

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ комп'ютерних наук (або центр післядипломної освіти, або навчально-науковий центр заочної форми навчання)  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ програмної інженерії  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський)

Дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови  
(тема)

Виконав:  
студент (ка) 2 курсу, групи ІПЗм-22-3

Марусов Б. А.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова

Керівник доц. Груздо І. В  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту  
Зав. кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

З.В.Дудар  
(прізвище, ініціали)

2024 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ комп'ютерних наук (або центр післядипломної освіти, або навчально-науковий центр заочної форми навчання) \_\_\_\_\_  
 Кафедра \_\_\_\_\_ програмної інженерії \_\_\_\_\_  
 Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_  
 Спеціальність \_\_\_\_\_ 121 – Інженерія програмного забезпечення \_\_\_\_\_  
 Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-наукова програма \_\_\_\_\_  
 Освітня програма \_\_\_\_\_ Інженерія програмного забезпечення \_\_\_\_\_  
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові \_\_\_\_\_ Марусову Бориславу Андрійовичу \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови»

Затверджена наказом по університету від «29» березня 2024 р. № 250 Ст.

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 21.06.2024

3. Вихідні дані до роботи опис досліджуваних навчальних платформ, чат-ботів та бібліотек із штучним інтелектом, мови програмування Java, фреймворк Spring Boot, середовище розробки IntelliJ Idea 2023.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: мета роботи, аналіз предметної галузі та постановка задачі, аналіз актуальності даної теми, огляд та аналіз літературних джерел з дослідження, методи вирішення проблеми та дослідження переваг використання ШІ для вивчення іноземних мов, дослідження теоретичне, дослідження практичне, аналіз отриманих результатів, опис прототипу додатку, висновки.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної галузі та постановка задачі	29.03.2024	<i>виконано</i>
2	Дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови	30.03 – 16.04.24	<i>виконано</i>
3	Аналіз та вибір API для дослідження	17.04 – 19.04.24	<i>виконано</i>
4	Планування експериментів	20.04 – 22.04.24	<i>виконано</i>
5	Програмна реалізація кожного з обраних для дослідження API	23.04 – 10.05.24	<i>виконано</i>
6	Експериментальні дослідження	11.05 – 15.05.24	<i>виконано</i>
7	Аналіз результатів експериментальних досліджень та розробка рекомендацій	16.04 – 20.05.24	<i>виконано</i>
8	Підготовка пояснювальної записки	21.05 – 7.06.24	<i>виконано</i>
9	Підготовка презентації та доповіді	08.06 – 10.06.24	<i>виконано</i>
10	Нормоконтроль	11.06 – 13.06.24	<i>виконано</i>
11	Рецензування	12.06 – 15.06.24	<i>виконано</i>
12	Занесення диплома в електронний архів	16.06.2024	<i>виконано</i>
13	Попередній захист	19.06.2024	<i>виконано</i>
14	Допуск до захисту у зав. кафедри	21.06.2024	<i>виконано</i>

Дата видачі завдання 23 березня 2024р.

Студент (ка) \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ **Марусов Б. А.**

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_ **доц. Груздо І. В.**  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Пояснювальна записка містить: 77 с., 12 рис., 1 табл., 34 джерел.

API, CHAT-GPT, ЧАТ-БОТ, DUOLINGO, JAVA, NLP, SPRING BOOT, ВИВЧАННЯ, ІНОЗЕМНІ МОВИ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ.

Об'єкт дослідження – сукупність методів штучного інтелекту що використовуються для вивчення англійської мови.

Мета роботи – дослідження та аналіз можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови.

В результаті було проаналізовано існуючі готові рішення у вигляді чат-ботів, застосунків та бібліотек із штучним інтелектом. Також були знайдені варіанти застосування штучного інтелекту для вивчення іноземних мов як для вчителів (для навчання) так і для студентів (для вивчення) з метою покращення процесу навчання.

API, CHAT-GPT, CHAT-BOT, DUOLINGO, JAVA, NLP, SPRING BOOT, LEARNING, FOREIGN LANGUAGES, ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

The object of research is artificial intelligence and its use for learning English.

The purpose of the work is to study the possibilities of using artificial intelligence for learning English.

As a result, existing ready-made solutions in the form of chatbots, applications and libraries with artificial intelligence were analyzed. Options for using artificial intelligence for learning foreign languages were also found for both teachers (for teaching) and students (for learning) in order to improve the learning process.

Заява щодо самостійного виконання кваліфікаційної роботи та можливості її публікації в електронному архіві відкритого доступу EIArKhNURE.

Я, Марусов Борислав Андрійович, студент(ка) гр. ПЗм-22-3, здобувач вищої освіти на другому (магістерському) рівні кафедри «Програмна інженерія», заявляю: моя кваліфікаційна робота на тему «Дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови», що буде представлена в екзаменаційну комісію для публічного захисту, виконана самостійно, в ній не містяться елементи плагіату і вона може бути опублікована в електронному архіві відкритого доступу EIArKhNURE. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Я ознайомлений(на) з діючим положенням «Про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування дисциплінарних заходів.

## ЗМІСТ

Перелік скорочень .....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз предметної галузі .....	11
1.1 Аналіз предметної галузі дослідження .....	11
1.2 Переваги використання ШІ для вивчення іноземних мов .....	11
1.3 Використання штучного інтелекту та які перспективи та проблеми для вивчення іноземної мови .....	13
1.4 Постановка задачі.....	18
2 Технології та методи з елементами ШІ для вивчення іноземної мови.....	20
2.1 Статистика застосування ШІ у навчанні .....	20
2.2 Огляд існуючих технологій які мають в своєму складі елементи ШІ для вивчення англійської мови .....	24
2.3 Використання чат-ботів для вивчення іноземної мови.....	29
3 Аналіз існуючих бібліотек з елементами ШІ для вивчення англійської мови ....	36
3.1 ШІ бібліотеки та їх особливості .....	36
3.2 Вирішення багатокритеріальної задачі в контексті використання ШІ бібліотек для вивчення англійської мови .....	40
4 Проведення експерименти та аналіз отриманих даних.....	43
4.1 Обґрунтування вибору технології.....	43
4.2 Розробка чат-боту на базі Apache OpenNLP .....	45
4.2.1 Налаштування середовища розробки .....	45
4.2.2 Написання основного коду для взаємодії із чатом.....	47
4.2.3 Тренування моделі .....	49
4.3 Використання чат-боту.....	50
Висновки .....	54
Перелік джерел посилання .....	56
Додаток А .....	60
Додаток Б.....	61
Додаток В .....	62

	7
Додаток Г.....	63
Додаток Д.....	65
Додаток Е.....	77

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ІІІ – штучний інтелект

NLP – Natural Language Processing

API – Application Programming Inteface

NLG – Natural Language Generation

HTTP – Hyper Text Transfer Protocol

CRF – Conditional Random Fields

CNN – Convolutional Neural Network

RNN – Recurrent Neural Network

POS – Part-of-speech

NER – Named Entity Recognition

## ВСТУП

Вивчення іноземних мов відкриває доступ до різноманітності культур, традицій та способів мислення різних націй. Це сприяє покращенню міжкультурного розуміння та сприяє гармонійному співіснуванню в глобальному світі. Володіння іноземними мовами може відкривати двері до нових кар'єрних можливостей. Багато компаній активно шукають співробітників, які можуть ефективно працювати в міжнародному оточенні. А також знання іноземних мов важливо для доступу до глобальної освіти та інформації. Багато наукових та навчальних ресурсів доступні в різних мовах.

В епоху розвитку інформаційних технологій навчання людей стало більш варіативним та швидким. Велику роль в цьому грає розвиток штучного інтелекту і платформ на його базі, імітуючи певні аспекти когнітивної функції людей, такі як розуміння мови, розпізнавання образів, прийняття рішень та вирішення проблем.

Системи ШІ здатні швидко та ефективно аналізувати величезні обсяги даних, виявляти патерни та здійснювати прогнози, що робить їх корисними в різних галузях, включаючи бізнес, медицину, дослідження та навчання.

Дана робота спрямована на дослідження можливостей штучного інтелекту та рішень, оснований на ньому, для вивчення англійської мови. Висвітлюються сучасні підходи та інноваційні рішення на основі ШІ, що можуть використовуватися для розробки інноваційних методів навчання англійської мови, включаючи індивідуалізовані підходи, автоматизовану оцінку та персоналізовані рекомендації для кожного студента. Актуальність дослідження обумовлена зростаючою потребою взаєморозуміння між різними культурами та розмаїттям мов на сучасному етапі розвитку суспільства. Із знанням англійської мови пришвидшиться знаходження та засвоєння нової інформації. Штучний інтелект в цьому контексті виступає як потужний інструмент, що може забезпечити індивідуалізоване, доступне та високоефективне вивчення англійської мови.

Штучний інтелект не лише спрощує процес навчання, але й робить його більш інтерактивним і залучаючим. Використання чат-ботів, заснованих на технологіях NLP, дозволяє створювати середовище, в якому учні можуть

практикувати мовні навички у реальному часі, отримуючи миттєвий зворотний зв'язок. Це допомагає не тільки закріпити знання, але й підвищити впевненість у використанні мови. Крім того, такі технології можуть адаптуватися до індивідуальних потреб кожного учня, пропонуючи завдання та вправи, що відповідають їхньому рівню знань і темпам засвоєння матеріалу.

Іншим важливим аспектом є можливість використання систем автоматичного оцінювання, які значно полегшують роботу викладачів. Такі системи можуть аналізувати письмові роботи, вимову та інші аспекти мовної компетенції, надаючи детальний зворотний зв'язок і рекомендації для покращення. Це дозволяє викладачам більше часу приділяти індивідуальній роботі з учнями, замість рутинних оцінювальних завдань.

Технології штучного інтелекту також відкривають нові горизонти для створення освітніх платформ, які можуть забезпечувати доступ до якісного навчання незалежно від місця проживання учня. Це особливо актуально в умовах глобалізації та зростання мобільності населення. Онлайн платформи, оснащені інструментами на основі ШІ, можуть забезпечувати постійний доступ до навчальних матеріалів, інтерактивних вправ та ресурсів, що дозволяють ефективно вивчати мову навіть у віддалених куточках світу.

З огляду на вищезазначене, дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови є вкрай актуальним і перспективним напрямком. Інтеграція передових технологій в освітній процес сприятиме покращенню якості навчання, зробить його більш доступним та інклюзивним, а також дозволить ефективніше вирішувати індивідуальні потреби кожного учня. Це не лише сприятиме покращенню мовної компетенції населення, але й сприятиме гармонійному розвитку суспільства у цілому, забезпечуючи кращу взаємодію та порозуміння між різними культурами і народами.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ

### 1.1 Аналіз предметної галузі дослідження

В сучасному світі, де глобалізація та технологічний прогрес проникають у всі сфери життя, актуальність теми "Дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови" є важливою та перспективною.

Зростаюча потреба взаєморозуміння між різними культурами та розмаїття мов на сучасному етапі розвитку суспільства створює великий попит на ефективні та інноваційні методи вивчення мов. Штучний інтелект в цьому контексті виступає як потужний інструмент, що може забезпечити більш гнучке, індивідуалізоване, доступне та високоефективне вивчення англійської мови.

Технологічні досягнення у галузі штучного інтелекту, машинного навчання та обробки природної мови дозволяють створювати інтелектуальні системи, які не лише можуть адаптуватися до індивідуальних потреб кожного студента, але і забезпечувати постійний контроль за прогресом та надавати індивідуалізовані рекомендації для подальшого вдосконалення.

Окрім того, вивчення англійської мови важливо не лише в контексті культурного обміну та міжнаціонального спілкування, але і в професійному розвитку. Забезпечення студентам зручних та ефективних інструментів для опанування англійської мови відкриває нові можливості для їхньої участі в глобальному ринку праці та сприяє подальшому розвитку їхніх професійних навичок.

З урахуванням цих аспектів, дослідження можливостей використання штучного інтелекту у вивченні англійської мови є актуальним і перспективним напрямком, який може допомогти вдосконалити процес навчання, зробити його більш доступним та ефективним для широкого кола студентів.

### 1.2 Переваги використання ІІІ для вивчення іноземних мов

За останні роки спостерігається зростання популярності інтерактивних навчальних платформ, що базуються на штучному інтелекті. Ці платформи надають індивідуалізовані завдання, взаємодіють із студентами та адаптують

матеріали відповідно до їхніх потреб. Штучний інтелект дозволяє створювати персоналізовані навчальні програми, враховуючи індивідуальні рівні знань, потреби та стилі навчання студентів. Що в свою чергу більш ефективному засвоєнню мови.

Використання штучного інтелекту (ШІ) у вивченні іноземних мов представляє собою перспективний напрямок, який надає численні переваги та можливості для студентів та викладачів. Низка факторів сприяє визнанню важливості ШІ у цьому контексті:

- використання інтелектуальних систем дозволяє створювати індивідуалізовані навчальні плани. Алгоритми ШІ можуть аналізувати особливості кожного студента, визначати його сильні та слабкі сторони в освоєнні мови та пропонувати персоналізовані завдання та вправи.
- використання автоматизованих систем для вивчення іноземних мов дозволяє студентам отримувати миттєвий зворотний зв'язок. Інтелектуальні програми можуть коригувати помилки, надавати пояснення та рекомендації у реальному часі, що сприяє швидшому та ефективнішому освоєнню мови.
- системи ШІ можуть створювати інтерактивні та захопливі сценарії для вивчення мови. Вони можуть імітувати реальні мовні ситуації, створюючи віртуальне оточення, в якому студент може взаємодіяти з мовою на практиці, що сприяє покращенню навичок.
- аналітичні здібності ШІ дозволяють вчителям та студентам відстежувати прогрес у вивченні. Це включає в себе оцінювання навичок усного та писемного мовлення, аналіз частоти вживання словникового запасу, а також створення звітів про ефективність та пропозиції для подальшого вдосконалення.
- використання машинного навчання дозволяє системам ШІ адаптуватися до потреб студента та змінювати навчальні стратегії на основі його прогресу. Це сприяє створенню гнучких та ефективних курсів вивчення.

Узагальнюючи, використання штучного інтелекту у вивченні іноземних мов надає не тільки технологічні переваги, але й створює інноваційні та ефективні підходи до освоєння мов. Це може змінити парадигму в навчанні, забезпечуючи студентам індивідуальність та динамічний підхід до навчання мов.

### 1.3 Використання штучного інтелекту та які перспективи та проблеми для вивчення іноземної мови

Застосування ШІ в освіті сьогодні вже не є «ноу-хау». Під час дослідження зарубіжних та вітчизняних наукових робіт було знайдено [1, 2, 5, 7, 11, 17, 20, 22, 23] різноманітні сценарії його застосування. Узагальнюючи досвід як закордонних, так і вітчизняних педагогічних працівників, можна відзначити та виокремити такі напрями застосування ШІ в освіті, як оцінювання знань здобувачів освіти, актуалізація знань здобувачів освіти, оцінювання діяльності педагога, допомога учасникам освітнього процесу від віртуального помічника, персоналізація та індивідуалізація освітнього процесу, адаптивне навчання. В контексті вивчення іноземної мови, також величезну допомогу надають різноманітні сервіси з перекладу іноземного тексту.

Сьогодні вже існують інтерактивні помічники та адаптивні програми для навчання, які дають змогу за допомогою ШІ персоналізувати освітній процес і спростити певні технічні завдання. ШІ може сприйняти значно більше інформації, ніж людина, отже, значно швидше та точніше виконувати завдання. Деякі розробники освітнього програмного забезпечення почали використовувати ці переваги для створення програм, які б підлаштовувалися під особливості кожного суб'єкта навчання.

Традиційні способи вивчення іноземної мови за таких умов активного проникнення ШІ в освітній процес зараз розглядаються як ресурсовитратний процес, що вимагає достатньо багато додаткового матеріалу, тоді як цифрові засоби, які використовують ШІ, здатні «надати» індивідуальний план навчання кожному здобувачу освіти. Більш того, навчальні програми відстежують особисті

досягнення здобувачів освіти у вивченні, надаючи матеріал, який відповідає їх рівню знань, та індивідуальний навчальний курс.

Численні дослідження підтверджують [2, 10, 11, 23, 25, 28], що застосування технологій ІІІ в процесі навчання, підвищують легкість і зручність онлайн вивченню іноземної мови завдяки іноземним навчальним сайтам і додаткам, таким як Duolingo, Kahoot, Babble, Knowable. Також завдяки використанню елементів ІІІ підвищується залученість і як наслідок збільшується час перебування учня на занятті під час якого він отримує позитивні емоції які також позитивно впливають на опанування іноземною мовою. Вони запрограмовані для того, щоб можна було отримувати реальні результати, щоб навчання було приємним і підвищувало рівень знань.

Таким чином, можна констатувати таку тенденцію, що завдяки розвитку ІІІ технологія індивідуалізованого навчання іноземної мови формується відповідно до вимог інформатизації освіти, забезпечує моделювання індивідуальних траєкторій опанування знань, враховує індивідуальні особливості здобувача освіти в динамічній моделі його характеристик. Системи ІІІ відстежують навіть емоційну дестабілізацію навчання, сповіщають тьюторів або самостійно адаптують програму.

Можливість самостійного вивчення іноземної мови за допомогою ІІІ, особливістю якого є здатність вирішувати слабо структуровані і погано формалізовані завдання, в комп'ютерних технологіях є цікавою як для викладача, так і для здобувача освіти. У того, хто навчається, розширюється набір педагогічних засобів, що демонструє велику ефективність, на відміну від традиційних методів навчання іноземної мови, процес навчання відбувається цікавіше і продуктивніше, крім цього, ІІІ дає змогу викладачеві оцінити прогрес здобувача освіти й швидко скорегувати курс його навчання за потреби. Більш того, ІІІ дає змогу оцінити рівень знань майбутнього здобувача освіти ще на етапі його реєстрації на платформі і підібрати найбільш результативний формат його навчання саме на початковому етапі.

В ході процесу навчання ШІ виявляє, де виникають труднощі, формує та надсилає необхідні матеріали для поліпшення навичок. Слід також відмітити, що адаптивне навчання також використовує базовий алгоритм ШІ. Крім того, освіта в будь-який зручний час, безсумнівно, є величезною перевагою для того, хто навчається.

Використання інтелектуальних систем для створення індивідуалізованих навчальних планів, автоматизованих зворотних зв'язків, інтерактивних сценаріїв, аналітики прогресу та адаптації навчальних стратегій на основі машинного навчання має безліч переваг. Однак, є й певні проблеми та виклики, з якими можна зіштовхнутися.

Алгоритми ШІ можуть не завжди точно визначати сильні та слабкі сторони студента, особливо на ранніх етапах навчання, що може призвести до неправильної персоналізації завдань. Якщо алгоритми ШІ тренуються на недостатньо різноманітних даних, це може призвести до обмеженої адаптації для студентів з різним культурним чи освітнім фоном.

Хоча ШІ може надавати миттєвий зворотний зв'язок, його відповіді можуть бути менш глибокими чи нюансованими, ніж відповіді кваліфікованого вчителя. Автоматизовані системи можуть неправильно оцінювати чи виправляти помилки студента, що може призвести до подальших непорозумінь або неправильного навчання.

Слі зазначити, що створення реалістичних та захопливих мовних сценаріїв вимагає високого рівня технологій та ресурсів, що може бути складно забезпечити. Інтерактивні сценарії можуть бути менш ефективними, якщо студент не має доступу до відповідного обладнання чи стабільного інтернет-з'єднання.

Постійна адаптація навчального процесу може призвести до фрагментації навчального матеріалу, що може вплинути на цілісність та послідовність навчання. Надмірна адаптація та автоматизація можуть знизити мотивацію студентів, якщо вони відчують відсутність особистого підходу чи взаємодії з живим вчителем.

Проведене дослідження застосування технологій ШІ під час вивчення іноземної мови було б неповним, якщо б не були виставлені ризики, які виникають

або можуть виникнути під час застосування цих технологій. Переваги застосування зазначених технологій в освітньому процесі, зазначені вище, є, звісно, вагомими й заслуговують на активне впровадження. Однак, процес прийняття рішень їх застосування, вибір сценарію, методики та інших критеріїв має бути свідомим, системним та відповідальним.

Використання штучного інтелекту (ШІ) у вивченні іноземних мов підіймає ряд етичних питань, пов'язаних із конфіденційністю даних, прозорістю алгоритмів, а також впливом на суспільство та освітній процес.

Для персоналізації навчального процесу ШІ-системи збирають різні типи даних про студентів, включаючи їхні особисті дані, навчальні досягнення, помилки, звички вивчення тощо. Ці дані зберігаються в базах даних, які можуть бути вразливими до кібератак або неналежного використання. Забезпечення безпеки цих баз даних є критично важливим завданням. Під час передачі даних між різними системами або серверами існує ризик перехоплення інформації. Використання шифрування може знизити цей ризик, але не усуває його повністю.

Дані, що збирає штучний інтелект, можуть бути використані для аналізу прогресу студента та визначення найбільш ефективних методів навчання. Однак, слід запобігати використанню цих даних без згоди студента. Студенти повинні бути поінформовані про те, які дані збираються, як вони будуть використовуватися і зберігатися. Згода повинна бути добровільною і обґрунтованою. Також, студенти повинні мати право доступу до своїх даних та можливість видалення їх з баз даних, якщо вони цього бажають.

Серед усіх проблем також можна виділити прозорість алгоритмів штучного інтелекту для навчання та оцінювання студентів. Алгоритми, що використовуються для навчання, повинні бути достатньо прозорими, щоб студенти та викладачі могли розуміти, як і чому приймаються ті чи інші рішення. Все це сприяє формуванню довіри до системи та її результатів. Також важливим є можливість незалежного аудиту алгоритмів для забезпечення їх коректності та відсутності упередженості. Алгоритми повинні бути розроблені таким чином, щоб уникати дискримінації за будь-якими ознаками (раса, стать, вік тощо). Це вимагає ретельного тестування та

коригування моделей. Для навчання алгоритмів необхідно використовувати збалансовані набори даних, які представляють різноманітність користувачів та ситуацій.

Варто зазначити, що використання ШІ може призвести до зниження потреби в живих викладачах, що може негативно вплинути на працевлаштування вчителів та викладачів мов. Автоматизація не завжди може замінити живе спілкування та людський підхід, що є важливим елементом навчання. Тому важливо знайти баланс між технологіями та традиційними методами. Не всі студенти мають рівний доступ до новітніх технологій та інтернету, що може призвести до посилення освітньої нерівності. Проблемою може стати і цінова доступність, адже вартість технологій та програмного забезпечення для навчання може бути високою, що обмежує їх доступність для малозабезпечених верств населення.

Етичні питання та конфіденційність даних є критично важливими аспектами використання штучного інтелекту у вивченні іноземних мов. Для забезпечення ефективного та етичного використання ШІ необхідно враховувати ці питання при розробці та впровадженні освітніх технологій. Це включає в себе розробку політик захисту даних, забезпечення прозорості алгоритмів, уникнення упередженості, а також дотримання принципів етики та соціальної відповідальності.

Серед усіх ШІ-технологій, відповідно до аналітики Gartner [2], можна відзначити п'ять, найбільш ефективних пропозицій впровадження ШІ в освітній процес вишу щодо вивчення іноземної мови:

1. Додатковий інтелект (це засоби автоматизації, які сприяють підвищенню продуктивності розумової праці людини. Вони допомагають організувати «партнерство» між здобувачем освіти та ШІ, в якому першість надається людському фактору. Використання штучного інтелекту допомагає зменшити кількість помилок у процесі виконання завдань. Ефективною при цьому є застосування ІКТ для презентації й опрацювання навчального матеріалу, кейс-методи, ігрове моделювання у вивченні іноземних мов).

2. Чат-боти (віртуальний помічник, програма чат-бот задовольняє потреби користувачів у спілкуванні між чатерами, тобто людини і чатботом, який наділений

штучним інтелектом. Автоматичне спілкування із використанням чат-ботів ведеться за допомогою тексту або голосового повідомлення).

3. Використання мультимедійних технологій навчання. Серед завдань, які дозволяють вирішувати мультимедійні технології навчання, – персоналізація в наданні послуг, застосування математичних моделей в управлінні освітнім процесом у ЗВО. Принцип дії цієї гнучкої педагогічної технології полягає в організації процесу навчання на основі формування іншомовної компетентності шляхом активації модульних навчальних блоків під час вивчення мови за індивідуальною освітньою траєкторією (наприклад, проведення практик, веб-семініарів, дидактичних ігор, реалізації проєктів освітньої програми).

4. Гейміфікація. Ігрові елементи використовують для студентів з метою використання ігрових практик та механізмів у неігровому контексті для залучення користувачів до вирішення проблем.

Використання штучного інтелекту у вивченні іноземних мов має значний потенціал для покращення якості та доступності навчання. Проте, необхідно ретельно враховувати можливі проблеми та виклики, щоб забезпечити ефективне та етичне використання цих технологій. Етичні питання та конфіденційність даних є критично важливими аспектами використання штучного інтелекту у вивченні іноземних мов. Для забезпечення ефективного та етичного використання ШІ необхідно враховувати ці питання при розробці та впровадженні освітніх технологій. Це включає в себе розробку політик захисту даних, забезпечення прозорості алгоритмів, уникнення упередженості, а також дотримання принципів етики та соціальної відповідальності.

#### 1.4 Постановка задачі

Дипломна робота присвячена дослідженню можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови. Задача полягає у вивченні сучасних методів та інструментів штучного інтелекту, які можуть бути застосовані для поліпшення процесу вивчення англійської мови.

Ключові аспекти постановки задачі включають:

- Огляд сучасних методів штучного інтелекту. Дослідження різноманітних підходів та технологій, що використовуються в сфері штучного інтелекту, таких як машинне навчання, обробка природної мови (NLP), глибоке навчання тощо.
- Аналіз можливостей застосування штучного інтелекту для вивчення англійської мови. Вивчення того, які конкретні завдання вивчення англійської мови можуть бути вирішені або поліпшені за допомогою штучного інтелекту, включаючи вивчення граматики, поповнення словникового запасу, практику навичок усного та писемного мовлення тощо.
- Дослідження доступних інструментів та бібліотек. Аналіз існуючих бібліотек, платформ та програмних засобів, які можна використовувати для розробки систем штучного інтелекту для вивчення англійської мови.
- Тестування існуючих інструментів зі штучним інтелектом: Тестування існуючих інструментів, що використовує штучний інтелект для вивчення англійської мови, та проведення експериментів для оцінки її ефективності та корисності.
- Оцінка результатів та формулювання висновків: Аналіз результатів дослідження та експериментів, формулювання висновків щодо можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови та подальші рекомендації для подальших досліджень.

## 2 ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШІ ДЛЯ ВИВЧАННЯ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

### 2.1 Статистика застосування ШІ у навчанні

Projector Creative & Tech Institute та Мала академія наук України за підтримки дослідницької компанії Factum Group Ukraine та за підтримки Міністерства освіти і науки України провели всеукраїнське дослідження [4, 5] з метою отримати дані про використання штучного інтелекту в українських школах та дослідити перспективи його подальшого залучення в освітній процес на різних рівнях. Учасники опитування – педагоги та школярі з різних регіонів України (крім територій, окупованих російською федерацією) [4].

В опитуванні, яке тривало протягом жовтня-листопада 2023 року, взяли участь більше 3000 українців. Серед них 1747 учителів та 1443 школярі (учні 8-11 класів) [5].

На сьогодні лише мінімальна кількість педагогів не чули про можливості штучного інтелекту. І за результатами опитування 7 із 10 освітян хоча б один раз за пів року перевіряли, як працюють інструменти на базі ШІ. Загалом 76% опитаних учителів хоча б раз користувалися ШІ, половина з них мала позитивний досвід взаємодії.

Із огляду на такі показники можна стверджувати, що AI-технології дуже активно залучаються в освітній процес, і відбувається це не вимушено, а через різноманітні автоматизаційні фактори. Можна пригадати різноманітні хвилі популярності тих чи інших сервісів, затребуваність яких була зумовлена вимушеною потребою (наприклад, Zoom, який мали опанувати всі з початком пандемії, щоби мати змогу проводити уроки). Зі штучним інтелектом ситуація інша. З'являється розуміння, що [6]: ШІ може бути корисним для роботи, під час підготовки до занять, для створення завдань різного формату, під час проведення уроків, перевірки знань тощо.

ШІ надає можливості, які раніше не могли дати інші сервіси.

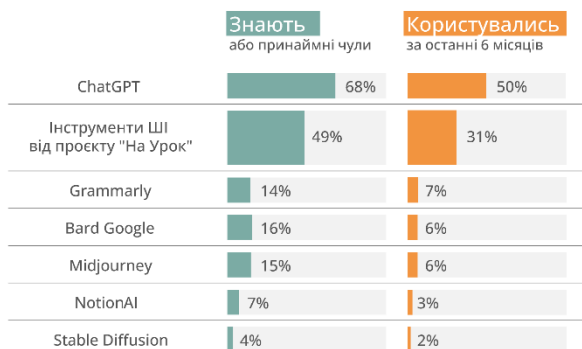
Учні та студенти активно використовують ШІ для розваг зокрема, тому варто вивчати та залучати те, що близьке школярам.

За результатами [7] 37% викладачів так чи інакше вже залучали студентів до використання ШІ, а 49% планують зробити це в майбутньому. Проте у багатьох виникають побоювання щодо того, чи варто рекомендувати подібні інструменти учням. Найчастіше відсвітлюється бачення пов'язане з хвилюваннями щодо того, що ШІ буде використано для списування, а не як інструмент автоматизації навчання [7].

Детально із результатами опитування та важливими цифрами можна ознайомитись із наведених далі інфографік, які підготовлені за даними, оприлюдненими після дослідження Projector Creative & Tech Institute та Мала академія наук України [8]. Аналізувалися такі показники (див. рис. 1):

- Про які сервіси ШІ вчителі знають та які з них використовували.
- Як саме вчителі використовували ШІ, чи задоволені досвідом.
- Чи готові вчителі рекомендувати ШІ своїм колегам та учням.
- Профіль аудиторії вчителів.

### Погляд вчителів на ШІ



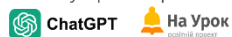
**87% знають**

про хоча б один з наведених сервісів ШІ

**69% користувались**

хоча б одним з наведених сервісів ШІ

Найпопулярніші сервіси ШІ:



### Специфіка сервісів «ChatGPT» та «На Урок»



Частка вчителів, що використовують ШІ у розрізі стажу викладання в школі

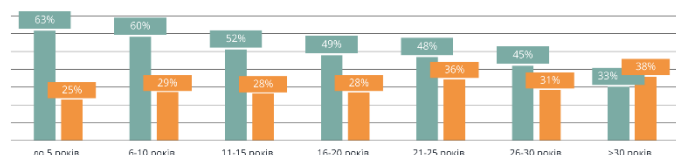
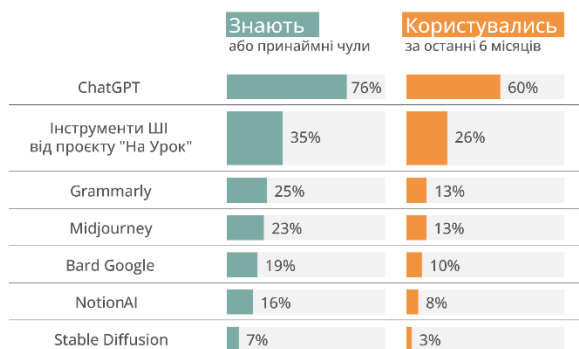


Рисунок 1 – Погляд викладачів та знання про ШІ

Детальний аналіз, як саме учні використовують ШІ та чи знають вони про це, можна побачити в інфографіці на рисунку 2.

## Погляд учнів на ШІ



**91% знають**

про хоча б один з наведених сервісів ШІ

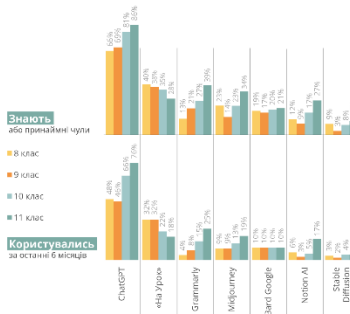
**78% користувались**

хоча б одним з наведених сервісів ШІ за останні 6 місяців

Найпопулярніший сервіс ШІ серед учнів:



## Специфіка знання та користування сервісами ШІ в розрізі вікової категорії учнів



## Звідки отримали інформацію про сервіси ШІ: (Учні, що знають про сервіси ШІ)



## Як школярі оцінюють використання ШІ вчителями

На яких уроках вчителі використовували ШІ



Чи залучив(-ла) би ти інструменти штучного інтелекту, якби тобі випала нагода на один день стати вчителем?



Рисунок 2 – Аналіз погляду учнів на ШІ

Виходячи з даних дослідження, найпопулярнішим сервісом ШІ серед українських освітян та учнів став ChatGPT. Школярі знають його краще за своїх учителів (76% проти 68% відповідно). На другому місці за рівнем впізнаваності серед обох аудиторій знаходиться інструмент ШІ від проєкту «На Урок»: про нього знають 49% опитаних учителів, рівень знання серед учнів дещо нижчий – 35% [9].

І вчителі, і учні знають про такі сервіси ШІ як Grammarly, Bard Google, Midjourney, Notion AI та Stable Diffusion, але рівень обізнаності в цих випадках значно менший [10].

Тож можна зробити висновок, що засоби ШІ активно використовуються в навчанні та це свідчить про те, що тема розвитку штучного інтелекту як помічника для навчання має великий потенціал та згодом буде використовуватися у більшості навчальних закладів як вчителями так і учнями.

Відповідно до цього було виділено ситуації для чого саме можна застосовувати ШІ інструменти під час вивчення англійської мови, а саме [11]:

- Автоматична корекція граматичних помилок. ШІ може використовуватися для розробки систем, які аналізують та виправляють граматичні помилки у написаному англійському тексті, що допомагає учням вдосконалювати свої навички письма.
- Побудова інтерактивних систем для вивчення граматики та лексики.

Інструменти штучного інтелекту можуть бути використані для створення інтерактивних веб-сайтів, додатків або ігор, які допомагають учням вивчати граматику та лексику англійської мови за допомогою інтерактивних вправ та завдань.

- Автоматизоване тестування та оцінювання. Застосування штучного інтелекту може допомогти у створенні систем автоматичного тестування та оцінювання знань з англійської мови, що дозволяє ефективно визначати рівень знань учнів та пропонувати індивідуалізовані завдання для покращення навичок.
- Підтримка у навчанні аудіо та відео матеріалами. Інструменти штучного інтелекту можуть бути використані для розробки систем, які надають інтерактивні аудіо- та відеоуроки з англійської мови, які адаптуються до індивідуальних потреб та рівня знань учнів.
- Автоматичне розпізнавання та виправлення вимовних помилок. Застосування штучного інтелекту може допомогти у розробці систем, які аналізують та виправляють вимовні помилки у вимові англійських слів, що полегшує процес вивчення англійської фонетики та вимови.

Тому далі відповідно до, цього будуть проаналізовані засоби які мають в своєму складі елементи ШІ для вивчення англійської мови, а саме:

- Rosetta Stone – Rosetta Stone використовує технології штучного інтелекту для адаптації навчального контенту до рівня знань та стилю вивчення кожного користувача. Він також пропонує інтерактивні вправи та спостереження за вимовою.
- MyEnglishLab [12] – це інтерактивна платформа для вивчення англійської мови, розроблена компанією Pearson Education. Цей застосунок включає в себе елементи штучного інтелекту (ШІ), які допомагають учням покращити свої мовні навички.
- Babbel [13] – використовує штучний інтелект для персоналізації навчання, аналізуючи прогрес кожного користувача та надаючи індивідуалізовані рекомендації та завдання для вдосконалення мовних навичок.

## 2.2 Огляд існуючих технологій які мають в своєму складі елементи ШІ для вивчення англійської мови

Одним із засобів вивчення іноземної мови, що включає в себе елементи ШІ, є Rosetta Stone. Rosetta Stone навчає методом занурення. Іншими словами, переклади не надаються. Це змушує тих, хто вивчає мову, покладатися на власну інтуїцію, щоб зрозуміти значення кожного слова іноземною мовою [14]. Цей підхід може спрацювати для одних учнів, а для інших – ні.

На кожному уроці Rosetta Stone використовуються картки для навчання асоціаціям між зображенням і словом (див. рис. 3). Учень підбирає зображення до відповідних слів або фраз. Це, звичайно, ефективний спосіб швидко вивчити англійську, але навіщо комусь за це платити? У вільному доступі можна знайти велику кількість подібних карток із перекладами та картинками для асоціації.

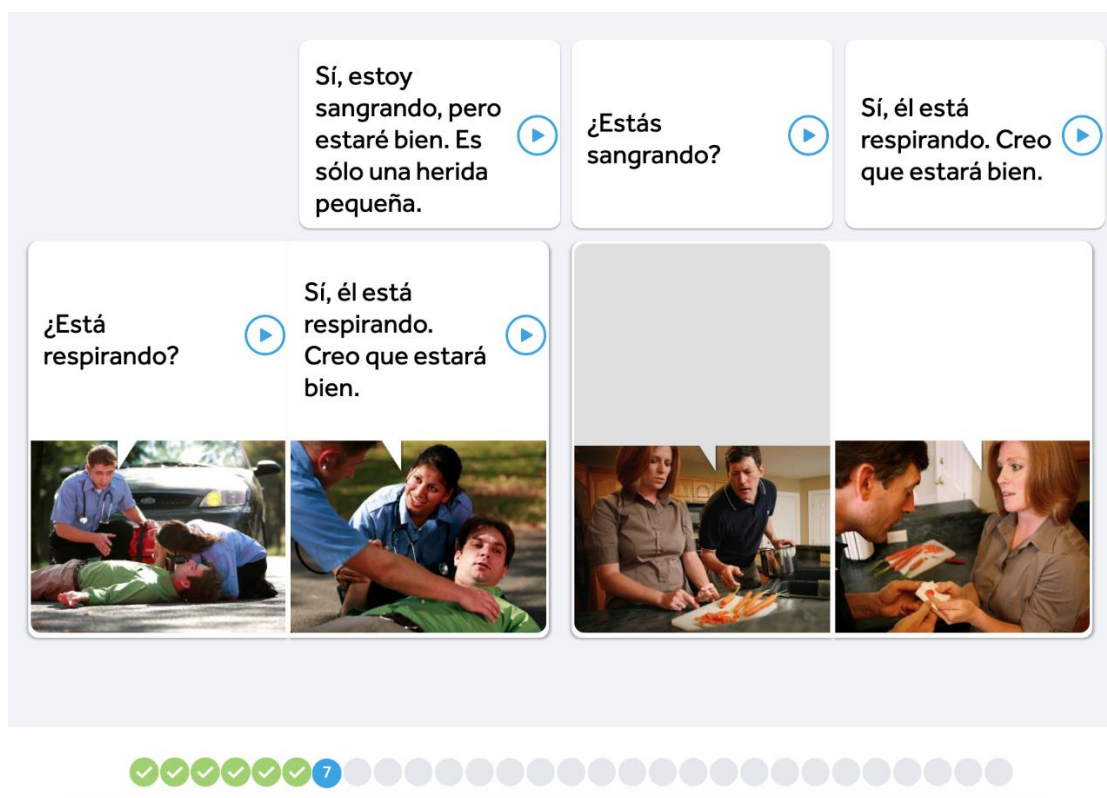


Рисунок 3 – Приклад уроку з ресурсу Rosetta Stone

Дослідження показало, що Rosetta Stone — гарний інструмент для вивчення англійської вимови. Правильний акцент і вимова є важливими для вивчення будь-якої мови. Як тільки учень вдосконалив свій акцент, то матиме велику перевагу у

вивченні англійської мови. Таким чином учень зможе швидко збільшити свій словниковий запас за допомогою Rosetta Stone. Даний ресурс використовує унікальний підхід до навчання англійської мови. Rosetta Stone стверджує, що «навчить вас так само, як ви навчилися говорити в дитинстві – за допомогою повного занурення». На жаль, система НЕ працює. Усі матеріали Rosetta Stone повністю англійською мовою, переклад українською мовою не надається. Це змушує студента використовувати словники, спеціальні сервіси типу Collinsdictionary та Google, щоб шукати слова, щоб зрозуміти, що вони означають. Rosetta Stone не допомагає формувати та підвищувати навички письма англійською. Якщо учень бажає мати відмінну письмову англійську мову, то йому необхідно буде додатково використовувати додаткові зовнішні ресурси [15].

Яскравим прикладом застосування штучного інтелекту для ефективного вивчення іноземної мови є використання спеціально розроблених програм та додатків. Одним із таких є інтерактивна платформа MyEnglishLab від Pearson [16].

Для проведення детально дослідження, було зареєстровано акаунт в даній платформі на базі ШІ (див. рис. 4).

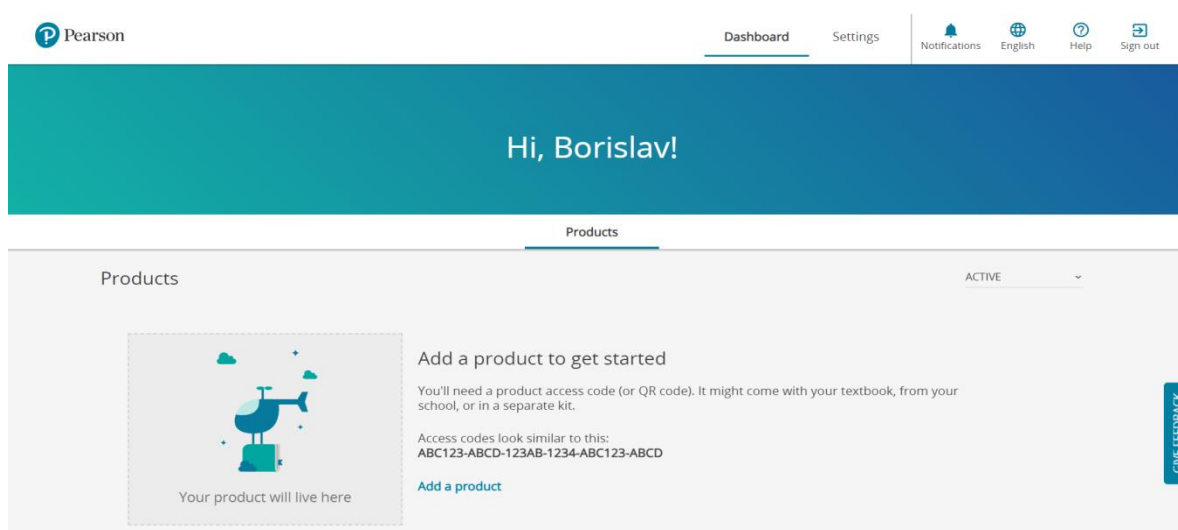


Рисунок 4 – Аккаунт платформи Pearson

Відповідно до проведеного дослідження та практичного досвіду використання MyEnglishLab, можна зробити висновок, що до роботи штучного інтелекту та активного впровадження елементів штучного інтелекту, у процес вивчення іноземної мови. Платформа може контролювати час виконання завдань,

зберігати усі результати, обирати кращі та сприяти тренуванню у будь-який зручний час (див. рис. 5, рис. 6).

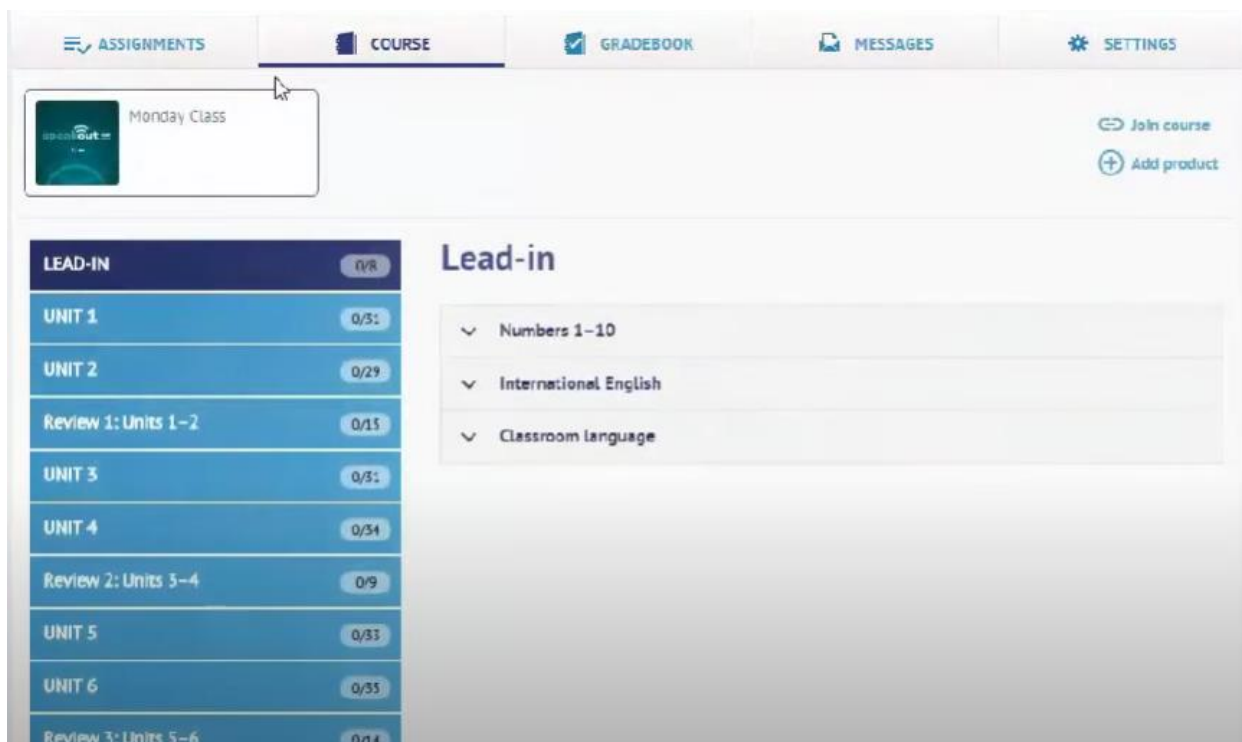


Рисунок 5 – Вигляд курсу англійської мови у MyEnglishLab

The screenshot shows the 'Gradebook' for 'Unit 3' in the MyEnglishLab interface. The left sidebar shows a list of units from 1 to 12, with 'Unit 3' selected. The main content area displays a table of student performance data for Unit 3. The table is divided into 'Practice' and 'Tests' sections, each with columns for 'Completed', 'Score', and 'Grade'.

Student	Practice			Tests		
	Completed	Score	Grade	Completed	Score	Grade
Bartholomew, Jo	3 / 399	71%	B	0 / 11	0%	---
Bailey, Lee	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Gregory, Geo(O)	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Transon, Julia	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Waller, Annie	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Johnson, Dorothy	0 / 399	0%	---	0 / 12	0%	---
Broderick, Dolores	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Green, Howard	3 / 399	19%	F	2 / 11	70%	B
Barrett, Henrietta	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Trower, Alison	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Stewart, Garry	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Spelzer, Harriet	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Gravelle, Charlotte	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Latly, Henrietta	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Fleming, Lillian	0 / 399	0%	---	1 / 11	80%	A
Honeybourne, Anna	3 / 399	35%	C	1 / 12	40%	E
Johnson, Augustus	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Taylor, Alec	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Seymour, Ian	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Haley, Catherine	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Boydell, Hugh	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Stoppa, Annie	0 / 399	0%	---	1 / 11	30%	D
Parfit, Doreen	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Sterling, Humphrey	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Anton, Adrian	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Turpin, Fiona	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Simpson, Jack	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Garwood, Barbara	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Doyle, Frank	0 / 399	0%	---	1 / 11	70%	B
Beechcroft, Jeremy	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
George, Malcolm	0 / 399	0%	---	1 / 11	60%	C
Broderick, Frank	0 / 399	0%	---	0 / 11	0%	---
Gedgrave, Agnes	1 / 399	100%	A	2 / 12	69%	B
Average		58%			58%	

At the bottom of the table, there are buttons for 'Export gradebook for' (set to 'Gradebook'), 'Export', and 'Student management'. The footer includes 'ALWAYS LEARNING' and 'PEARSON'.

Рисунок 6 – Приклад аналізу успіхів групи з курсу англійської мови

Серед головних дидактичних функцій, що реалізує MyEnglishLab є пізнавальна, розвиваюча (сприяє розвитку таких необхідних пізнавальних процесів, як сприйняття, логічне мислення, пам'ять, уява), тренувальна (можливість самостійно тренуватись та перевірити свій рівень знань та умінь з певної теми, визначити конкретні прогалини, доопрацювати їх та виконати запропоновані завдання ще кілька разів з метою покращання результатів), діагностична (викладач має змогу швидко здійснити контроль та з'ясувати рівень засвоєння навчальної теми студентами), комунікативна (маючи діалог з комп'ютером студенти долають бар'єр боязливості) [17]. MyEnglishLab – інноваційна онлайн платформа, що надає тисячі видів різноманітної діяльності з вивчення англійської мови в різноманітному форматі; забезпечує індивідуальний зворотній зв'язок; дозволяє 24/7 виконувати завдання; підтримує різні стилі навчання; надає студентам величезну кількість контрольованої практики на базі ПК, які можна практикувати будь-де і коли [18].

Варто також звернути увагу на активне використання так званих *speaking robots*, що є досить активним та стає неймовірно популярним. Можна зробити висновок, що саме такі розмови зі ШІ створюють мовне різноманіття та аналізують природну мову того, хто вивчає іноземну; сприяють персоналізації онлайн-навчання; коригують матеріал в залежності від помилок та успіхів того, хто навчається; будують адаптивне навчання з метою усунення прогалин у знаннях.

Babbel є одним із популярних онлайн-ресурсів для вивчення іноземних мов, зокрема англійської. Платформа пропонує курси, розроблені фахівцями з лінгвістики, і надає інтерактивні уроки, які допомагають користувачам поступово оволодіти мовними навичками.

Базуючись на стандартах Common European Framework of Reference standards (CEFR) [19], Babbel стверджує, що пропонує уроки на рівнях від A1 (початківець) до C1 (досвідчений), але це залежить від мови. Навчальна програма не є «заблокованою», тому учень може пропускати різні уроки та курси за бажанням. Це відрізняється від деяких інших програм для вивчення мови, які не дозволять вам продовжити, доки учень не завершить поточний урок або тему. Кожен урок буде

зосереджений на певному понятті чи словниковому запасі, який учень вивчатимете за допомогою вправ. Уроки в основному зосереджені на різних повсякденних ситуаціях, таких як обід та опис майбутніх дій.

Babbel має поєднання основних функцій, таких як розпізнавання мовлення (див. рис. 7), перевірки прогресу та розділ перегляду. Є також бонусний контент, як-от живі заняття, журнал Babbel і підкасти.

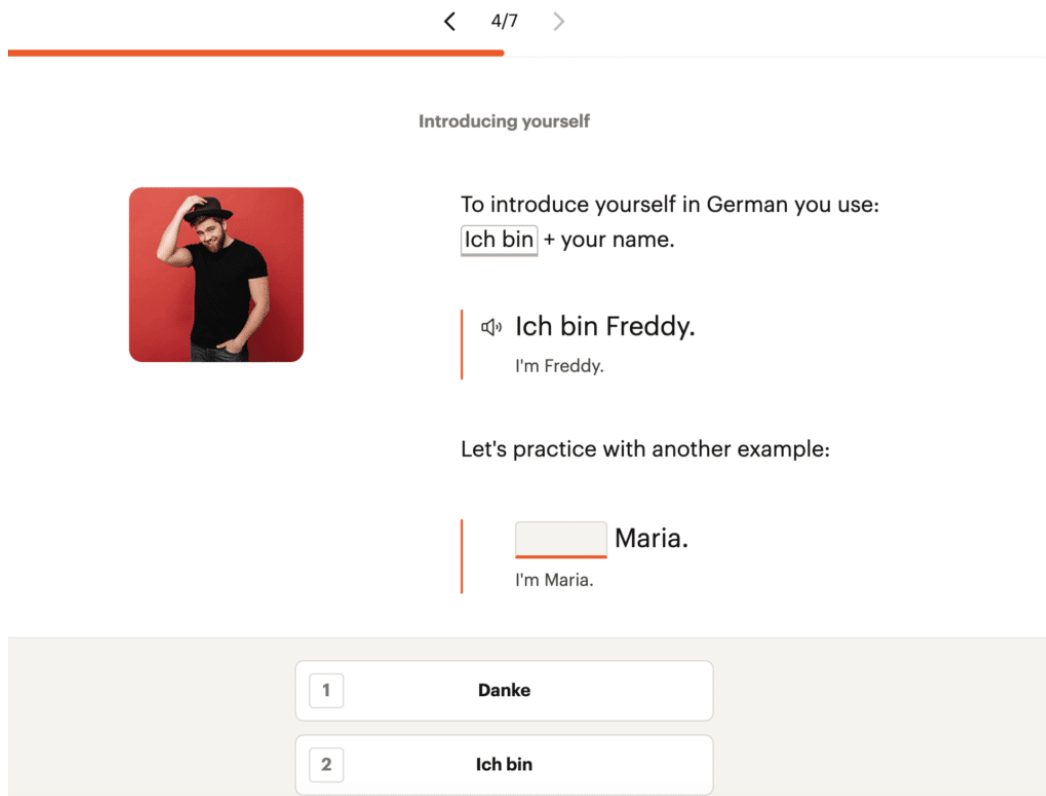


Рисунок 7 – Приклад етапу уроку із розпізнаванням мовлення у застосунку Babbel

Уроки Babbel тривають приблизно 10-15 хвилин. Кожен урок містить як текст, так і аудіо словника разом із відповідними зображеннями. Існують запитання, які потрібно заповнити, і запитання з кількома варіантами відповіді, для яких вам потрібно буде надати переклад.

Також є вправи, у яких учень буде слухати та повторювати фрази за допомогою системи розпізнавання мовлення програми. Учень може легко перевіряти свій прогрес і встановлювати щотижневі навчальні цілі за допомогою регулярних нагадувань, щоб тримати вас на шляху.

Існує також окремий розділ повторення, який дозволяє учню переглянути те, чому саме він навчився під час письма, говоріння, аудіювання або карток. Система перегляду використовує повторення з інтервалами, ефективний інструмент навчання, заснований на часових інтервалах.

Можливість самостійного вивчення іноземної мови за допомогою ШІ, особливістю якого є здатність вирішувати слабо структуровані і погано формалізовані завдання, в комп'ютерних технологіях є цікавою як для викладача, так і для здобувача освіти. У того, хто навчається, розширюється набір педагогічних засобів, що демонструє велику ефективність, на відміну від традиційних методів навчання іноземної мови, процес навчання відбувається цікавіше і продуктивніше, крім цього, ШІ дає змогу викладачеві оцінити прогрес здобувача освіти й швидко скорегувати курс його навчання за потреби. Більш того, ШІ дає змогу оцінити рівень знань майбутнього здобувача освіти ще на етапі його реєстрації на платформі і підібрати найбільш результативний формат його навчання саме на початковому етапі [20].

Однак, дискусійним залишається питання безпеки застосування ШІ особливо при вивченні мови тому, що спілкуючись на певні особисті теми при вивченні топіків ШІ може збирати особисті дані студента (де проживає, склад сім'ї, друзі тощо) та використовувати їх або надавати ці дані іншим ресурсам, тощо. Робота із ШІ має бути відповідальною та свідомою. Лише врахування усіх ризиків дасть змогу ефективно та безпечно опанувати іноземну мову за допомогою ШІ.

### 2.3 Використання чат-ботів для вивчення іноземної мови

Ще одним окремим напрямом використання елементів в з ШІ для вивчення іноземної мови є клас ПЗ у вигляді чат-ботів.

Чат-бот (від англ "chatterbot") [21] – це комп'ютерна програма, яка взаємодіє з користувачем за допомогою слухових або текстових методів. Чат-боти, або віртуальні співрозмовники, використовуються в діалогових системах для досягнення різних практичних цілей, включаючи обслуговування клієнтів та збирання інформації. Деякі чат-боти використовують складні системи обробки

природної мови, але водночас існує багато простих систем сканування ключових слів на вході, а потім вибір відповіді, який збігається з більшістю ключових слів або найбільше схожий на шаблон формулювання з бази даних.

Таким чином, під час дослідження також будуть розглянуті чат-боти як прикладна програма, яка отримує інформацію від користувача та формує коректні, логічно обґрунтовані відповіді.

Застосування технологій ШІ передбачає відкритість даних користувача мережі Інтернет. Хоча сьогодні ці дані деперсоналізовані, результати останніх досліджень з кібербезпеки змушують виваженіше приймати рішення щодо застосування технологій ШІ в освітньому процесі.

Чим більше даних передає про себе користувач (соціальні мережі, історія веб-пошуку, геолокація, відвідування веб-ресурсів тощо), тим більш персоналізованим буде зміст навчальної програми, що пропонуватиме ШІ.

Дискусійним залишиться питання розмежування відповідальності щодо доступу, оброблення, зберігання та використання закладом освіти та власника даних про користувача (наприклад, тих, які передані через ресурси Microsoft, Google, Facebook).

Системний підхід, всебічний аналіз різноманітних сценаріїв застосування ШІ під час вивчення іноземних мов та врахування корпоративних політик закладу освіти й специфіки освітнього процесу закладу освіти дають різні можливості для використання різноманітних напрямлень застосування чат-ботів.

Розроблення чат-ботів є сьогодні одним з популярних напрямів у галузі машинного навчання й штучного інтелекту. У тому чи іншому вигляді вони зустрічаються практично в будь-якому сучасному гаджеті (мобільний телефон, планшет, смартфон, розумні пристрої тощо), а також на більшості ресурсів мережі Інтернет.

Сьогодні на ринку електронних освітніх послуг існує два типи чат-ботів для вивчення іноземної мови, а саме спеціально створені для вивчення іноземної мови та віртуальні помічники, що перевіряють рівень володіння (не навчають) іноземною мовою у реальних ситуаціях.

Перевагами застосування чат-ботів є звичний формат для користувача (звичайний інтерфейс Telegram, подібність до живого спілкування з елементами геймфікації) та його доступність (навчання будь-де і будь-коли).

Duolingo (<https://www.duolingo.com>), Mondly (<https://www.mondly.com>), Andy (<https://andychatbot.com>), FluentU (<https://www.fluentu.com>), Hipmunk (<https://www.concur.com/en-us/concur-hipmunk-faq>), Mona (<http://www.monaHQ.com>) – це приклади наявних сьогодні на ринку освітніх послуг чат-ботів, які є спеціалізованими у вивченні іноземної мови або сприяють розвитку комунікативних навичок.

Чат-бот для вивчення іноземної мови повинен виконувати кілька ключових завдань, які забезпечують ефективне та інтерактивне навчання. Насамперед, чат-бот має функціонувати як персональний репетитор, що адаптується до рівня знань і потреб кожного користувача. Це означає, що бот повинен мати можливість оцінювати поточний рівень володіння мовою і надавати відповідні навчальні матеріали та завдання. Завдяки використанню штучного інтелекту, він може аналізувати помилки, надавати зворотний зв'язок та коригувати навчальний план, щоб забезпечити постійний прогрес.

Окрім цього, чат-бот повинен пропонувати інтерактивні вправи, які допомагають розвивати різні мовні навички: читання, письмо, слухання та розмову. Наприклад, для покращення навичок слухання і вимови бот може використовувати аудіо та відео матеріали, а також вимагати від користувача повторення і правильного вимовлення слів та фраз. Для розвитку навичок письма чат-бот може давати завдання на написання текстів, заповнення пропусків у реченнях та виправлення граматичних помилок.

Чат-бот повинен забезпечувати можливість ведення діалогів, що імітують реальні розмови з носієм мови. Це дозволяє користувачам практикувати розмовні навички у безпечному середовищі, отримуючи при цьому миттєвий зворотний зв'язок щодо граматики, лексики та вимови. Крім того, бот може ставити питання і реагувати на відповіді користувача, що сприяє розвитку навичок розуміння.

Іншим важливим завданням є підтримка мотивації користувачів. Чат-бот повинен бути здатним відслідковувати прогрес користувача, надавати заохочення та нагороди за досягнення, а також пропонувати нові цілі та виклики, щоб навчання залишалось цікавим і захоплюючим. Важливо також, щоб бот міг адаптуватися до індивідуального стилю навчання користувача, надаючи різноманітні види завдань і матеріалів.

Нарешті, чат-бот має забезпечувати доступ до культурного контексту мови, що вивчається. Це може включати надання інформації про культурні особливості, традиції, ідіоматичні вирази та інші аспекти, які допомагають краще зрозуміти і використовувати мову в реальних життєвих ситуаціях. Завдяки таким можливостям, чат-бот стає не просто інструментом для вивчення мови, але й культурним гідом, що сприяє глибшому зануренню у мовне середовище.

Проаналізувавши наявні можливості ШІ для вивчення іноземної мови, методику збору та використання ШІ даних про користувача та зіставивши їх із корпоративними стандартами та політиками нашого закладу освіти, були виділені певні завдання, що повинен вирішувати чат-бот, якщо стоїть задача його розробити відповідно до вимог та специфіки.

В ході дослідження було проаналізовано доступні моделі чат-ботів. Існують такі два розповсюджені напрямлення сценаріїв їх застосування: як сценарій пошуку й сценарій генерації контенту. Сценарій пошуку чат-боту є простим і передбачає пошук інформації на запит користувача у власному сховищі даних. Безумовною перевагою цього сценарію є попередня валідація контенту у сховищі чат-боту безпосередньо викладачами, що практично унеможливує наявність помилок у текстах та інших відібраних матеріалах. Недоліком, звісно, є неможливість чат-боту відреагувати на нетиповий запит або надати інформацію, якої чат-бот не має у своєму сховищі.

Сценарій генерування контенту чат-ботом є більш привабливим, адже він не має заздалегідь готових відповідей. Генерація відповідей відбувається в режимі реального часу після запита користувача. Основною перевагою є можливість аналізу контексту й генерації відповіді на основі отриманої раніше інформації.

Основним недоліком є наявність труднощів у навчанні, граматичних помилок у відповідях і величезної кількості тренувальних даних.

Таким чином, під час розроблення власного чат-боту для вивчення англійської мови можна керуватись такими завданнями, які має вирішити чат-бот:

- повна деперсоналізація здобувача освіти: чат-бот не повинен збирати, зберігати та аналізувати дані про користувача; реєстрація у чат-боті відбувається шляхом введення коду доступу, який користувач отримує від свого викладача; використовувати чат-бот можна у Telegram: як у додатку, так і через веб-браузер;
- аналіз контексту спілкування: для більш точної відповіді та забезпечення індивідуальної траєкторії навчання необхідно проаналізувати якомога більше даних, тому алгоритм взаємодії чат-бота і користувача має передбачати довготривалі діалоги; проте ці діалоги заздалегідь прописані, отже, чат-бот не звертається до сторонніх ресурсів (до Інтернету та інших баз даних), аби «вдосконалити» свій алгоритм;
- прив'язка до ключових слів: алгоритм взаємодії чат-бота та користувача має забезпечити прив'язку відповідей чат-бота до ключових слів, тобто чат-бот не повинен видавати різні відповіді на одні й ті ж самі за сенсом питання, але різні за формулюванням; наприклад, відповідь має бути однаковою на запитання «Ви любите зупинитись під час відряджень у готелі?» та «Вам подобається зупинитись у відрядженні в готелі?»;
- різноманітність відповідей чат-бота, яка дасть змогу уникнути уніфікованих відповідей та шаблонного типу спілкування.

#### 2.4 Методи вирішення задачі

У розробці систем і чат-ботів для вивчення англійської мови використовуються різноманітні математичні моделі та алгоритми, що забезпечують ефективне навчання. Основні методи включають обробку природної мови (NLP), машинне навчання та нейронні мережі. Кожен з цих методів виконує свою функцію в загальній системі [22].

Для покращення роботи чат-ботів використовуються методи машинного навчання та нейронні мережі. Вони дозволяють системам навчатися на великих обсягах даних і поліпшувати свої алгоритми з часом. Машинне навчання дозволяє навчати моделі на основі історичних даних для передбачення або класифікації нових даних. Це допомагає аналізувати прогрес студентів, адаптувати матеріали і передбачати можливі труднощі. Нейронні мережі, такі як конволюційні нейронні мережі (CNN), рекурентні нейронні мережі (RNN) і трансформери, забезпечують високу точність і ефективність у задачах розпізнавання мови, аналізу тексту і генерації природного тексту [23].

Обробка природної мови (NLP) є ключовим компонентом чат-ботів для вивчення мови, оскільки вона дозволяє системі розуміти і генерувати людську мову. Це включає кілька важливих аспектів:

- Токенізація – розбиває текст на окремі слова або фрази (токени) за допомогою алгоритмів регулярних виразів, біграмних і триграмних моделей.
- Лематизація і стемінг – зведення слів до їх базових або початкових форм використовуючи словники та алгоритми, такі як Porter Stemmer [15].
- Аналіз частин мови (POS tagging) – визначення граматичних категорій слів у реченні (іменник, дієслово, прикметник тощо)
- Розпізнавання сутностей (NER) – виділення та класифікація іменованих сутностей (імена людей, місця, дати) за допомогою нейронних мереж та CRF (Conditional Random Fields).
- Аналіз семантики – розуміння значення слів і речень в контексті.
- Генерація природної мови (NLG) – генерація тексту, який звучить природно для людини за допомогою нейромережі.

Зважаючи на дослідження, NLP було обрано як основний метод для розробки систем і чат-ботів для вивчення англійської мови з кількох причин. Перш за все, NLP дозволяє системам розуміти і обробляти людську мову у її природній формі. Це критично важливо для навчання, оскільки студенти очікують взаємодії, що нагадує спілкування з людиною. Завдяки NLP, чат-боти можуть аналізувати мову

користувача і визначати його рівень знань, адаптуючи навчальні матеріали відповідно до цього рівня. Це робить процес навчання більш індивідуалізованим і ефективним.

Крім того, NLP забезпечує можливість інтерактивної взаємодії, де користувачі можуть отримувати миттєвий зворотний зв'язок щодо своїх відповідей, вимови та граматики. Це стимулює швидше засвоєння матеріалу. Також, NLP включає різні методи і технології, які можна застосувати до різних аспектів вивчення мови: від розуміння і корекції текстів до генерації нових навчальних завдань і матеріалів.

## **3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БІБЛІОТЕК З ЕЛЕМЕНТАМИ ШІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ**

### **3.1 ШІ бібліотеки та їх особливості**

У наш час обробка природної мови (NLP) стає все більш важливою та актуальною областю досліджень в інформаційних технологіях. З ростом обсягу текстової інформації в мережі Інтернет і потреби в її аналізі виникає необхідність у розвитку інструментів і методів для автоматизованої обробки, розуміння та вилучення значущої інформації з текстів на природному мові.

NLP дозволяє комп'ютерам обробляти тексти та слова подібно до людей. Він поєднує комп'ютерну лінгвістику зі статистикою, глибоким навчанням і машинним навчанням.

Люди щодня взаємодіють один з одним в Інтернеті за допомогою різних медіа. При цьому вони обмінюються різними типами даних, такими як текст, мова, зображення тощо. Ці дані є важливими для розуміння людської поведінки та звичок. Тому їх використовують для навчання комп'ютерів імітації людського інтелекту.

NLP використовує дані, щоб навчити машини імітувати людську мовну поведінку. Для цього він виконує процес, який складається з кількох кроків [24]:

- Він сегментує текст на менші одиниці, наприклад речення або слова.
- Він токенізує текст, що означає, що кожному слову присвоюється унікальний ідентифікатор.
- Він видаляє стоп-слова, які є звичайними словами, які не додають особливого значення тексту, наприклад «the», «a», «and» тощо.
- Він утворює основу або лематизує текст, тобто зводить кожне слово до його кореневої форми або словникової форми.
- Він позначає кожне слово його частиною мови.
- Він позначає кожне слово його названою сутністю, такою як особа, місцезнаходження, організація тощо.

NLP є рушійною силою машинного інтелекту в багатьох сучасних додатках реального світу. Машинний переклад є прикладом використання [11]. У нас є системи, які можуть перекладати з однієї мови на іншу. Одним із таких прикладів є Google Translate. Технологія, яка керує машинним перекладом, базується на алгоритмах NLP.

Крім того, ще одним популярним випадком використання є виявлення спаму. Більшість популярних постачальників послуг електронної пошти використовують детектори спаму, щоб визначити, чи є вхідне повідомлення спамом. Виявлення спаму застосовує методи класифікації тексту NLP для виявлення спаму на основі їх мовних моделей.

Крім того, чат-боти ШІ зараз дуже поширені. Популярні приклади включають Siri, Google Assistant, Alexa тощо. Ці програми використовують розпізнавання мовлення та природну мову, щоб розпізнавати шаблони в голосі та відповідати відповідними, корисними коментарями [25].

NLP є основною логікою цих програм, оскільки вона дозволяє їм обробляти вхідні та вихідні дані природної мови, такі як текст і мова, і розуміти значення та наміри, що стоять за ними.

Метою даної роботи є дослідження можливостей використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови, аналіз існуючих платформ та чат-ботів для вивчення іноземних мов.

Для досягнення цієї мети в роботі представлено огляд відкритих бібліотек і фреймворків штучного інтелекту, доступних для вивчення англійської мови. Цей огляд містить опис основних можливостей і характеристик кожної бібліотеки, що допоможе вибрати найбільш підходящий інструмент для конкретної задачі [26]:

- Stanford NLP [27] - це бібліотека, розроблена на Java, яка надає інструменти для обробки тексту на природній мові. Вона включає в себе модулі для токенізації, розмітки частин речей, синтаксичного аналізу, семантичного аналізу та багато іншого.
- OpenNLP [28] ще одна популярна бібліотека для обробки природної мови на Java. Apache OpenNLP — це набір інструментів, який використовує

машинне навчання для обробки тексту природною мовою. Він забезпечує підтримку поширених завдань NLP, таких як токенізація, сегментація, тегування мови тощо. Основною метою Apache OpenNLP є забезпечення підтримки завдань NLP і надання великої кількості готових моделей для різноманітних мов. Крім того, він забезпечує інтерфейс командного рядка (CLI) для легких експериментів і навчання. Існують різні готові моделі, доступні для завантаження з Apache OpenNLP [20].

- CogComp NLP [29] — це набір бібліотек обробки природної мови (NLP), розроблених Cognitive Computation Group. Він надає різні інструменти та модулі для завдань NLP, таких як токенізація, лематизація, тегування частин мови тощо. CogComp NLP можна використовувати або як інструмент командного рядка, або як Java API. Одним із популярних модулів CogComp NLP є `cogcomp-nlp-pipeline`, який виконує основні завдання NLP над заданим текстом. Однак пайплайн `cogcomp-nlp` працює лише для звичайного тексту англійською мовою. Іншим модулем є `sogcom`, який вимірює подібність між текстами чи іншими об'єктами та повертає оцінку.
- General Architecture for Text Engineering (GATE) [30] — це інструментарій, який здатний вирішувати проблеми з аналізом тексту та обробкою мови. Це чудова інфраструктура для розробки програмних компонентів для обробки людської мови. Крім того, це чудовий інструментарій для NLP. Цей набір інструментів має велику спільноту розробників і дослідників, які використовують його для вилучення інформації, аналізу настроїв, аналізу соціальних мереж і обробки біомедичних текстів. GATE допомагає розробникам і дослідникам, надаючи архітектуру програмного забезпечення для обробки мови. Крім того, він надає бібліотеку класів, яка реалізує архітектуру.
- Apache Lucene і Solr [31]. Lucene є бібліотекою для повнотекстового пошуку, а Solr - це створений на Lucene пошуковий сервер. Обидва ці інструменти можуть бути використані для обробки тексту та виконання

різних завдань NLP, таких як індексація тексту, аналіз запитів та багато іншого.

- Machine Learning for Language Toolkit (MALLET) [32] — це пакет Java, який надає різні інструменти й алгоритми для завдань NLP, таких як класифікація документів, моделювання тем і тегування послідовності. Одним із алгоритмів, включених у MALLET, є наївний алгоритм Байєса, який широко використовується в NLP для класифікації тексту та аналізу настроїв. MALLET — це пакет Java з відкритим вихідним кодом, який пропонує різні інструменти для аналізу тексту. Одним із цих інструментів є тематичне моделювання, яке може виявити основні теми у великій колекції текстових документів без міток. Крім того, MALLET також може перетворювати текстові документи в числові вектори, які можна використовувати для машинного навчання. Крім того, його можна використовувати як інструмент командного рядка або як прямий Java API.
- CoreNLP [33] - це бібліотека для обробки природної мови, розроблена компанією Stanford на Java. Стенфордська група NLP допомагає з алгоритмами, які дозволяють машинам обробляти, генерувати та розуміти людський текст і мови. CoreNLP — це набір програм, написаних на Java Stanford NLP group, які можуть виконувати різноманітні завдання NLP, як-от токенізація, тегування частин мови, лемматизація тощо. Його можна використовувати через командний рядок, у кодї Java або за допомогою викликів на сервер.
- Unstructured Information Management Applications (UIMA) [34] — це програмні системи, які можуть обробляти й аналізувати величезні обсяги неструктурованих даних, включаючи текст, аудіо та відео. Вони допомагають створювати компоненти, які можуть виявляти настрої, сутності та інші види інформації з вмісту. Компоненти написані на Java або C++. Крім того, Apache UIMA — це структура, яка дає нам змогу створювати програми за допомогою компонентів UIMA та обробляти

великі обсяги неструктурованих даних. Це допомагає нам отримувати відповідну інформацію з даних і використовувати її для різних цілей.

Ці бібліотеки можуть бути використані для створення програм та інструментів, які обробляють та аналізують текст на природній мові за допомогою Java.

### 3.2 Вирішення багатокритеріальної задачі в контексті використання ШІ бібліотек для вивчення англійської мови

Для даної задачі визначимо критерії, які допоможуть об'єктивно оцінити та порівняти різні бібліотеки штучного інтелекту для вивчення англійської мови. Такими критеріями були обрані:

1. Точність (Accuracy). Цей критерій вимірює, наскільки ефективно бібліотека вирішує поставлені задачі. В контексті вивчення англійської мови це може означати правильність розпізнавання або класифікації тексту, коректність визначення смислових зв'язків тощо. Для оцінки точності використаємо тестові набори даних, які містять правильні відповіді. Проведемо тестування різних бібліотек на цих даних і порівняємо отримані результати з очікуваними. Так як маємо чіткий кінцевий результат шкала для оцінювання – абсолютна.

2. Швидкодія (Speed). Цей критерій визначає, як швидко бібліотека обробляє дані. Важливо, щоб обробка текстової інформації відбувалася досить швидко, особливо якщо ви працюєте з великими обсягами даних. Для виміру швидкодії використаємо функцію вбудованого в бібліотеку таймера, який виміряє час обробки певної операції на різних обсягах даних. Шкала – час в секундах

3. Легкість використання (Ease of Use). Цей критерій оцінює, наскільки легко вивчити та використовувати інтерфейс бібліотеки. Добре документована та зрозуміла бібліотека спрощує розробку та роботу з нею. Даний критерій можна оцінити на основі документації, яка надається разом з бібліотекою, а також за допомогою аналізу зразків коду та прикладів використання. Шкала – оцінка від 1 до 5.

4. Підтримка спільноти (Community Support). Цей критерій оцінює

активність та рівень підтримки користувачів та розробників бібліотеки. Наявність активної спільноти може забезпечити доступність ресурсів, вирішення проблем та оновлення бібліотеки. Оцінити цей критерій можна шляхом дослідження форумів, груп користувачів у соціальних мережах та активності у репозиторіях на GitHub. Шкала – оцінка від 1 до 5.

5. Документація (Documentation). Цей критерій визначає наявність та якість документації, яка допомагає користувачам зрозуміти функції та можливості бібліотеки. Оцінити якість документації можна, переглянувши її структуру, повноту, зрозумілість та доступність. Шкала – оцінка від 1 до 5.

6. Функціональність (Functionality). Цей критерій оцінює різноманітність та потужність функцій, які пропонує бібліотека. Деякі бібліотеки можуть мати розширений набір функцій, таких як тематичне моделювання, машинний переклад, аналіз настроїв тощо. Проведемо аналіз функціональних можливостей бібліотеки та порівняємо їх з нашими потребами та вимогами. Шкала – оцінка від 1 до 5.

7. Масштабованість (Scalability). Цей критерій визначає здатність бібліотеки ефективно працювати з великими обсягами даних без значного збільшення часу обробки або використання пам'яті. Оцінено здатність бібліотеки працювати зі зростанням обсягів даних та ресурсів. Шкала – оцінка від 1 до 5.

8. Навчання на даних (Training Data). Цей критерій оцінює якість та репрезентативність навчальних даних, які використовуються для навчання моделей бібліотеки. Досліджуватимемо якість та репрезентативність навчальних даних, які використовуються для навчання моделей бібліотеки. Шкала – оцінка від 1 до 5.

9. Ресурсозатратність (Resource Usage). Цей критерій визначає, наскільки багато обчислювальних та пам'ятових ресурсів потребує бібліотека для роботи. Виміряємо обсяг використання обчислювальних та затребуваної пам'яті під час роботи з бібліотекою. Так як під час дослідження є певні обмеження, маємо чіткий кінцевий результат шкала для оцінювання – абсолютна.

10. Стабільність (Stability). Цей критерій визначає надійність та стабільність роботи бібліотеки, включаючи відсутність помилок та недоліків.

Оцінемо надійність та стабільність роботи бібліотеки на основі відгуків користувачів та свого власного досвіду використання. Шкала – оцінка від 1 до 5.

Для визначення корисності альтернатив буде застосоване лінійне адитивне згорання з ваговими коефіцієнтами, формула якого:

$$Z = \sum_{i=1}^n \alpha_i \beta_i a_i,$$

де:  $\alpha_i$  – нормуючі множники,  $\beta_i$  – вагові коефіцієнти,  $a_i$  – значення  $i$ -го критерія,  $Z$  – результат згорання.

Обчислимо необхідні величини для кожного сервісу та визначимо результат згорання для їх порівняння. Результати наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – результат по всіх критеріях

	Точність	Швидкість	Легкість використання	Стабільність	Документація	Масштабованість	Функціональність	Ресурсозатратність	Підтримка спільноти	Коефіцієнт корисності
Stanford NLP	0,83	0,94	0,99	1	1	1	0,84	1	1	0,93
OpenNLP	0,55	1	0,87	0,87	1	0,94	0,83	1	1	0,88
CogComp NLP	0,67	0	0,86	0,78	0,75	0,54	0,76	0,45	0,76	0,57
GATE	0,48	0,83	0,63	0,8	0,94	0,63	0,5	1	1	0,74
Apache Lucene і Solr	0,33	0,79	0,46	0,62	0,85	0,72	0,86	0,29	0,81	0,63
MALLET	0,6	1	1	0,75	0,77	0,92	0,79	0,86	1	0,82
CoreNLP	0,56	0,97	0,91	0,78	0,94	1	0,68	1	0,95	0,85
UIMA	0,7	0,95	0,93	0,98	1	1	0,82	1	1	0,92

Таким чином поставлена багатокритеріальна задача прийняття рішень була вирішена. За допомогою лінійного адитивного згорання було обчислено корисність кожної бібліотеки штучного інтелекту, які можна використати для вивчення англійської мови. Таким чином з'ясували, що такі бібліотеки, як OpenNLP, Stanford NLP, UIMA та CoreNLP треба дослідити більш детально, так як в них найвищий коефіцієнт корисності.

## **4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ**

### **4.1 Обґрунтування вибору технології**

Для проведення експерименту з використання штучного інтелекту для вивчення англійської мови було вирішено розробити чат-бота на базі Apache OpenNLP. Apache OpenNLP є потужним інструментом для обробки природної мови, який забезпечує широкий спектр можливостей для аналізу та генерації тексту. Цей фреймворк надає необхідні компоненти для створення ефективної системи навчання, що здатна розуміти і взаємодіяти з користувачами на природній мові.

Основна задача чат-бота полягає в наданні інтерактивного середовища для вивчення англійської мови, де користувачі можуть практикувати свої навички в режимі реального часу. Використовуючи можливості Apache OpenNLP, бот буде здатний виконувати токенизацію тексту, розбиваючи його на окремі слова і фрази, що дозволить аналізувати вхідні повідомлення користувача. Далі, за допомогою лематизації і стемінгу, бот зможе приводити слова до їх початкових форм, що допоможе краще розуміти контекст і значення висловлювань.

Окрім цього, бот буде використовувати аналіз частин мови (POS tagging) для визначення граматичних категорій слів у реченні. Це забезпечить розуміння структури речень і допоможе в правильній побудові відповідей. Розпізнавання сутностей (NER) дозволить ботові виділяти і класифікувати важливі іменовані об'єкти, такі як імена, місця і дати, що зробить взаємодію більш персоналізованою та точною.

Для розуміння значення слів і речень у контексті, бот використовує методи семантичного аналізу, включаючи word embeddings і трансформери, що дозволить йому враховувати контекст і правильне значення слів у різних ситуаціях. Генерація природної мови (NLG) стане ключовою складовою, яка дозволить ботові створювати тексти, що звучать природно для користувача, забезпечуючи таким чином реалістичну і ефективну взаємодію.

Чат-бот буде адаптувати свої відповіді відповідно до рівня знань користувача, аналізуючи його помилки і надаючи коригуючий зворотний зв'язок. Це дозволить створити індивідуальний навчальний досвід, який буде підлаштовуватися під потреби кожного студента. Крім того, бот буде підтримувати інтерактивні вправи, такі як заповнення пропусків у тексті, вибір правильного варіанту відповіді, а також завдання на написання і корекцію текстів.

Однією з важливих функцій чат-бота буде можливість ведення діалогів, що імітують реальні розмови з носієм мови. Це дозволить користувачам практикувати розмовні навички у безпечному середовищі, отримуючи при цьому миттєвий зворотний зв'язок щодо граматики, лексики та вимови. Бот буде стимулювати користувачів до регулярного навчання, надаючи заохочення і нагороди за досягнення, а також пропонуючи нові цілі та виклики.

Для написання чат-бота для вивчення англійської мови було обрано Apache OpenNLP з кількох важливих причин, що впливають із функціональних можливостей та переваг цієї бібліотеки:

1. Машинне навчання та висока точність. Apache OpenNLP базується на алгоритмах машинного навчання, що забезпечує високу точність у задачах обробки природної мови. Це дозволяє створити більш ефективного та коректного чат-бота для вивчення англійської мови.

2. Комплексний набір API. Бібліотека пропонує широкий спектр інструментів для аналізу тексту, таких як визначення мови, розпізнавання іменованих сутностей, визначення речень, виявлення частин мови та багато інших. Ці функціональні можливості дозволяють розробити багатофункціонального чат-бота, здатного розуміти та обробляти текст різними способами.

3. Готові моделі. Apache OpenNLP надає попередньо натреновані моделі, які можна використовувати для різних задач без потреби в довготривалому навчанні нових моделей. Це значно спрощує та прискорює процес розробки чат-бота.

4. Легка інтеграція з Java. OpenNLP написаний на Java і легко інтегрується з додатками на базі Spring Boot, що є популярним фреймворком для створення веб-додатків. Це спрощує процес розробки та розгортання чат-бота.

5. Підтримка багатьох мов. Хоча основний акцент у моїй роботі зроблено на англійській мові, OpenNLP підтримує багато інших мов. Це дозволяє потенційно розширити функціонал чат-бота на інші мови в майбутньому.

6. Активне співтовариство та документація. Apache OpenNLP має активне співтовариство розробників та хорошу документацію. Це забезпечує наявність підтримки та ресурсів для вирішення проблем, що можуть виникнути під час розробки.

Всі ці фактори роблять Apache OpenNLP оптимальним вибором для створення ефективного та функціонального чат-бота для вивчення англійської мови. Розробка чат-бота на базі Apache OpenNLP забезпечить надійний і потужний інструмент для вивчення англійської мови, який використовуватиме передові технології обробки природної мови для створення ефективного і інтуїтивного навчального середовища. Це допоможе користувачам покращувати свої мовні навички через інтерактивну і персоналізовану взаємодію, що значно підвищить якість навчального процесу.

## 4.2 Розробка чат-боту на базі Apache OpenNLP

Для розробки чат-бота, що використовує Apache OpenNLP, необхідно налаштувати середовище розробки, інтегрувати необхідні бібліотеки та створити відповідні компоненти для обробки запитів та відповідей. Нижче наведено докладний опис процесу налаштування та реалізації цих кроків.

### 4.2.1 Налаштування середовища розробки

Використовуючи Spring Initializr створимо базу для нового проекту і додамо в pom.xml файл наступні залежності:

- spring-boot-starter-web – ця залежність додає всі необхідні бібліотеки для створення веб-додатка на базі Spring Boot, включаючи вбудований

сервер (Tomcat за замовчуванням), Spring MVC та інші необхідні компоненти.

- `opennlp-tools` – ця залежність включає основні інструменти для роботи з Apache OpenNLP, що дозволяють виконувати різні задачі обробки природної мови, такі як токенизація, розпізнавання іменованих сутностей, сегментація речень та інші.

Нижче наведено повний файл `pom.xml` із вище зазначеними залежностями:

```
<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0
https://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
  <parent>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-parent</artifactId>
    <version>2.7.1</version>
    <relativePath/>
  </parent>
  <groupId>com.demo.opennlp</groupId>
  <artifactId>opennlpdemo</artifactId>
  <version>0.0.1-SNAPSHOT</version>
  <name>opennlpdemo</name>

  <dependencies>
    <dependency>
      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
      <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
    </dependency>
    <dependency>
      <groupId>org.apache.opennlp</groupId>
      <artifactId>opennlp-tools</artifactId>
      <version>2.3.0</version>
    </dependency>
  </dependencies>
  <build>
    <plugins>
      <plugin>
        <groupId>org.springframework.boot</groupId>
        <artifactId>spring-boot-maven-plugin</artifactId>
      </plugin>
      <plugin>
        <groupId>org.codehaus.mojo</groupId>
        <artifactId>exec-maven-plugin</artifactId>
        <version>3.0.0</version>
        <configuration>
          <mainClass>com.demo.opennlp.Application</mainClass>
        </configuration>
      </plugin>
    </plugins>
  </build>
</project>
```

## 4.2.2 Написання основного коду для взаємодії із чатом

Для створення чат-бота необхідно мати структури, які дозволять обробляти запити від користувачів та генерувати відповідні відповіді. В Spring Boot додатках це зазвичай реалізується через створення класів моделей для запитів і відповідей.

Модель запиту `RequestModel` представляє запит від користувача до чат-бота. Вона може містити різні поля в залежності від того, яку інформацію ви хочете отримати від користувача. У даному випадку, це буде просто текстове повідомлення. Дана модель має наступний вигляд:

```
public class RequestModel {  
  
    String inputData;  
  
    public String getInputData() {  
        return inputData;  
    }  
  
    public void setInputData(String inputData) {  
        this.inputData = inputData;  
    }  
}
```

Модель `ResponseModel` представляє відповідь від чат-бота на запит користувача. Вона також може містити різні поля в залежності від того, яку інформацію ви хочете повернути користувачу. У нашому випадку, це буде також текстова відповідь:

```
public class ResponseModel {  
  
    String output;  
  
    public ResponseModel(String out) {  
        this.output = out;  
    }  
  
    public String getOutput() {  
        return output;  
    }  
  
    public void setOutput(String output) {  
        this.output = output;  
    }  
}
```

Бін чату містить логіку для обробки запитів та генерації відповідей. У нашому випадку він буде також відповідати за навчання моделі категоризації документів на основі кастомних даних. Повний код даного класу можна побачити у Додатку А.

У біні ChatBean реалізовано основну логіку для обробки запитів і навчання моделі. Ось детальніше пояснення кожного блоку коду:

Поле chatResponse – це карта, яка зберігає відповіді на попередньо визначені запити.

Поле model – це змінна для зберігання натренованої моделі категоризації документів.

Метод trainCategorizerModel() – відповідає за навчання моделі категоризації документів. Він використовує файл train.txt, який містить дані для навчання.

Використовуються `InputStreamFactory`, `ObjectStream`, `DocumentSampleStream`, `DoccatFactory`, `TrainingParameters` та `DocumentCategorizerME` для підготовки і тренування моделі.

Метод afterPropertiesSet() – викликається після ініціалізації біну. В ньому визначаються початкові відповіді для чат-бота. Викликається метод trainCategorizerModel(), який навчає модель категоризації.

Методи getModel() та getQuestionAnswer() – а забезпечують доступ до натренованої моделі та мапи запитань-відповідей.

Контролер є важливою частиною веб-додатку на Spring Boot, оскільки він обробляє HTTP-запити та формує HTTP-відповіді. У випадку чат-бота, контролер відповідає за прийом запитів від користувача, обробку цих запитів з використанням Apache OpenNLP та повернення відповідей користувачеві. Повний код контролеру можна побачити у Додатку Б.

Логіка обробки запиту:

- Розділяє вхідний текст на речення за допомогою nlpSentences.
- Токенізує кожне речення за допомогою nlpTokens.
- Застосовує лематизацію до токенів за допомогою nlpLemma.
- Визначає категорію за допомогою detectCategory.
- Формує відповідь на основі категорії, використовуючи дані з chatBean.

Допоміжні методи:

- `detectCategory(DoccatModel model, String[] lemmas)` – використовує модель категоризації документів для визначення найкращої категорії для даного тексту на основі ймовірностей.
- `nlpLemma(String[] tokens)` – виконує лематизацію на основі токенів та частин мови. Завантажує модель тегера частин мови (POS) та виконує тегування токенів. Завантажує словник лематизатора та виконує лематизацію токенів.
- `nlpTokens(String sentence)` – токенізує речення на окремі слова. Завантажує модель токенізатора з ресурсу. Токенізує вхідне речення на слова.
- `nlpSentences(String input)` – завантажує модель детектора речень та розділяє вхідний текст на окремі речення.

Ці кроки забезпечують повну обробку тексту, що надходить від користувача, з використанням Apache OpenNLP, та формування відповідної відповіді на основі оброблених даних.

### 4.2.3 Тренування моделі

Для створення ефективного чат-бота, який зможе правильно розпізнавати та відповідати на запити користувачів, необхідно тренувати модель на основі відповідних даних. Apache OpenNLP дозволяє створювати власні моделі для категоризації тексту, що є ключовим аспектом в розробці чат-ботів.

Тренувальні дані для моделі зберігаються у текстовому файлі, де кожен рядок містить назву категорії та відповідні текстові приклади, розділені пробілами. Наприклад, файл `train.txt` може виглядати так:

```
greeting hi. hello. hey. good morning. good evening. good afternoon
goodbye goodbye. bye. see you. take care. farewell
learn_english I want to learn English. I want to study English. Help me with English.
Teach me English.
beginner beginner. I am a beginner. my level is beginner. I am new to English. I know
a little English.
intermediate intermediate. I am intermediate. my level is intermediate. I know some
English. I am average at English.
advanced advanced. I am advanced. my level is advanced. I am good at English. I know
English well.
complete thanks. done. that's all. that's it. I am done. thank you for information.
thank. thanks. thank you. thanks. nothing else. that's it.
```

У цьому прикладі ми маємо шість категорій: `greeting`, `continue`, `places`, `species`, `times`, `complete`. Кожна категорія містить відповідні текстові приклади, що дозволяють моделі навчитися правильно класифікувати введені користувачем дані.

Для тренування моделі потрібно виконати наступні кроки:

– Завантаження тренувальних даних:

```
InputStreamFactory inputStreamFactory = new MarkableFileInputStreamFactory(new
File(this.getClass().getClassLoader().getResource("train.txt").toURI() ));
ObjectStream<String> lineStream = new PlainTextByLineStream(inputStreamFactory,
StandardCharsets.UTF_8);
ObjectStream<DocumentSample> sampleStream = new DocumentSampleStream(lineStream);
```

– Налаштування фабрики та параметрів тренування:

```
DoccatFactory factory = new DoccatFactory(new FeatureGenerator[] { new
BagOfWordsFeatureGenerator() });
TrainingParameters params = ModelUtil.createDefaultTrainingParameters();
params.put(TrainingParameters.CUTOFF_PARAM, 0);
```

– Тренування моделі:

```
model = DocumentCategorizerME.train("en", sampleStream, params, factory);
```

Після створення та тренування моделі, її можна інтегрувати у чат-бот для розпізнавання категорій введеного тексту та формування відповідей. Це дозволяє створити простий чат-сервіс, який допомагатиме користувачам з питань риболовлі, надаючи інформацію про місця, види риб, найкращі часи для риболовлі тощо.

### 4.3 Використання чат-боту

Далі буде продемонстровано процес взаємодії з чат-ботом для вивчення англійської мови за допомогою сервісу Postman. Використовуючи цей інструмент, було надіслано необхідні запити до чат-боту та отримано відповіді, що імітують процес спілкування з реальним користувачем. Для кращого розуміння процесу наведено послідовність дій, що були виконані, а також пояснення до кожного етапу.

На першому знімку екрана (див. рис. 8) показано привітання з чат-ботом. Надіслано запит зі словами "hi" через Postman, і чат-бот відповідає привітанням, таким як "Hello! How can I assist you?". Це підтверджує правильну роботу категорії

"greeting" і здатність ботів розпізнавати привітання та відповідати відповідним ЧИНОМ.

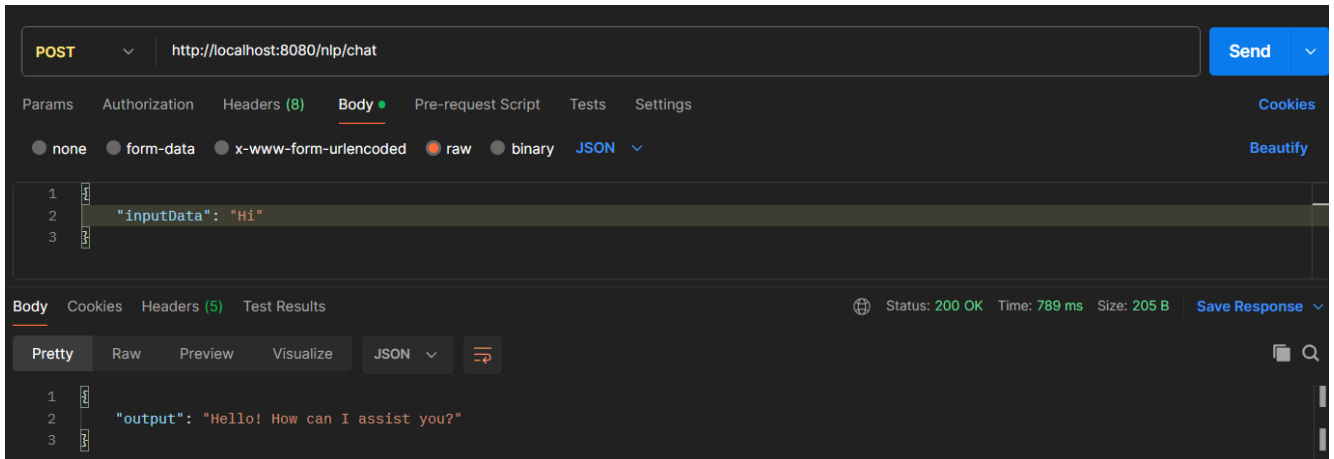


Рисунок 8 – Вітання

На наступному знімку екрана (див. рис. 9) надіслано запит "I want to study English". Чат-бот розпізнає цей запит і відповідає, що може допомогти, запитуючи наш рівень знань англійської мови: "I'm glad to help! What`s your English level? (beginner, intermediate, advanced)". Це показує, що бот правильно класифікує запит до категорії "learn\_english" та реагує відповідно.

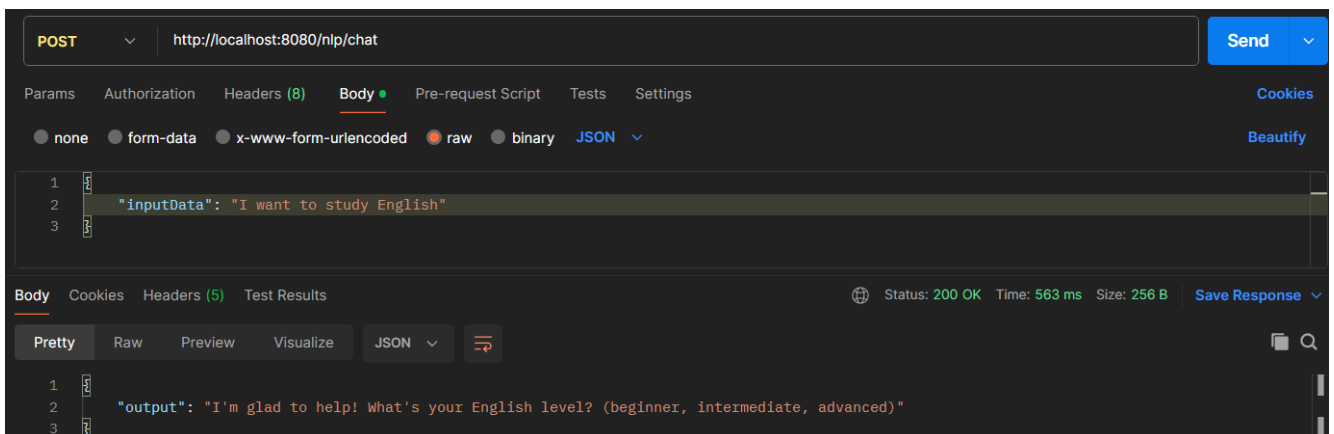


Рисунок 9 – Запит на вивчення Англійської мови

Далі була надіслана відповідь чат-боту, що маємо середній рівень знань англійської мови ("I know some English"). Чат-бот надає поради щодо покращення знань, наприклад: "For intermediate learners, focus on expanding your vocabulary and practicing more complex sentences." Це свідчить про здатність бота розпізнавати категорію "intermediate" та надавати відповідні рекомендації (див. рис. 10).

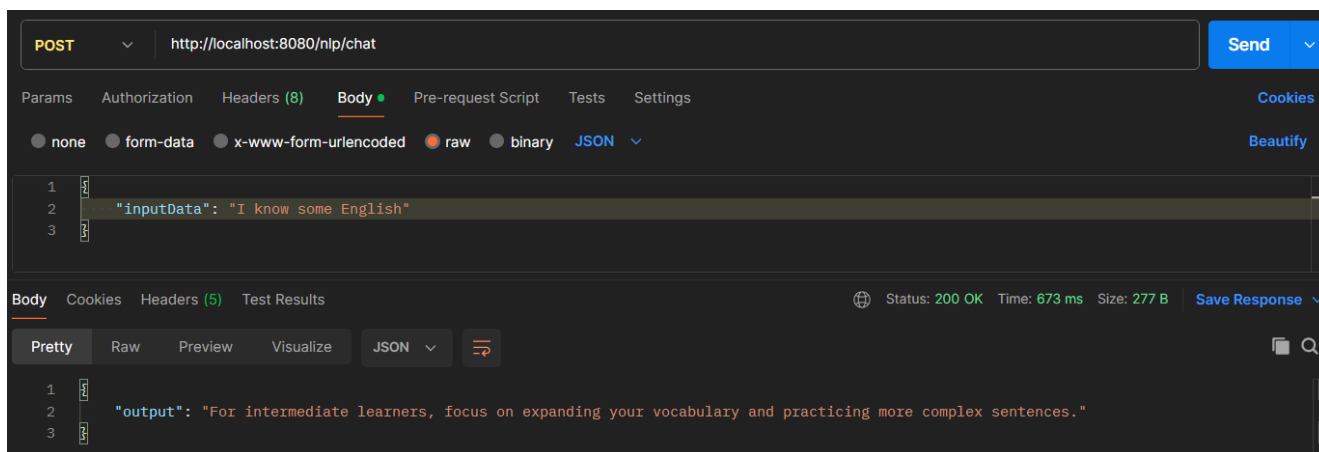


Рисунок 10 – Порада для середнього рівня англійської мови

На наступному знімку екрана було повідомлено чат-бота, що маємо високий рівень знань англійської мови ("I know English well"). Чат-бот відповідає порадами, як вдосконалити свої навички, наприклад: "Advanced level? Engage in debates, read sophisticated literature, and write detailed essays." Це демонструє правильну роботу бота з категорією "advanced" та його здатність надавати корисні рекомендації для просунутих користувачів.

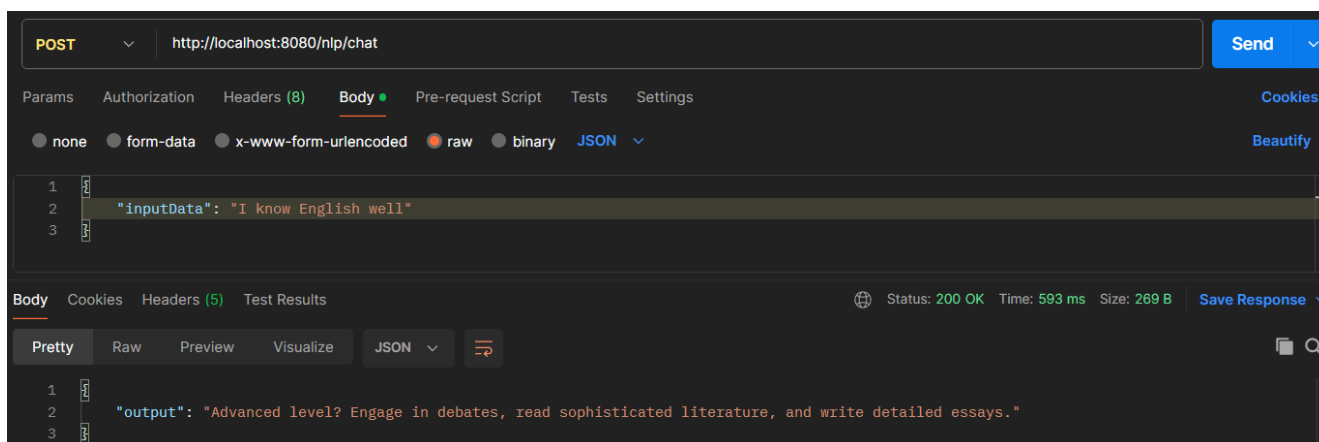


Рисунок 11 – Порада для високого рівня англійської мови

На останньому знімку екрана ми вказуємо чат-боту, що маємо початковий рівень знань англійської мови ("I am a beginner"). Чат-бот надає поради для новачків, такі як: "Beginner level? Start with common phrases and essential grammar rules." Це підтверджує здатність бота правильно розпізнавати та обробляти запити категорії "beginner" і надавати відповідні поради.

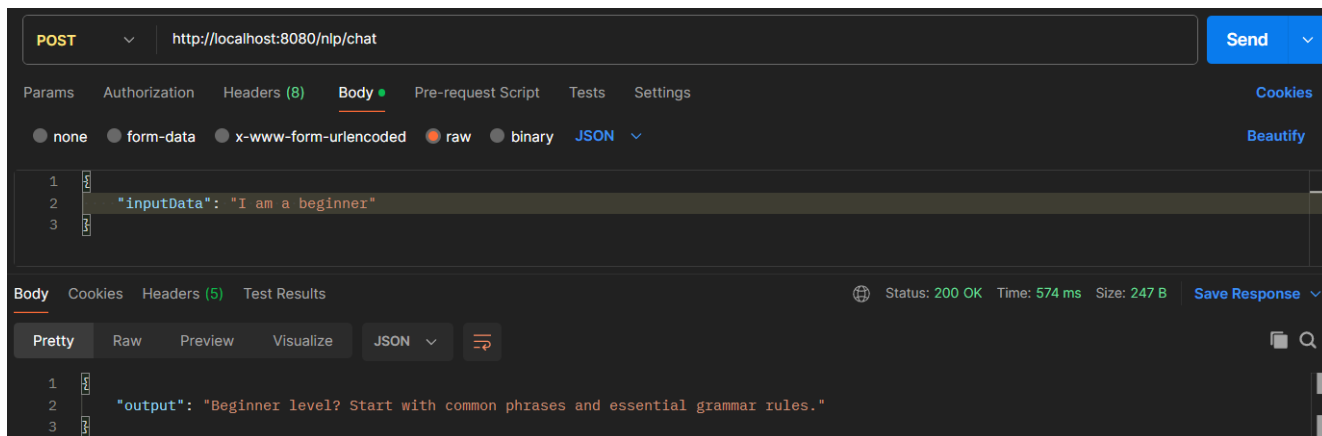


Рисунок 12 – Порада для низького рівня англійської мови

Використовуючи більш розширену модель для навчання нейронної мережі, можна створити повноцінного помічника або вчителя для вивчення не лише англійської мови, але й будь-якої іншої. Така вдосконалена модель дозволить інтегрувати більш складні алгоритми обробки природної мови, що забезпечить високу точність і ефективність у розпізнаванні та генерації мовних конструкцій. Це відкриває можливість для розробки універсальних мовних асистентів, здатних допомагати користувачам з вивченням різних мов, адаптуючись до їх індивідуальних потреб і рівня знань.

## ВИСНОВКИ

Використання штучного інтелекту на заняттях із вивчення іноземної мови як на курсах так і у закладах вищої освіти дозволяє створити заняття більш наочні та цікаві, підвищує інтенсивність навчального процесу, сприяє миттєвому зворотному зв'язку, формує мотивацію до пізнавальної діяльності, активізує розумові здібності, залучає до роботи пасивних студентів, формує абстрактне та логічне мислення та сприяє індивідуалізації та інтенсифікації навчання через самостійну роботу з цифровими ресурсами.

Нині існує величезна кількість додатків, які допомагають опанувати іноземні мови. Незважаючи на їх усе ще недосконалі інтелектуальні можливості, великі компанії (наприклад, Apple, Google і Amazon) вже розмістили чат-боти у своїх пристроях. Чат-боти нині заповнюють Інтернет, виступаючи навігатором, продавцем і помічником, вчителем.

Також, зважаючи на проведений аналіз бібліотек штучного інтелекту для вивчення англійської мови, було зроблено висновки, що чотири з них видаються найбільш корисними для різноманітних завдань та використання у практичних застосуваннях. Зокрема, бібліотеки, які виявилися найбільш цінними, це Stanford NLP, UIMA, OpenNLP та CoreNLP.

За результатами аналізу, можна визначити ряд очевидних переваг. По-перше, індивідуалізація та персоналізація навчальних планів, які надає ШІ, сприяють більш ефективному засвоєнню матеріалу студентами різного рівня підготовки. По-друге, швидкий та миттєвий зворотний зв'язок допомагає коригувати помилки, що сприяє покращенню навичок усного та писемного мовлення.

Насамкінець, важливо відзначити, що використання штучного інтелекту у вивченні іноземних мов не тільки покращує якість освіти, але й робить її більш доступною та гнучкою. Це відкриває нові перспективи для розвитку освітніх систем та створює умови для покращення навчання мов в глобальному масштабі. Усе це свідчить про великий потенціал та актуальність використання штучного інтелекту у вивченні іноземних мов у сучасному освітньому середовищі.

Завершальним етапом дослідження була реалізація простого чат-боту, який включав методи для обробки та генерації відповідей на запити користувачів, а також забезпечив інтерактивність через REST API. Відповіді чат-боту були розроблені з урахуванням різних рівнів знань англійської мови, що дозволяє надавати персоналізовані поради для покращення мовних навичок користувачів.

Особлива увага була приділена тренуванню власної моделі на основі спеціально підготовлених даних. Було створено текстовий файл, який містить різні категорії запитів та відповідей, відповідно до яких модель навчалась класифікувати вхідні повідомлення користувача. Це дозволило чат-боту розпізнавати такі категорії, як привітання, прощання, запити на допомогу у вивченні англійської мови на різних рівнях складності.

Таким чином, було створено функціональний чат-бот, який здатний ефективно взаємодіяти з користувачами, надавати корисну інформацію та поради щодо вивчення англійської мови, використовуючи потужні можливості Apache OpenNLP для обробки природної мови. Цей підхід демонструє потенціал використання технологій штучного інтелекту для освітніх цілей та сприяє розвитку інтерактивних навчальних інструментів.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Штучний Інтелект і вивчення іноземної мови - [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://zfs-journal.uzhnu.uz.ua/archive/27/part\\_2/15.pdf](http://zfs-journal.uzhnu.uz.ua/archive/27/part_2/15.pdf) - Загол. з екрану.
2. Erdem, E., Kuyu, M., Yagcioglu, S., ...Gatt, A., Korvel, G. Babii, Andrii, Turuta, Oleksii Neural Natural Language Generation: A Survey on Multilinguality, Multimodality, Controllability and Learning Journal of Artificial Intelligence Research. . – Харків : ХНУРЕ. – 2022, 73, С. 1131–1207
3. Rosetta Stone – [Електронний ресурс] <https://eu.rosettastone.com>
4. Research on Artificial Intelligence Promoting English Learning Change - [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://download.atlantispress.com/article/125910307.pdf> - Загол. з екрану.
5. Artificial intelligence for learning English - [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://repository.pdmu.edu.ua/handle/123456789/20359> - Загол. з екрану.
6. Role of Artificial Intelligence in English Language Teaching - [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE11/IJRPR19378.pdf> - Загол. з екрану.
7. Artificial Intelligence In Language Teaching And Learning - [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/7368/11111/> - Загол. з екрану.
8. Перспективи використання штучного інтелекту в шкільній освіті - [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://naurok.com.ua/post/perspektivi-vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-shkilniy-osviti> - Загол. з екрану.
9. Як штучний інтелект допомагає вчити іноземні мови - [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/cw0p8xjy5qko> - Загол. з екрану.
10. Застосування Штучного Інтелекту та чат-ботів під час вивчення іноземної мови - [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2021/32/part\\_2/35.pdf](http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2021/32/part_2/35.pdf) - Загол. з екрану.

11. Panchenko, Dmytro;Maksymenko, Daniil;Turuta, Olena;Yerokhin, Andriy;Daniil, Yana;Turuta, Oleksii Evaluation and Analysis of the NLP Model Zoo for Ukrainian Text Classification. Communications in Computer and Information Science, 2022, 1698 CCIS, С. 109–123
12. Babbel – [Електронний ресурс] <https://ua.babbel.com>
13. A review of Rosetta Stone software – [Електронний ресурс] [https://www.123teachme.com/learn\\_spanish/rosetta\\_stone\\_spanish](https://www.123teachme.com/learn_spanish/rosetta_stone_spanish) - Загол. з екрану
14. The CERF levels – [Електронний ресурс] <https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/level-descriptions> - Загол. з екрану
15. Чат-бот – [Електронний ресурс] <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%82-%D0%B1%D0%BE%D1%82> – Загол. з екрану
16. Development for performance of Porter stemmer algorithm – [Електронний ресурс] <https://journals.uran.ua/eejet/article/view/225362> - Загол. з екрану
17. Natural Language Processing with Deep Learning – [Електронний ресурс] <https://web.stanford.edu/class/cs224n/> - Загол. з екрану
18. Apache OpenNLP – [Електронний ресурс] <https://opennlp.apache.org/> - Загол. з екрану
19. Cognitive Computation Group – [Електронний ресурс] <https://cogcomp.seas.upenn.edu/page/demos/> - Загол. з екрану
20. General Architecture for Text Engineering – [Електронний ресурс] <https://gate.ac.uk/> - Загол. з екрану
21. Apache Lucene – [Електронний ресурс] <https://lucene.apache.org/> - Загол. з екрану
22. Sharonova, N., Kyrychenko, I., Gruzdo, I., Tereshchenko, G. Generalized Semantic Analysis Algorithm of Natural Language Texts for Various Functional Style Types CEUR Workshop Proceedings. – Харків : ХНУРЕ. – 2022, 3171, С. 16–26

23. Smelyakov, K., Chupryna, A., Darahan, D., Midina, S. Effectiveness of modern text recognition solutions and tools for common data sources CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2870, С. 154–165
24. MALLET – [Електронний ресурс] [https://mallet.cs.umass.edu/index.php/Main\\_Page](https://mallet.cs.umass.edu/index.php/Main_Page) - Загол. з екрану
25. Nazarenko, D., Afanasieva, I., Golian, N., Golian, V. Investigation of the deep learning approaches to classify emotions in texts CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2870, С. 206–224
26. CoreNLP – [Електронний ресурс] <https://corenlp.run/> - Загол. з екрану
27. Apache UIMA – [Електронний ресурс] <https://uima.apache.org/> - Загол. з екрану
28. Вікторова Л. В., Кочарян А. Б., Мамчур К. В., Коротун О. О. Застосування штучного інтелекту та чат-ботів під час вивчення іноземної мови. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті, 2021. Вип. 32. Т. 2. С. 166–173
29. Горбенко С. Штучний інтелект як технологія створення автоматизованих інтелектуальних систем. 2016. - [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/5044/1/2016042829\\_TEZY\\_V3\\_P349.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/5044/1/2016042829_TEZY_V3_P349.pdf) - Загол. з екрану.
30. Грицишин В., Габрусєва Н. Штучний інтелект сьогодні і завтра. Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : тези Міжнародної науково-технічної конференції. Тернопіль, 2020. С. 247–248 - [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31822/2/FAPMT\\_2020\\_Hrytsyshyn\\_V-Artificial\\_intelligence\\_247-248.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31822/2/FAPMT_2020_Hrytsyshyn_V-Artificial_intelligence_247-248.pdf) - Загол. з екрану.
31. Хокінг С. Штучний інтелект може стати найгіршим винаходом людства. 2017 - [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://mind.ua/news/20178313-stiven-hoking-shtuchnij-intelekt-mozhe-stati-najgirshim-vinahodom-lyudstva> - Загол. з екрану.

32. Маркофф Д. Homo Roboticus? Люди и машины в поисках взаимопонимания. 2017 - [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://testlib.meta.ua/book/302060/read/> - Загол. з екрану.

33. CoreNLP 2017. - [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://stanfordnlp.github.io/CoreNLP/> - Загол. з екрану.

34. Musk I. Reminds Us of the Possible Dangers of Unregulated AI. 2017 - [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://futurism.com/elon-musk-reminds-us-of-the-possible-dangers-of-unregulated-ai> - Загол. з екрану.