої та функціональної вебсистеми для планування, організації та керування подорожами.

## **2.5 Підготовка робочих вхідних даних для вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій**

У якості робочих вхідних даних будуть зібрані дані туристичного спорядження з інтернет-магазину «Rozetka.ua» [25].

Приклад даних, що будуть в подальшому поміщені у базу даних наведено на рисунку 2.7.

Для базової реалізації вебсистеми буде використано 3 категорії туристичного спорядження:

- палатки;
- рюкзаки;
- спальні мішки.

У подальшому кількість категорій буде розширено.

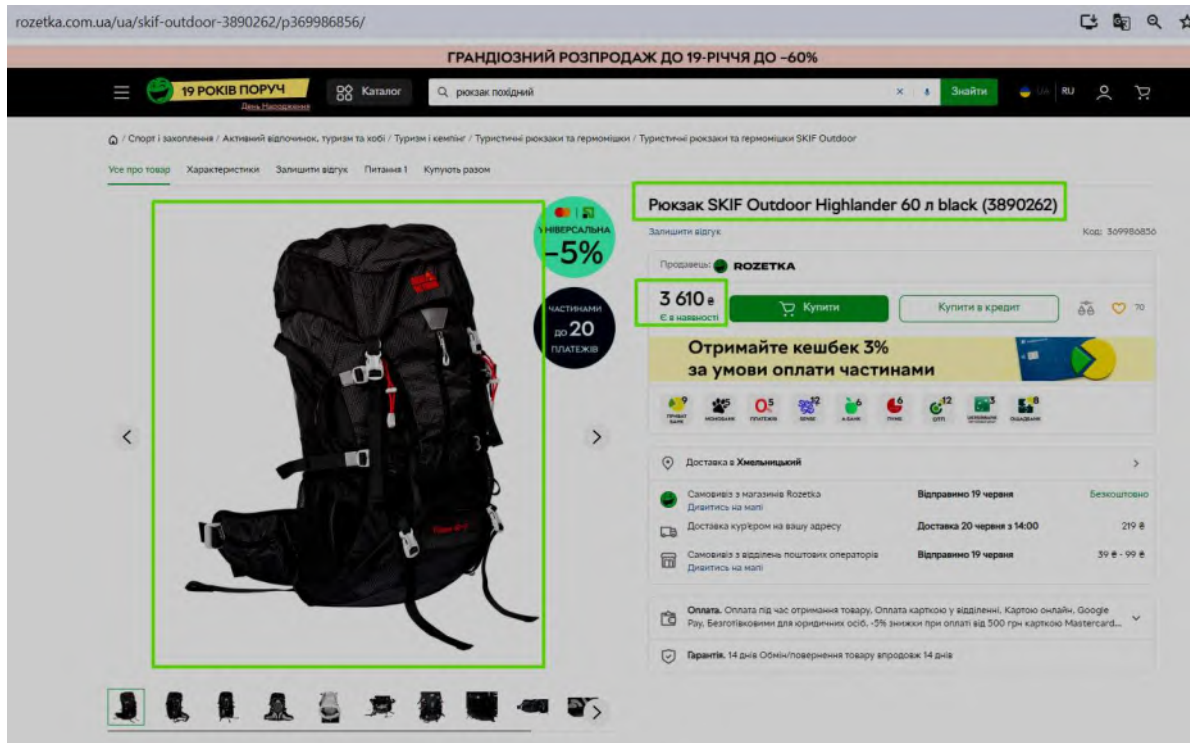


Рисунок 2.7 – Дані, що будуть використані для заповнення БД

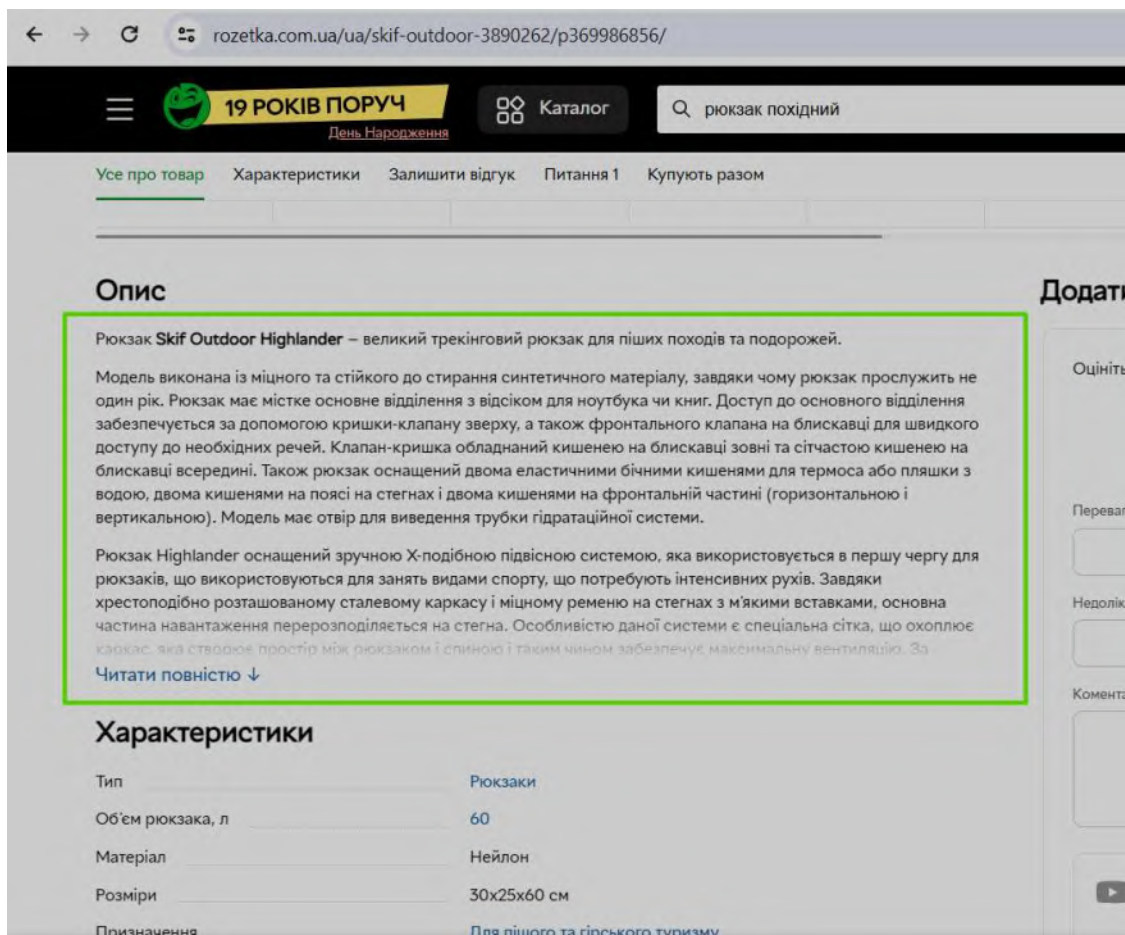


Рисунок 2.8 – Приклад опису туристичного спорядження

Окрім даних, наведених на рисунку 2.7, також буде витягнуто дані про категорію та опис туристичного спорядження (рисунок 2.8).

Дані з розетки отримані шляхом вебскрапінгу, та використовуються для заповнення бази даних.

Після проведення вебскрапінгу, було отримано по 60 товарів для кожної категорії. Сукупна кількість описів складає 180.

Отже, проведено підготовку робочих вхідних даних методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням, що складається із 3-х категорій: палатки, рюкзаки та спальні мішки. Набір даних складається із 180 найменувань, рівномірно розподілених між категоріями.

## **2.6 Особливості використання спеціалізованих програмних компонентів**

Для розробки вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій планується використання спеціалізованих програмних компонентів. Для вебскрапінгу буде використано бібліотеку «Crawlee» [26], яка дозволить зберегти дані з інтернет-магазину «Rozetka», з метою їх подальшого запису в БД. Для векторизації текстів та оцінки косинусної подібності буде використано бібліотеку «sklearn» [27]. Для роботи з нейромережевою моделлю машинного навчання буде використано бібліотеку «transformers».

Бібліотека «Crawlee» є потужною бібліотекою для реалізації вебскрапінгу та автоматизації збору даних з Інтернету. Вона забезпечує розробникам простий і ефективний спосіб отримання структурованих даних з веб-сайтів без необхідності ручного занурення в деталі парсингу HTML або веб-запитів. «Crawlee» дозволяє створювати скрапери швидко та зручно, використовуючи зрозумілі інтерфейси API, що спрощує розробку і підтримку складних проектів зі скрапінгу.

Бібліотека надає гнучкі інструменти для визначення шаблонів парсингу, включаючи CSS селектори або XPath, які дозволяють точно вибирати необхідні елементи зі сторінки. Це робить процес створення скраперів більш інтуїтивно зрозумілим і ефективним, зменшуючи час розробки і підвищуючи точність отриманих даних. Крім того, «Crawlee» підтримує асинхронність, що дозволяє швидко і ефективно обробляти великі обсяги даних і запитів до веб-сайтів.

Бібліотека «sklearn» надає зручні інструменти для машинного навчання та обробки тексту, зокрема «CountVectorizer» та «cosine\_similarity». CountVectorizer використовується для перетворення текстових даних у матрицю частотних характеристик, де кожен стовпець відповідає за певне слово, а кожен рядок – за документ.

Це дозволяє перетворювати текстові дані у числовий формат, придатний для подальшого аналізу або використання в моделях машинного навчання. Функція, яку підтримує бібліотека, cosine\_similarity вимірює косинусну схожість між векторами, що є корисним інструментом для порівняння текстів на основі їх векторних представлень, дозволяючи оцінювати ступінь схожості між описами туристичного спорядження.

Бібліотека «transformers» [28] від «Hugging Face» включає в себе сучасні інструменти для роботи з моделями трансформерів, такими як BERT. BertTokenizer відповідає за токенізацію тексту, розбиваючи його на токени та перетворюючи у формат, який може бути оброблений моделлю. BertModel надає можливість використовувати попередньо натреновану модель BERT для отримання векторних представлень тексту, що захоплюють його контекстуальні особливості. Це дозволяє значно підвищити якість задач обробки природної мови, до яких належить задача рекомендації вибору туристичного спорядження.

Отже, для розробки вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій було обрано такий перелік спеціалізованих програмних компонентів: бібліотеку «Crawlee» для вебскрапінгу, яка дозволить зберегти дані з інтернет-магазину «Rozetka», з метою їх подальшого запису в БД; бібліотеку «sklearn» для векторизації текстів

та оцінки косинусної подібності; бібліотеку «transformers» для роботи з нейромережевою моделлю машинного навчання.

## 2.7 Висновки до розділу 2

В рамках виконання розділу 2 сформовано метод рекомендації вибору туристичного спорядження, а також наведено його схему та описано основні етапи роботи. Створений метод дозволяє покращити вибір туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей, та працює шляхом перетворення вхідних даних у вигляді користувацького опису бажаного туристичного спорядження та бази описів наявного туристичного спорядження у вихідні дані у вигляді  $n$ -рекомендацій двома альтернативними підходами.

Наведено архітектуру використовуваної нейромережевої моделі машинного навчання, що буде використана для векторизації текстових представлень з метою подальшого знаходження косинусних відстаней між описом бажаного туристичного спорядження та базою описів наявного туристичного спорядження.

Наведено проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, що складається із 3-х підсистем: «Підсистеми перегляду наявного туристичного спорядження», «Підсистеми виведення рекомендацій за описом користувача» та «Підсистема пошуку семантичної близькості», а також бази даних.

Спроектовано даталогічну модель бази даних вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, що сприяє створенню інтуїтивно зрозумілої та функціональної вебсистеми для планування, організації та керування подорожами.

Виконано підготовку робочих вхідних даних методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням, що складається із 3-х

категорій: палатки, рюкзаки та спальні мішки. Набір даних складається із 180 найменувань, рівномірно розподілених між категоріями.

Обрано перелік спеціалізованих програмних компонентів для спрощення майбутньої розробки вебсистеми: бібліотеку «Crawlee» для вебскрапінгу, яка дозволить зберегти дані з інтернет-магазину «Rozetka», з метою їх подальшого запису в БД; бібліотеку «sklearn» для векторизації текстів та оцінки косинусної подібності; бібліотеку «transformers» для роботи з нейромережевою моделлю машинного навчання.

За спроектованим методом рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням потрібно розробити вебсистему організації туристичних подорожей, за допомогою якої провести дослідження ефективності методу; а для доведення коректності результатів вебсистему потрібно окремо функціонально дослідити й протестувати.

## **Розділ 3 Експериментальне дослідження методу рекомендації вибору туристичного спорядження**

### **3.1 Визначення шляхів дослідження та засобів створення вебсистеми організації туристичних подорожей**

За спроектованим методом рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням необхідно виконати розробку вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, що дозволить виконувати підбір бажаного туристичного спорядження за описом. Також вебсистема повинна забезпечити можливість перегляду наявного туристичного спорядження.

Також необхідно обрати комплекс засобів розробки вебсистеми, та описати основну структуру і функціональне призначення організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій.

За описом структури вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій необхідно виконати програмну реалізацію, а також дослідити її можливості виконувати заявлені функції.

Для дослідження ефективності розробленого методу в рамках вебсистеми організації туристичних подорожей буде використано порівняння двох альтернативних підходів – використання Жаккадової відстані та косинусної подібності з векторизацією нейромережевою моделлю машинного навчання BERT. Також буде виконано порівняння із топ-3 видачею магазину «Rozetka».

### **3.2 Вибір засобів розробки вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій**

У якості засобів розробки вебсистеми організації туристичних подорожей буде використано середовище програмування «PyCharm», мову програмування «Python», мову розмітки «HTML» та стильове оформлення «CSS» для створення та стилізації вебсторінок, а також мову «JavaScript» для створення ефектів на

вебсторінках. У якості фреймворка буде використано «Flask», СКБД «SQLServer».

PyCharm – це універсальна IDE для Python, яка підходить як для новачків, так і для досвідчених програмістів. Завдяки своїм численным функціям, таким як редагування коду, налагодження, тестування та інтеграція з системами контролю версій, PyCharm стає незамінним інструментом у розробці на Python. Незалежно від того, чи створюєте ви веб-додатки, працюєте з базами даних або просто пишете сценарії на Python, PyCharm здатний оптимізувати ваш робочий процес і сприяти більш ефективному написанню якісного коду [29].

Python є однією з найкращих мов програмування для дослідницьких проєктів завдяки своїй простоті, зручності та потужності. Її синтаксис інтуїтивно зрозумілий, що дозволяє дослідникам швидко вивчати та застосовувати мову на практиці без необхідності довгого освоєння складних концепцій. Багатство бібліотек, таких як NumPy, pandas, Matplotlib та SciPy, надає інструменти для виконання складних математичних обчислень, аналізу даних та візуалізації результатів. Підтримка роботи з машинним навчанням і штучним інтелектом через бібліотеки, такі як TensorFlow та scikit-learn, робить Python незамінним інструментом для сучасних досліджень у галузі науки про дані та аналітики [30].

JavaScript – це високорівнева, динамічна мова програмування, яка є однією з основних технологій веб-розробки поряд з HTML та CSS. Спочатку створена для додавання інтерактивності на веб-сторінки, вона зараз використовується для розробки широкого спектра додатків, включаючи веб, серверні, мобільні та настільні програми. Однією з найбільших переваг JavaScript є підвищена безпека для клієнтських додатків. Завдяки клієнтській безпеці JavaScript розробники можуть забезпечити захист даних користувачів і конфіденційної інформації від шкідливих атак. Ще однією важливою перевагою JavaScript є його низькі вимоги до ресурсів порівняно з іншими мовами. JavaScript є легкою мовою, яка не потребує важких програмних установок або потужного апаратного забезпечення для виконання. JavaScript також відзначається своєю швидкістю. Він може використовуватися для створення

високопродуктивних додатків, здатних виконувати складні обчислення та операції [31].

«Flask» є мікрофреймворком для розробки веб-додатків на мові програмування «Python». Він вирізняється своєю легкістю і гнучкістю, що дозволяє розробникам створювати як прості, так і складні веб-додатки з мінімальними зусиллями. «Flask» не нав'язує жорстку структуру проекту, що робить його ідеальним для проектів будь-якого масштабу, від невеликих сервісів до великих комерційних додатків. Його мінімалістичний підхід забезпечує необхідний набір функцій для запуску веб-серверу, обробки запитів та відправки відповідей, залишаючи розробникам можливість додавати лише ті компоненти, які дійсно потрібні.

Однією з ключових переваг «Flask» є його розширюваність. Завдяки модульній архітектурі, розробники можуть легко інтегрувати сторонні бібліотеки та плагіни, розширюючи функціональність базового фреймворку. «Flask» підтримує роботу з шаблонами через Jinja2, що дозволяє створювати динамічні HTML-сторінки, а також забезпечує інтеграцію з «SQLAlchemy» для роботи з базами даних. Гнучкість і простота «Flask» роблять його популярним вибором серед розробників, які цінують ефективність і швидкість розробки веб-додатків [32].

Фреймворк також відзначається активною спільнотою і великою кількістю доступних ресурсів, включаючи документацію, навчальні матеріали та приклади кодів. Це робить його доступним для початківців, які тільки починають знайомитися з веб-розробкою, а також для досвідчених розробників, які шукають легкий і потужний інструмент для своїх проектів. «Flask» забезпечує відмінний баланс між простотою та функціональністю, що робить його універсальним інструментом для створення сучасних веб-додатків.

SQL Server є потужною реляційною СКБД, розроблена корпорацією Microsoft. Вона забезпечує зберігання, керування та обробку великих обсягів даних для різноманітних додатків, від малих бізнес-систем до великих корпоративних рішень. Однією з ключових переваг SQL Server є його інтеграція

з іншими продуктами Microsoft, такими як Azure, Power BI та Visual Studio, що спрощує створення комплексних рішень для аналізу даних і бізнес-аналітики.

SQL Server надає розробникам і адміністраторам інструменти для створення, налаштування та підтримки баз даних. Він підтримує транзакційний облік, забезпечуючи надійність та цілісність даних навіть у випадках системних збоїв [33].

Отже, завдяки наведеним засобам розробки, буде створено ефективну та надійну вебсистему для організації туристичних подорожей. Обрані засоби розробки забезпечать надійне зберігання і обробку даних, високу продуктивність, інтерактивність і безпеку додатку, що дозволить успішно виконати всі поставлені завдання.

### 3.3 Структура та функціональне призначення програмних складових вебсистеми організації туристичних подорожей

Для кращого візуального представлення взаємодій між компонентами вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій на рисунку 3.1 наведено діаграму взаємодії складових пропонованої вебсистеми.

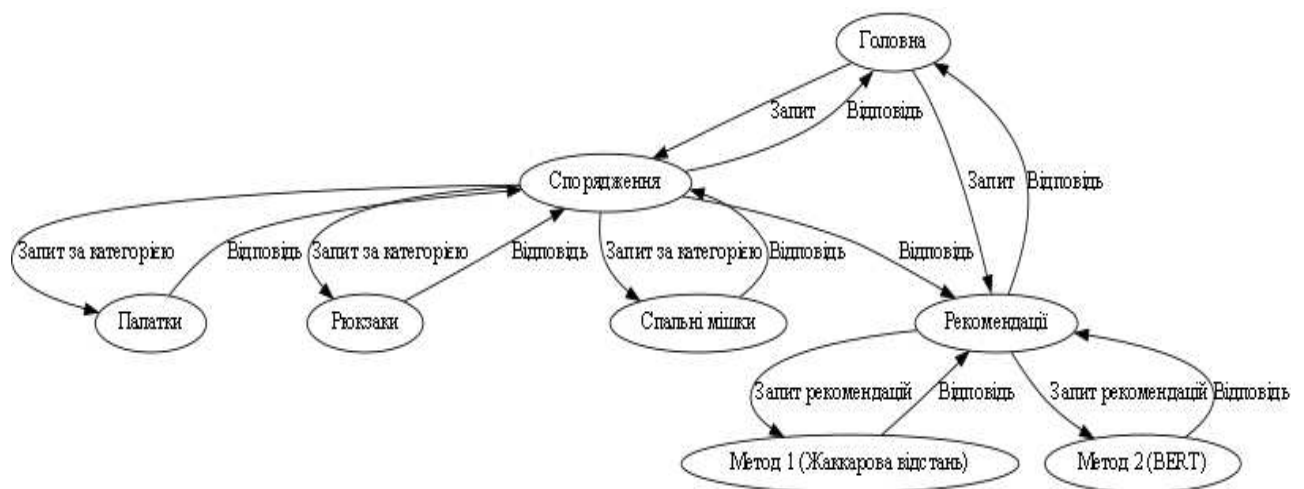


Рисунок 3.1 – Діаграма взаємодії складових вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Кожен вузол, що є компонентом програмного комплексу, представлений вузлом графу, а зв'язки, що представлені стрілками між вузлами відображають взаємодії з відповідними підписами.

Ця діаграма взаємодії складових вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій ілюструє взаємодію основних компонентів системи. Вона складається з трьох основних вузлів: «Головна (А)», «Спорядження (В)» і «Рекомендації (С)».

«Головна (А)» взаємодіє як з компонентом «Спорядження (В)», так і з «Рекомендаціями (С)» через зворотні запити. Вузол «Спорядження (В)» приймає запити від Головної і відповідає на них, а також приймає запити за конкретними категоріями, такими як «Палатки (В1)», «Рюкзаки (В2)» і «Спальні мішки (В3)». Він знову ж таки відправляє відповіді назад до «Головної (А)».

«Рекомендації (С)» також отримує запити від «Головної» і відповідає на них різними методами: «Метод 1 (Жаккарова відстань, С1)» і «Метод 2 (BERT, С2)». Відповіді від цих методів також повертаються до «Головної (А)».

Діаграма класів складової бекенду для реалізації наведених на рисунку 3.1 взаємодій наведено на рисунку 3.2.

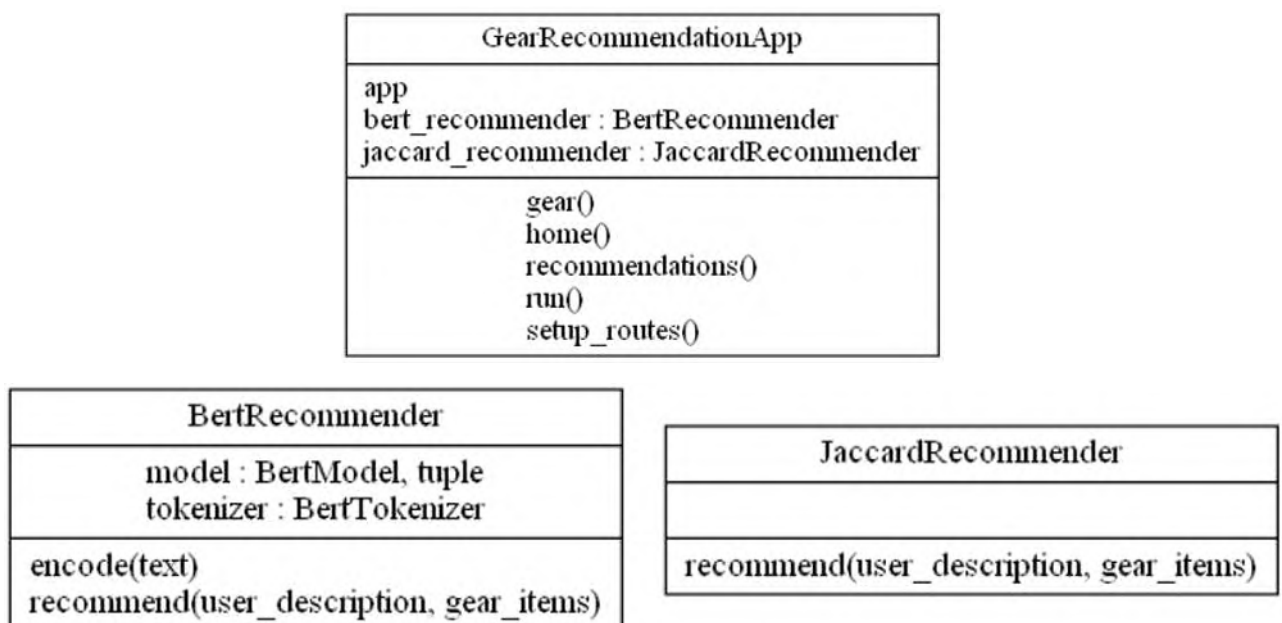


Рисунок 3.2 – Діаграма класів вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Клас «GearRecommendationApp» призначений для маршрутизації між сторінками вебсистеми. Використовує дані класів «JaccardRecommender» та «BertRecommender», що призначені для реалізації пошуку семантичних подібностей між описом бажаного туристичного спорядження та базою описів наявних товарів.

Отже, вище наведено, як взаємодіють різні частини програмного комплексу для забезпечення користувачам інформації про спорядження та рекомендації для туристичних подорожей. Надане візуальне представлення допомагає розуміти потік інформації та взаємодію між компонентами системи. Також візуалізовано діаграму класів вебсистеми, що дозволяє зрозуміти організацію бекенд частини.

### **3.4 Особливості реалізації програмних складових вебсистеми організації туристичних подорожей**

Після опису структури та функціонального призначення програмних складових вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій необхідно її програмно реалізувати. З точки зору програмної реалізації найцікавішими частинами є реалізація підсистеми пошуку семантичної близькості, що є допоміжною для підсистеми виведення рекомендацій за описом користувача. Дана підсистема представлена класами «JaccardRecommender» та «BertRecommender»

У класі «BertRecommender» метод recommend() призначений для пошуку топ-н оцінок та одиниць туристичного спорядження для рекомендації за описом користувача.

Модель BERT працює на основі трансформерної архітектури, яка дозволяє ефективно захоплювати контекстуальні зв'язки між словами. Використовується попередньо натренована модель BERT для кодування

текстових описів як від користувача, так і від товарів, що рекомендуються. Це забезпечує високу точність та релевантність рекомендацій.

При ініціалізації класу `BertRecommender` завантажуються попередньо натреновані ваги моделі BERT та токенайзера з бібліотеки `transformers`. Метод `encode` приймає на вхід текст, перетворює його у формат, придатний для моделі, та пропускає через модель BERT, щоб отримати векторне представлення тексту. Векторне представлення формується шляхом усереднення вихідних векторів з останнього шару моделі BERT, що дозволяє отримати фіксований розмір вектору для будь-якого тексту.

Метод `recommend` приймає опис користувача та список предметів спорядження, кожен з яких також має текстовий опис. Спочатку текстовий опис користувача кодується в вектор. Потім кожен текстовий опис предмета спорядження також кодується в вектор, після чого обчислюється косинусна схожість між вектором користувача та векторами предметів спорядження. Косинусна схожість використовується для визначення ступеня подібності між двома векторами.

Отримані схожості сортуються у порядку спадання, і для кожного предмета спорядження додається оцінка схожості. У результаті метод повертає список предметів, відсортованих за рівнем відповідності опису користувача, з доданими значеннями схожості для кожного предмета. Це дозволяє користувачеві отримати рекомендації, що найбільш відповідають його запиту, на основі семантичної близькості текстових описів.

Клас «`JaccardRecommender`» реалізує метод `recommend()`, який генерує рекомендації на основі схожості описів товарів. Спочатку з описів усіх товарів у списку `gear_items` та користувацького опису створюється новий список `descriptions`. Потім за допомогою `CountVectorizer` ці описи перетворюються на вектори частот слів. Останній вектор у масиві `vectors` відповідає користувацькому опису, тоді як інші вектори представляють описи товарів. Таким чином, кожен опис стає вектором, що дозволяє обчислювати схожість між ними.

Далі метод обчислює коефіцієнт Жаккара для кожного товару. Це робиться шляхом порівняння вектора користувацького опису з векторами описів товарів. Коефіцієнт Жаккара визначається як відношення кількості спільних елементів (перетин) до загальної кількості елементів (об'єднання) між двома векторами. Кожен товар отримує свій коефіцієнт схожості, який зберігається у словнику товару під ключем *similarity*. Після цього товари сортуються за коефіцієнтом схожості у спадаючому порядку, і метод повертає список товарів, відсортованих за їх схожістю до користувацького опису.

Приклад застосування роботи даних алгоритмів наведено на рисунку 3.3.

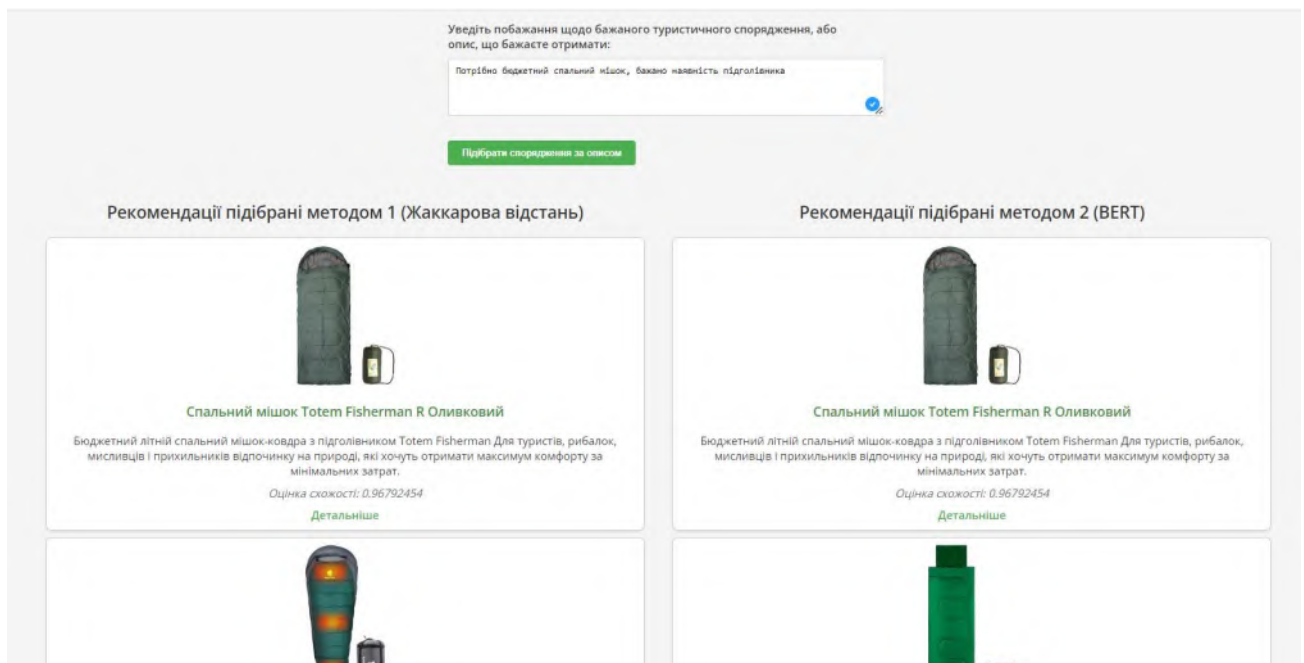


Рисунок 3.3 – Виведення ТОП-3 одиниць спорядження альтернативними підходами

Отже, реалізовано складові вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій та наведено деталі реалізації підсистем виведення рекомендацій за описом користувача та пошуку семантичної близькості.

### 3.5 Тестування вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій та вимоги до розгортання

Наступним етапом буде перевірка ефективності використання вебсистеми організації туристичних подорожей щодо заданих функцій. Також необхідно визначити на скільки добре відповідає розроблена вебсистема поставленим задачам.

Для перевірки функціоналу вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій буде використано тест-кейси. Першим випадком тесту буде перевірка роботи головного меню вебсистеми організації туристичних подорожей. Кроки першого тестового випадку наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Тест-кейс 00001

<b>Тест-кейс</b> 00001	<b>ID:</b>	<b>Приоритет:</b> 1	<b>Створено:</b> 1.06.2024, Аліна ВОЛЬСЬКА
<b>Назва:</b> перевірка роботи головного меню вебсистеми			
<b>Кроки</b>			<b>Очікуваний результат</b>
1. Відкрити вебсистеми.	головну сторінку		Відкрито стартову сторінку вебсистеми
2. Натиснути «Спорядження».	на пункт меню		Виконано перехід на сторінку зі спорядженням
3. Натиснути «Рекомендації»	на пункт меню		Виконано перехід на сторінку «Рекомендації»
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> перевірку пройдено успішно.			

Результати виконання кроків з таблиці 3.1 наведено на рисунку 3.4.

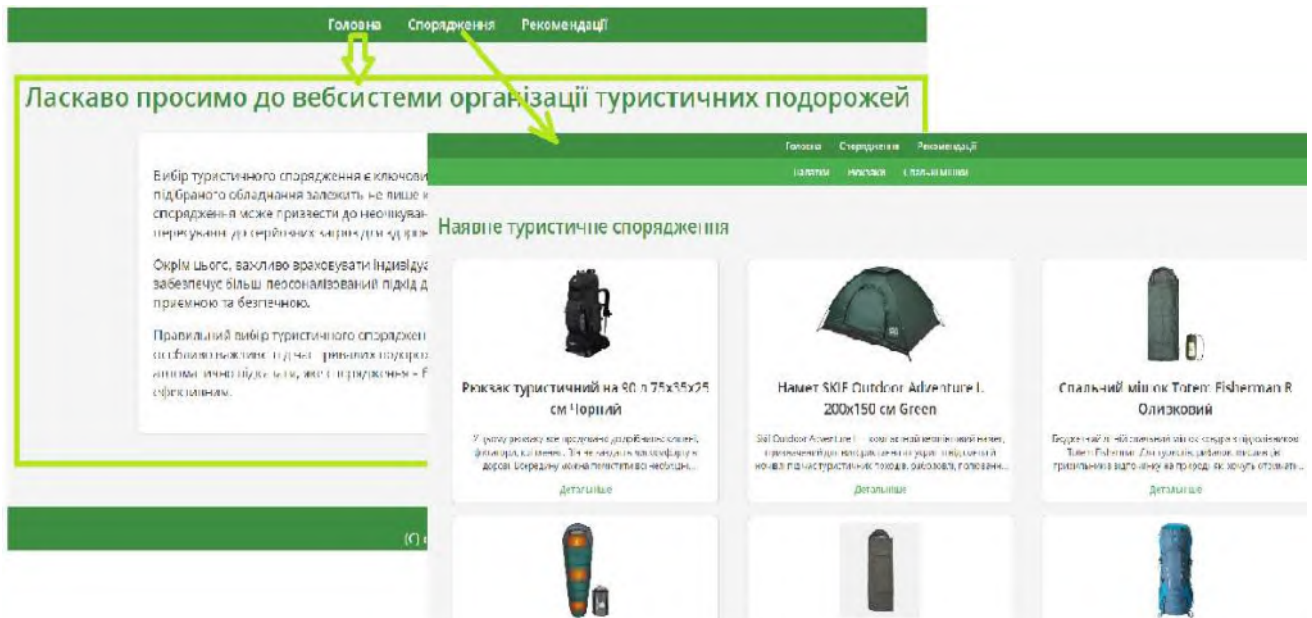


Рисунок 3.4 – Переходи за пунктами меню вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Як видно з рисунку 3.4 – Тест-кейс 00001 виконано успішно, та меню функціонує коректно. Наступним тестовим випадком буде перевірка деталізації інформації про спорядження сторінки «Спорядження» (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Тест-кейс 00002

<b>Тест-кейс</b> 00002	<b>ID:</b>	<b>Приоритет:</b> 1	<b>Створено:</b> 3.06.2024, Аліна ВОЛЬСЬКА
<b>Назва:</b> деталізації інформації про спорядження сторінки «Спорядження»			
<b>Кроки</b>		<b>Очікуваний результат</b>	
1.	Відкрити головну сторінку вебсистеми.	Відкрито	стартову сторінку вебсистеми
2.	Натиснути на пункт меню «Спорядження».	Виконано перехід на сторінку зі спорядженням	
3.	Обрати будь-яке спорядження на сторінці і натиснути «Детальніше»	Деталізована інформація щодо опису обраного спорядження	
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> перевірку пройдено успішно.			

Результати виконання кроків з таблиці 3.2 подано на рисунку 3.5.

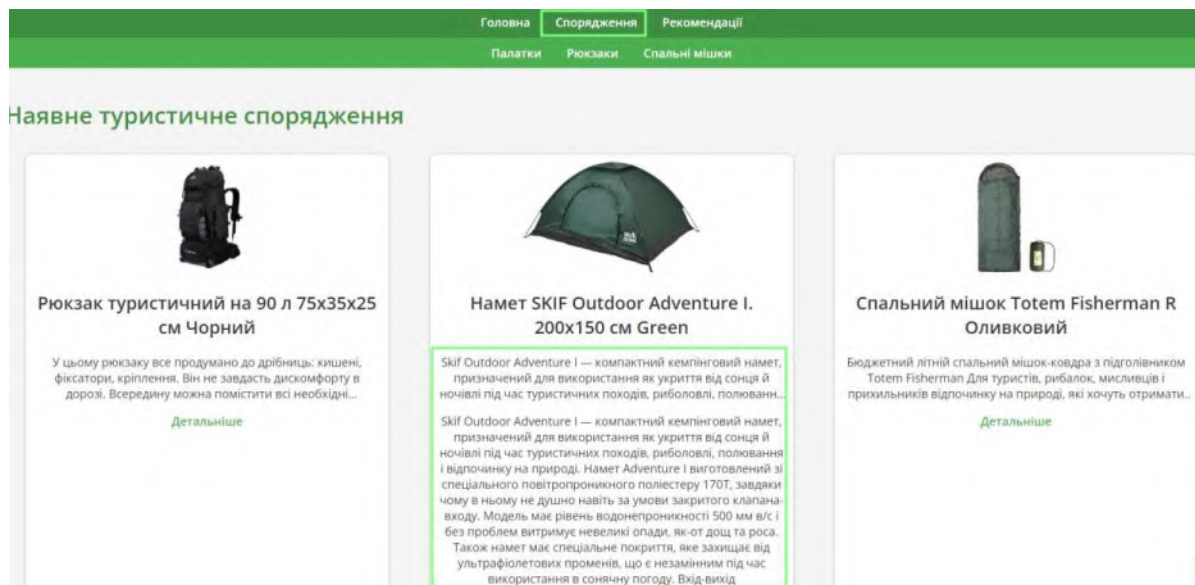


Рисунок 3.5 – Деталізація інформації про спорядження

Як видно з рисунку 3.5 – Тест-кейс 00002 виконано успішно, та потрібна інформація деталізується. Наступним тестовим випадком буде перевірка фільтра по виду спорядження сторінки «Спорядження». Кроки тест-кейсу наведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Тест-кейс 00003

<b>Тест-кейс</b> 00003	<b>ID:</b>	<b>Приоритет:</b> 1	<b>Створено:</b> 3.06.2024, Аліна ВОЛЬСЬКА
<b>Назва:</b> перевірка фільтра по виду спорядження сторінки «Спорядження»			
<b>Кроки</b>		<b>Очікуваний результат</b>	
1. Відкрити головну сторінку вебсистеми.		Відкрито стартову сторінку вебсистеми	
2. Натиснути на пункт меню «Спорядження».		Виконано перехід на сторінку зі спорядженням	
3. Натиснути на внутрішньому меню сторінки спорядження «Рюкзаки»		Виконано фільтрацію та виведено тільки спорядження у виді рбкзаків	
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> перевірку пройдено успішно.			

Результати виконання кроків з таблиці 3.3 подано на рисунку 3.6.

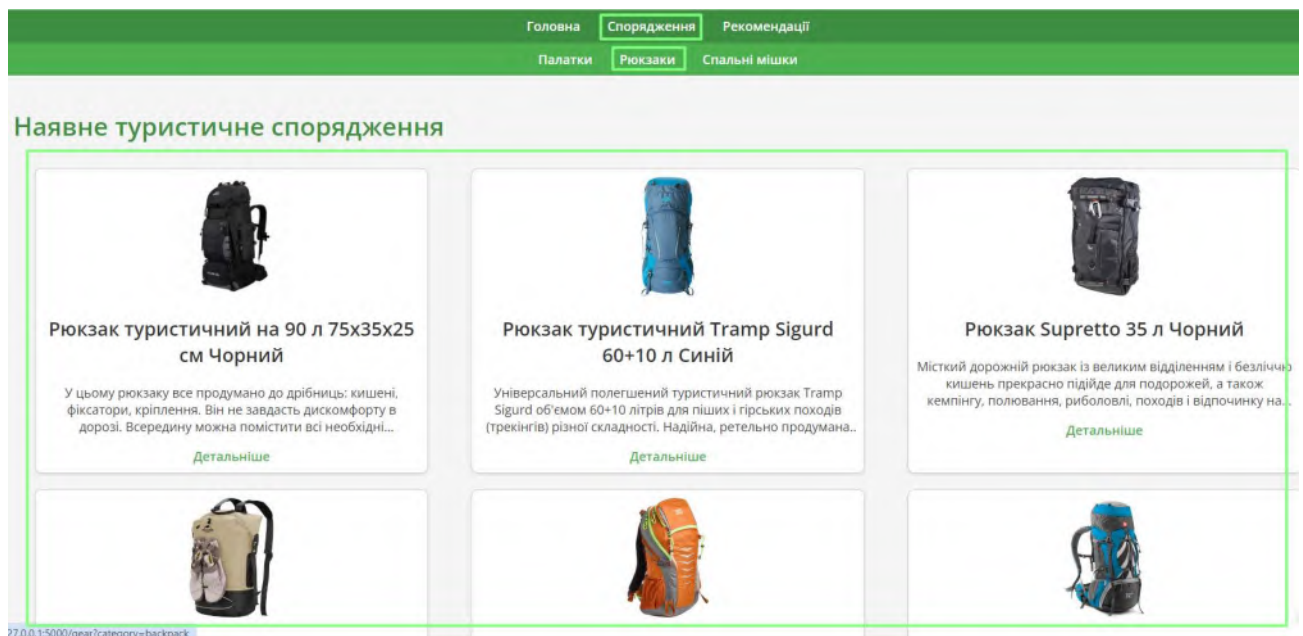


Рисунок 3.6 – Фільтр «Рюкзаки»

Таблиця 3.4 – Тест-кейс 00004

<b>Тест-кейс</b> 00004	<b>ID:</b>	<b>Приоритет:</b> 1	<b>Створено:</b> 4.06.2024, Аліна ВОЛЬСЬКА
<b>Назва:</b> перевірка системи рекомендацій сторінки «Рекомендації»			
<b>Кроки</b>		<b>Очікуваний результат</b>	
1. Відкрити головну сторінку вебсистеми.		Відкрито стартову сторінку вебсистеми	
2. Натиснути на пункт меню «Рекомендації».		Виконано перехід на сторінку з рекомендаціями	
3. Увести текстовий опис спорядження: «Потрібен бюджетний спальний мішок. І щоб міг використовуватись як ковдра.».		У текстовому полі міститься опис спорядження «Потрібен бюджетний спальний мішок. І щоб міг використовуватись як ковдра.»	
4. Натиснути кнопку «Підібрати спорядження за описом».		Виконано підбір топ-3 рекомендацій 2ма підходами	
<b>Результат виконання тест-кейсу:</b> перевірку пройдено успішно.			

Як видно з рисунку 3.6 – Тест-кейс 00003 виконано успішно, та вказане фільтрування по категорії працює коректно. Наступним тестовим випадком буде перевірка системи рекомендацій сторінки «Рекомендації». Кроки тест-кейсу наведено в таблиці 3.4.

Результати виконання кроків з таблиці 3.4 подано на рисунку 3.7. Як видно з рисунку 3.7 – Тест-кейс 00004 виконано успішно, та на сторінці «Рекомендації» міститься топ-3 рекомендації альтернативними підходами. Порівнявши наявні описи рекомендацій з текстовим описом користувача, можна зробити висновок що вебсистема надає релевантні пропозиції.

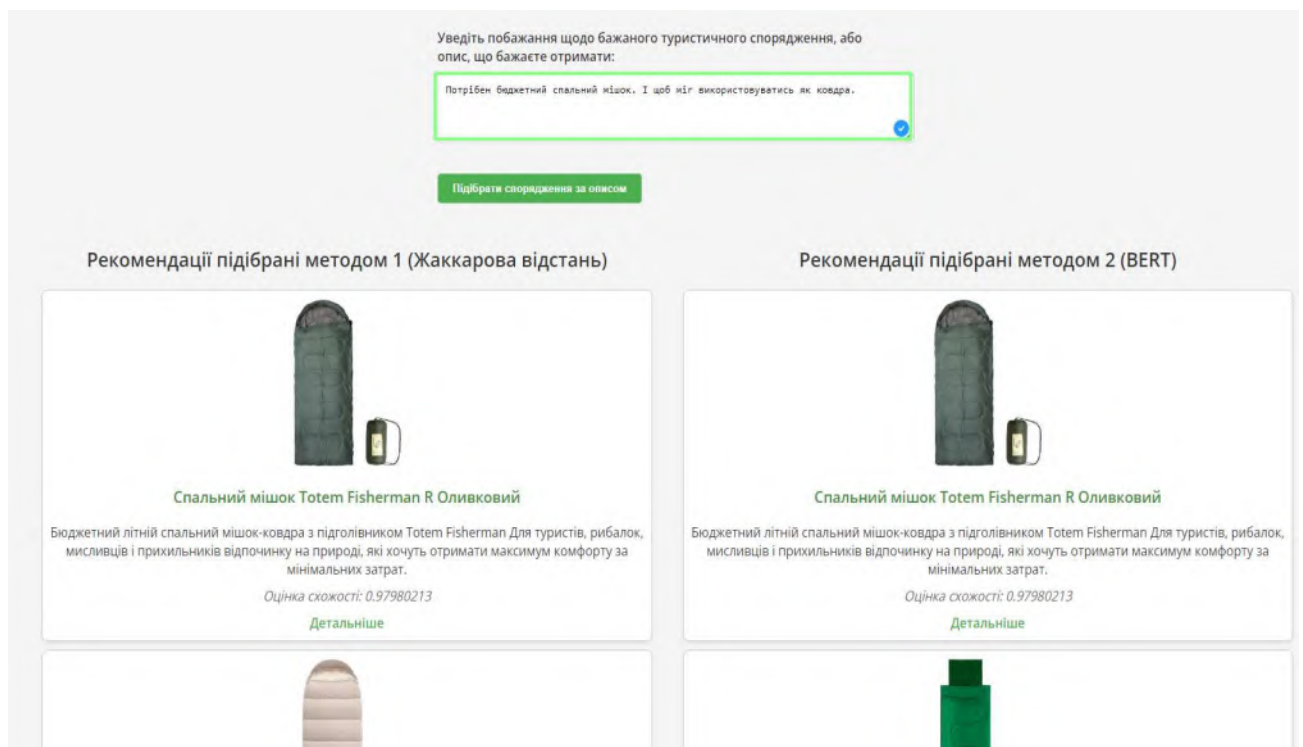


Рисунок 3.7 – Виведення пропозицій туристичного спорядження за описом

Вимоги до розгортання вебсистеми організації туристичних подорожей:

- Операційна система Windows 10 або новіша, macOS 10.15 або новіша, Linux (дистрибутиви Ubuntu 20.04 або новіші).
- Процесор двоядерний або кращий.
- Оперативна пам'ять від 4 ГБ.
- Місце на диску від 500 МБ вільного простору.

- Стабільне Інтернет-з'єднання для доступу до вебсистеми.
- Веб-браузер останні версії Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, або Microsoft Edge.
- Python версія 3.8 або новіша (тільки для адміністратора системи).
- SQLServer версія 2017 або новіша (тільки для адміністратора БД).

Отже, виконано тестування інформаційної вебсистеми організації туристичних подорожей. Всі функції вебсистеми працюють валідно та виконують поставлені завдання. Також наведено вимоги розгортання створеної вебсистеми.

### 3.6 Аналіз функціональності вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Після запуску вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій відкриється стартова сторінка, що зображена на рисунку 3.8.

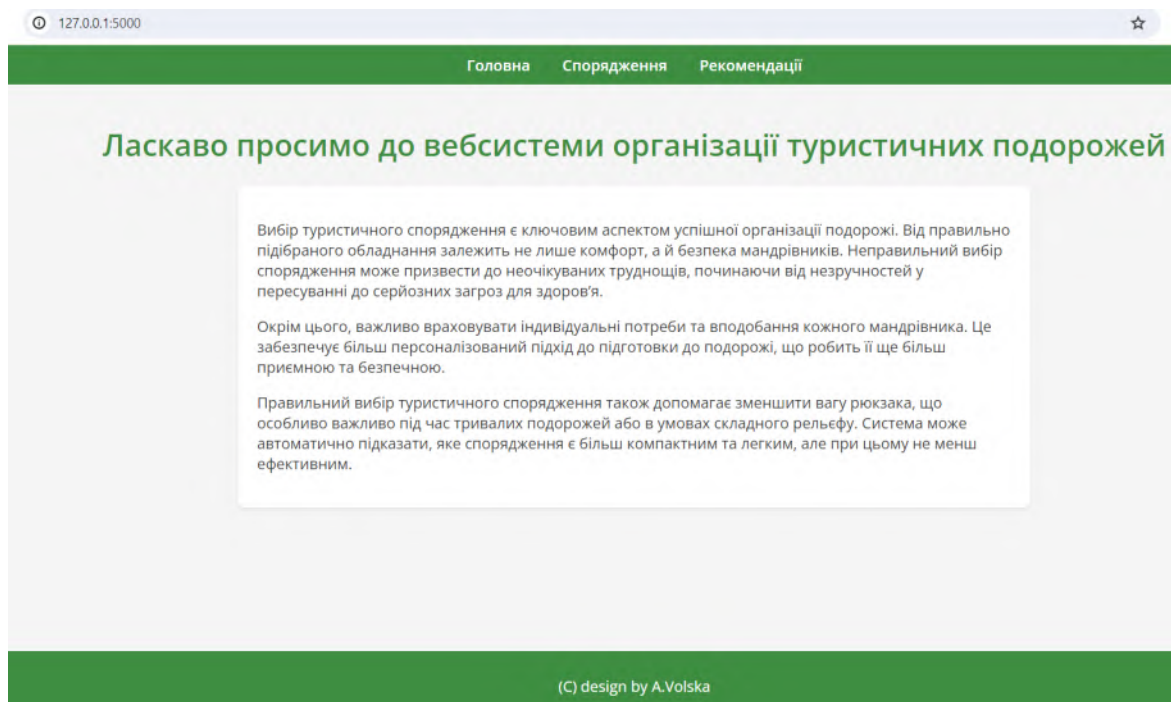


Рисунок 3.8 – Стартова сторінка вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

На стартовій сторінці вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій міститься інформація щодо ключових аспектів організації туристичних подорожей. Зверху розташовано головне меню з 3-х пунктів: «Головна», «Спорядження», «Рекомендації». Для переходу на пункт меню «Спорядження» необхідно натиснути на однойменний пункт меню. Відкриється сторінка із наявним спорядженням (рисунок 3.9). Сторінка спорядження має також своє внутрішнє меню, яке дозволяє виконувати фільтрацію спорядження по категоріям.

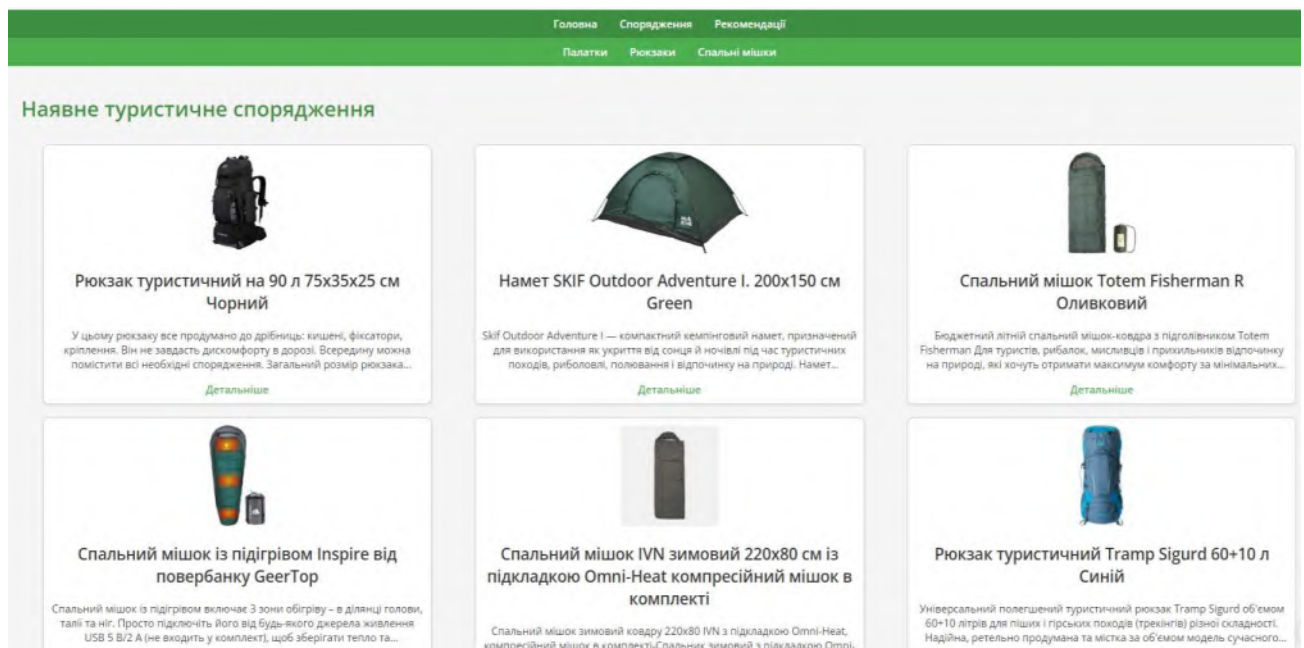


Рисунок 3.9 – Сторінка «Спорядження» вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій

Для відображення спорядження лише вказаної категорії необхідно на внутрішньому меню обрати потрібний пункт. Наприклад, для відображення лише спальних мішків необхідно натиснути на кнопку «Спальні мішки» (рисунок 3.10).

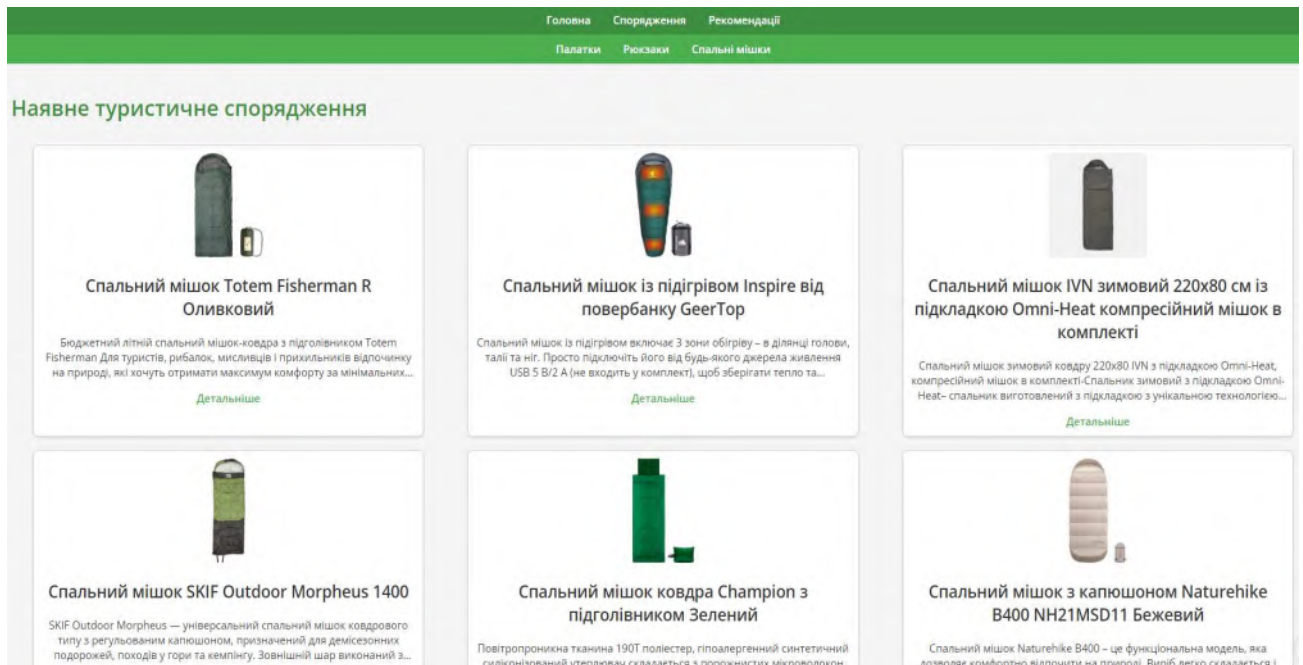


Рисунок 3.10 – Фільтр «Спальні мішки» сторінки «Спорядження»

Для деталізації даних по певному виду туристичного спорядження необхідно натиснути кнопку «Детальніше», після чого буде відкрито повний опис спорядження (рисунок 3.11).

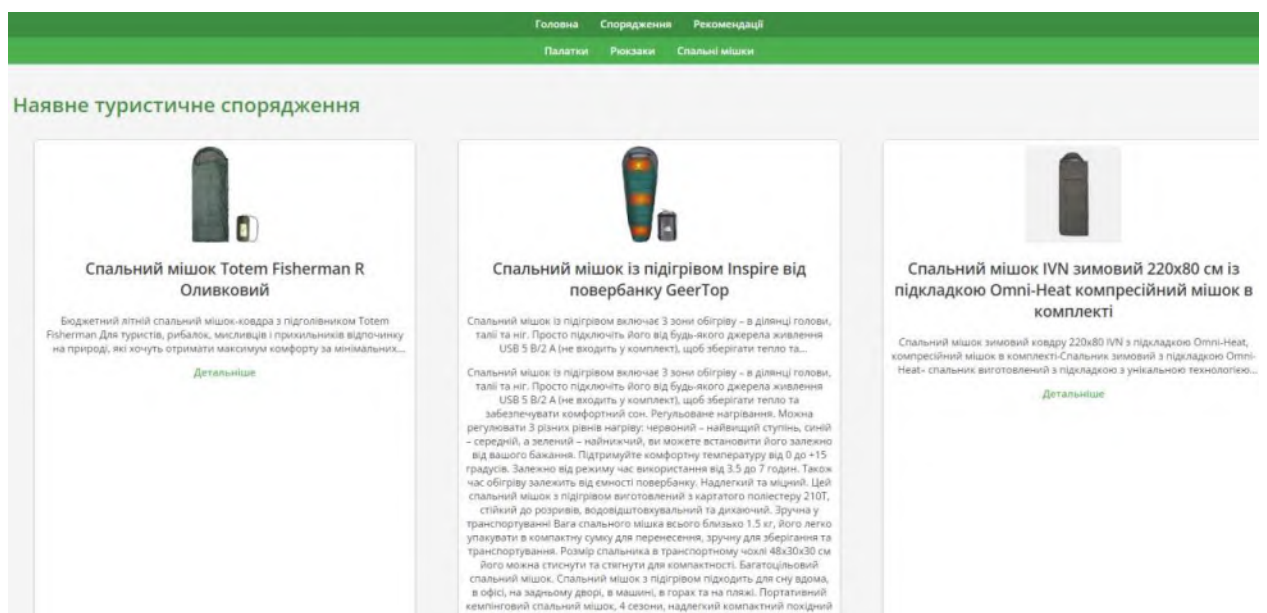


Рисунок 3.12 – Приклад деталізації інформації про спорядження

Для переходу на сторінку «Рекомендації» необхідно натиснути даний пункт головного меню. Вигляд стартового вікна вебсистеми організації

туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій рекомендацій наведено на рисунку 3.13.

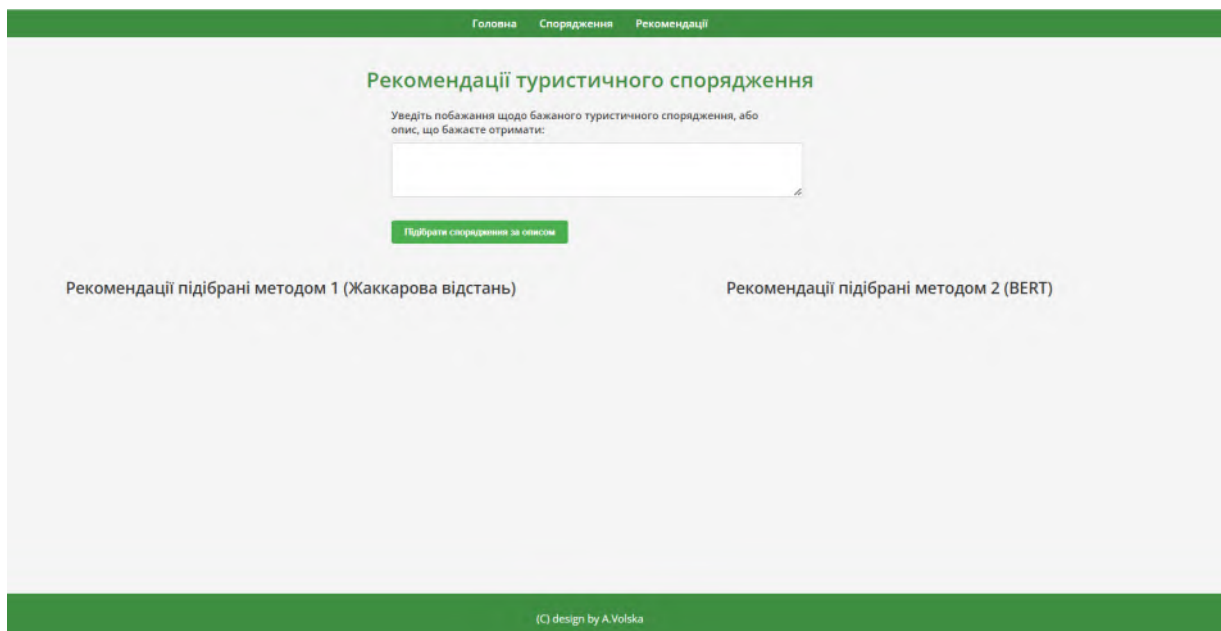


Рисунок 3.13 – Сторінка «Рекомендації»

Для отримання рекомендації необхідно ввести опис бажаного спорядження текстом у довільному форматі. Після уведення опису натиснути кнопку «Підбрати спорядження за описом» (рисунок 3.14).

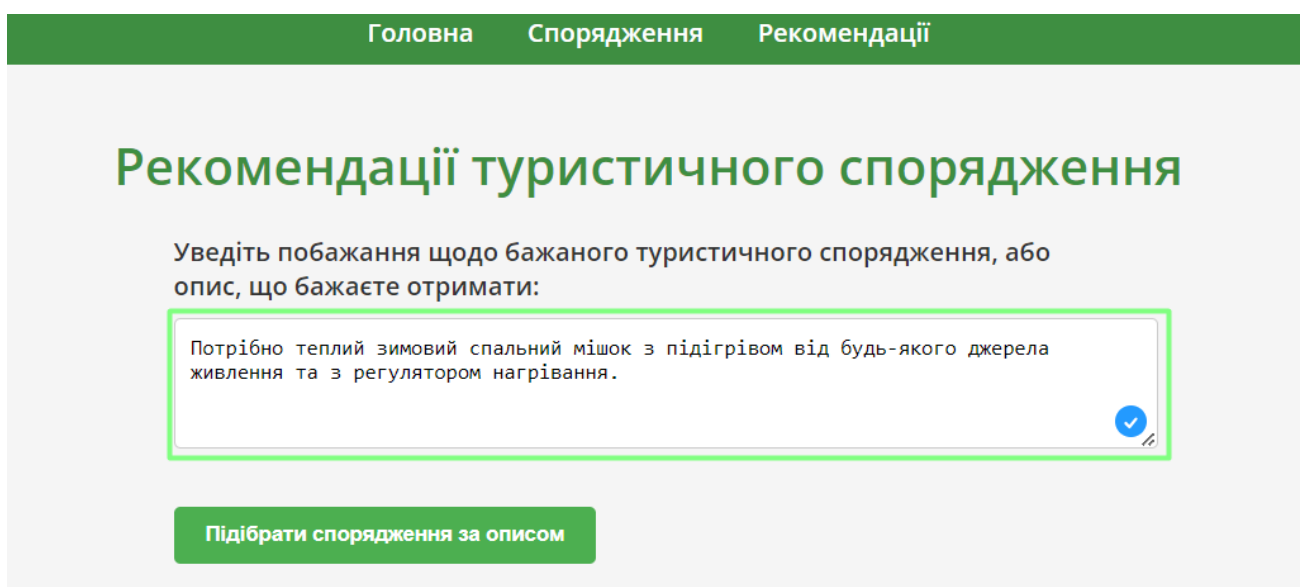


Рисунок 3.14 – Приклад опису спорядження

Після натиснення на кнопку буде виведено топ-3 рекомендації 2-ма альтернативними підходами (рисунок 3.15).

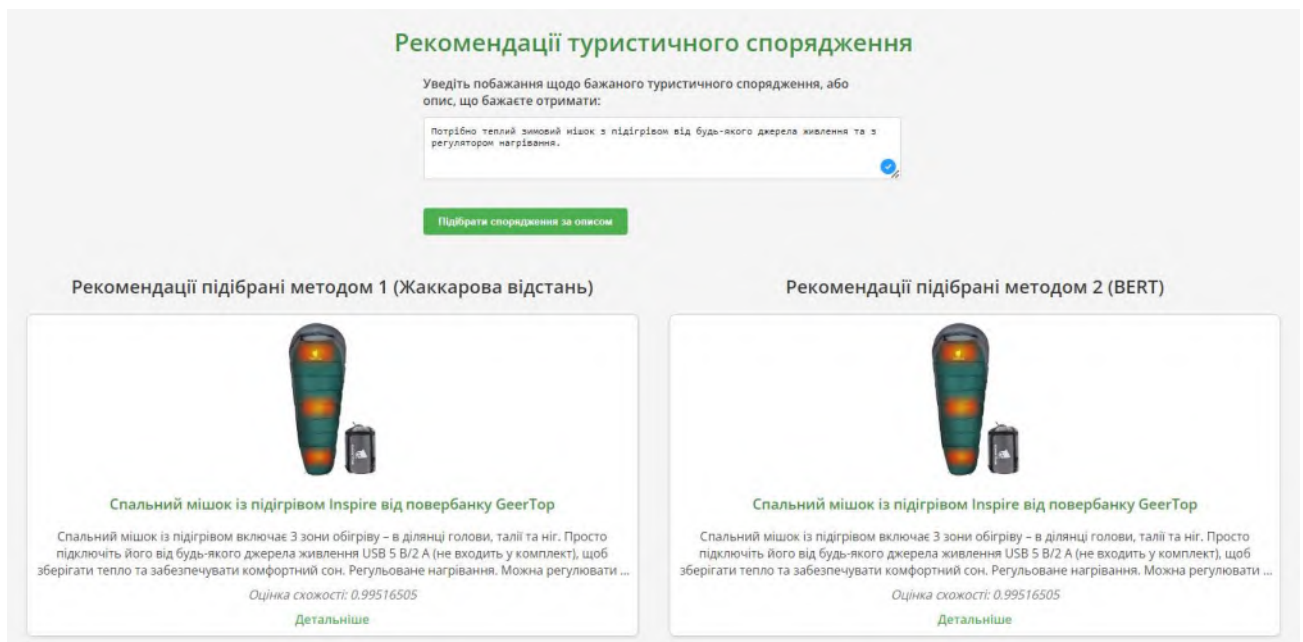


Рисунок 3.15 – Приклад виведення рекомендації

Інформацію із виведеного топ-3 можна деталізувати, натиснувши кнопку «Детальніше». Результат буде аналогічний як для сторінки зі спорядженням.

Отже, наведено аналіз функціональності вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, де детально описано основні можливості для коректного використання розробленої вебсистеми.

### 3.7 Результати досліджень

Для дослідження ефективності розробленого методу в рамках вебсистеми організації туристичних подорожей було обрано підхід з використанням порівняння двох альтернативних підходів – використання Жаккардової відстані та косинусної подібності з векторизацією нейромережевою моделлю машинного

навчання BERT. Також порівняння із топ-3 видачею магазину «Rozetka» за запитом.

Оцінка «1» означає, що спорядження за описом присутнє в топ-3, «0» - відсутнє. Перші 5 описів надавались у вигляді довгих описів (довжина опису понад 10 слів), запити 6 – 10 були виконані як описи середньої довжини (від 5-ти до 10 слів), а останні 5 запитів були подані як короткі (довжина до 4-х слів). Як видно з таблиці 3.5 – «Rozetka» не вмє опрацьовувати довгі описи спорядження. Також є проблеми з описами середньої довжини. Приклад застосування опису середньої довжини наведено на рисунку 3.16.

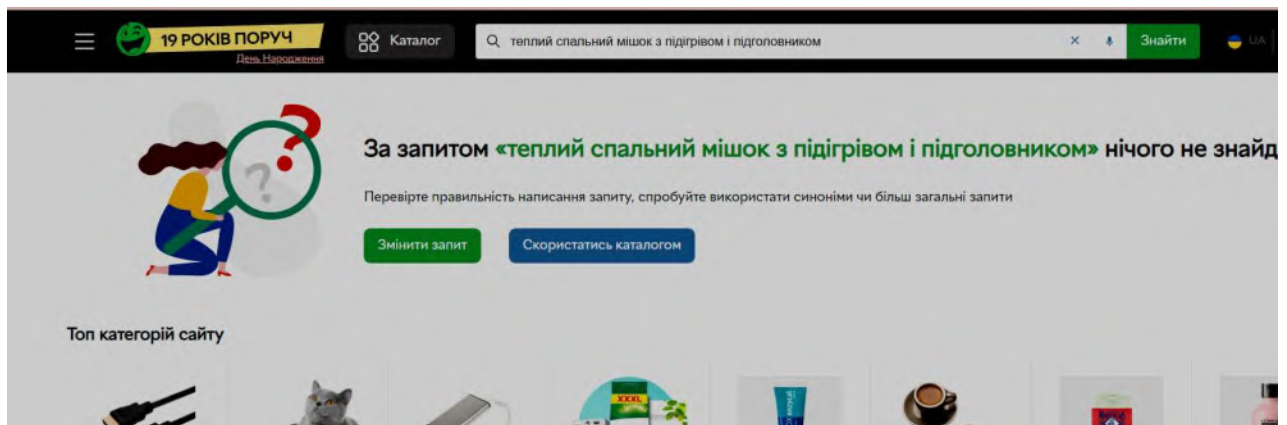


Рисунок 3.16 – Пошук за описом у магазині «Rozetka»

Першим буде досліджено топ-видачі від магазину розетка за запитом, та порівняно із видачею розробленим методом. Буде подано 15 запитів, результати яких оцінено експертом. Дані експерименту наведено в таблиці 3.5.

З короткими описами результати більш кращі у магазині розетка, однак і створений метод має задовільні результати. Приклад застосування короткого опису для магазину розетка наведено на рисунку 3.17

У той же час, спроектований метод краще справляється із описами середньої та великої довжини. Діаграма коректності видачі рекомендацій у відсотках наведено на рисунку 3.18.

Таблиця 3.5 – Результат порівняння експертом видачі топ-3 «Rozetka» та розробленим методом

	Rozetka	Метод рекомендації вибору туристичного спорядження	
		Використання Жаккардової відстані	Використання косинусної подібності з векторизацією нейромережею BERT
Запит 1	0	1	1
Запит 2	0	1	1
Запит 3	0	0	1
Запит 4	0	0	1
Запит 5	0	1	1
Запит 6	1	1	0
Запит 7	0	1	1
Запит 8	1	1	1
Запит 9	0	1	1
Запит 10	1	1	1
Запит 11	1	1	1
Запит 12	0	1	1
Запит 12	1	1	0
Запит 14	1	0	0
Запит 15	1	1	1

Як видно з рисунку 3.18 та таблиці 3.5 – розроблений метод дозволяє підбирати більш точно необхідне спорядження, коли користувач заздалегідь не знає марки та конкретних даних, що є великою перевагою для новачків. Розетка показує практично безпомилкові результати, коли користувач явно знає модель та характеристики потрібного спорядження.

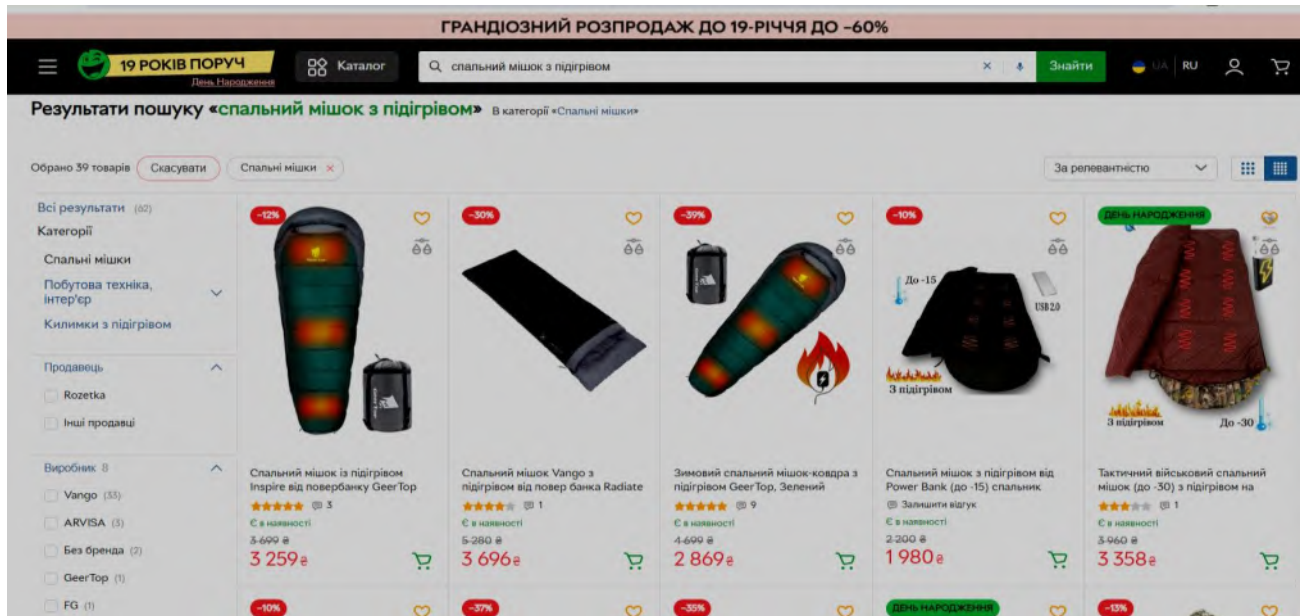


Рисунок 3.17 – Застосування короткого опису до магазину «Rozetka»

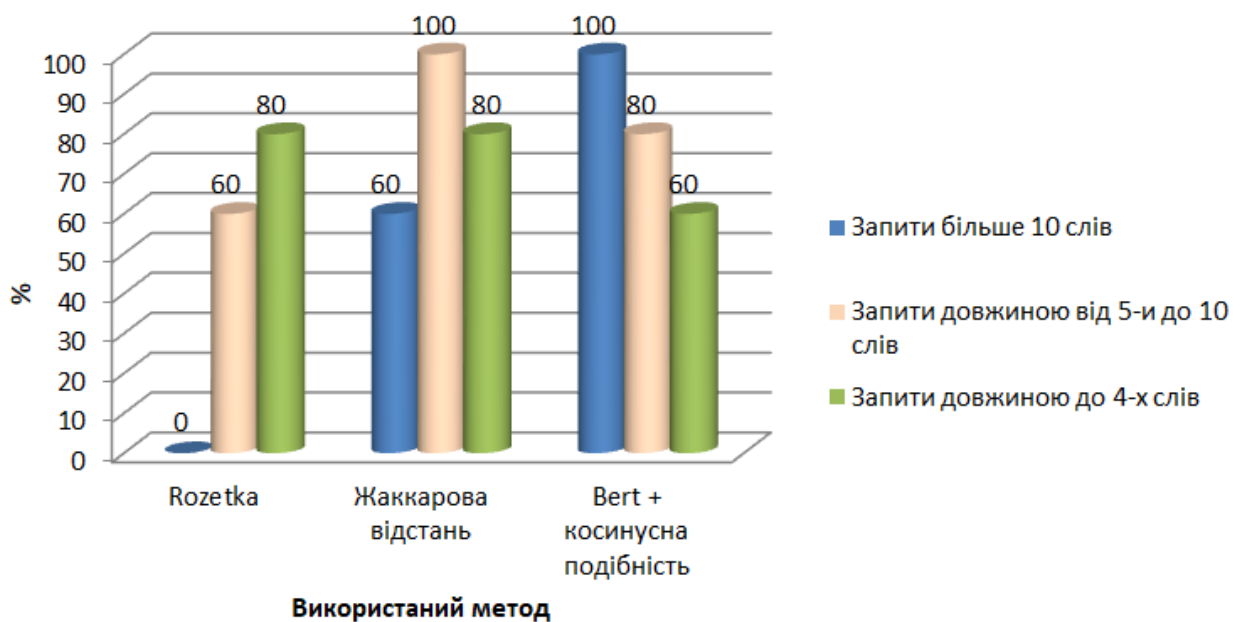


Рисунок 3.18 – Діаграма коректно виконаних запитів у відсотках

Щодо порівняння ефективності двох альтернативних підходів – відстані Жаккара та використання нейромережевої моделі машинного навчання BERT у поєднанні з косинусною подібністю – тут для коротких та середніх описів краще показала себе модель на основі відстані Жаккара, досягнувши точності 80 % для коротких описів та 100 % для середніх, однак для довших запитів на основі описів кращі результати показав підхід з використанням нейромережевої моделі

машинного навчання BERT у поєднанні з косинусною подібністю, досягнувши точності 100 %. Отримані результати пояснюються побудовою векторів з можливістю відслідковування контексту.

Отже, виконано дослідження ефективності запропонованого методу видачі рекомендацій туристичного спорядження за описом з використанням машинного навчання, що показав високу ефективність, досягнувши 100% релевантних запитів для середніх запитів (довжиною від 5-и до 10 слів) з підходом на основі відстані Жаккара, а також досягнувши 80% релевантних запитів для категорії коротких описів (до 4-х слів), однак для довших запитів на основі описів кращі результати показав підхід з використанням нейромережевої моделі машинного навчання BERT у поєднанні з косинусною подібністю, досягнувши точності 100 %. У подальшому необхідно розширити базу туристичного спорядження, додавши нові одиниці споряджень та нові категорії. Також можна використати для порівняння і інші методи машинного навчання для підвищення ефективності методу для коротких описів.

### **3.8 Висновки до розділу 3**

При виконанні 3-го розділу було визначено шляхи дослідження ефективності та виконано вибір засобів створення вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій. У якості засобів розробки вебсистеми було обрано середовище програмування «PyCharm», мову програмування «Python», мову розмітки «HTML» та стиліове оформлення «CSS» для створення та стилізації вебсторінок, а також мову «JavaScript» для створення ефектів на вебсторінках. У якості фреймворка обрано «Flask», а СКБД – «SQLServer».

Наведено та описано взаємодію різних частин вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій для забезпечення користувачам інформації про спорядження та рекомендації для туристичних подорожей. Надане візуальне представлення допомагає розуміти

потік інформації та взаємодію між компонентами системи. Також візуалізовано діаграму класів вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, що дозволяє зрозуміти організацію бекенд частини.

Виконано реалізацію складових вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій та наведено її деталі щодо підсистем виведення рекомендацій за описом користувача та пошуку семантичної близькості.

Проведено тестування вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій. Всі функції вебсистеми працюють валідно та виконують поставлені завдання. Також наведено вимоги щодо розгортання створеної вебсистеми.

Проведено аналіз функціональності вебсистеми, де детально описано основні можливості для коректного використання розробленої вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій.

Проведене дослідження ефективності запропонованого методу видачі рекомендацій туристичного спорядження за описом, з використанням машинного навчання, показало високу ефективність. Метод на основі відстані Жаккара досяг 100% релевантності для середніх запитів (довжиною від 5 до 10 слів) та 80% релевантності для коротких запитів (до 4-х слів). Проте для довгих описів кращі результати показав підхід з використанням нейромережевої моделі BERT у поєднанні з косинусною подібністю, досягнувши релевантності у 100%. У подальшому необхідно розширити базу туристичного спорядження, додавши нові одиниці та категорії спорядження. Також варто розглянути використання інших методів машинного навчання для підвищення ефективності рекомендацій для коротких описів.

## Загальні висновки

У сучасному світі туризм стає все більш популярним, що призводить до збільшення числа подорожей та різноманіття туристичних напрямків. Проте, при виборі туристичного спорядження туристи часто мають проблеми з обробкою великого обсягу інформації та вибором оптимальних варіантів. Тому розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження за допомогою машинного навчання для вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій є надзвичайно актуальною, оскільки вона дозволить покращити процес вибору туристичного спорядження та забезпечити більш зручний та ефективний досвід для користувачів вебсистем організації туристичних подорожей.

Проведений огляд теоретичних підходів до розв'язку подібних задач говорить про те, що використання засобів обробки природної мови сприятиме розробці методу рекомендаційного вибору туристичного спорядження за допомогою машинного навчання для вебсистеми організації туристичних подорожей. В результаті застосування таких засобів, вебсистема зможе аналізувати текстові дані з метою надання персоналізованих рекомендацій щодо туристичного спорядження, що покращить процес вибору для користувачів.

Проаналізувавши існуючі програмні засоби та наукові рішення можна стверджувати про те, що на сьогоднішній день розробка рекомендаційних систем є доволі актуальною, проте не знайдено програмних рішень, які б формували рекомендації вибору туристичного спорядження, тому була поставлена мета, задачі та вимоги до реалізації методу рекомендації вибору туристичного спорядження за допомогою машинного навчання для вебсистеми організації туристичних подорожей.

Метою КРБ було покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей. Зважаючи на мету, вважалось необхідним розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням, та програмного продукту у

вигляді вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій, що дозволить дослідити ефективність запропонованого методу.

Для досягнення поставленої мети були поставлені та виконані такі завдання:

- проведено аналіз предметної області щодо рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- розроблено метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- наведено архітектуру використовуваної моделі машинного навчання;
- створено проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей та спроектувати відповідну БД;
- виконано підготовку робочих вхідних даних;
- виконано програмну реалізацію вебсистеми, що реалізовує метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- проведено тестування створеної вебсистеми;
- виконано дослідження ефективності для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.

Запропонований метод рекомендації вибору туристичного спорядження за допомогою машинного навчання, що використовує модель BERT, призначений для підбору спорядження на основі текстового опису користувача. Цей метод має на меті перетворення вхідних даних у вигляді користувацького опису бажаного туристичного спорядження та текстових описів наявного спорядження за допомогою нейромережевої моделі на вихідні дані у вигляді рекомендацій.

Проведене дослідження ефективності запропонованого методу видачі рекомендацій туристичного спорядження за описом, з використанням машинного навчання, показало високу ефективність у рамках розробленої вебсистеми. Підхід на основі відстані Жаккара досяг 100% релевантності для середніх запитів (довжиною від 5 до 10 слів) та 80% релевантності для коротких

запитів (до 4-х слів). Проте для довгих описів кращі результати показав підхід з використанням нейромережевої моделі BERT у поєднанні з косинусною подібністю, досягнувши релевантності у 100%. У подальшому необхідно розширити базу туристичного спорядження, додавши нові одиниці та категорії спорядження. Також варто розглянути використання інших методів машинного навчання для підвищення ефективності рекомендацій для коротких описів.

## Перелік посилань

1. WHO. Physical activity. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>.
2. O. L. Torres, P. Lobo, V. Baign, G. F. De Roia. How to Reduce Sedentary Behavior at All Life Domains. Sedentary Behaviour – A Contemporary View. IntechOpen, Oct. 13, 2021. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/76205>
3. J. Fesanghari, R. Norouzi, M. Saffari, H. Kozechian. Outcomes of Using New Technologies in the Development of Recreational Sports: From Increasing Participation to Wealth Creation. Annals of Applied Sport Science. 9. 2021. URL: [https://www.researchgate.net/publication/356013574\\_Outcomes\\_of\\_Using\\_New\\_Technologies\\_in\\_the\\_Development\\_of\\_Recreational\\_Sports\\_From\\_Increasing\\_Participation\\_to\\_Wealth\\_Creation](https://www.researchgate.net/publication/356013574_Outcomes_of_Using_New_Technologies_in_the_Development_of_Recreational_Sports_From_Increasing_Participation_to_Wealth_Creation)
4. BetterYou. The Importance of Corporate Health and Fitness: A Guide to a Thriving Workplace. URL: <https://www.betteryou.ai/the-importance-of-corporate-health-and-fitness-a-guide-to-a-thriving-workplace/>
5. P.E. Livak, Yu. Poluhin, A.V. Steshyts. Active recreation: types and varieties of active tourism and their essence. pp 79-83. (2022). URL: [https://www.researchgate.net/publication/362394073\\_Active\\_recreation\\_types\\_and\\_varieties\\_of\\_active\\_tourism\\_and\\_their\\_essence](https://www.researchgate.net/publication/362394073_Active_recreation_types_and_varieties_of_active_tourism_and_their_essence)
6. Medium. The Ultimate Guide to Choosing the Right Outdoor Gear. URL: <https://medium.com/@ross.matthew/the-ultimate-guide-to-choosing-the-right-outdoor-gear-c44cfcca3985>
7. Elevate outside. How to Choose the Perfect Backpack for Your Outdoor Adventure. URL: <https://elevateoutside.com/how-to-choose-the-perfect-backpack-for-your-outdoor-adventure>
8. Go Outdoors. Guide to Sleeping Bags. URL: <https://www.gooutdoors.co.uk/expert-advice/sleeping-bag-guide>
9. Western rise. The Complete Travel Clothing Guide: Features, Fabrics, and Tips. URL: <https://westernrise.com/blogs/journal/how-to-choose-travel-clothes>

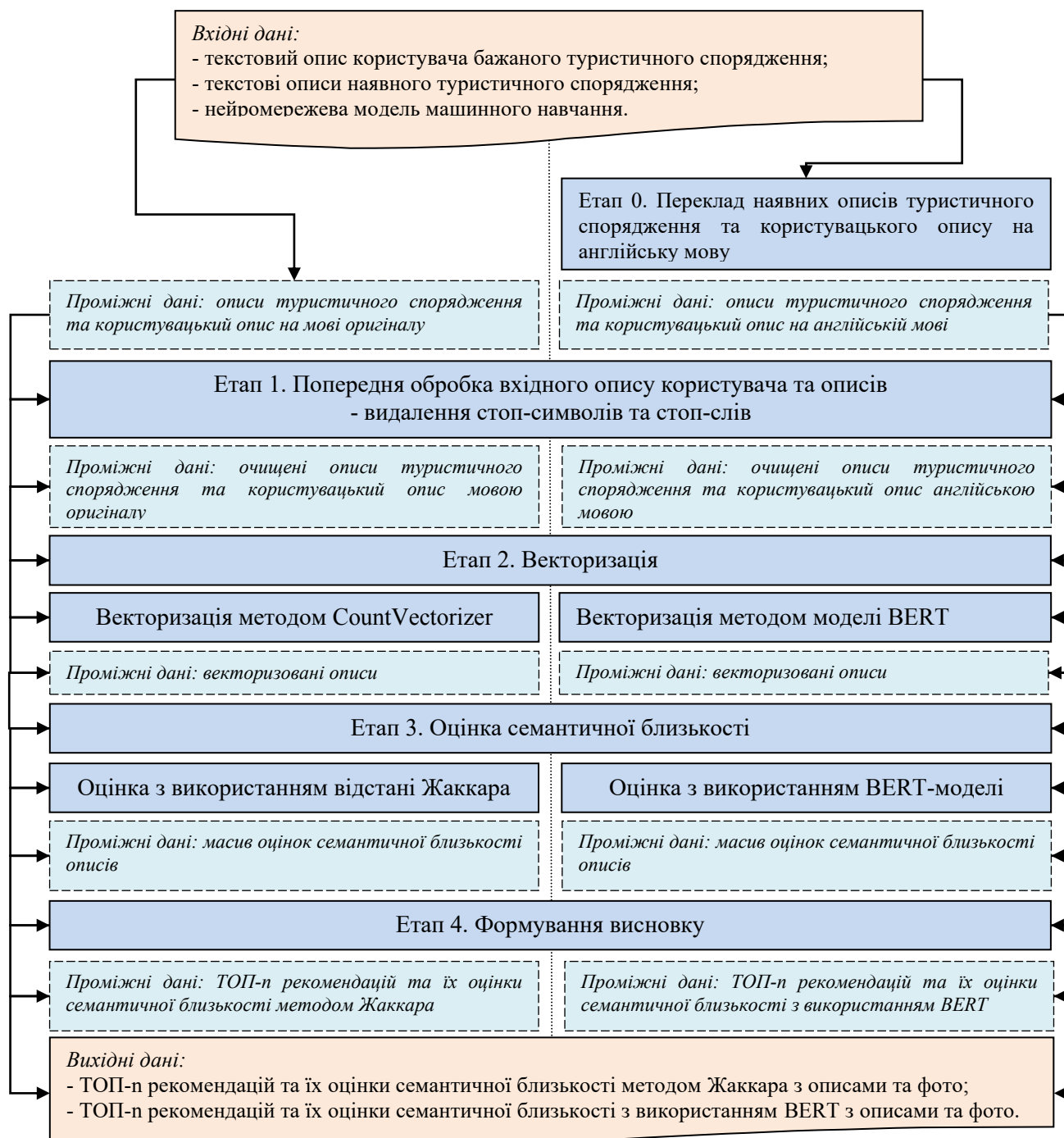
10. Camuland. 9 Pieces of Camping Equipment for Beginners. URL: <https://camuland.com/blogs/posts/9-pieces-of-camping-equipment-for-beginners>
11. Medium. What are Recommendation Systems? URL: <https://medium.com/@khang.pham.exxact/what-are-recommendation-systems-6bb5036042db>
12. Travel booster. Automated Travel System. URL: [https://www.travelbooster.com/glossary\\_term/automated-travel-system/](https://www.travelbooster.com/glossary_term/automated-travel-system/)
13. Elastic. What is natural language processing (NLP)? URL: <https://www.elastic.co/what-is/natural-language-processing#how-does-natural-language-processing-work>
14. Larksuite. Bag of Words Model. URL: [https://www.larksuite.com/en\\_us/topics/ai-glossary/bag-of-words-model](https://www.larksuite.com/en_us/topics/ai-glossary/bag-of-words-model)
15. Medium. TF-IDF in NLP (Term Frequency Inverse Document Frequency). URL: <https://medium.com/@abhishekjainindore24/tf-idf-in-nlp-term-frequency-inverse-document-frequency-e05b65932f1d>
16. IBM. What are word embeddings? URL: <https://www.ibm.com/topics/word-embeddings>
17. LearnDataSci. Cosine Similarity URL: <https://www.learndatasci.com/glossary/cosine-similarity>
18. Statistics. How To. Jaccard Index/Similarity Coefficient. URL: <https://www.statisticshowto.com/jaccard-index>
19. Toloka. Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT). URL: <https://toloka.ai/glossary/bidirectional-encoder-representations-from-transformers>
20. Prompt AI Tools. URL: <https://promptaitools.com/tools/travel-assistant/>
21. ForCamping. Туристичний льодоруб Camp Neve. URL: <https://4camping.com.ua/p/turystychnyi-lodorub-camp-neve-1/#50-sm-chorny>
22. L. Gao, J. Li. E-Commerce Personalized Recommendation Model Based on Semantic Sentiment. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/7246802>

23. M. Khoali, A. Tali, Y. Laaziz. A Survey of Artificial Intelligence-Based E-Commerce Recommendation System. URL: [https://www.researchgate.net/publication/345034768\\_A\\_Survey\\_of\\_Artificial\\_Intelligence-Based\\_E-Commerce\\_Recommendation\\_System](https://www.researchgate.net/publication/345034768_A_Survey_of_Artificial_Intelligence-Based_E-Commerce_Recommendation_System)
24. BERT base model (uncased). URL: <https://huggingface.co/google-bert/bert-base-uncased>
25. Rozetka. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/>
26. Chrome Web-store. Crawlee. URL: <https://chromewebstore.google.com/detail/scraper-crawler-v3/kbhidgghgflkbalnkoe-okcipocmigkfh?hl=uk&pli=1>
27. Scikit-learn. Main. URL: <https://scikit-learn.org/stable/>
28. Hugging Face. Sklearn-transformers. URL: <https://huggingface.co/scikit-learn/sklearn-transformers>
29. Geeks for geeks. Features of PyCharm. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/features-of-pycharm/>
30. Python. Python 3.12.4 documentation. URL: <https://docs.python.org/3/index.html>
31. Softjourn. The Advantages and Disadvantages of JavaScript. URL: <https://softjourn.com/insights/the-advantages-and-disadvantages-of-javascript>
32. Geeks for geeks. Flask Tutorial. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/flask-tutorial/>
33. Byte Scout. MS SQL Server History and Advantages. URL: <https://bytescout.com/blog/2014/09/ms-sql-server-history-and-advantages.html>

# ДОДАТКИ

## Додаток А

## Схема методу рекомендації вибору туристичного спорядження



## Додаток Б

### Проектна архітектура вебсистеми організації туристичних подорожей з можливістю інтелектуальних рекомендацій



## Додаток В

## Розгорнута структура нейромережевої моделі BERT



<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ion/self/key</b> kernel (768×768) bias (768)	
<b>bert/tf_bert...n/self/value</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...n/self/query</b> kernel (768×768) bias (768)	
<b>bert/tf_bert...ion/self/key</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	
<b>bert/tf_bert...n/self/query</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (3072×768) bias (768)	
<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	<b>bert/tf_bert...ediate/dense</b> kernel (768×3072) bias (3072)	
<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (3072×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	
<b>bert/tf_bert...ediate/dense</b> kernel (768×3072) bias (3072)	<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (768×768) bias (768)
<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	<b>bert/tf_bert...n/self/value</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...n/self/value</b> kernel (768×768) bias (768)
<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ion/self/key</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ion/self/key</b> kernel (768×768) bias (768)
<b>bert/tf_bert...n/self/value</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...n/self/query</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...n/self/query</b> kernel (768×768) bias (768)
<b>bert/tf_bert...ion/self/key</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	<b>bert/tf_bert...gs/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)
<b>bert/tf_bert...n/self/query</b> kernel (768×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (3072×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...n_embeddings</b> embeddings (512×768)
<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	<b>bert/tf_bert...ediate/dense</b> kernel (768×3072) bias (3072)	<b>bert/tf_bert...e_embeddings</b> embeddings (2×768)
<b>bert/tf_bert...output/dense</b> kernel (3072×768) bias (768)	<b>bert/tf_bert...ut/LayerNorm</b> gamma (768) beta (768)	<b>bert/tf_bert...d_embeddings</b> weight (30522×768)

## Додаток Г

### Презентаційний матеріал

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

# МЕТОД РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИБОРУ ТУРИСТИЧНОГО СПОРЯДЖЕННЯ ЗА МАШИННИМ НАВЧАННЯМ ДЛЯ ВЕБСИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТУРИСТИЧНИХ ПОДороЖЕЙ



**Виконала:**  
*студентка групи КН-20-1*  
**Аліна ВОЛЬСЬКА**



**Керівник:**  
*PhD, ст. викл. каф. КН*  
**Павло РАДЮК**

## Актуальність

Туризм – це надзвичайно популярна сфера діяльності, яка привертає мільйони людей з усього світу. Проте, не всі мають достатній досвід або знання, щоб ефективно організувати свої подорожі, особливо у виборі необхідного туристичного спорядження. В цьому контексті розробка рекомендаційної системи для вибору туристичного спорядження стає надзвичайно актуальною.

Використання вебсистем для організації туристичних подорожей дозволяє людям зручно та ефективно планувати свої відпустки, проте, багато людей стикаються з проблемою вибору необхідного спорядження для подорожей. Складне розуміння та вибір правильного спорядження може стати перешкодою для багатьох туристів, особливо для початківців.

Розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження, який базується на машинному навчанні, значно спростить цей процес для користувачів. **Така система з реалізованим методом рекомендації вибору туристичного спорядження покращить вибір туристичного спорядження для організації туристичних подорожей, а також покращити загальний досвід подорожування для користувачів.**

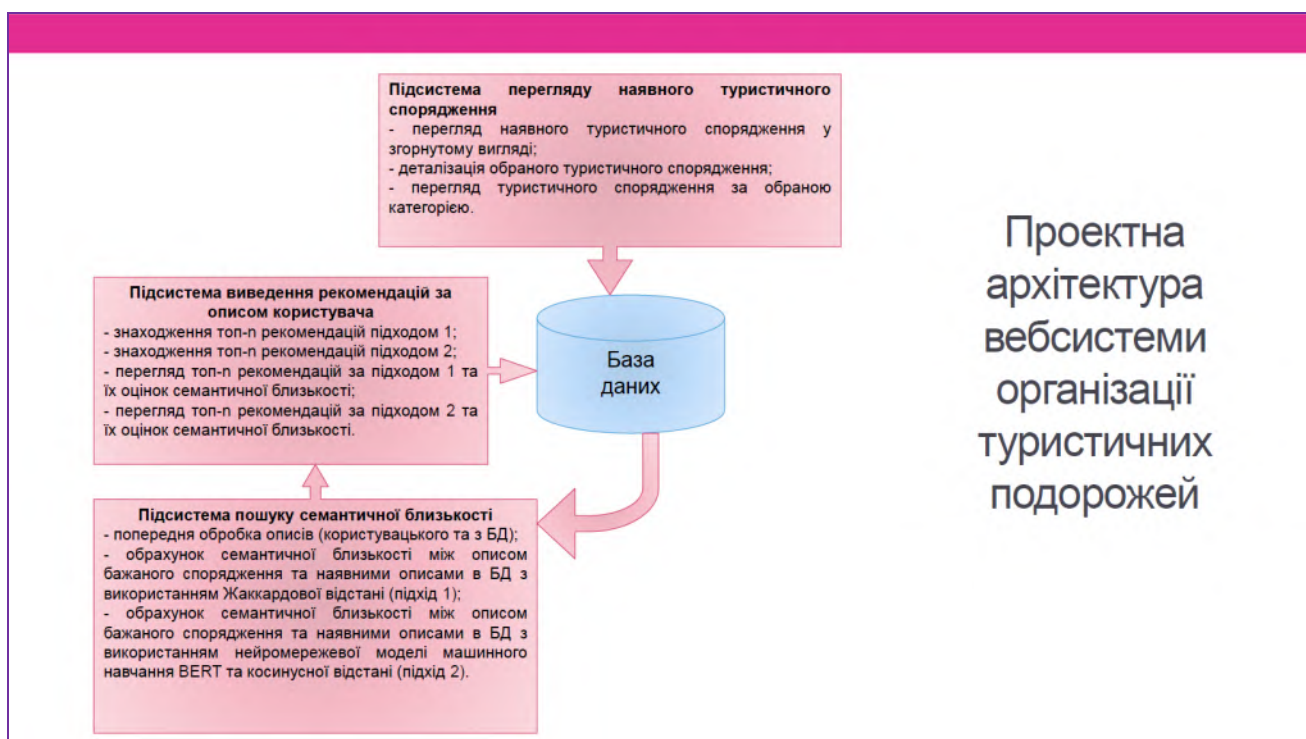
## Мета і задачі роботи

**Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей.**

Для досягнення поставленої мети слід вирішити такі **завдання**:

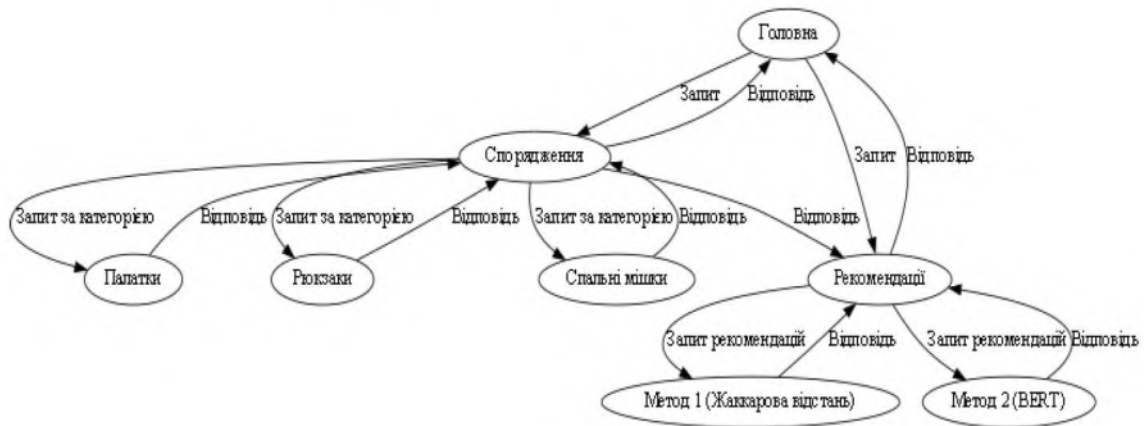
- виконати аналіз предметної області щодо рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- розробити метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- навести архітектуру використовуваної моделі машинного навчання;
- створити проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей та спроектувати відповідну БД;
- виконати підготовку робочих вхідних даних;
- виконати програмну реалізацію вебсистеми, що буде реалізовувати метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- провести тестування створеної вебсистеми;
- виконати дослідження ефективності для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.



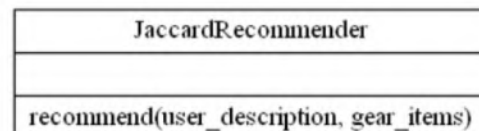
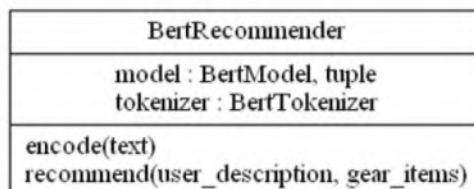




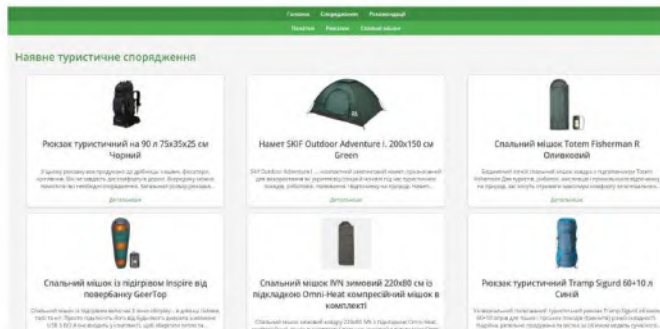
## Діаграма взаємодії складових вебсистеми організації туристичних подорожей



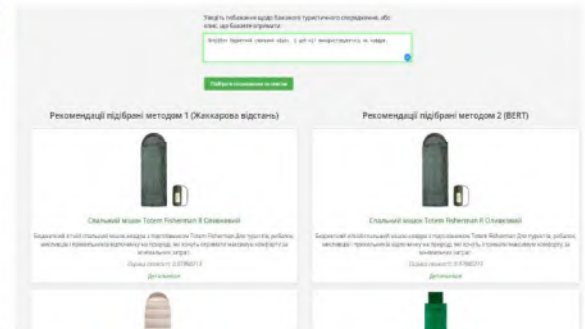
## Діаграма класів вебсистеми



# Вебсистема організації туристичних подорожей



Сторінка «Спорядження»



Виведення пропозицій туристичного спорядження за описом

Оцінка «1» означає, що спорядження за описом присутнє в топ-3, «0» - відсутнє

## Результати досліджень

довжина опису понад 10 слів

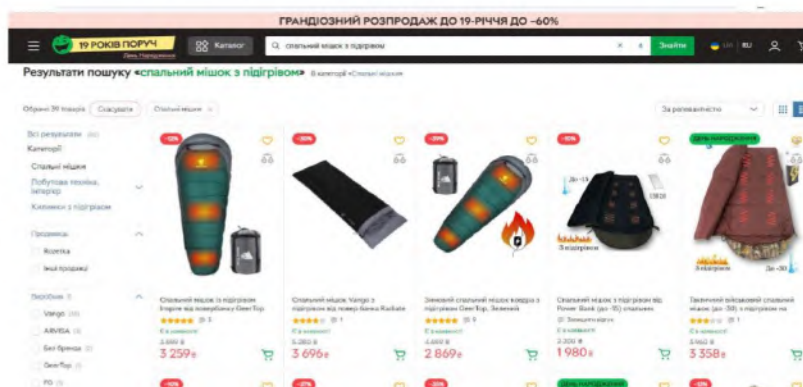
довжина опису 5-10 слів

довжина опису до 4-х слів

	Zozetka	Метод рекомендації вибору туристичного спорядження	
		Використання Жаккардової відстані	Використання косинусної подібності з векторизацією нейромережею BERT
довжина опису понад 10 слів	Запит 1	0	1
	Запит 2	0	1
	Запит 3	0	1
	Запит 4	0	1
	Запит 5	0	1
довжина опису 5-10 слів	Запит 6	1	0
	Запит 7	0	1
	Запит 8	1	1
	Запит 9	0	1
	Запит 10	1	1
довжина опису до 4-х слів	Запит 11	1	1
	Запит 12	0	1
	Запит 12	1	0
	Запит 14	1	0
	Запит 15	1	1

## Результати досліджень

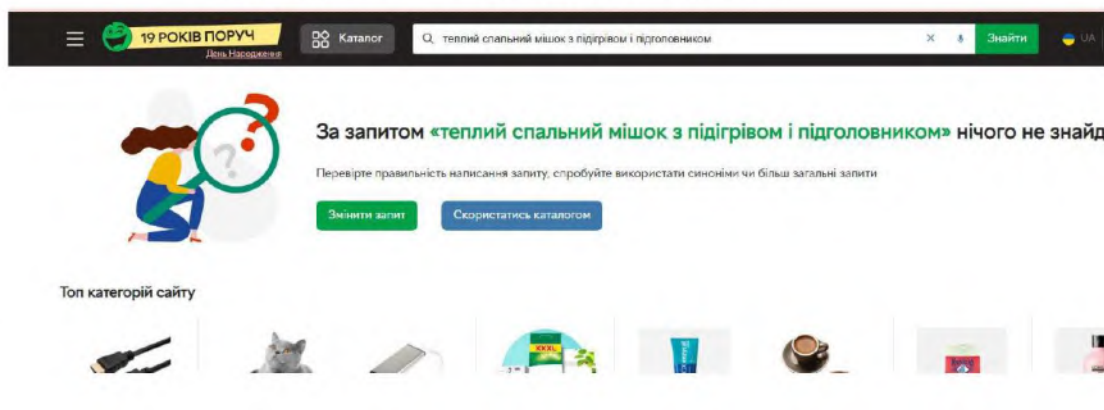
З короткими описами результати більш кращі у магазині розетка, однак і створений метод має задовільні результати.



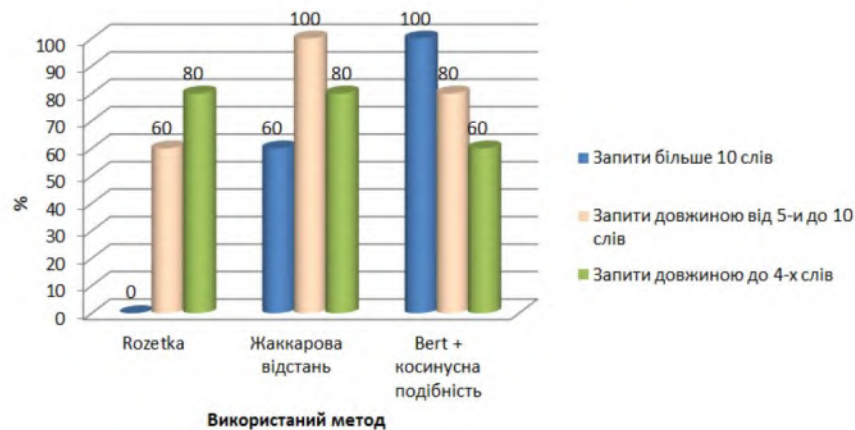
## Результати досліджень

«Rozetka» не вміє опрацьовувати довгі описи спорядження. Також є проблеми з описами середньої довжини.

Приклад застосування опису середньої довжини



## Результати досліджень



Діаграма коректно виконаних запитів у відсотках

## Висновки

**Було досягнуто мету кваліфікаційної роботи бакалавра – покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей .**

Для досягнення поставленої мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- проведено аналіз предметної області щодо рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- розроблено метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- наведено архітектуру використовуваної моделі машинного навчання;
- створено проектну архітектуру вебсистеми організації туристичних подорожей та спроектувати відповідну БД;
- виконано підготовку робочих вхідних даних;
- виконано програмну реалізацію вебсистеми, що реалізовує метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням;
- проведено тестування створеної вебсистеми;
- виконано дослідження ефективності для методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням.

Проведене дослідження ефективності запропонованого методу видачі рекомендацій туристичного спорядження за описом, з використанням машинного навчання, показало високу ефективність у рамках розробленої вебсистеми.

Підхід на основі відстані Жаккара досяг 100% релевантності для середніх запитів (довжиною від 5 до 10 слів) та 80% релевантності для коротких запитів (до 4-х слів).

Проте для довгих описів кращі результати показав підхід з використанням неймережевої моделі BERT у поєднанні з косинусною подібністю, досягнувши релевантності у 100%.

# Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%**

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилку в документах: 11%

ID: 132220 Назва: КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА на тему Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей Додано в БД: 2024-06-23 Автора: Аліна ВОЛЬСЬКА Керівники: Павло РАДЮК Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми		Символи
	75695	1091	3310 (4%)	52 (5%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:  
Кафедра КН

ID перевірки:  
1016383152

Дата перевірки:  
23.06.2024 09:18:01 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
23.06.2024 09:35:45 EEST

ID користувача:  
100005671

Назва документа: КН-20-1 Вольська\_ЗАПИСКА

Кількість сторінок: 73 Кількість слів: 11830 Кількість символів: 97596 Розмір файлу: 3.86 MB ID файлу: 1016193409

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

**7.22%**  
**Схожість**

Найбільша схожість: 3.36% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1016187986)

4.06% Джерела з Інтернету

393

Сторінка 75

5.7% Джерела з Бібліотеки

104

Сторінка 77

**0% Цитат**

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

**0%**  
**Вилучень**

Немає вилучених джерел

**Модифікації**

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

2

Підозріле форматування

19  
сторінок

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей

Автор: студентка групи КН-20-1 Аліна Вольська

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Ph.D, ст. викладач каф. КН Павло Радюк

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	<i>відповідає</i>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

*Підтвердження:*

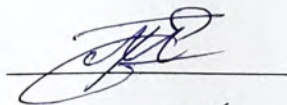
*Запозичення, виявлені в роботі Аліни Вольської, не є плагіатом, оскільки: запозичення розміщені в розділі огляду існуючих підходів, не описують безпосередньо авторську роботу і не стосуються її результатів; усі запозичення фрагментарні; до запозичень входять фрагменти програмного коду, що не мають авторства і містять поширені конструкції; серед запозичень знаходяться загальновідомі терміни та скорочення.*

*Обсяг запозичень, визначений системами виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає:*

*- за системою Anti-Plagiarism: 3 %;*

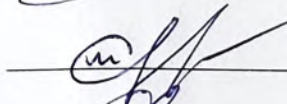
*- за системою Unichек: 7.22 %.*

Керівник роботи



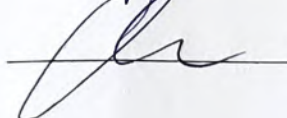
Павло РАДЮК

Гарант ОП



Олександр МАЗУРЕЦЬ

Завідувач кафедри КН



Олександр БАРМАК



## ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА

### на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентки гр. КН-20-1 Вольської Аліни Олександрівни

за темою Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей

#### 1. Актуальність теми

Розробка методу рекомендації вибору туристичного спорядження з використанням машинного навчання для вебсистеми організації туристичних подорожей є актуальною завдяки можливості автоматизації та покращення процесу підбору спорядження. Описаний в роботі метод дозволяє враховувати широкий спектр факторів, таких як тип подорожі, погодні умови та інші характеристики, які описує користувач в запиті, що значно підвищує комфорт і безпеку подорожей.

#### 2. Відповідність роботи предметній області Стандарту спеціальності 122 Комп'ютерні науки

За стандартом, а саме описом предметної області, об'єктом дослідження є процес вибору туристичного спорядження у вебсистемі організації туристичних подорожей. Метою роботи є – покращення вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей. При вирішенні поставленої задачі використано методи та технології машинного навчання у рекомендаційних системах. Враховуючи це, результати виконання кваліфікаційної роботи бакалавра повністю відповідають стандарту бакалавра спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

#### 3. Професійні та особистісні якості бакалавра

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студентка Вольська Аліна Олександрівна виявила здатність до критичного мислення та аналізу предметної області та існуючих підходів до розв'язку подібних задач, що в результаті дозволило досягнути поставленої мети.

#### 4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Вольська Аліна Олександрівна самостійно виконала усі поставлені завдання, тому представлені у кваліфікаційній роботі бакалавра результати є її особистою діяльністю.

## **5. Ступінь оволодіння методами дослідження**

Студентка продемонструвала достатні знання та рівень оволодіння методами дослідження, що дало змогу досягнути хороших результатів кваліфікаційної роботи бакалавра.

## **6. Повнота та якість розкриття теми роботи**

У своїй роботі студентка використала сучасні джерела для аналізу предметної області та постановки мети та завдань роботи, тому тема була розкрита повністю та якісно.

## **7. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладення матеріалу**

У кожному розділі пояснювальної записки висвітлено логічно та послідовно підхід до розв'язку поставлених завдань. Наведені твердження в роботі аргументовано та підкріплено посиланнями на наукові джерела. Матеріал роботи має достатню літературну грамотність. Для зрозумілості викладеного матеріалу використано графічний матеріал у вигляді діаграм, схем, також для чіткості викладення матеріалу використано таблиці.

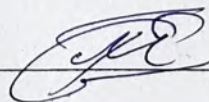
## **8. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи бакалавра, окремих її частин**

Розроблена система призначена для надання користувачам інструменту для отримання рекомендацій щодо необхідного туристичного спорядження за допомогою моделей машинного навчання. Вебсистема призначена для різних категорій користувачів, включаючи новачків, які тільки починають свої туристичні подорожі, а також досвідчених мандрівників, які шукають оптимальні рішення для організації своїх мандрівок.

## **9. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту, на яку оцінку заслуговує робота**

Враховуючи рівень виконання та забезпечення усіх необхідних вимог, робота може бути допущена до захисту. Рекомендована оцінка «добре».

Керівник



Ph.D, ст.викл. каф. КН Павло РАДЮК



## РЕЦЕНЗІЯ

### на кваліфікаційну роботу бакалавра

студентки гр. КН-20-1 Вольської Аліни Олександрівни

за темою: Метод рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей

#### 1. Актуальність обраної теми

Актуальність розробки методу рекомендації вибору туристичного спорядження за машинним навчанням для вебсистеми організації туристичних подорожей полягає в необхідності персоналізації та оптимізації вибору спорядження відповідно до індивідуальних потреб і уподобань користувачів. Використання машинного навчання дозволяє підвищити точність рекомендацій, що сприяє підвищенню задоволеності клієнтів і ефективності їх підготовки до подорожей.

#### 2. Повнота розкриття мети та завдань роботи

У своїй роботі студентка повністю розкрила мету та завдання, показавши вміння чітко визначати наукові проблеми та обирати відповідні методи для їх вирішення, що дозволило Аліні Вольській успішно виконати дослідження, досягнувши поставленої мети.

#### 3. Зміст кожного розділу роботи

Для досягнення мети в кожному розділі пояснювальної записки було наведено детальний опис поставлених завдань. В першому розділі висвітлено характеристику предметної області рекомендації вибору туристичного спорядження. У другому розділі наведено метод рекомендації вибору туристичного спорядження, архітектуру використаної нейронної мережі та проектну архітектуру системи та взаємозв'язок компонентів. У третьому розділі проведено експериментальне дослідження методу рекомендації вибору туристичного спорядження.

#### 4. Оцінка розробленої інформаційної системи, її практична цінність

Створена система надає користувачам інструменти для планування та отримання рекомендацій щодо необхідного туристичного спорядження за допомогою моделей машинного навчання. Вебсистема розрахована на широку аудиторію, включаючи як новачків у туризмі, так і досвідчених мандрівників, що прагнуть знайти найкращі варіанти для своїх подорожей.

5. Якість оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана з високою якістю оформлення, що свідчить про вміння студентки дотримуватися академічних стандартів і грамотно представити свої дослідження. Чітка структура та правильне оформлення роботи відображають відповідальність і компетентність Аліни Вольської у підготовці наукових робіт.

6. Недоліки кваліфікаційної роботи бакалавра

Перелік скорочень не відсортовано за алфавітом. В тексті записки присутні несуттєві пунктуаційні та граматичні помилки. У дослідженні ефективності методу не наведено текст запитів, для яких проведено експеримент. Втім наведені недоліки не впливають на якість отриманих результатів.

7. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), та оцінка на яку заслуговує кваліфікаційна робота.

Враховуючи рівень виконання та забезпечення усіх необхідних вимог, робота може бути допущена до захисту. Рекомендована оцінка «добре».

Рецензент Гаральчук Тамара Іванівна,  
канд. техн. наук, доцент кафедри ІІІЗ ХНУ  
21.06.2024р. 