

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ОБЛІКУ ТА ФІНАНСІВ
Кафедра комп'ютерних технологій і моделювання систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Сергійчук Максим Олександрович

УДК 004.8:004.42:37

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ
АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕРАТИВНОГО
ІШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

122 «Комп'ютерні науки»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Корченко Анна Олександрівна,
доктор технічних наук, професор

Житомир – 2025

Висновок кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем:

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем

№ _____ від «_____» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри комп'ютерних технологій і моделювання систем

к.п.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

«_____» _____ 20__ р.

(підпис)

М. О. Ковальчук

(прізвище, ім'я, по батькові)

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

лаборант кафедри

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

В. В. Корольчук

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Сергійчук М. О. Інтелектуальна система мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки. - Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Обсяг кваліфікаційної роботи: 35 сторінок (10 — рисунків, 4 — таблиці, 1 — додаток, 45 — джерел).

Ключові слова: мобільне навчання, навчання англійської лексики, персоналізоване навчання, програмний застосунок, система, штучний інтелект.

У роботі досліджено реалізацію інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту. Для досягнення даної мети у теоретичній частині роботи було проведено дослідження особливостей реалізації інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту, а саме: наведено існуючі підходи та інструменти та проведено аналіз вимог до системи. У практичній частині було розроблено узагальнену структурну схему системи, також спроектовано базу даних для системи та проведено реалізацію математичної моделі для даної кваліфікаційної роботи. Було реалізовано інформаційну систему, для цього створено інтерфейс, основні функції програми та інтегровано моделі ШІ. Систему було протестовано та наведено керівництво користувачу.

SUMMARY

Serhiichuk M.O. Intelligent system for mobile learning of English vocabulary using generative artificial intelligence — Qualification work as a manuscript.

Qualification work for obtaining the degree of Master in specialty 122 – Computer Science. - Polesie National University, Zhytomyr, 2025.

The volume of the work: 35 pages (10 — figures, 4 — tables, 1 — appendices, 45 — sources).

Keywords: mobile learning, English vocabulary learning, personalized learning, software application, system, artificial intelligence.

The paper investigates the implementation of an intelligent system for mobile learning of English vocabulary using generative artificial intelligence. To achieve this goal, the theoretical part of the paper studies the features of the implementation of an intelligent system for mobile learning of English vocabulary using generative artificial intelligence, namely: existing approaches and tools are presented and the requirements for the system are analyzed. In the practical part, a generalized structural diagram of the system is developed, a database for the system is also designed and a mathematical model is implemented for this qualification work. An information system was implemented, for this purpose an interface, main program functions are created and AI models are integrated. The system was tested and a user manual is provided.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ	9
1.1 Огляд існуючих підходів та інструментів	9
1.2 Аналіз вимог до інформаційної системи	12
Висновки до першого розділу	15
2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	16
2.1 Загальна концепція та сценарії використання системи	16
2.2 Архітектура інформаційної системи.....	20
2.3 Реалізація математичної моделі системи	22
Висновки до другого розділу	23
3 РОЗРОБКА І РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ	25
3.1 Розроблення інтерфейсу та основних функцій системи	25
3.2 Інтеграція моделей штучного інтелекту в додаток	28
3.3 Тестування системи і керівництво користувачу	30
Висновки до третього розділу	32
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	34
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	36
ДОДАТОКИ	39

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ШІ – штучний інтелект;

LLM – Large Language Model (Велика мовна модель);

БД –База даних;

APK – формат архівних файлів-застосунків для «Android»;

API – унікальний код, що ідентифікує та автентифікує застосунок або користувача під час запитів;

HTTP – Hyper Text Transfer Protocol (протокол передачі гіпертексту);

DFD – Data Flow Diagrams (Діаграма потоків даних);

Int – Integer;

UML – Unified Modeling Language.

exe – розширення виконуючого файлу;

SQL – діалогова мова програмування для здійснення запиту і внесення змін до бази даних;

ВСТУП

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та глобальна цифровізація суспільства стимулюють трансформацію традиційних підходів до вивчення іноземних мов. Англійська мова сьогодні є базовим інструментом міжнародної комунікації, професійної взаємодії, академічних досліджень і розвитку високотехнологічних галузей. Водночас класичні методики опанування англійської лексики поступово втрачають ефективність через обмежену адаптивність, низький рівень персоналізації та недостатню інтерактивність. Сучасні користувачі потребують мобільних навчальних систем, що забезпечують індивідуалізований підхід, динамічне формування навчальних матеріалів і високий рівень мотивації.

Особливу **актуальність** така потреба має для осіб, які вивчають мову з конкретними професійними, академічними або побутовими цілями. Для них недостатньо загальних словників чи універсальних курсів. Саме тому у сучасних освітніх технологіях все більшу роль відіграють інтелектуальні системи навчання, здатні самостійно генерувати навчальний контент та взаємодіяти з учнем у режимі реального часу. Генеративні моделі штучного інтелекту, зокрема мовні моделі великого масштабу, відкрили можливість автоматичного створення різних типів контенту — текстів, вправ, діалогів, адаптивних речень — що робить процес вивчення лексики максимально гнучким і ефективним.

Огляд сучасних досліджень та ринку мобільних застосунків засвідчує, що попри популярність рішень на кшталт Duolingo, LinguaLeo, Memrise тощо, більшість із них використовують закриті та фіксовані словникові бази, що не враховують індивідуальних потреб користувача. Крім того, значна частина додатків базується на використанні хмарних моделей, що вимагає постійного інтернет-з'єднання та створює додаткові обмеження для користувачів. Генеративний штучний інтелект дозволяє реалізувати принципово новий підхід: користувач самостійно формує власний словник, а система автоматично генерує приклади речень, тренувальні завдання та адаптивні вправи, що забезпечує швидше та глибше засвоєння лексики [1].

Метою дослідження є розроблення інтелектуальної мобільної системи навчання англійської лексики для збільшення словникового запасу та ефективності запам'ятовування нових слів користувачем.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання** дослідження:

- проаналізувати сучасні підходи, інструменти, системи та програмні рішення мобільного вивчення мов та застосування генеративних моделей ШІ;
- розробити структурне рішення інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики;
- розробити програмне забезпечення та провести експериментальне дослідження інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики;

У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз літературних джерел та існуючих рішень; методи проєктування програмних систем; методи машинного навчання та обробки природної мови; методи експериментальної перевірки якості навчальних матеріалів; емпіричні методи дослідження взаємодії користувачів із системою.

Об'єктом дослідження є процес формування та засвоєння англійської лексики в умовах мобільного навчання із застосуванням інтелектуальних інформаційних систем.

Предметом є методи та засоби створення персоналізованого словника та генеративного ШІ для автоматичного формування контекстних речень у навчальному додатку.

Наукова новизна. Вперше розроблена інтелектуальна система мобільного навчання англійської лексики, за рахунок використання генеративних моделей штучного інтелекту для автоматичної генерації речень і навчальних вправ на основі індивідуально сформованого словника, що дало можливість забезпечити персоналізоване формування навчального контенту, адаптованого до потреб конкретного користувача та збільшувати словниковий запас.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що на основі запропонованого алгоритмічного забезпечення розроблено програмну

інтелектуальну систему мобільного навчання англійської лексики, яка може бути використана в освітньому процесі закладів вищої освіти, мовних школах, у сфері неформальної та дистанційної освіти, а також для самостійного вивчення професійно орієнтованої лексики; результати роботи можуть бути застосовані під час створення та впровадження адаптивних мобільних навчальних застосунків, а також у подальших наукових дослідженнях, пов'язаних з використанням генеративного штучного інтелекту в освітніх системах.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Сергійчук М.О. КРОС-ПЛАТФОРМНА РОЗРОБКА ДОДАТКІВ: матеріали міжфакультетної науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених, м. Житомир, 12 листопада 2024 р. Житомир 2024. С. 79-80
2. Сергійчук М.О. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених присвячена Всесвітньому дню науки «ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА ТА ДЕРЖАВИ: СУЧАСНІ НАУКОВІ ВИКЛИКИ», м. Житомир, 10 листопада 2025 р. Сертифікат № П.86/25
3. Сергійчук М.О. ВИКОРИСТАННЯ КОМПАКТНИХ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ШІ В МОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ: матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених, м. Житомир, 26 листопада 2025 р. Житомир 2025. С. 94-96

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ

1.1 Огляд існуючих підходів та інструментів

Сучасні технології навчання іноземних мов за останні десятиліття зазнали суттєвих змін, які зумовлені розвитком мобільних платформ, методів обробки природної мови та інтелектуальних освітніх систем. Вивчення англійської лексики є одним із ключових компонентів мовної підготовки, а тому саме цій сфері присвячено значну кількість цифрових рішень, однак усі вони мають певні обмеження щодо персоналізації та адаптації під індивідуальні потреби користувачів. Для порівняльного аналізу варто розглянути як традиційні підходи до опанування лексики, так і сучасні програмні інструменти, що застосовуються у мобільному та веб-навчанні.

Одним із найпоширеніших підходів є метод інтервального повторення. Він забезпечує ефективне запам'ятовування шляхом оптимізації часу повторення. Проте цей підхід часто позбавлений контексту: слова подаються у вигляді окремих карток, що не сприяє формуванню стійких зв'язків з реальними мовними ситуаціями. Цей підхід використовується як і в сучасних додатках, так і в усних вправах у школах [3].

Також популярним є завдання-орієнтоване навчання (Task-Based Learning), яке застосовують Duolingo, Memrise та інші гейміфіковані платформи. У таких системах користувач виконує вправи на переклад, вибір правильної відповіді, заповнення пропусків, побудову речень. Їхньою сильною стороною є висока мотиваційність та регулярність практики, однак більшість таких додатків не дозволяють створювати власний словник і не генерують новий контент за індивідуальним набором слів. Нижче продемонстровано їх порівняння в таблиці 1.1. Також варто зазначити що, хоча ці системи є абсолютно окремими, та вони дуже схожі між собою. У всіх їх поширені методики, що поєднують картки, контекст, озвучення, вправи та тести [4].

Таблиця 1.1 – Порівняння існуючих систем

Функція/характеристика	Duolingo	LinguaLeo	Memrise
Можливість створення власного словника	-	частково	-
Генерація вправ за введеними користувачем словами	-	-	-
Гейміфікація та мотиваційні механізми	+	+	+
Інтервальне повторення	+	частково	+
База готових навчальних матеріалів	+	+	+
Формування вправ у режимі реального часу	-	-	-
Наявність контекстних прикладів речень	+	+	+
Сильні сторони	Висока мотивація, гейміфікація, проста взаємодія	Контекстне навчання, велика база матеріалів	Живі відеофрази носіїв, зручні картки
Недоліки	Низька гнучкість у виборі лексики, поверхневий контекст	Обмежена інтерактивність, відсутність генерації вправ	Немає динамічної генерації контенту, фіксовані підходи

Широко застосовується й контекстуальне навчання, у межах якого нові слова подаються в реченнях чи коротких історіях. Прикладом таких рішень є LinguaLeo, який формує завдання на основі тематичних текстів та аудіоматеріалів. Перевагою підходу є природне засвоєння значень слів у контексті, але недоліком залишається використання фіксованого набору матеріалів, що не завжди відповідають потребам конкретного користувача [5].

Також важливо згадати методи вивчення які не включають використання цифрових систем. До найбільш поширених традиційних методів вивчення англійської лексики належать заучування слів зі списків, використання карток,

повторення вголос та асоціативний підхід. Метод заучування зі списку слів полягає у механічному запам'ятовуванні лексичних одиниць разом із перекладом, зазвичай без урахування контексту їх використання. Повторення вголос сприяє кращому запам'ятовуванню звучання слова та формуванню навичок правильної вимови, однак не забезпечує достатнього рівня розуміння семантики. Асоціативний метод ґрунтується на встановленні зв'язків між новими словами та вже відомими образами, поняттями або рідною мовою, що підвищує ефективність запам'ятовування, проте має суб'єктивний характер і залежить від індивідуальних когнітивних особливостей студента. Метод карток передбачає використання двосторонніх носіїв інформації, на яких з одного боку подається слово, а з іншого — його переклад або пояснення. Нижче в таблиці 1.2 наведено порівняння даних методів.

Таблиця 1.2 – Порівняльна таблиця традиційних методів вивчення лексики

Метод	Характеристика	Переваги	Недоліки
Заучування зі списку слів	Механічне запам'ятовування слів і перекладу	Простота, швидкий старт	Відсутність контексту, швидке забування
Повторення вголос	Багаторазове усне відтворення слів	Покращення вимови	Не формує навичок використання у мовленні
Асоціації	Запам'ятовування слів через образи та зв'язки	Поглиблене засвоєння	Суб'єктивність, складність систематизації
Картки	Робота з двосторонніми навчальними картками	Зручність, мобільність	Обмежений контекст, відсутність адаптації

Поява генеративних мовних моделей (LLM) відкрила можливість автоматичного створення речень, вправ і діалогів у режимі реального часу. Хоча окремі мобільні додатки вже інтегрують ці технології, у більшості випадків можливості ШІ застосовуються локально (наприклад, переклад або пояснення слова) й не забезпечують системного, комплексного формування навчального

контенту. Крім того, популярні платформи здебільшого використовують власні фіксовані словникові бази, що обмежує можливість користувача опановувати саме ті слова, які йому необхідні.

Загальний огляд демонструє, що попри значну кількість інструментів, на ринку практично відсутні рішення, які б поєднували:

- можливість формування власного словника;
- автоматичну генерацію речень і вправ саме за цими словами;
- використання генеративного ШІ як ключового механізму навчання.

1.2 Аналіз вимог до інформаційної системи

Проектування інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту потребує ґрунтовного аналізу вимог, що забезпечують її ефективність, зручність використання та відповідність сучасним освітнім стандартам. Формування вимог є ключовим етапом розробки інформаційної системи, оскільки саме на цьому етапі визначаються функціональні можливості, архітектурні особливості та обмеження майбутнього програмного продукту. Враховуючи недоліки існуючих рішень, проаналізованих у попередньому підрозділі, вимоги до системи мають орієнтуватися на персоналізацію навчання, адаптивність та інтелектуальну генерацію контенту [6].

Система має забезпечувати можливість індивідуального формування словникового запасу, що дозволяє користувачеві самостійно додавати нові слова та словосполучення відповідно до власних навчальних цілей. Для кожної лексичної одиниці система повинна надавати переклад, транскрипцію, приклади використання у контексті. Особливу роль відіграє необхідність створення різноманітних вправ, таких як переклад, заповнення пропусків, вибір правильної відповіді, побудова речень, що сприяють активному засвоєнню лексики [7].

Однією з ключових функціональних вимог є інтеграція генеративного штучного інтелекту. Генеративна модель повинна автоматично створювати

прикладів речень та навчальні вправи на основі слів, доданих користувачем до словника. Важливою вимогою є контроль якості згенерованого контенту, зокрема уникнення граматичних помилок, некоректного контексту або неоднозначних формулювань. Генеративний модуль повинен працювати як у хмарному, так і в гібридному режимі, що підвищує доступність системи для користувачів із обмеженим доступом до мережі Інтернет. На рисунку 1.1 зображено схему взаємодії системи та ІІІ, де видно що одна із платформ працює повністю локально, а інша залежить від підключення до мережі [8].

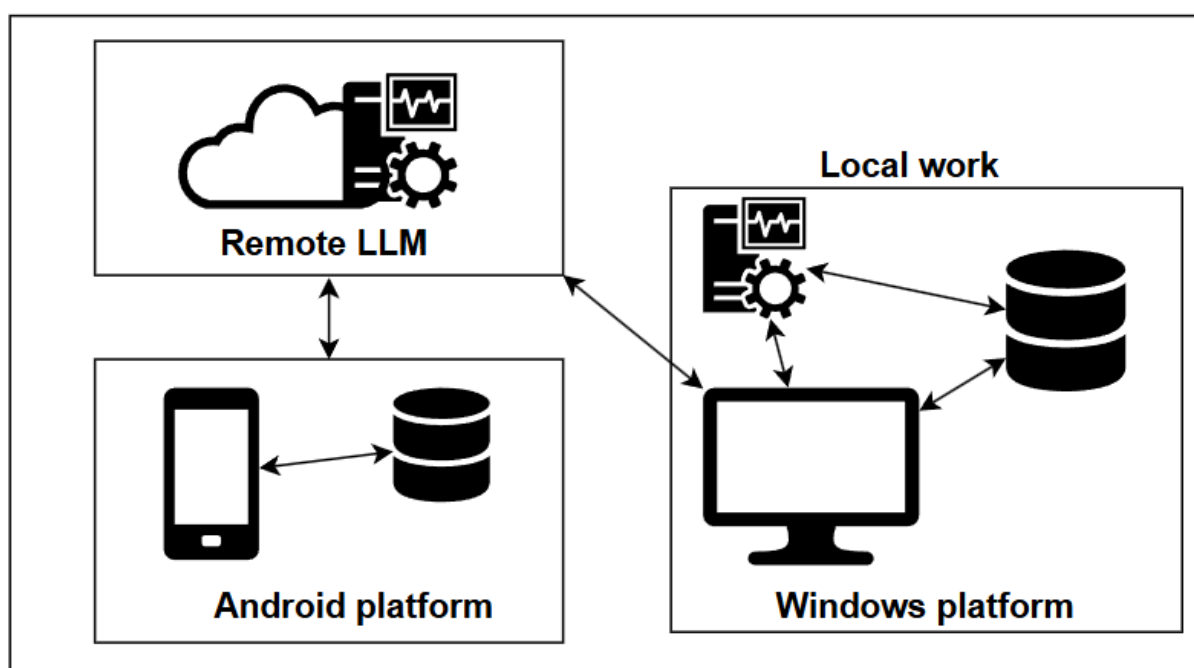


Рисунок 1.1 – Взаємодія системи з моделями ІІІ

На основі проведеного аналізу існуючих підходів до навчання англійської лексики та визначених вимог до інформаційних систем було сформовано узагальнений перелік вимог до розроблюваної інтелектуальної системи. У таблиці 1.3 наведено ключові вимоги, їхній зміст і пріоритетність, що дозволяє систематизувати очікувані можливості системи та визначити основні напрями її проектування і реалізації. Крім того, визначення пріоритетів дає змогу зосередити увагу на найбільш критичних функціях, що безпосередньо впливають на ефективність навчального процесу.

Таблиця 1.3 – Вимоги до інформаційної системи

Вимога	Опис	Приоритет
Формування власного словника	Можливість додавання та видалення користувачем слів і словосполучень для індивідуального навчання	Високий
Генерація прикладів речень	Автоматичне створення контекстних речень із використанням генеративного штучного інтелекту на основі слів користувача	Високий
Інтервальне повторення	Реалізація механізму повторення слів для довготривалого запам'ятовування	Високий
Збереження прогресу	Автоматичне збереження результатів навчання	Середній
Кросплатформеність	Робота системи на різних платформах	Середній
Зручний користувацький інтерфейс	Зрозумілий інтерфейс у використанні для користувачів з різним рівнем технічних знань.	Середній
Можливість оновлення моделей ШІ	Заміна або оновлення генеративної моделі без зміни всієї системи	Низький

Не менш важливими є нефункціональні вимоги, які визначають якість та стабільність роботи інформаційної системи. Система має забезпечувати високу продуктивність і швидку реакцію на дії користувача, особливо під час генерації навчального контенту. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, мінімалістичним та адаптованим до використання на мобільних пристроях.

Таким чином, аналіз вимог до інформаційної системи мобільного навчання англійської лексики дозволяє сформулювати бачення майбутнього програмного продукту. Запропоновані вимоги враховують освітні, функціональні, нефункціональні та архітектурні аспекти, а також специфіку використання генеративного штучного інтелекту. Їх реалізація створює передумови для розробки ефективної, адаптивної та персоналізованої інтелектуальної системи, здатної значно підвищити якість і результативність вивчення англійської лексики.

Висновки до першого розділу

У даному розділі було проаналізовано сучасні підходи та інструменти навчання англійської лексики у мобільних і веборієнтованих інформаційних системах. Розглянуто основні методики вивчення лексики, зокрема інтервальне повторення, контекстне та гейміфіковане навчання, а також здійснено порівняльний аналіз популярних застосунків Duolingo, LinguaLeo та Memrise.

За результатами аналізу встановлено, що більшість існуючих рішень використовують фіксовані словникові бази та мають обмежені можливості персоналізації, що знижує ефективність навчання для користувачів із конкретними лексичними потребами. У підрозділі, присвяченому вимогам до інформаційної системи, визначено ключові функціональні та нефункціональні вимоги до інтелектуального мобільного застосунку, зокрема необхідність інтеграції генеративного штучного інтелекту.

Отримані результати підтверджують доцільність розробки інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного ШІ та слугують теоретичною основою для подальшого проєктування й реалізації системи у наступних розділах роботи.

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

2.1 Загальна концепція та сценарії використання системи

Інтелектуальна система мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту призначена для забезпечення персоналізованого та адаптивного процесу вивчення лексичних одиниць відповідно до індивідуальних потреб користувача. Загальна концепція системи ґрунтується на поєднанні класичних методів лексичного навчання з можливостями сучасних генеративних мовних моделей, що дозволяє автоматизувати створення навчального контенту та підвищити ефективність засвоєння матеріалу.

Ключовою ідеєю системи є використання індивідуального словника, який формується безпосередньо користувачем. На відміну від більшості існуючих мобільних застосунків, що працюють з фіксованими наборами лексики, запропонована система надає користувачу можливість самостійно визначати перелік слів для вивчення, враховуючи професійні, академічні або особисті цілі. Це дозволяє реалізувати високий рівень персоналізації та спрямувати навчальний процес на засвоєння саме тієї лексики, яка є актуальною для конкретного користувача.

Одним зі способів відображення структури системи є використання DFD-діаграм. Вони дозволяють наочно показати рух і обробку даних в інформаційній системі. Даний вид діаграми, який створений для даного додатку зображено на рисунку 2.1. Зазвичай розробка проєкту починається зі створення контекстної DFD-діаграми, яка відображає взаємодію системи із зовнішніми сутностями. Надалі ця діаграма деталізується шляхом розкладання на окремі процеси та потоки даних, що забезпечує більш глибоке й повне уявлення про функціонування системи [9].

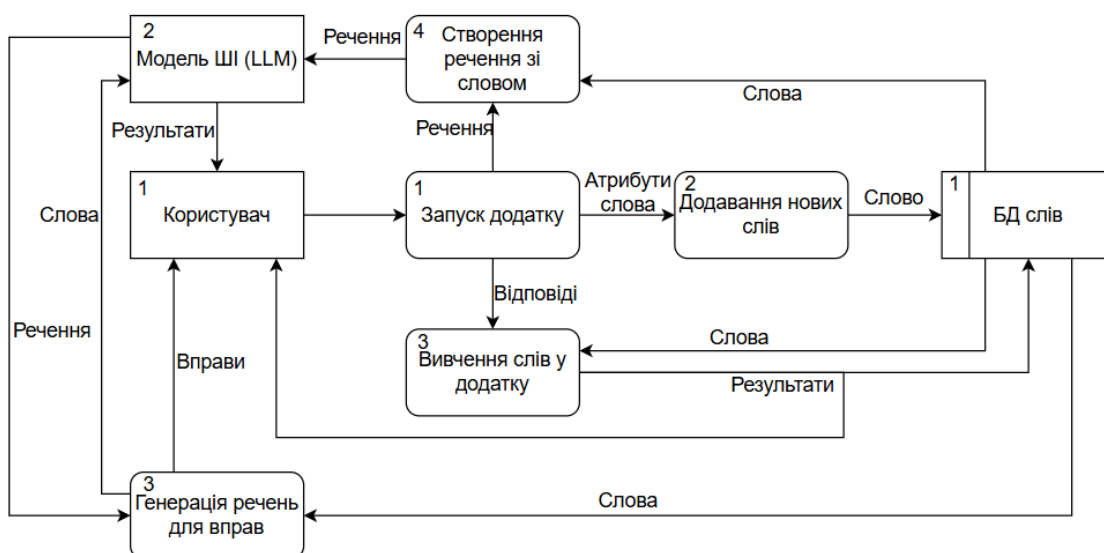


Рисунок 2.1 – DFD діаграма системи

Дана діаграма демонструє 2 сутності, БД, 5 функцій а потоків даних між ними. Першою функцією є запуск програми, що потрібно зробити користувачу для початку роботи з додатком. Після запуску йому стають доступні інші 4 функції. Також сутністю виступає модель ШІ, який генерує контент для вправ.

Загальна концепція функціонування системи передбачає тісну інтеграцію генеративного штучного інтелекту як основного механізму формування навчального контенту. Генеративна модель використовується для створення прикладів речень, контекстів уживання слів, а також різноманітних типів вправ, що сприяють активному використанню лексики. Такий підхід дозволяє уникнути шаблонності навчальних матеріалів і забезпечує варіативність контенту, що позитивно впливає на мотивацію користувача та якість запам'ятовування [10].

Сценарії використання системи охоплюють повний цикл навчального процесу — від формування словника до аналізу результатів засвоєння лексики. Одним із базових сценаріїв є додавання нових слів до словника. Користувач має можливість вводити слово вручну або додавати його зі сторонніх джерел, визначати переклад, категорію або тематичну групу. Після додавання слова система автоматично обробляє його та готує до використання в навчальних матеріалах.

Наступним ключовим сценарієм є генерація прикладів речень та контекстів використання. На основі введених слів генеративний штучний інтелект створює речення, що демонструють коректне вживання лексики в реальних мовних ситуаціях. Користувач може переглядати згенеровані приклади, аналізувати структуру речень та використовувати їх як зразки для власної мовної практики.

Важливим сценарієм взаємодії користувача з системою є виконання навчальних вправ. Система підтримує набір вправ, таких як переклад, заповнення пропусків та вибір правильної відповіді, що забезпечує стабільність навчального. При цьому генеративний штучний інтелект використовується для автоматичного створення текстового наповнення завдань, зокрема прикладів речень та контекстів уживання слів із користувацького словника [11].

Для повного розуміння роботи додатку, також була створена UML діаграма діяльності, яка наведена на рисунку 2.2, що відображає послідовність дій користувача та системи під час основних сценаріїв використання. Діаграма ілюструє процес додавання слів до користувацького словника, виконання навчальних вправ, генерацію контенту за допомогою штучного інтелекту та поділ лексики на вивчену й невивчену. Використання UML-діаграми діяльності дозволяє наочно продемонструвати динаміку функціонування системи та взаємозв'язок між її основними компонентами.

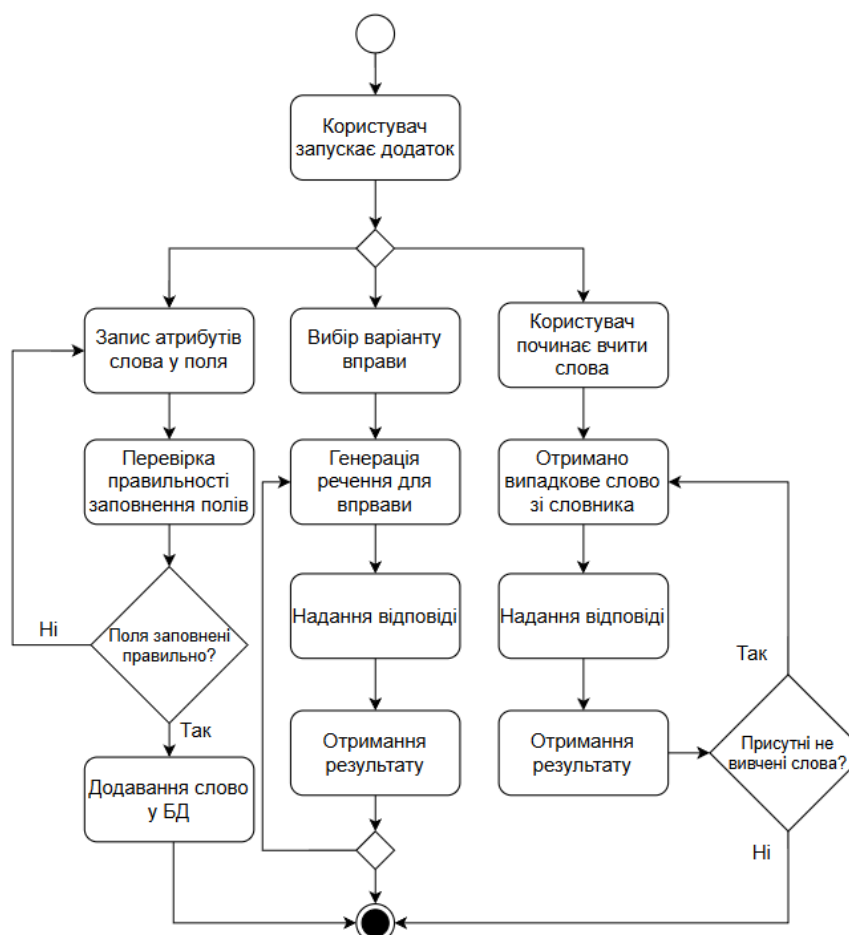


Рисунок 2.2 – UML діаграма діяльності

Окремим сценарієм функціонування системи є класифікація лексичних одиниць за рівнем опанування. У процесі навчання слова поділяються на дві основні категорії: вивчені та невивчені. Такий підхід дозволяє користувачу орієнтуватися у власному словниковому запасі та фокусувати увагу на лексиці, яка потребує подальшого опрацювання. Також не рідкими є випадки, коли користувач забуває якесь слово і тоді воно помічається, як слово яке вчить не перший раз на що звертає увагу користувач при повторному вивченні, що сприяє засвоєнню слова.

Система орієнтована на просту та зрозумілу модель навчання, у якій користувач самостійно керує процесом вивчення лексики, а генеративний штучний інтелект використовується як інструмент динамічного наповнення вправ мовним контентом. Такий підхід забезпечує баланс між інтелектуальністю системи та простотою її реалізації, що робить застосунок зручним для повсякденного використання [12].

2.2 Архітектура інформаційної системи

Проектування архітектури інформаційної системи є ключовим етапом розробки програмного продукту, оскільки саме архітектурні рішення визначають масштабованість, продуктивність, зручність використання та можливість подальшого розширення функціональних можливостей. Інтелектуальна система мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту спроектована з урахуванням кросплатформного режиму функціонування, що дозволяє забезпечити ефективну роботу як у середовищі мобільних android пристроїв, так і на персональних комп'ютерах під керуванням операційної системи Windows [13].

Загальна архітектура системи базується на модульному підході з чітким розподілом функціональних компонентів. Основними складовими системи є клієнтська частина, серверна частина, модуль генеративного штучного інтелекту та система зберігання даних. Такий підхід дозволяє ізолювати окремі компоненти, зменшити складність розробки та спростити супровід системи.

Клієнтська частина реалізується у вигляді мобільного застосунку та настільного застосунку для операційної системи Windows. Мобільна версія виконує функції інтерфейсу користувача та надсилає запити до серверної частини для отримання навчального контенту, згенерованого штучним інтелектом. Такий підхід дозволяє зменшити навантаження на мобільний пристрій та забезпечити централізоване керування генеративними моделями. Такий підхід обрано через розмір моделей ШІ, оскільки найлегші моделі важать від 500 мегабайт, що є не доцільним для мобільного застосунку, середній розмір яких не перевищує 200 з усіма модулями. Настільна версія для Windows, у свою чергу, функціонує у локальному режимі, де всі основні обчислення, включно з генерацією контенту, виконуються безпосередньо на пристрої користувача. Це забезпечує автономність роботи та не потребує постійного підключення до мережі Інтернет [14].

Серверна частина системи в android версії виконує роль посередника між клієнтськими застосунками та генеративним модулем штучного інтелекту. Вона отримує запити мобільних клієнтів за допомогою API ключів, формує дані для

генеративної моделі, приймає згенерований контент і передає його клієнту використовуючи HTTP запити. В якості моделі була обрана безкоштовна Nova 2: lite від Амазону. Вибір зумовлений доступністю моделі, оскільки завдання з побудови речень є досить простим для ШІ, тому не потрібна надрозумна LLM. Використання серверної архітектури для мобільної версії дозволяє забезпечити централізоване оновлення генеративних моделей і спростити контроль якості згенерованого контенту та зменшити розмір APK файлу програми. На відміну від android, windows версія працює повністю локально, використовуючи модель Tinyllama, хоча це і збільшує розмір програми, та для windows це є припустимо. Порівняння двох платформ наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння архітектур мобільної та настільної версій

Критерій	Android	Windows
Обробка запитів	Через API	Локально
Генерація контенту	На сервері	На пристрої
Робота без Інтернету	Обмежена	Повна
Модель LLM	Amazon Nova 2: lite	Tinyllama
Зберігання даних	Локально	Локально

Зберігання даних у системі організовано з урахуванням обраної архітектури. Для обох версій використовується локальна база SQLite, що дозволяє навіть мобільній версії працювати зі словами в офлайн режимі. База має лише одну таблицю зі словами, які користувач зберігає сам. Кожне слово має такі атрибути: переклад, транскрипція, форма не правильного дієслова та int значення, яке вказує який раз користувач вивчає слово. Всі вище перелічені поля користувач може вносити самостійно при додаванні слова у словник, проте є ще одне, яке поділяє слова на вивчені і не вивчені за допомогою атрибута, який вказує чи правильно користувач відповідав на завдання. Тому у кожного слова в БД є 7 полів, включаючи id. В додатку А наведено лістинг коду з таблицею для збереження слів.

В якості наглядного прикладу архітектури системи був створений рисунок 2.3, в якому показані основні модулі та їх взаємодію у системі.

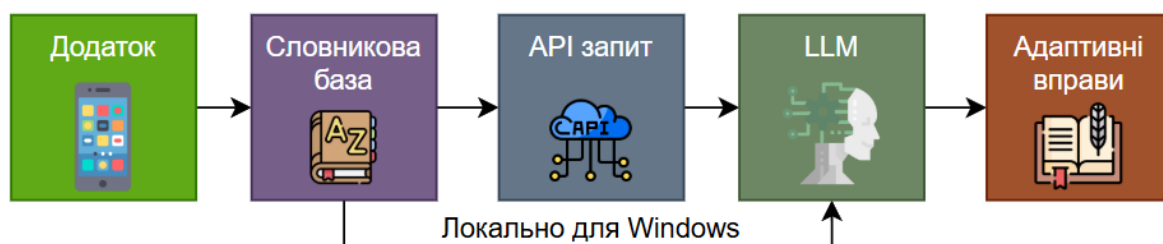


Рисунок 2.3 – Архітектура системи

Запропонована архітектура інформаційної системи забезпечує гнучкість, масштабованість і адаптивність до різних сценаріїв використання. Вона враховує особливості мобільних і настільних платформ.

2.3 Реалізація математичної моделі системи

Реалізація математичної моделі системи навчання англійської лексики спрямована на формалізацію процесу засвоєння слів користувачем та визначення їхнього поточного стану у навчальному середовищі. Запропонована модель є орієнтованою на індивідуальне навчання та не потребує складних статистичних або ймовірнісних методів, що забезпечує простоту реалізації у мобільному та настільному застосунках.

У межах системи кожне слово зі словника користувача розглядається як окремий навчальний об'єкт, який характеризується набором параметрів. Основним параметром є кількість балів засвоєння, що означає рівень знання слова користувачем, цей параметр не відображається користувачу, а є прихованим. Додатково кожне слово має стан, який визначає його належність до категорії вивчених або таких, що потребують повторного вивчення [15].

Кожного разу, коли користувачу випадково демонструється слово та він правильно вказує його переклад, поточний бал збільшується на одиницю, що наведено у формулі 2.1.

(2.1)

$$b(t+1) = \min(b(t) + 1, B_{\max}),$$

де b – поточний бал слова; t – період часу; $B_{\max}$ – максимальний бал.

В іншому випадку, коли користувач не знає перекладу, сценарій відбувається згідно формули 2.2, тобто бали від слова віднімаються.

(2.2)

$$b(t+1) = \max(b(t) - 1, 0),$$

де b – поточний бал слова; t – період часу.

Згідно цих формул користувачу траплятиметься слово у підборі доки кількість балів не сягне $B_{\max}$. Наприклад, якщо максимальний бал дорівнює 20, то для того щоб система помітила слово як вивчене, необхідно мінімум 20 разів перекласти його, оскільки з кожною не правильною відповіддю це значення збільшуватиметься.

Для моделювання процесу забування слів вводиться додатковий стан «повторюється». Якщо користувач забуває слово, його бали зменшуються до 0, слово позначається як те, що вчиться не перший раз. Дана залежність продемонстровано у формулі 2.3.

(2.3)

$$S = \begin{cases} \text{вивчене, } b = B_{\max} \\ \text{повторюється, } 0 < b < B_{\max}, \\ \text{невивчене, } b = 0 \end{cases}$$

де S – стан слова.

Таким чином, система автоматично повертає користувачу слова, що були неправильно засвоєні, і дозволяє повторювати їх до досягнення максимального балу. Також користувач самостійно може будь яке вивчене слово додати до списку тих що ще не вивчені.

Висновки до другого розділу

У даному розділі було сформовано загальну концепцію інтелектуальної системи навчання англійської лексики, визначено основні сценарії взаємодії користувача із застосунком та описано логіку формування навчального контенту на основі користувацького словника. Обґрунтовано підхід, за якого вправи мають фіксовану структуру, а текстовий контент у них генерується засобами штучного інтелекту.

Розроблено архітектуру інформаційної системи з урахуванням гібридного режиму роботи: серверної обробки запитів для мобільної версії та локального виконання обчислень у настільній версії для операційної системи Windows. Визначено основні компоненти системи та механізми їхньої взаємодії.

Також було запропоновано та формалізовано математичну модель навчання, яка базується на нарахуванні та зменшенні балів засвоєння слів, обмежених заданим пороговим значенням. Модель забезпечує поділ слів на вивчені та такі, що потребують повторного вивчення, і враховує ефект забування без застосування складних статистичних методів. Отримані результати є основою для подальшої програмної реалізації та експериментального дослідження системи.

3 РОЗРОБКА І РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ

3.1 Розроблення інтерфейсу та основних функцій системи

Одним з ключових елементів інформаційної систем є інтерфейс. Проектування інтерфейсу для цієї системи вимагає врахування різних аспектів взаємодії між користувачем та системою. Правильно спроектований інтерфейс грає важливу роль у створенні ефективної та інформаційної системи орієнтованої на різних користувачів.

Інтерфейс системи реалізовано з урахуванням принципів мінімалізму та орієнтації на користувача. На рисунку 3.1 зображено схему інтерфейсу, де показано основні вікна та їх функціонал. Головний екран застосунку надає доступ до основних функцій: перегляду та редагування власного словника, запуску навчального режиму, перегляду списку вивчених і невивчених слів. Така структура дозволяє зменшити кількість дій, необхідних для виконання основних операцій, і підвищує зручність користування системою.

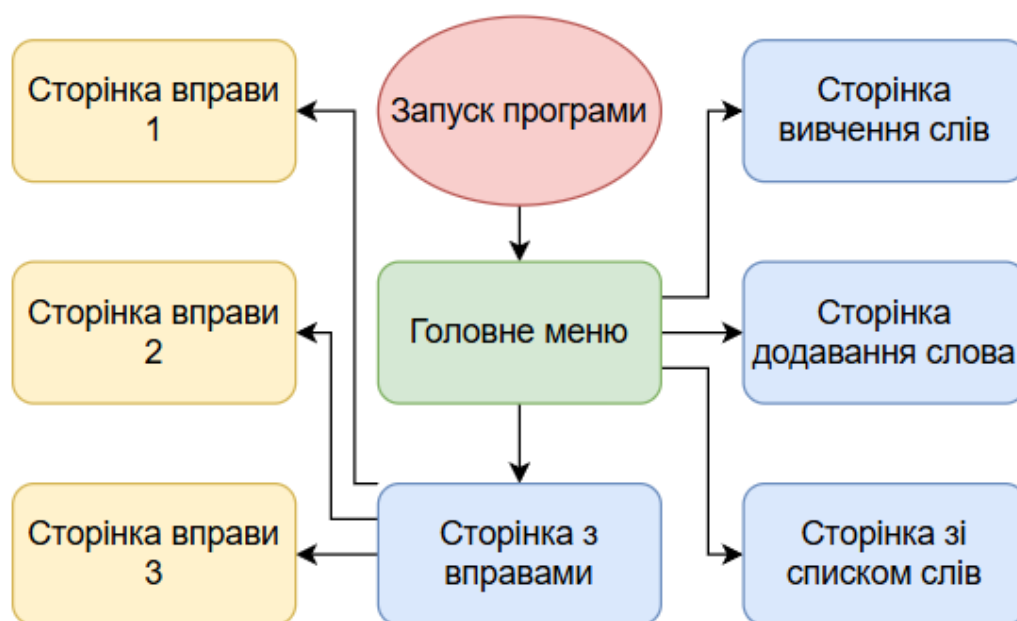


Рисунок 3.1 – Структурна схема інтерфейсу

Однією з базових функцій системи є формування та управління користувацьким словником. Користувач має можливість додавати нові слова вручну, редагувати або видаляти існуючі записи. Для кожного слова зберігається його текстове представлення, переклад, транскрипція та статус (вивчене або ні). Такий підхід забезпечує персоналізацію навчального процесу відповідно до індивідуальних потреб користувача. На рисунку 3.2 видно знімки екрану вікон словника, сторінки додавання нових слів, а також головного меню з якого користувач зможе потрапити до всіх інших елементів.

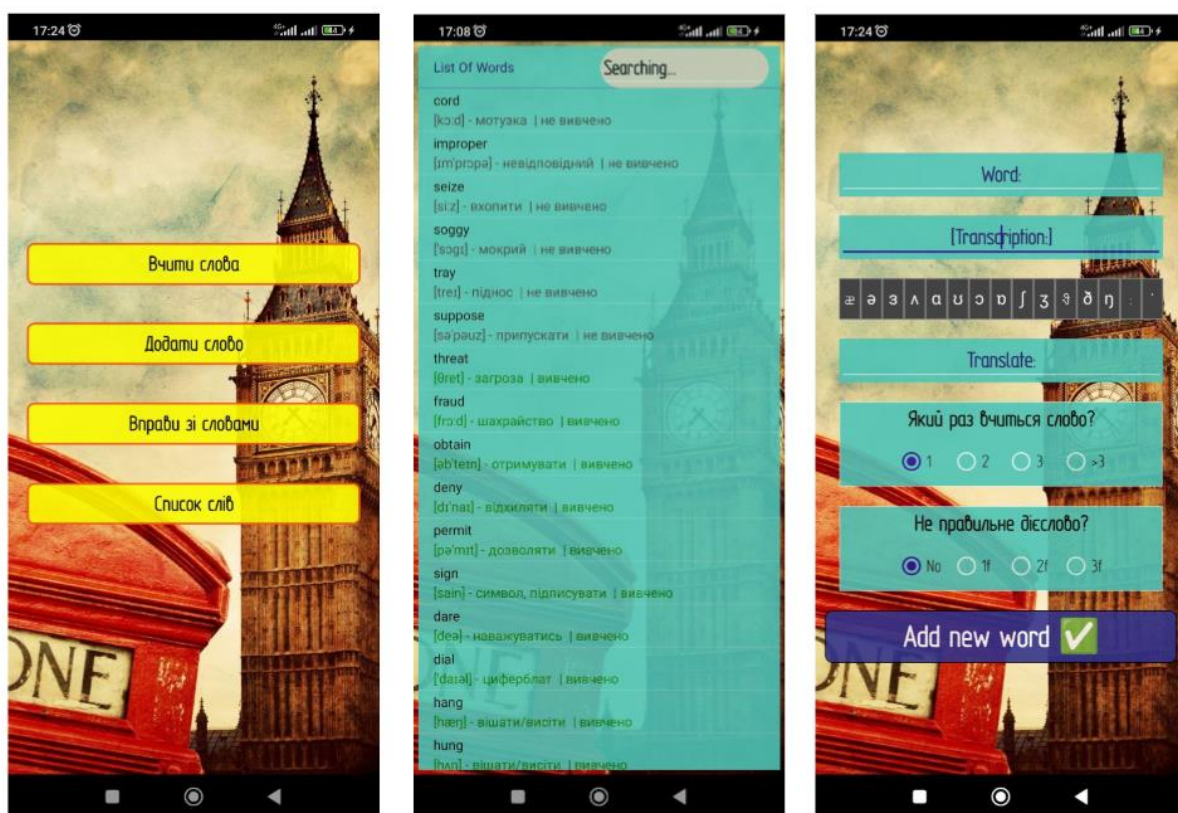


Рисунок 3.2 – Вікна головного меню, додавання та списку слів

Якщо з головним меню, операючись на рисунок, все зрозуміло, то стосовно інших варто підмітити декілька важливих деталей. Стосовно списку слів, то кожне слово виводиться окремо з найважливішими своїми атрибутами. Слова ідуть не в алфавітному порядку, а згідно порядку додавання в словник. Тому щоб знайти слово варто користуватися рядком пошуку. При кліку на будь яке слово відкривається вікно де можна змінювати його характеристики. У вікні яке

знаходиться з права на рисунку 3.2 можна додавати нові слова. Програма покаже помилку при не правильному заповненні полів, або коли користувач намагається додати слово, яке вже є в словнику. Окрему увагу заслуговує поле транскрипції, після кліку на яке, з'являється додаткова клавіатура з усіма необхідними символами що є дуже важливим у мобільній версії, оскільки щоб знайти деякі символи у стандартній клавіатурі потрібен час. Також що є важливим, квадратні дужки додаються автоматично, їх не потрібно вводити в ручну.

Наступним важливим вікном додатку є на рисунку 3.3 — сторінка для вивчення слів. Рисунок показує два варіанти розвитку дій — коли користувач знає слово та коли не знає. В першому випадку висвітлиться переклад, транскрипція та можливість перейти до іншого слова, в другому – з'явиться вікно повторення.

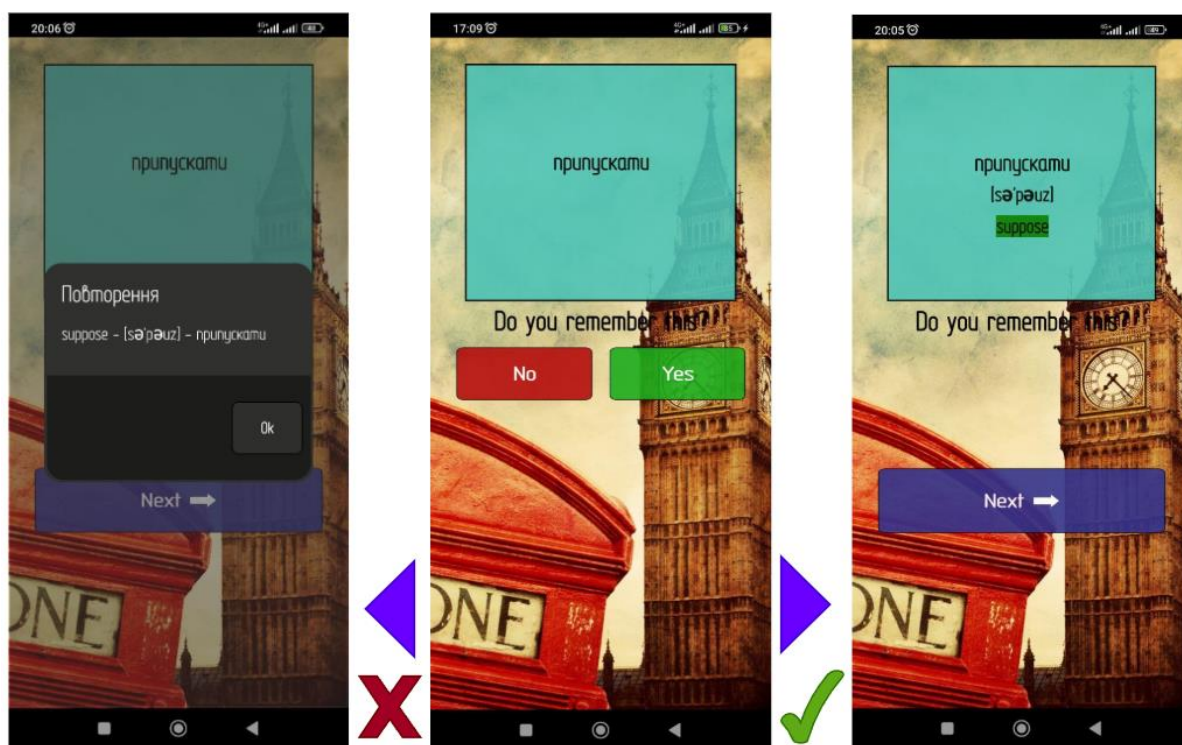


Рисунок 3.3 – Вікно для вивчення слів

Стосовно Windows версії, то вигляд інтерфейсу і функціонал є таким самим. Відмінність полягає лише у розширенні екранів, оскільки на ПК екрани набагато більші і мають горизонтальний вигляд, а не вертикальний на відміну від мобільних. Тому всі елементи меню розтягуються вздовж усього екрану, що візуально виглядає не так привабливо, як на мобільних пристроях. Через це рекомендується

зменшувати розмір вікна на ПК версіях, щоб воно було подібним до мобільного. Дану практику використовує всім знайома програма — калькулятор від Microsoft.

3.2 Інтеграція моделей штучного інтелекту в додаток

Інтеграція моделей штучного інтелекту виступає важливою складовою розробленої інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики, адже саме вона відповідає за створення навчального текстового контенту на основі слів, обраних користувачем. У запропонованому рішенні моделі штучного інтелекту не впливають на логіку навчального процесу та не визначають структуру вправ, а застосовуються винятково для генерації мовного наповнення в межах наперед заданих шаблонів завдань.

Основною функцією інтегрованого модуля штучного інтелекту є створення прикладів речень та коротких текстових фрагментів із використанням заданих слів англійської мови. Для цього система формує текстові запити (prompt), які містять слово або набір слів, а також інструкцію щодо типу необхідного контенту. Отриманий від моделі результат обробляється та вбудовується у відповідний елемент інтерфейсу користувача. Приклад запиту для створення речення з необхідним словом виглядає так: "Create one English sentence with the word '{word}'.", де у фігурні душки вставляється потрібне слово. Далі модель обробляє запит та надає відповідь. Готове речення проходить ряд змін за допомогою написаних функцій, для подальшого виводу на екран. Це потрібно щоб користувач за вчасно не знав яке слово використано у реченні, приклад такої вправи наведено на рисунку 3.4.

Також на рисунку 3.4 показано інтерфейс однієї з вправ де використовується генерація речень. ШІ створює речення з випадковим словом, а користувач має знайти його з поміж запропонованих. Якщо він відповідає вірно, то кнопка фарбується в зелений колір, якщо ні — в червоний. Слова можуть бути як ті що вже вивчені, так і ті що ще вчаться. Користувач може сам обрати список слів за допомогою перемикача в меню.

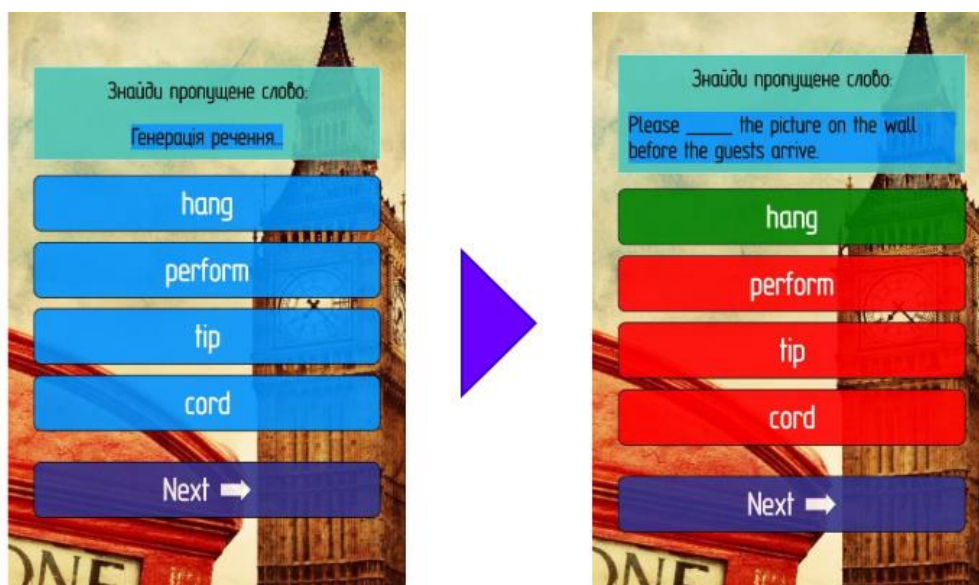


Рисунок 3.4 – Генерація речення

Створення речень є головним та не єдиним завданням ІІІ в даному додатку. Перевірка речень — ще одна функція, яку виконує модель. Їй надається відповідний промт за прикладом вище, проте замість слова, в якості вхідних даних, служить речення, яке написав користувач із запропонованим словом. Далі модель дає коротку відповідь у вигляді аналітики допущених помилок, або їх відсутності, як на рисунку 3.5. Також на даному малюнку зображено ще один вид вправ де потрібно підібрати речення до слова.

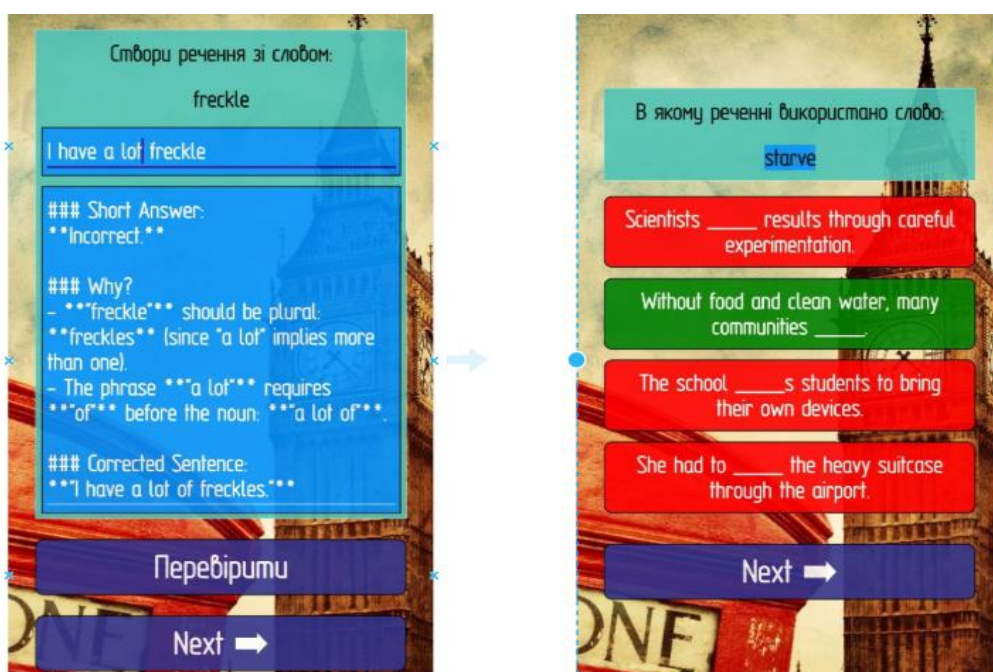


Рисунок 3.5 – Вікно перевірки речення та вправи

Інтеграція моделей штучного інтелекту здійснюється з урахуванням продуктивності та зручності використання. Генерація контенту виконується асинхронно за допомогою асупс функцій у C#, що дозволяє уникнути блокування інтерфейсу користувача та забезпечує плавну роботу застосунку. Користувач отримує згенерований результат без необхідності виконання додаткових дій. Варто зазначити що швидкість генерації контенту може залежати від якості інтернет з'єднання.

3.3 Тестування системи і керівництво користувачу

Тестування розробленої інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики було проведено з метою перевірки коректності реалізації основних функцій, стабільності роботи застосунку та відповідності отриманих результатів поставленим вимогам. Тестування здійснювалося на етапі завершення програмної реалізації та охоплювало як мобільну, так і настільну версії системи.

У процесі тестування було перевірено роботу основних функціональних модулів системи, зокрема модуля управління користувацьким словником, навчального режиму, механізму нарахування балів та зміни статусу слів, а також інтеграції генеративного штучного інтелекту для формування текстового контенту вправ. Окрема увага приділялася перевірці граничних умов, зокрема недопущенню від'ємних значень балів та коректному обмеженню їх максимального значення. Тестування виконувалося за допомогою debug запусків у Visual Studio.

У межах тестування розробленої системи було здійснено порівняльне дослідження її роботи з функціональністю популярних застосунків для вивчення англійської лексики, зокрема Duolingo, LinguaLeo та Memrise. Встановлено, що зазначені системи орієнтовані переважно на проходження структурованих курсів із наперед визначеним набором лексичних одиниць, що обмежує можливість вивчення слів, необхідних користувачу в конкретний момент часу. На відміну від них, розроблений застосунок дозволяє формувати словник виключно з тих слів, які користувач вважає актуальними, а навчальний процес будується без прив'язки до

рівнів або тем. У ході практичного використання це дало змогу зосередитися на вузькоспеціалізованій лексиці та уникнути повторного опрацювання слів, які вже були відомими користувачу, що у наявних рішеннях реалізовано обмежено або відсутнє.

Порівняння з традиційними методами вивчення лексики, такими як заучування словникових списків або використання карток, показало, що запропонована система забезпечує більш ефективний та упорядкований процес навчання. На відміну від традиційного підходу, де складно об'єктивно оцінити рівень засвоєння кожного слова, у розробленому застосунку система самостійно вирішує ,які слова вивчені, а які — ні. У ході тестування було встановлено, що механізм зменшення балів у разі помилок надає більше часу та спробу користувачу вивчити слово, що збільшує якість запам'ятовування.

Для початку роботи з програмою, спершу необхідно запустити exe файл даного застосунку windows, або арк файл для android, потрібний файл попередньо потрібно завантажити. Його місце розташування залежить від місця завантаження. Після встановлення застосунку, наступною дією є його запуск в результаті якої користувач потрапляє до головного меню. На рисунку 3.6 показано результат інсталяції.

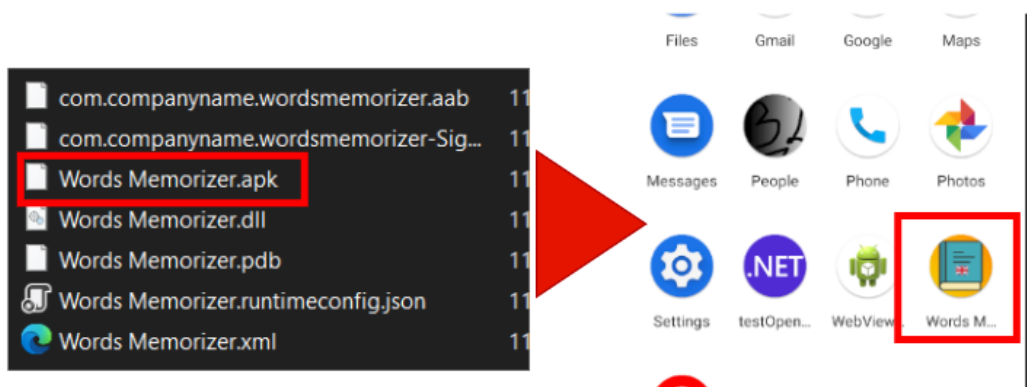


Рисунок 3.6 – Результат інсталяції

Наступним кроком є заповнення словника необхідними словами, користувач за вчасно має додати мінімум 5 слів для початку роботи. Йому не потрібно налаштовувати складні параметри або обирати певні властивості вправ, оскільки

навчальний процес автоматично організовується системою на основі поточного стану словника. Єдиним основним завданням є індивідуальне заповнення словника. Це дозволяє адаптувати складність навчання до індивідуальних потреб.

У результаті проведеного тестування встановлено, що весь функціонал розробленого застосунку працює коректно та відповідає поставленим вимогам. Тестування здійснювалося на всіх етапах розробки, із багаторазовим запуском основних сценаріїв використання та своєчасним виправленням виявлених помилок, що виникали під час роботи системи. Особливу увагу було приділено перевірці логіки нарахування балів, коректності зміни статусу слів, а також стабільності інтеграції модуля генеративного штучного інтелекту.

Роботу застосунку було перевірено на різних пристроях та програмних середовищах, що дозволило підтвердити коректність відображення інтерфейсу та стабільність виконання основних функцій. Також було протестовано механізми зберігання та обробки даних у базі даних, зокрема операції додавання, редагування та видалення слів. Результати тестування підтвердили надійність роботи системи та її готовність до практичного використання.

Висновки до третього розділу

В останньому розділі було реалізовано та перевірено інтелектуальну систему мобільного навчання англійської лексики відповідно до розроблених концептуальних і проєктних рішень. Було створено інтерфейс користувача та реалізовано основні функціональні можливості системи.

У межах розділу здійснено інтеграцію моделей генеративного штучного інтелекту, які використовуються для формування текстового контенту навчальних вправ у межах заздалегідь визначеної структури. Реалізовано два режими роботи системи: серверний для мобільної версії та локальний для настільної версії під керуванням операційної системи Windows, що забезпечує гнучкість та автономність використання.

Також було проведено тестування розробленого програмного продукту, яке підтвердило коректність реалізації функціональних можливостей, стабільність роботи застосунку та зручність його використання. За результатами тестування сформовано керівництво користувача. Отримані результати засвідчують готовність розробленої системи до практичного використання та подальшого вдосконалення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи було досягнуто поставленої мети, яка полягала у розробці інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики з використанням генеративного штучного інтелекту. У результаті проведеного дослідження здійснено аналіз сучасних інформаційних систем навчання англійської лексики, визначено їхні переваги та обмеження, що дозволило обґрунтувати доцільність створення персоналізованого програмного продукту, орієнтованого на індивідуальні лексичні потреби користувача.

У ході виконання першого завдання було здійснено аналіз традиційних та сучасних підходів, інструментів та програмних рішень мобільного навчання іноземних мов, а саме: Duolingo, LinguaLeo та Memrise. У результаті аналізу виявлено, що більшість існуючих застосунків орієнтовані на фіксовані словникові бази та мають обмежені можливості персоналізації навчального процесу. Отримані результати дозволили обґрунтувати необхідність розробки системи.

У межах виконання другого завдання було розроблено структурне рішення інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики. Запропоновано архітектуру, що поєднує серверну обробку запитів у мобільній версії та локальну генерацію контенту у настільній версії для операційної системи Windows. Також було формалізовано математичну модель навчання, яка базується на накопиченні балів засвоєння слів та частково враховує ефект забування.

Під час виконання третього завдання було реалізовано програмне забезпечення інтелектуальної системи мобільного навчання англійської лексики та проведено експериментальне дослідження її роботи. Реалізовано інтерфейс користувача, механізми управління словником, навчальний режим та інтеграцію генеративних моделей штучного інтелекту для створення текстового контенту вправ.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості безпосереднього використання розробленої системи для самостійного вивчення англійської лексики користувачами з різними рівнями підготовки. Програмний

продукт може бути застосований у освітньому процесі, під час підготовки до мовних тестів, а також як допоміжний інструмент у професійній діяльності, що потребує розширення словникового запасу. Реалізована гібридна архітектура дозволяє використовувати систему як у мобільному середовищі, так і на персональних комп'ютерах без постійного доступу до мережі Інтернет.

Подальший розвиток розробленої системи може бути спрямований на врахування рівня знань користувача, збільшення варіативності вправ. Також не зайвим буде ведення статистичних даних щодо навчання користувача. Можливим доповненням є інтеграція голосового введення та озвучування слів для розвитку навичок аудіювання і вимови.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chapelle C. A. Computer Applications in Second Language Acquisition / C. A. Chapelle. — Cambridge : Cambridge University Press, 2001. 236 p.
2. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign. — Boston, 2019. 40 p.
3. Nation, I. S. P. Learning Vocabulary in Another Language. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. 640 p.
4. Godwin-Jones R. Smartphones and language learning. Language Learning & Technology. 2017. 17 p. URL: <https://doi.org/10.64152/10125/44607> (date of access: 13.12.2025).
5. Brown, H. D. Teaching by Principles: An Interactive Approach to Language Pedagogy. 4th ed. New York: Pearson Education, 2015. 634 p.
6. Sommerville I. Software Engineering, Global Edition. Longman (Pearson Education). 2015. 816 p.
7. Woolf B. P. Building Intelligent Interactive Tutors: Student-centered Strategies for Revolutionizing E-learning. — San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers, 2010. 451 p.
8. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. — London : Pearson Education, 2016. 44 p.
9. John A. Introduction to Systems Engineering Practices: 2000. 52 p.
10. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — 4th ed. — Hoboken : Pearson Education, 2021. 1152 p.
11. Cockburn A. Writing Effective Use Cases. — Boston : Addison-Wesley, 2001. — 256 p.
12. Kukulska-Hulme A., Shield L. Mobile language learning. — Cambridge : Cambridge University Press, 2008. — 272 p.
13. Kleppmann M. Designing Data-Intensive Applications : the big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems / M. Kleppmann. — Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2017. 488 p.
14. Schiller J. Mobile Communications / J. H. Schiller. — 2nd ed. — Harlow : Pearson Education, 2003. 520 p.
15. Karpicke J.D., Roediger H.L. III. The critical importance of retrieval for learning // Science. 2008. 966-968 p.
16. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — Cambridge : MIT Press, 2016. 775 p.

17. Ally M. *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Athabasca University Press, 2009.
18. Alpaydin E. *Introduction to Machine Learning*. MIT Press, 2020. 712 p.
19. Burston J. Mobile-assisted language learning: A selected annotated bibliography of implementation studies 1994–2012. *Language Learning & Technology*. 2013. Vol. 17, no. 3. P. 157–225. URL: <https://doi.org/10.64152/10125/44344> (date of access: 19.12.2025).
20. Clark R. C., Mayer R. E. *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Center for Creative Leadership, 2016. 528 p.
21. Dörnyei Z. *The Psychology of the Language Learner*. Routledge, 2014. URL: <https://doi.org/10.4324/9781410613349> (date of access: 19.12.2025).
22. Fowler M. *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Pearson, 2012.
23. Gamma E. "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software". Pearson Education India, 2000.
24. Godwin-Jones R. Mobile apps for language learning. *Language Learning & Technology*. 2011. Vol. 15, no. 2. P. 2–11. URL: <https://doi.org/10.64152/10125/44244> (date of access: 19.12.2025).
25. Governing What? What Is AI? / L. Wing et al. *Governing Artificial Intelligence*. 2025. P. 18–25. URL: https://doi.org/10.1163/9789004737389_003 (date of access: 19.12.2025).
26. Hulstijn J. H. Intentional and incidental second language vocabulary learning: a reappraisal of elaboration, rehearsal and automaticity. *Cognition and Second Language Instruction*. 2001. P. 258–286. URL: <https://doi.org/10.1017/cbo9781139524780.011> (date of access: 19.12.2025).
27. Martin J. H., Jurafsky D. *Speech and Language Processing (2nd Edition)*. 2nd ed. Prentice Hall, 2006. 944 p.
28. Maxim B. R., Pressman R. S. *Package : Software Engineering: A Practioner's Approach with 1 Semester Connect Access Card*. McGraw-Hill Education, 2013.
29. Mollick E. R., Mollick L. Assigning AI: Seven Approaches for Students, with Prompts. *SSRN Electronic Journal*. 2023. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4475995> (date of access: 19.12.2025).
30. PENGEMBANGAN MEDIA TERAPI PERBAIKAN RESPIRATORY RATE BERBASIS AUDIO VISUAL BERBASIS ISO 9241-210:2019 HUMAN-CENTERED DESIGN / A. Khudori et al. *Jurnal Indonesia : Manajemen Informatika dan Komunikasi*. 2023. Vol. 4, no. 1. P. 233–240. URL: <https://doi.org/10.35870/jimik.v4i1.165> (date of access: 19.12.2025).
31. Rodgers T. S., Richards J. C. *Approaches and Methods in Language Teaching*. Cambridge University Press, 2009.
32. Schmitt N., Schmitt D. *Vocabulary in Language Teaching*. Cambridge University Press, 2020. 300 p.
33. Stockwell G. Using mobile phones for vocabulary activities: Examining the effect of platform. *Language Learning & Technology*. 2010. Vol. 14, no. 2. P. 95–110. URL: <https://doi.org/10.64152/10125/44216> (date of access: 19.12.2025).
34. Thornbury S. *How to Teach Vocabulary*. Pearson ESL, 2002. 185 p.

35. Traxler J. Mobile Learning. Innovations in Mobile Educational Technologies and Applications. P. 1–13. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2139-8.ch001> (date of access: 19.12.2025).
36. Wooldridge M. A Brief History of Artificial Intelligence: What It Is, Where We Are, and Where We Are Going. Flatiron Books, 2023. 272 p.
37. A Survey on Multimodal Large Language Models / S. Yin et al. National Science Review. 2024. URL: <https://doi.org/10.1093/nsr/nwae403> (date of access: 19.12.2025).
38. Esposito D. Programming ASP. NET Core, Programming ASP. NET Core. Microsoft Press, 2018.
39. Hermes D. Cross-Platform Architecture. Xamarin Mobile Application Development. Berkeley, CA, 2015. P. 367–385. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-0214-2_9 (date of access: 19.12.2025).
40. Kumar M. A., Kumar U. Comparative Analysis of Cross-Platform Mobile Application Development Approaches. MERI-Journal of Management & IT. 2024. Vol. 17, no. 2. P. 31–39. URL: <https://doi.org/10.25089/meri/2024/v17/i2/31-39> (date of access: 19.12.2025).
41. Pattern-Oriented Software Architecture, a System of Patterns Vol. 1 / F. Buschmann et al. Wiley & Sons, Incorporated, John, 2013. 350 p.
42. Price M. J. C# 6 and .NET Core 1.0: Modern Cross-Platform Development. Packt Publishing - ebooks Account, 2016. 550 p.
43. Richter J. CLR Via C#. Microsoft Press, 2012. 894 p.
44. Saltarello A., Esposito D. Microsoft .NET - Architecting Applications for the Enterprise. Microsoft Press, 2009. 462 p.
45. Troelsen A., Japikse P. Introducing .NET Core. Pro C# 8 with .NET Core 3. Berkeley, CA, 2020. P. 3–26. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5756-2_1 (date of access: 19.12.2025).
46. Сергійчук М.О. КРОС-ПЛАТФОРМНА РОЗРОБКА ДОДАТКІВ: матеріали міжфакультетної науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених, м. Житомир, 12 листопада 2024 р. Житомир 2024. С. 79-80
47. Сергійчук М.О. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ ЛЕКСИКИ: Всеукраїнська наукова-практична конференція молодих вчених присвячена Всесвітньому дню науки «ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА ТА ДЕРЖАВИ: СУЧАСНІ НАУКОВІ ВИКЛИКИ», м. Житомир, 10 листопада 2025 р. Сертифікат № П.86/25
48. Сергійчук М.О. ВИКОРИСТАННЯ КОМПАКТНИХ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ШІ В МОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ: матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених, м. Житомир, 26 листопада 2025 р. Житомир 2025. С. 94-96

ДОДАТОКИ

Додаток А. Кодовий вигляд таблиці слів SQLite

```
[Table("words")]
public class Words
{
    [PrimaryKey, AutoIncrement]
    public int Id { get; set; }

    [MaxLength(100), NotNull]
    public string Word { get; set; }

    [MaxLength(100), NotNull]
    public string Transcription { get; set; }

    [MaxLength(100), NotNull]
    public string Translate { get; set; }

    [NotNull]
    public int Points { get; set; }

    [MaxLength(100), NotNull]
    public string Learned { get; set; }

    [MaxLength(100), NotNull]
    public string Form { get; set; }
}
```