

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА**

**Навчально-науковий інститут
«Інститут інформаційних технологій в економіці»**

Кафедра інформаційних систем в економіці

**ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«Інформаційні управляючі системи і технології»**

галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки

Форма навчання: заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Інформаційна система для ігрового вивчення української жестової
мови»

здобувача Мартиненка Дениса Велерійовича

Науковий керівник: д.е.н., професор Мозгаллі О. П

(підпис)

**Робота допущена до захисту перед екзаменаційною
комісією з атестації здобувачів вищої освіти (ЕК)**

Завідувач кафедри: к.е.н., доцент Тішков Б. О.

(підпис)

Київ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА
Навчально-науковий інститут «Інститут інформаційних технологій в економіці»
Кафедра інформаційних систем в економіці

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«Інформаційні управляючі системи і технології»

галузь знань 12 Інформаційні технології
спеціальність 122 Комп'ютерні науки

ПОГОДЖЕНО:
Керівник проєктної групи (гарант)
освітньо-професійної програми

_____ Устенко С.В.
« ____ » _____ 2025_р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри інформаційних
систем в економіці

_____ Тішков Б.О.
« ____ » _____ 2025_р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

здобувача вищої освіти Мартиненка Дениса Велерійовича
заочної форми навчання

на підготовку кваліфікаційної магістерської роботи
на тему: «Інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови»

Тему затверджено наказом ректора Університету від «07» березня 2025 р. № 465-ст

Кваліфікаційна магістерська робота виконується на матеріалах
відкритих публікацій та інтернет-джерел

План кваліфікаційної магістерської роботи

Розділ I Дослідження та аналіз інформаційних систем, що використовуються в освітньому процесі вивчення жестових мов

Розділ II Характеристика інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови

Розділ III Розроблення проєктних рішень для інформаційної системи для вивчення української жестової мови на основі ігрового підходу

Об'єкт дослідження: Процеси ігрового навчання української жестової мови за допомогою інформаційних технологій.

Предмет дослідження: Інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови, її архітектура, функціональні компоненти, методи гейміфікації та адаптивного навчання.

Мета кваліфікаційної магістерської роботи: полягає у розробленні інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови, яка б забезпечувала ефективне засвоєння матеріалу за допомогою інтерактивних методів, гейміфікації навчального процесу та мультимедійного контенту.

Конкретні завдання, які здобувач повинен виконати для досягнення поставленої мети:

У розділі I необхідно здійснити аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку інформаційних систем, що використовуються у сфері вивчення мов із застосуванням ігрових механік, зокрема — жестових мов. Слід виявити ключові особливості таких систем, їхні функціональні можливості, сильні сторони та обмеження. Окрему увагу слід приділити аналізу застосування мультимедійних засобів та гейміфікації в освітніх додатках. Варто також проаналізувати теоретичні основи побудови інформаційних систем з урахуванням принципів інклюзивного навчання, інтуїтивного інтерфейсу, адаптивного навчального маршруту та подати власне обґрунтування потреби в розробці спеціалізованої інформаційної системи саме для української жестової мови.

У розділі II необхідно розробити архітектуру та структурну модель інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови. Слід обґрунтувати вибір основних методів і моделей, які використовуються в системі, зокрема методів адаптивного навчання, управління сценарієм навчання, гейміфікації, збереження стану користувача та класифікації навчального контенту. Також потрібно описати логіку навчального процесу, систему мотивації користувача, структуру розділів і категорій, що формують навчальну траєкторію. У цьому ж розділі мають бути представлені діаграми UML та інші схеми, що ілюструють побудову функціональних та інформаційних компонентів системи.

У розділі III потрібно представити проєктні рішення щодо реалізації інформаційної системи, зокрема описати компоненти програмного забезпечення, обґрунтувати вибір середовища розробки (Unity), інструментів зберігання (ScriptableObject, хмарні сервіси) та методів синхронізації прогресу користувача. Необхідно описати програмну реалізацію основних модулів — навчального, тестового, ігрового, прогресу та адміністративного. Також слід перевірити працездатність системи на прикладах навчальних модулів, оцінити її ефективність з точки зору користувацького досвіду, адаптивності та зручності. Висновком має бути оцінка відповідності розробленої системи функціональним і нефункціональним вимогам, визначеним у попередніх розділах, а також рекомендації щодо подальшого вдосконалення.

Завдання підготував
науковий керівник _____
(підпис)

О.П. Мозгаллі

«____» _____ 2025 р.

Завдання одержав
здобувач _____
(підпис)

Д. В. Мартиненко

«____» _____ 2025 р.

Реферат

Кваліфікаційна магістерська робота містить 105 сторінок, 1 таблицю, 37 рисунків, список використаних джерел з 35 найменувань, 1 додаток.

«Проектування системи інтелектуальної взаємодії «Smart invoice»

Об'єктом дослідження кваліфікаційної магістерської роботи є процеси ігрового навчання української жестової мови за допомогою інформаційних технологій.

Предметом дослідження є інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови, її архітектура, функціональні компоненти, методи гейміфікації та адаптивного навчання.

Мета і завдання дослідження. Основною метою кваліфікаційної магістерської роботи є розроблення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови, яка забезпечить ефективне засвоєння матеріалу за допомогою інтерактивних методів, гейміфікації навчального процесу та мультимедійного контенту.

Відповідно до поставленої мети визначені такі *завдання*:

- дослідити предметну область, проаналізувати сучасні інформаційні системи, що використовуються для вивчення мов та жестових мов, зокрема в ігровому форматі;
- обґрунтувати вибір підходів, методів і технологій, що доцільні для створення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови;
- визначити архітектуру системи, її структурні компоненти та принципи побудови гейміфікованого освітнього середовища;
- описати методи адаптивного навчання, гейміфікації, управління сценарієм та подання інформації, що реалізуються в системі;
- спроектувати логіку організації навчального контенту, включаючи використання відеофрагментів жестів, структуру тестів та механізми перевірки знань;
- розробити підхід до збереження і відновлення прогресу користувача з можливістю локального та хмарного збереження даних;
- описати програмне забезпечення системи, зокрема використані інструменти та середовища розробки (Unity, Firebase тощо);
- надати характеристику технічного забезпечення, необхідного для функціонування системи на мобільних і десктопних платформах;
- представити результати реалізації прототипу системи та провести оцінку її функціональних можливостей у контексті освітнього застосування.

Теоретична, методична та практична значущість отриманих результатів. У дослідженні проаналізовано сучасні підходи до цифрового навчання жестових мов, зокрема з використанням мультимедійного контенту, гейміфікації та адаптивного навчання. Визначено ефективність поєднання відеоформату, інтерактивних завдань та збереження прогресу для підвищення якості засвоєння матеріалу. Практична значущість полягає у створенні інформаційної системи, що сприяє вивченню української жестової мови, особливо для осіб з порушеннями слуху. Система підвищує доступність мовної освіти та може використовуватись як у навчальних закладах, так і для самонавчання.

Рік виконання кваліфікаційної магістерської роботи – 2025.

Рік захисту роботи – 2025.

Ключові слова: українська жестова мова, ігрове навчання, інформаційна система, гейміфікація, адаптивне навчання, відеоконтент, тестування знань, інклюзивна освіта.

В і д г у к
про кваліфікаційну магістерську роботу
здобувача навчально-наукового інституту «Інститут інформаційних технологій в економіці»
освітньо-професійної програми «Інформаційні управляючі системи і технології»
Мартиненка Дениса Валерійовича
на тему «**Інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови**»

1. Актуальність теми. Актуальність теми дослідження зумовлена потребою у доступних та ефективних інструментах для вивчення української жестової мови, особливо в умовах зростаючого попиту на інклюзивну освіту та цифрові технології. Поєднання ігрового підходу з мультимедійним контентом відкриває нові можливості для інтерактивного навчання, що робить тему кваліфікаційної магістерської роботи актуальною та соціально значущою.

2. Позитивні риси кваліфікаційної магістерської роботи. Розроблена автором інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови забезпечує інтерактивний, адаптивний та мотиваційний підхід до навчання. Система поєднує відеоконтент, тести, гейміфікацію та збереження прогресу, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу. Вона сприяє популяризації української жестової мови та є доступною для широкого кола користувачів, зокрема осіб з порушеннями слуху. Результати магістерської роботи можуть стати основою для подальших досліджень у сфері інклюзивної освіти та розвитку освітніх цифрових платформ.

3. Наявність самостійних розробок автора. Представлена кваліфікаційна магістерська робота є самостійною розробкою автора. У межах роботи було створено архітектуру та структурну модель інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови з урахуванням сучасних вимог до інклюзивного цифрового навчання. Обґрунтовано вибір методів адаптивного навчання, гейміфікації та управління навчальним сценарієм. У результаті реалізовано функціональну інформаційну систему, яка забезпечує інтерактивне навчання жестовій мові, зберігає прогрес користувача та мотивує до повторення й самостійного вивчення.

4. Цінність теоретичних висновків та практичних рекомендацій. У ході виконання кваліфікаційної магістерської роботи Мартиненко Д.В. здійснив ґрунтовний аналіз теоретичних засад створення освітніх інформаційних систем із гейміфікованими механізмами, а також проаналізував існуючі рішення у сфері вивчення жестових мов. На основі цього було розроблено концепцію інтерактивної системи навчання української жестової мови, яка поєднує мультимедійний контент, гейміфікацію та адаптивне навчання. Практичні рекомендації стосуються

впровадження інклюзивних цифрових рішень в освітній процес і можуть бути корисними як для розробників подібних систем, так і для освітніх закладів, що прагнуть забезпечити доступне навчання для осіб з порушеннями слуху.

5. Наявність недоліків. Представлена інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови, попри свою функціональність і ефективність у навчальному процесі, потребує подальшого вдосконалення та масштабування для повноцінного використання в широкій освітній практиці. Зокрема, перспективним напрямом розвитку є розширення контенту, впровадження нових типів завдань, покращення адаптивних механізмів та забезпечення стабільної хмарної синхронізації для багатоплатформного використання.

6. Загальна оцінка кваліфікаційної магістерської роботи та її допущення до захисту перед ЕК. Загалом, представлена кваліфікаційна магістерська робота відповідає вимогам методичних рекомендацій щодо структури, змісту та обсягу. Робота містить самостійно реалізовані технічні рішення, актуальні теоретичні дослідження та практичну реалізацію інформаційної системи. Враховуючи рівень виконання, актуальність теми та якість подачі матеріалу, робота рекомендується до захисту з позитивною оцінкою.

Науковий керівник професор кафедри інформаційних систем в економіці,
професор, д.е.н.

Мозгалі О. П

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензія

на кваліфікаційну магістерську роботу
здобувача вищої освіти

Мартиненка Дениса Велерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема «Інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови»

Актуальність теми кваліфікаційної магістерської роботи і доцільність її розроблення. У сучасному цифровому середовищі бракує інклюзивних інструментів для вивчення УЖМ. Запропонована система об'єднує відеоматеріали жестів із адаптивним тестуванням. Це відкриває нові можливості для осіб з порушеннями слуху та їхніх викладачів.

Якість проведеного дослідження. Автор ґрунтовно проаналізував існуючі рішення для ігрового вивчення мов, виокремив їхні сильні та слабкі сторони, провів системний огляд платформ для жестових мов. На основі цих висновків сформовано чітку концептуальну модель майбутньої інформаційної системи: визначено структуру уроків, принципи побудови відео- та тестових модулів, розроблено алгоритм адаптації складності завдань і механізм збереження прогресу користувача. Усі етапи супроводжені відповідними UML-діаграмами, що підтверджує ґрунтовність інженерного підходу.

Позитивні риси кваліфікаційної магістерської роботи. Інтуїтивний UX/UI враховує вікові та технічні особливості цільової аудиторії. Модулі гейміфікації (бали, досягнення, рівні) стимулюють регулярне повторення. Адаптивне тестування автоматично змінює складність відповідно до результатів. Персоналізація навчання запобігає монотонності та підвищує ефективність.

Зауваження. Доцільно розширити обґрунтування вибору Unity порівняно з альтернативами. Рекомендується провести пілотне тестування прототипу на реальних користувачах. Це допоможе виявити труднощі у сприйнятті відеоматеріалів та структурі інтерфейсу. Корисно додати соціальні елементи (спільні челенджі) для підвищення мотивації.

Практична значимість висновків і рекомендацій Система готова до впровадження в навчальні заклади та інклюзивні центри. Вона слугуватиме ефективним інструментом для самостійного вивчення жестової мови. Розробка сприяє популяризації української культури серед осіб з порушеннями слуху. Рекомендації відкривають перспективи подальшого розвитку функціоналу.

Місце роботи та посада рецензента

Науковий ступінь, учене звання (за наявності)

Підпис засвідчую: _____

Місце печатки організації, де працює рецензент

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ.....	6
1.1 Аналіз існуючих інформаційних систем для ігрового вивчення української жестової мови.....	6
1.2 Обґрунтування вибору підходів і технологій для створення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови	12
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ, МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ	15
2.1 Структура і характеристика системи.....	15
2.2. Методи та моделі в інформаційних системах для ігрового вивчення української жестової мови.....	22
2.2.1. Методи, що використовуються в системі:.....	23
2.2.2 Моделі, що лежать в основі системи	39
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТНОГО РІШЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ.....	49
3.1 Проєктування бази даних та сховища даних для інформаційної системи ігрового вивчення української жестової мови.....	49
3.2 Проєктування бази знань інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови.....	59
3.3 Програмне забезпечення.....	62
3.4 Технічне забезпечення.....	67
3.5 Реалізація інформаційної системи.....	69
ВИСНОВКИ	83
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	85
ДОДАТКИ.....	89

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Термін, скорочення	Пояснення
БД	База даних
БЗ	База знань
ЕК	Екзаменаційна комісія
ІАД	Інтелектуальний аналіз даних
ІС	Інформаційні системи
КМР	Кваліфікаційна магістерська робота
ПЗ	Програмне забезпечення
СД	Сховище даних
УЖМ	Українська жестова мова

ВСТУП

Розвиток інформаційних технологій створює нові можливості для навчання та підвищення доступності освітніх ресурсів. У сучасному світі, де цифрові платформи відіграють ключову роль у навчальному процесі, особливо важливо розробляти ефективні інтерактивні засоби для засвоєння нових знань. Однією з таких сфер, що потребує вдосконалення, є вивчення української жестової мови.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю забезпечення рівного доступу до мовної освіти для осіб із порушеннями слуху та тих, хто прагне вивчити українську жестову мову. На сьогодні в Україні недостатньо ефективних цифрових рішень для ігрового навчання жестової мови, що обмежує можливості її популяризації та інтеграції в освітній процес. Запропонована інформаційна система спрямована на розв'язання цієї проблеми, поєднуючи елементи гейміфікації, тестування знань та інтуїтивного інтерфейсу, що сприятиме ефективному навчанню користувачів.[5]

Об'єктом дослідження є процеси ігрового навчання української жестової мови за допомогою інформаційних технологій.

Предмет дослідження – є інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови, її архітектура, функціональні компоненти, методи гейміфікації та адаптивного навчання.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є розроблення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови, яка забезпечить ефективне засвоєння матеріалу за допомогою інтерактивних методів, гейміфікації навчального процесу та мультимедійного контенту. Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

- провести аналіз існуючих інформаційних систем для вивчення мов та жестових мов;
- визначити основні підходи до гейміфікації навчального процесу та їх адаптацію до жестової мови;

- розробити архітектуру інформаційної системи, що забезпечить її ефективне функціонування;
- реалізувати ключові функціональні можливості системи, включаючи відеоматеріали та тестові завдання;
- провести тестування розробленої системи та оцінити її ефективність.

Методи дослідження включають аналіз та систематизацію наукових джерел з тематики навчальних інформаційних систем, гейміфікації, технологій мультимедійного навчання; використання методів програмної інженерії для проектування та розробки системи; тестування програмного забезпечення та аналіз його ефективності на основі отриманих даних.

Наукова новизна роботи полягає у поєднанні методів гейміфікації з вивченням української жестової мови, що створює унікальний підхід до навчального процесу та забезпечує користувачам інтуїтивне засвоєння матеріалу через інтерактивні завдання.[31]

Практична значущість розробленої системи полягає у можливості її використання як у навчальних закладах, так і для самостійного вивчення жестової мови, що сприятиме популяризації української жестової мови та інтеграції осіб із порушеннями слуху у суспільство.

Структура роботи складається з трьох розділів. У першому розділі здійснено аналіз існуючих підходів до навчання жестової мови та використання гейміфікації у освітніх системах. Другий розділ присвячений проектуванню інформаційної системи, включаючи її архітектуру, функціональність та методи реалізації. У третьому розділі розглянуто процес розробки, тестування та оцінки ефективності запропонованої системи.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблена інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови може використовуватися як ефективний інструмент для навчання як у спеціалізованих освітніх закладах, так і для самостійного опанування жестової мови користувачами різного рівня підготовки.

Використані інструментальні засоби: середовище проектування Enterprise Architect, мова програмування C#, середовище розробки Visual Studio, Unity 6, ОС Windows 10, текстовий редактор Microsoft Word 2016 для підготовки та оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційного бакалаврського проекту.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ

1.1 Аналіз існуючих інформаційних систем для ігрового вивчення української жестової мови

У сучасному цифровому суспільстві спостерігається стрімке зростання інтересу до вивчення мов за допомогою інформаційних технологій. В умовах глобалізації, технологічного розвитку та зростаючої потреби в доступному та інклюзивному навчанні, особливого значення набувають системи, що спрямовані на підтримку мов національних меншин та жестових мов. Українська жестова мова (УЖМ), яка є офіційно визнаною мовою спілкування людей з порушеннями слуху в Україні, залишається недостатньо охопленою сучасними цифровими рішеннями. Саме тому аналіз існуючих інформаційних систем, які мають на меті вивчення мов, зокрема жестових, є необхідним етапом при проектуванні нової системи.

На ринку присутня низка відомих мобільних додатків і вебплатформ, які демонструють ефективність підходів до вивчення іноземних мов в ігровому форматі. Однією з найбільш відомих таких систем є Duolingo — застосунок, який завдяки гейміфікації, інтерфейсу з візуальними елементами, системою нагород, рівнів, щоденних завдань та досягнень зміг перетворити процес навчання на захоплюючу гру. Попри універсальність Duolingo, жестові мови не входять до кола повноцінно підтримуваних мов, оскільки такі мови вимагають спеціального підходу до візуального контенту, включаючи відео, анімацію та інші мультимедійні засоби, які відтворюють рухи рук, міміку та інші невербальні елементи.

duolingo



Рисунок 1.1 - Duolingo

Джерело: відкриті джерела Duolingo[1]

Іншою прикметною розробкою є Lingvano — спеціалізована платформа для вивчення австрійської, американської та німецької жестових мов. Вона надає відеоуроки за участю носіїв мови, інтерактивні вправи та короткі тести. Lingvano демонструє ефективний приклад того, як може бути організоване вивчення жестової мови за допомогою мобільного застосунку. Проте, ця система орієнтована переважно на англомовну аудиторію та не підтримує українську жестову мову.

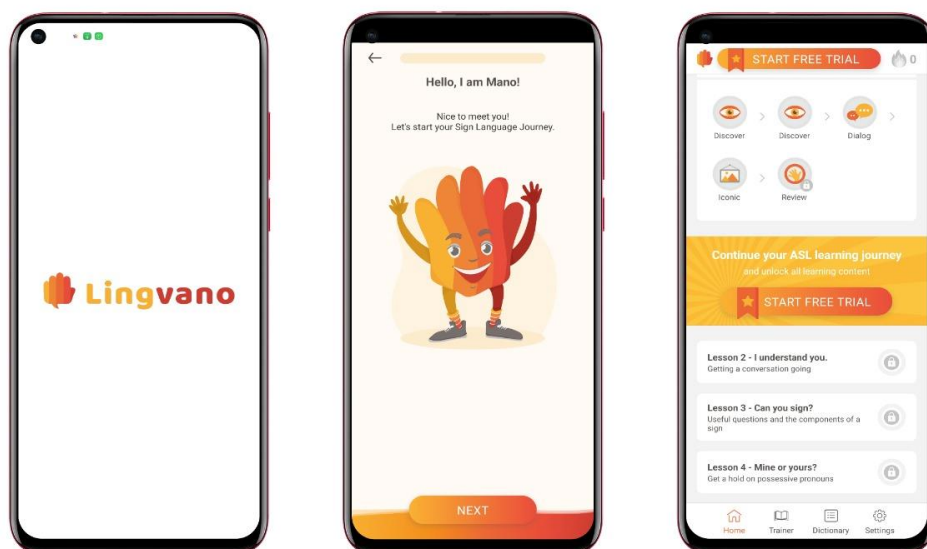


Рисунок 1.2 - Lingvano

Джерело: відкриті джерела Lingvano[2]

Також варто згадати Spread the Sign — міжнародний проєкт, що включає базу даних жестів різних мов світу, зокрема української. Платформа надає можливість переглядати відео жестів, однак її функціонал обмежений — відсутні інтерактивні елементи, тести, навчальні курси, що знижує ефективність засвоєння матеріалу, особливо серед молоді або людей, які потребують регулярної мотивації.



Рисунок 1.3 – Spread The Sign

Джерело: відкриті джерела Spread The Sign[3]

Щодо українських розробок, варті уваги окремі освітні проєкти, створені громадськими організаціями чи ентузіастами. Наприклад, "Жест для всіх", що являє собою бібліотеку відеоуроків та глосарій жестової мови на YouTube, однак це не є повноцінна інформаційна система — відсутня структура курсів, адаптивність, гейміфікація та зворотний зв'язок.

Крім того, в контексті інклюзивної освіти окремі школи, спеціалізовані навчальні заклади або університети мають власні ресурси, але вони переважно не є публічно доступними або достатньо автоматизованими. Наприклад, деякі навчальні програми розробляються для внутрішнього використання педагогами з інклюзивної освіти, але не масштабуються для широкого кола користувачів.

Таким чином, аналіз існуючих систем свідчить про наявність окремих успішних рішень у сфері вивчення жестових мов, але водночас виявляє критичну нестачу сучасної, інтерактивної, адаптивної інформаційної системи для вивчення саме української жестової мови. Існує потреба в створенні нового цифрового продукту, що поєднуватиме ефективні методи Duolingo з мультимедійними можливостями навчання жестовій мові. Особливої актуальності набуває реалізація ігрового підходу, що дозволяє зацікавити користувача, підвищити рівень мотивації до навчання та забезпечити повторюваність вивчення, що є ключовим чинником у процесі закріплення знань.

Запропонована інформаційна система має заповнити цю нішу: орієнтуючись на інтуїтивний інтерфейс, використання відеоконтенту з демонстрацією жестів, систему вправ на вибір правильної відповіді (в стилі вікторини), поступове ускладнення завдань, адаптацію під користувача та можливість повторення матеріалу. Вона повинна відповідати вимогам сучасного програмного забезпечення, бути кросплатформеною, доступною для широкої аудиторії (включно з дітьми та дорослими), а також відповідати рекомендаціям Міністерства освіти і науки України щодо інклюзивного навчання.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика інформаційних систем для вивчення жестових мов

Характеристика	Lingvano	Spread the Sign	SignSchool	HandSpeak
Можливість переглядати відео з демонстрацією жестів	Так	Так	Так	Так
Можливість проходити інтерактивні тести	Так	Ні	Так	Ні
Підтримка української жестової мови	Ні	Так	Ні	Ні
Гейміфікація (балів, нагороди, рівні, мотиваційні механізми)	Так	Ні	Частково	Ні
Наявність мобільного застосунку	Так	Частково (веб-версія)	Так	Ні
Орієнтація на вивчення мови, а не лише окремих жестів (словниковий супровід тощо)	Так	Частково	Так	Частково

Доступність для користувача з базовими навичками володіння технікою	Так	Так	Так	Так
---	-----	-----	-----	-----

Джерело: розроблено автором на основі відкритих джерел[2,3,4,6]

Аналізуючи вищенаведену таблицю, можна зробити висновок, що найфункціональнішими з розглянутих систем є Lingvano та SignSchool, оскільки вони поєднують як відеоматеріали, так і тестування, елементи гейміфікації, та мають мобільні додатки. Однак жодна з систем не орієнтована на українську жестову мову, що створює очевидний вакуум у цифровому освітньому просторі. Лише Spread the Sign має підтримку УЖМ, але її функціонал обмежений переглядом жестів без активного навчання.

Це ще раз підкреслює актуальність розробки спеціалізованої інформаційної системи, яка б поєднувала мультимедійний контент, адаптивну навчальну структуру, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та ігрові механіки для ефективного вивчення української жестової мови.

1.2 Обґрунтування вибору підходів і технологій для створення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови

Проектування інформаційної системи, орієнтованої на ігрове вивчення української жестової мови, передбачає врахування низки факторів, які прямо впливають на архітектуру, зручність користування, масштабованість і ефективність кінцевого продукту. Особливість даної системи полягає у поєднанні елементів освітньої платформи та гейміфікованого середовища з мультимедійним контентом. Відтак, вибір підходів до реалізації має базуватись на поєднанні сучасних принципів розробки програмного забезпечення, стандартів інклюзивності, гнучких методологій створення UI/UX, а також технічних

можливостей середовищ і мов програмування, які дозволяють досягти необхідного функціоналу[33].

Першочергово, концептуальна модель інформаційної системи орієнтується на інтерактивне навчання через тестування, де кожен навчальний блок містить відеоматеріал з демонстрацією жесту, після чого користувач має вибрати правильне значення серед кількох варіантів. Такий підхід є ефективним як для дорослих, так і для дітей, оскільки він поєднує пасивне спостереження з активною дією, що сприяє закріпленню знань. Цей метод базується на принципах поведінкової педагогіки, де кожна правильна дія підкріплюється винагородою або переходом до наступного рівня, що є важливою частиною гейміфікації.

У рамках технічної реалізації було обрано модель клієнт-серверної архітектури, яка дозволяє гнучко управляти контентом (відео, питання, відповіді, прогрес користувача) на серверній частині та забезпечити кросплатформенність користувацького інтерфейсу. Основною платформою для розробки клієнтського додатку обрано Unity, оскільки ця ігрова платформа дозволяє реалізовувати візуально насичені UI, працювати з відео, створювати інтерактивні міні-ігри, а також забезпечує легку адаптацію до Android, iOS та WebGL. Важливо підкреслити, що Unity підтримує гнучку інтеграцію з різними форматами мультимедіа, а також дозволяє впровадити сучасні інтерфейсні бібліотеки (наприклад, TextMeshPro, DOTween) для покращення взаємодії користувача з системою[11].

Щодо вибору технологій розгортання та зберігання, перевагу може бути надано хмарним сервісам — таким як Firebase або Amazon Web Services, які можуть забезпечити зберігання відеофайлів, керування аутентифікацією користувачів, реєстрацію активності тощо. Це дозволяє уникнути перевантаження клієнтської частини великим обсягом медіаконтенту та водночас забезпечити надійну доставку даних.[12]

Одним із ключових підходів у розробці була орієнтація на інклюзивність. Система має бути адаптована для людей із різними потребами. Це передбачає не лише простий інтерфейс, контрастні кольори та великі кнопки, але й логічно

побудовану навігацію, зрозумілу навіть для дітей або людей з мінімальним досвідом користування цифровими технологіями. У зв'язку з цим застосовувались принципи User-Centered Design (UCD), де в центрі уваги стоїть зручність користувача, тестування інтерфейсу з реальними користувачами та поступове поліпшення функціоналу на основі зворотного зв'язку.[15]

Важливим обґрунтуванням вибору Unity як основного середовища розробки є можливість реалізувати різні типи завдань — наприклад, перегляд жесту та вибір правильної відповіді, поєднання пари "жест — слово", проходження тестів за рівнями тощо. Застосування моделі «розділів» або «лекцій», подібно до структури Duolingo, дозволяє зробити навчання поступовим і модульним. Це підвищує мотивацію та дозволяє адаптуватися під кожного користувача, оскільки проходження можна спланувати за рівнями складності та темами.[7]

Окрім того, під час розробки планується впровадити систему збереження прогресу користувача, що зберігатиметься локально та в хмарі, що особливо актуально для мобільних користувачів. Вона дозволить не лише продовжити навчання з того місця, де воно було перерване, але й отримувати рекомендації на основі вже вивченого матеріалу.[17]

Таким чином, обґрунтування вибору технологій базується на поєднанні таких факторів, як доступність інструментів розробки, підтримка мультимедіа, можливість гнучкої розробки, кросплатформеність, інклюзивність і масштабованість системи. Результатом стане сучасна, ефективна та інтуїтивно зрозуміла інформаційна система, яка зможе слугувати важливим елементом в освітньому просторі України, забезпечуючи доступ до вивчення української жестової мови широкому колу користувачів.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ, МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ

2.1 Структура і характеристика системи

Інформаційна управляюча система, яка розробляється в межах цієї магістерської роботи, призначена для ігрового вивчення УЖМ із використанням сучасних методів інтерактивного навчання. Особливістю системи є орієнтація на гейміфікований підхід до засвоєння матеріалу, що забезпечує підвищення мотивації користувача та ефективність навчального процесу.[37]

Загалом система має **модульну архітектуру**, що дозволяє гнучко керувати функціональними складовими та спрощує її підтримку, масштабування і модернізацію. Основна структура системи складається з таких функціональних блоків:

1. **Модуль користувацького інтерфейсу (UI)** – відповідає за візуальне відображення контенту, взаємодію з користувачем, відображення відео з жестами, навігацію між завданнями, системою прогресу та іншими елементами. Побудований із врахуванням принципів доступності, особливо для користувачів із різним рівнем цифрової грамотності.[36]

2. **Навчальний модуль** – центральний компонент системи, що відповідає за формування навчального процесу. До його складу входять:

- база відеожестів;
- механізми перевірки відповідей;
- логіка побудови рівнів складності;
- сценарії повторення матеріалу.

3. **Ігровий (гейміфікаційний) модуль** – забезпечує реалізацію системи балів, рівнів, досягнень, нагород та мотиваційних стимулів, що робить навчання подібним до гри й дозволяє утримувати увагу користувача тривалий час.[38]

4. **Модуль управління прогресом** – фіксує результати навчання, зберігає статус проходження уроків, формує динамічну статистику та рекомендації щодо повторення. У перспективі може бути розширений до персонального кабінету користувача з аналітикою.[32]

5. **Блок мультимедійного контенту** – реалізує доступ до відеофайлів, демонстрацій жестів, а також обробку анімацій, які використовуються під час завдань. Для забезпечення швидкого доступу та оптимальної якості відео можуть використовуватися хмарні технології.[25]

6. **Адміністративний модуль** (у майбутньому) – передбачає можливість модерації контенту, додавання нових відео, редагування рівнів, перегляд статистики користувачів та керування базою даних.

Внутрішня логіка та принципи побудови системи

Інформаційна система побудована за **принципами клієнт-серверної архітектури**, де клієнтська частина (додаток) відповідає за інтерфейс, взаємодію з користувачем та базову логіку, а серверна частина (у базовій версії — локальна) забезпечує зберігання даних, обробку запитів та можливість подальшого розширення системи.[28]

У структурі системи реалізована **послідовна навчальна модель**, де користувач поступово проходить через тематичні блоки — від базових жестів (наприклад, алфавіт, вітання) до складніших лексичних конструкцій (професії, емоції, повсякденне спілкування). Кожен блок включає:

- відеоматеріал;
- завдання на закріплення (тест з вибором правильної відповіді);
- міні-іспит для переходу до наступного блоку.

Ключова увага приділяється **візуальній складовій** — адже жестова мова є насамперед візуальною формою комунікації, тож якість, чіткість і точність відеоматеріалів мають визначальне значення. Усі відео використовуються у форматі, зручному для перегляду на мобільних пристроях, з можливістю повторного програвання та уповільнення.[48]

Ще одним важливим елементом системи є **адаптивність**: на основі результатів попередніх завдань система може пропонувати додаткові вправи на повторення або автоматично зменшувати/збільшувати складність завдань. У майбутньому можливе впровадження машинного аналізу прогресу (наприклад, за допомогою простих алгоритмів класифікації) для персоналізації навчання.[45]

Рольова модель користувачів

На першому етапі система передбачає одну основну роль — **звичайний користувач-учень**, який:

- проходить навчання за запропонованими модулями;
- отримує зворотний зв'язок;
- переглядає відео та виконує завдання.

Згодом можна впровадити ролі **модератора** (викладача) та **адміністратора** для керування контентом і моніторингу успішності груп користувачів.

Розробка інформаційної системи включає наступні бізнес-вимоги:

1. **Надання навчального контенту** Система повинна містити навчальні модулі, що включають відео з демонстрацією жестів, супровідні тексти, приклади використання.[42]

2. **Можливість проходження інтерактивних тестів** Користувач повинен мати змогу переглянути відео жесту й обрати правильне значення з кількох варіантів відповіді (у форматі вікторини).[34]

3. **Ігрові механіки (гейміфікація)** Передбачити систему нагород, рівнів, балів за правильні відповіді та прогрес навчання.

4. **Реєстрація прогресу користувача** Система повинна зберігати дані про проходження уроків, результати тестів, час активності, тощо.

5. **Адаптивність навчального плану** Після неправильних відповідей система повинна пропонувати повторення або пояснення матеріалу.

6. **Підтримка мультимедіа** Всі навчальні одиниці повинні супроводжуватись відео. Повинна бути можливість повторного перегляду, зупинки відео, тощо.

7. Робота на мобільних пристроях Додаток повинен функціонувати на Android, а згодом і на iOS

Нефункціональні вимоги:

- 1. Зручний інтерфейс (UI/UX)** Інтерфейс має бути інтуїтивно зрозумілим, особливо для людей без досвіду користування подібними платформами.
- 2. Швидкість роботи та доступність** Всі основні функції повинні працювати без затримок навіть на пристроях із середніми характеристиками.
- 3. Безпека даних користувача** Прогрес та особисті дані користувача мають бути захищені (використання локального або хмарного збереження з обмеженням доступу).
- 4. Можливість розширення** Архітектура системи має дозволяти подальше додавання нових тем, рівнів, типів завдань без суттєвого переписування коду.
- 5. Інклюзивність** Доступність для користувачів із порушенням слуху та набутим порушенням слуху є основним критерієм. Відео має бути зрозумілим, інтерфейс — візуально виразним.

Це лише частина функціональних вимог, які можуть бути включені в інформаційну систему для ігрового вивчення української жестової мови. Конкретні вимоги можуть змінюватися залежно від особливостей цільової аудиторії та бажаного функціоналу системи.

Для формалізації і візуального подання функціональних та нефункціональних вимог було використано інструмент візуального моделювання та проєктування Enterprise Architect на основі стандартів OMG UML. На його основі були створені діаграми, що відображають структуру вимог до системи, які представлені на рисунках 2.1–2.7. Ці діаграми ілюструють ключові функціональні компоненти, що забезпечують процес навчання через інтерактивний вибір правильних варіантів після демонстрації відео жесту, а також нефункціональні характеристики, зокрема вимоги до адаптивності, продуктивності, досвіду користувача та безпеки даних.

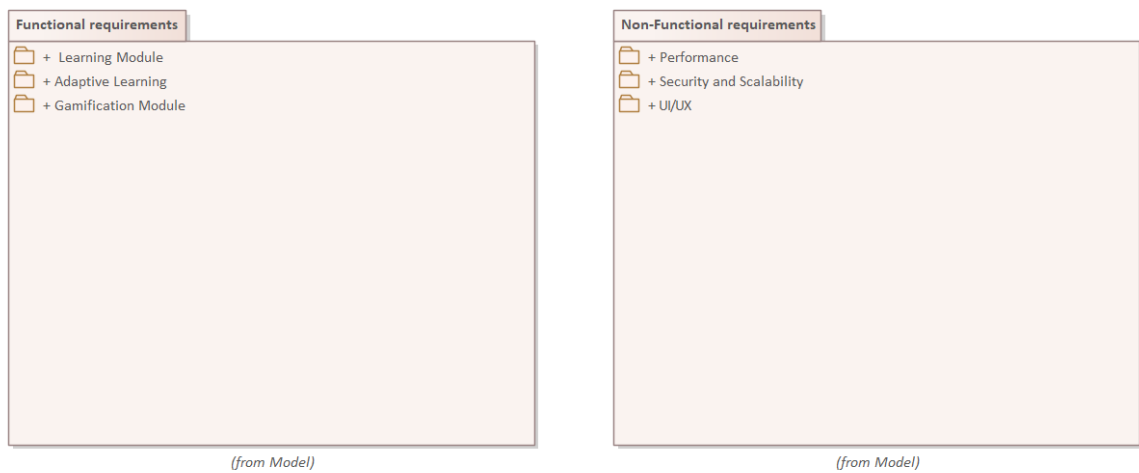


Рисунок 2.1-Функціональні та не функціональні вимоги

Джерело: розроблено автором

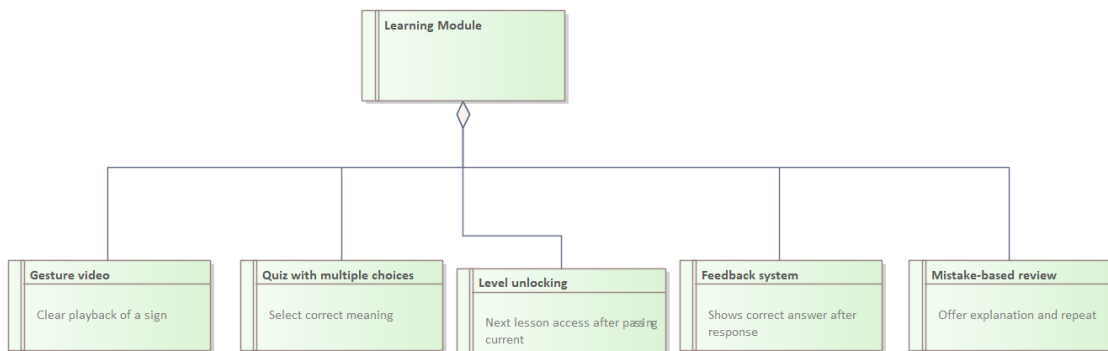


Рисунок 2.2- Функціональні вимоги до модуля навчання

Джерело: розроблено автором

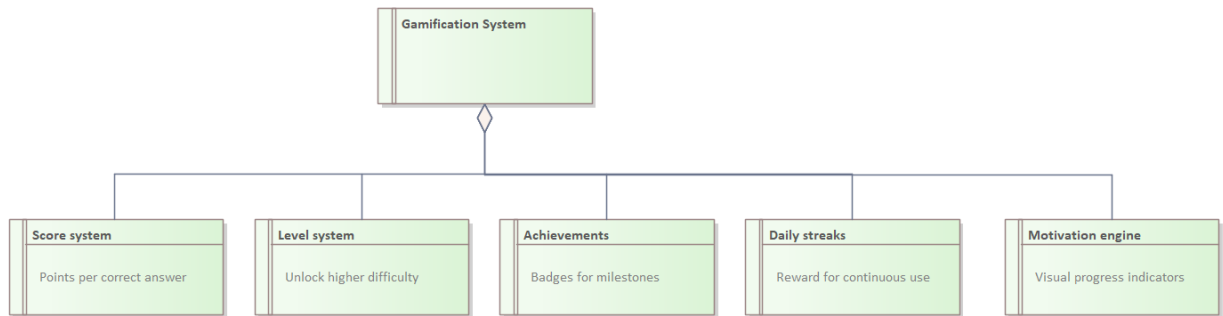


Рисунок 2.3- Функціональні вимоги гейміфікаційного модуля інформаційної системи

Джерело: розроблено автором

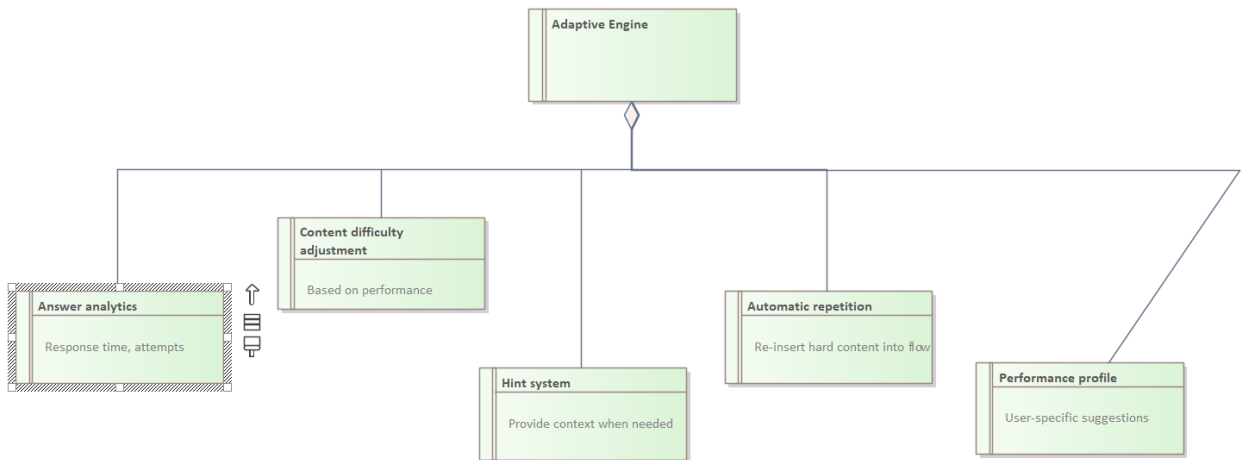


Рисунок 2.4- Функціональні вимоги адаптивного модуля інформаційної системи

Джерело: розроблено автором

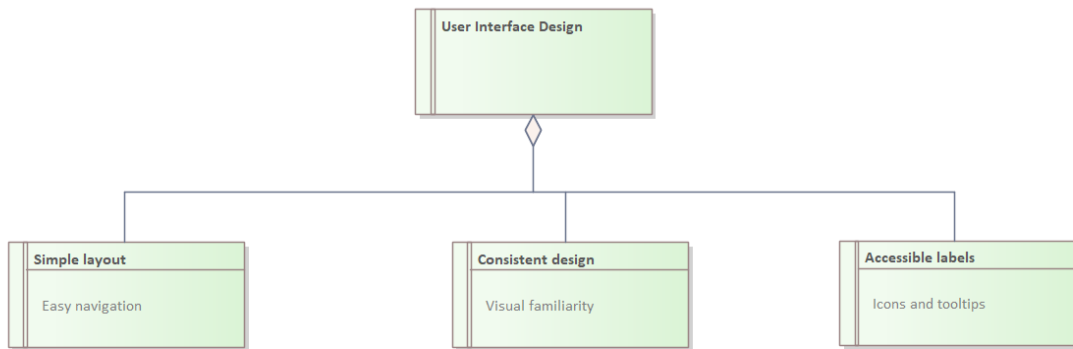


Рисунок 2.5-Нефункціональні вимоги до інтерфейсу користувача

Джерело: розроблено автором

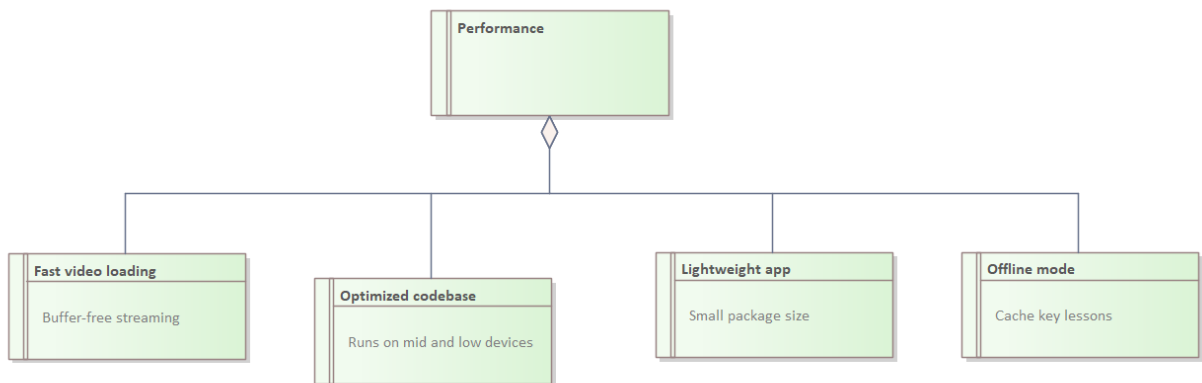


Рисунок 2.6-Нефункціональні вимоги до продуктивності інформаційної систем

Джерело: розроблено автором

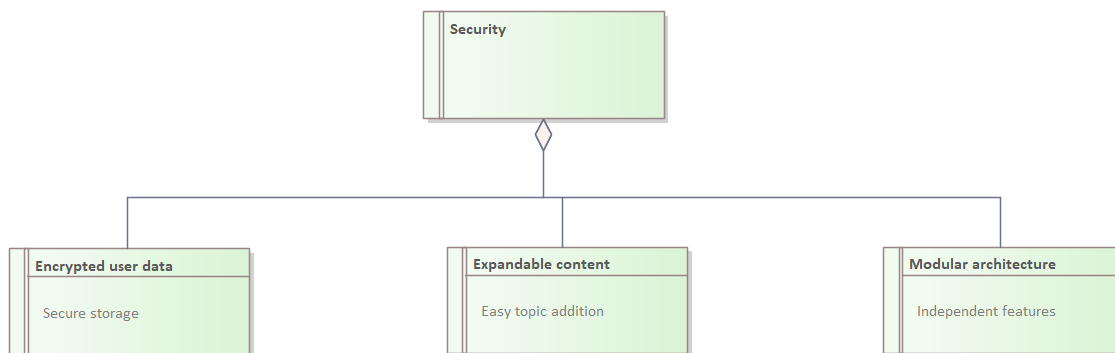


Рисунок 2.7-Нефункціональні вимоги до безпеки та масштабованості інформаційної системи

Джерело: розроблено автором

2.2. Методи та моделі в інформаційних системах для ігрового вивчення української жестової мови

Створення сучасної інформаційної системи для вивчення української жестової мови потребує глибокого аналізу й обґрунтування застосовуваних методів і моделей. Ці елементи є фундаментальними при формуванні архітектури системи, побудові логіки її функціонування та реалізації процесів обробки, подання й збереження інформації.

У даній системі застосовуються комбіновані методи, що поєднують алгоритми управління навчальним контентом, гейміфіковані механізми мотивації користувача, адаптивні освітні моделі та моделі взаємодії «користувач — система» в рамках сучасного підходу до User-Centered Design.[29]

2.2.1. Методи, що використовуються в системі:

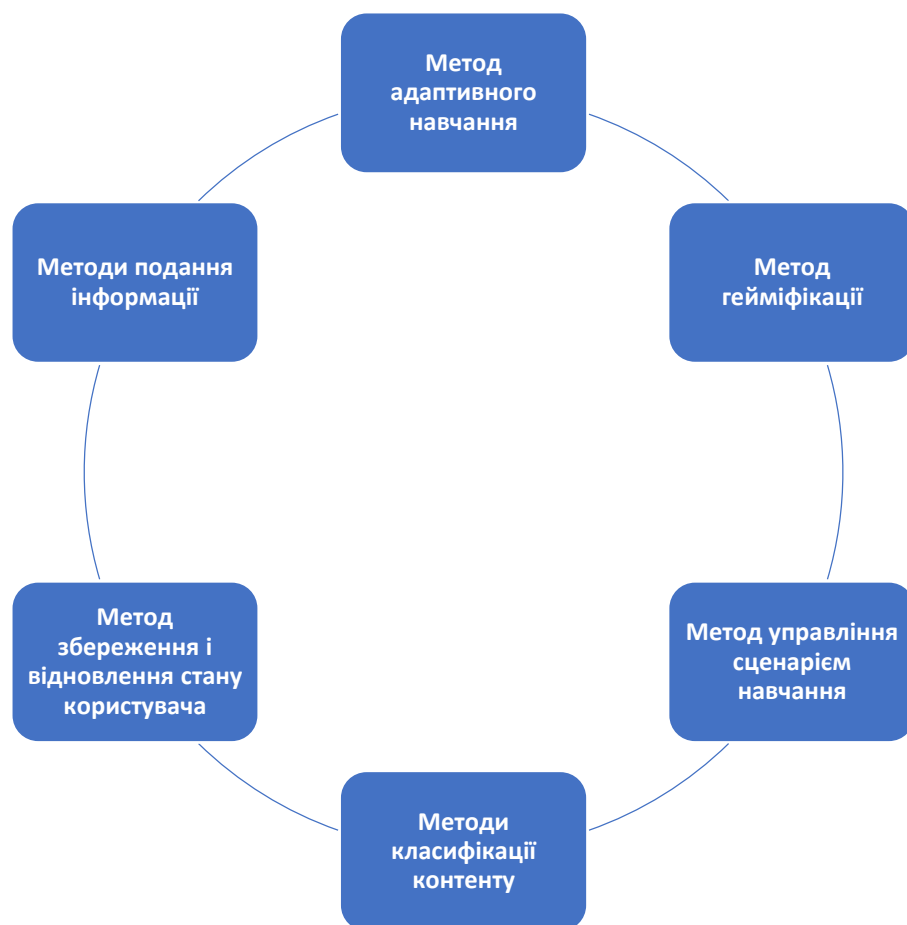


Рисунок 2.8 – Методи, що використовуються в системі

Джерело: розроблено автором

Метод адаптивного навчання.

Метод адаптивного навчання є одним з ключових підходів у сучасних інформаційно-освітніх системах, що мають на меті підвищення ефективності засвоєння знань шляхом персоналізації освітнього процесу. У контексті створення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови, цей метод відкриває широкі можливості для покращення користувацького досвіду та досягнення стабільного навчального результату незалежно від початкового рівня володіння матеріалом.[30]

Адаптивне навчання передбачає динамічну зміну змісту, форми подачі або складності навчального матеріалу в залежності від індивідуальних характеристик користувача. До таких характеристик відносяться рівень знань, темп засвоєння

інформації, типові помилки, а також стиль навчання. Особливістю адаптивного підходу є постійне спостереження за діями користувача в системі, збирання статистичних даних щодо його відповідей, часу, витраченого на розв'язання завдань, частоти повторних переглядів матеріалу та інших параметрів, що дозволяє створювати індивідуальний профіль навчання.

Формалізація адаптивного навчання в інформаційній системі для вивчення української жестової мови є одним з ключових інструментів, який дозволяє не лише персоналізувати освітній процес, а й забезпечити його гнучкість і ефективність. Щоб досягти цього, доцільно впровадити математичну модель, що лежить в основі алгоритмів зміни рівня складності завдань та формування динамічного навчального маршруту для кожного окремого користувача.[41]

Адаптивність, у загальному розумінні, полягає в здатності системи підлаштовуватись під дії користувача, реагуючи на його успіхи або труднощі. Це не лише про збирання статистики, а про інтелектуальну реакцію системи на поведінкові патерни. Зміна складності вправ, повторення проблемного матеріалу, а також індивідуалізація наступних кроків — усе це стає можливим завдяки використанню формул, які дозволяють кількісно відобразити якість взаємодії користувача із завданнями. У цьому контексті система має фіксувати результат кожного тестового завдання, враховувати кількість правильних відповідей, тривалість розв'язання, кількість переглядів жесту, повторів завдання, і на основі цього — ухвалювати рішення.[44]

В основі адаптації лежить формула, яка дозволяє системі автоматично підвищувати або знижувати рівень складності завдань у відповідь на результати навчання. Якщо користувач стабільно демонструє високі результати, система у наступному циклі надає більш складні варіанти. Якщо ж, навпаки, відзначається велика кількість помилок — завдання спрощуються, а користувач повертається до попередніх тем. Модель можна подати у вигляді простої формули:

$$C_{n+1} = \begin{cases} C_n + \Delta, & \text{якщо } A_n \geq \theta \\ C_n - \Delta, & \text{якщо } A_n < \theta \end{cases}$$

У цьому виразі C_n — це рівень складності на поточному кроці n , C_{n+1} — складність на наступному етапі, Δ — крок зміни складності (наприклад, $+1$ або -1), A_n — середній результат виконання вправ користувачем (у відсотковому або бальній формі), а θ — визначене порогове значення (наприклад, 75% правильних відповідей), після досягнення якого система підвищує складність. Якщо ж успішність нижча за цей поріг, відбувається спрощення матеріалу.[46]

Суть цієї моделі полягає в тому, що система не потребує ручного налаштування з боку викладача або адміністратора — вона сама виконує функцію регулятора, створюючи індивідуальний освітній маршрут. Це відповідає принципам адаптивного навчання, де кожен учень йде власним шляхом, а не за заздалегідь жорстко визначеним сценарієм. Таким чином, навчання стає не лише більш гнучким, але й більш ефективним, оскільки враховує реальні потреби та слабкі місця кожного користувача.

Разом з тим важливою складовою адаптації є й механізм повторення матеріалу. Система повинна не лише оцінювати, наскільки добре засвоєно нові знання, але й визначати ті елементи, які потребують додаткового опрацювання. Для цього доцільно використовувати ще одну формулу:

$$R_i = f(E_i, T_i)$$

Тут R_i — показник необхідності повторення завдання i , E_i — кількість помилок при виконанні вправи, T_i — витрачений час на її виконання, а f — функція, що визначає, чи варто повертатись до матеріалу. Наприклад, якщо користувач двічі помилився або витратив надмірно багато часу, завдання автоматично вноситься до списку на повторення.[48]

Ці формули не є надскладними, однак їх впровадження дозволяє перевести логіку системи з фіксованого навчального шляху на динамічний, який реагує на кожну дію користувача. Вони покликані не замінити процес навчання, а зробити його органічним, пристосованим і, головне, персоналізованим. Особливо це важливо для мов, які вивчаються не лише через логічне мислення, а й через

візуальне сприйняття, моторну пам'ять і асоціативне мислення — таких, як жести мови.

Запис вищенаведених формул та їх інтерпретація доречна після опису загальної методики адаптивного навчання, коли вже окреслено логіку взаємодії користувача із системою, процес оцінки його успішності та механізми прийняття рішень. Це створює плавний перехід від теоретичного опису до кількісної моделі і дозволяє логічно поєднати практичну реалізацію з науковим обґрунтуванням. Таким чином, математичне представлення у тексті підсилює аргументацію ефективності обраного методу і демонструє, що система базується на раціональних принципах і піддається формалізації, що є важливим для будь-якого наукового дослідження.

У контексті реалізації адаптивності в системі для вивчення української жестової мови метод включає декілька важливих механізмів. Перший — це евристичний аналіз відповідей. Він передбачає оцінювання не лише правильності відповіді, але й визначення характеру помилки. Наприклад, якщо користувач постійно плутає жести, які мають схожу візуальну форму або рух, система може запропонувати додаткові пояснення саме для цієї групи жестів, посиливши контекстне пояснення та візуалізацію. Це дозволяє уникнути шаблонного підходу, коли кожному користувачу показується однаковий контент, незалежно від його прогресу чи труднощів.[47]

Другий важливий аспект — це механізм повторення матеріалу. Якщо система фіксує, що певний жест або група слів не засвоєні (наприклад, через серію неправильних відповідей або довгий час на розпізнавання), вона автоматично додає ці елементи до списку на повторне вивчення. Це повторення може бути інтегроване у наступні ігрові сесії, що дозволяє органічно повертатися до складного матеріалу, не створюючи додаткового когнітивного навантаження. Таким чином, навчання стає циклічним і більш ефективним — користувач постійно стикається з проблемними моментами до тих пір, поки не досягне стабільного розуміння.

Ще одним ключовим інструментом адаптивного підходу є зміна рівня складності завдань. На початку роботи система визначає базовий рівень підготовки

користувача за допомогою короткого вступного тесту або перших декількох вправ. Далі, залежно від прогресу, система поступово підвищує складність завдань — як за рахунок збільшення кількості варіантів відповіді, так і через ускладнення контексту жестів (наприклад, додавання фонових відволікаючих факторів у відео або використання жестів у швидшому темпі). Якщо ж користувач починає допускати багато помилок на новому рівні, система автоматично знижує складність або пропонує перехід до попереднього рівня, забезпечуючи таким чином підтримку мотивації та уникнення фрустрації.

Важливим є й те, що адаптація не обмежується лише контентом. У системі також можуть змінюватися підказки, інтерфейсні елементи, зворотній зв'язок. Наприклад, при повторних помилках користувач може отримати більш розгорнуте пояснення, а також можливість переглянути навчальне відео ще раз або увімкнути уповільнений режим демонстрації жесту. Завдяки цьому створюється гнучке, чутливе до потреб користувача середовище, яке сприяє кращому засвоєнню матеріалу.[27]

У випадку ігрового застосунку на кшталт Duolingo, метод адаптивного навчання також може бути підкріплений механізмами гейміфікації — наприклад, заохоченням за правильні відповіді або повторення помилок, відкриттям нових рівнів або досягненням персональних рекордів. Таким чином, адаптація перетворюється не лише на навчальний, але й на мотиваційний інструмент, який стимулює користувача до систематичного навчання.

І нарешті, варто зазначити, що успішна реалізація методу адаптивного навчання вимагає грамотно побудованої структури бази знань, яка дозволяє гнучко оперувати модулями навчального контенту, пов'язувати їх між собою, враховувати рівень користувача та будувати на його основі персоналізовану траєкторію навчання. У нашому випадку це забезпечується використанням `ScriptableObject` для зберігання навчальних одиниць, а також логікою контролю станів, яка відповідає за вибір наступного завдання на основі поведінкової аналітики. У подальшому така система може бути розширена за рахунок більш складної аналітики, включаючи

машинне навчання, що дозволить ще точніше прогнозувати складні місця для кожного користувача та будувати ще ефективніші стратегії адаптації.

Метод гейміфікації.

Метод гейміфікації посідає важливе місце в сучасних освітніх системах, зокрема в тих, що орієнтовані на інтерактивне, візуальне або ігрове навчання. Його сутність полягає у використанні ігрових механік поза межами власне ігрового контексту з метою мотивації користувача до більш активної взаємодії з системою, підвищення залученості та покращення результатів навчання. У випадку створення інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови гейміфікація не є лише додатковим елементом дизайну — вона стає фундаментальним інструментом підтримки інтересу, формування навчальних звичок і забезпечення поступового, але стабільного засвоєння матеріалу.

Психологічною основою гейміфікації є теорія мотивації та поведінки, зокрема концепція винагороди, яка передбачає, що користувач схильний повторювати ті дії, які приносять йому позитивне підкріплення. У цьому контексті система пропонує користувачеві не просто навчальні завдання, а можливість брати участь у структурованій ігровій динаміці, де кожна правильна дія супроводжується певною формою винагороди. Це може бути нарахування балів, відображення досягнень, відкриття нових навчальних рівнів або візуальних бонусів — значків, аватарів, кольорових індикаторів успішності.[26]

Одним з ключових механізмів, що застосовується в системі, є reward loop — своєрідний цикл винагород, що включає завдання, очікування на нагороду, отримання результату і позитивне підкріплення. Така модель сприяє формуванню поведінкової звички: користувач виконує дії не лише заради навчання, а й заради досягнення цілей, які система формує через чітко структуровані, короткотривалі та досяжні завдання. Наприклад, кожен навчальний блок може завершуватися невеличким випробуванням (міні-тестом або вікториною), проходження якого супроводжується короткою анімацією успіху, зростанням рейтингу або відкриттям нової категорії жестів. У результаті виникає відчуття прогресу, що є критично важливим для підтримки внутрішньої мотивації.

Також система враховує принципи «рівневої ієрархії» — користувачі поступово проходять через серію рівнів, які мають зростаючу складність, при цьому нові рівні відкриваються лише після досягнення певних результатів. Це дозволяє створити ефект геймерської компетенції: учень не лише вивчає матеріал, а й відчуває себе частиною змагального або пригодницького процесу, де кожен крок є досягненням. Такий підхід також сприяє самоперевірці, оскільки користувач прагне досягти вищого рівня або виправити попередні помилки, аби розблокувати нові можливості.

Ще одним елементом гейміфікації є система досягнень — вона може охоплювати як короткотривалі, так і довготривалі цілі. Наприклад, користувач може отримати нагороду за проходження певної кількості вправ без помилок, за щоденну активність або за завершення певного розділу навчальної програми. Ці досягнення можуть мати як символічну цінність (віртуальні медалі, грамоти), так і функціональну (доступ до нових відео, бонусних вправ або режимів повторення).

Важливо зазначити, що метод гейміфікації також впливає на соціальну взаємодію користувачів. У разі розширення функціоналу системи можна реалізувати таблиці лідерів, які відображають успішність користувачів у порівнянні з іншими, а також систему викликів — наприклад, можливість «кинути виклик» іншому користувачеві на проходження тесту на швидкість або точність. Така взаємодія сприяє розвитку здорової конкуренції, що підвищує інтерес і залучення до навчального процесу.[24]

Застосування гейміфікації у вивченні жестової мови є особливо актуальним, адже цей тип навчання передбачає візуально-моторну активність, яку складно підтримувати традиційними текстовими чи аудіозасобами. Завдяки використанню гейміфікованих механік можна підтримувати високу залученість користувача до процесу навіть у випадках, коли матеріал вимагає значних когнітивних зусиль — наприклад, під час засвоєння тонких моторних рухів або схожих за формою жестів.[39]

Таким чином, метод гейміфікації в освітній інформаційній системі, присвяченій українській жестовій мові, дозволяє ефективно поєднати навчальні

цілі з ігровими стимулами, формуючи стабільний інтерес, підвищуючи ефективність засвоєння матеріалу та забезпечуючи систематичну взаємодію з контентом. У перспективі цей підхід може бути розширений через впровадження більш складних сценаріїв гейміфікації, наприклад, сюжетних ліній, внутрішньоігрових подій, сезонних активностей або інтеграції з зовнішніми платформами навчання.

Метод управління сценарієм навчання.

Метод управління сценарієм навчання є критично важливою складовою ефективного функціонування інтерактивних освітніх систем, зокрема в тій сфері, яка передбачає візуальне засвоєння матеріалу, як-от вивчення української жестової мови. Цей метод базується на засадах педагогічного дизайну, які передбачають цілеспрямоване, структуроване та системне конструювання навчального досвіду, з урахуванням когнітивних процесів засвоєння інформації, механізмів формування довготривалої пам'яті та адаптації до індивідуальних особливостей користувача.

У реалізації зазначеної системи основним структурним принципом слугує трифазна модель «дивися — відповідай — навчайся через помилки», що реалізується послідовно у кожному сценарії уроку. Така модель дозволяє не лише формально перевірити знання, а й інтегрувати механізми закріплення та рефлексії, які мають ключове значення в контексті мови жестів, де велику роль відіграють моторна пам'ять, візуальне розпізнавання і миттєва реакція на образи.

Перший етап — це демонстрація жесту. На цьому етапі користувач переглядає коротке відео, у якому відображено виконання конкретного жесту — із чіткою артикуляцією, правильним темпом, достатнім повторенням руху та можливим супроводом у вигляді перекладу на українську мову або графічного пояснення. Цей етап є критично важливим для формування візуального зразка в пам'яті користувача. Особливої уваги потребує якість відео, його ритм, відсутність зайвих візуальних подразників та правильна позиція рук виконавця в межах кадру — все це дозволяє зосередити увагу саме на навчальному жесті.

Друга фаза — це етап активної взаємодії, або тестування. Після перегляду відео користувач отримує завдання у форматі вікторини — наприклад, потрібно

обрати правильне значення щойно продемонстрованого жесту з-поміж декількох варіантів. Такий підхід дозволяє не лише перевірити рівень розуміння, але й активізувати механізм короткочасної пам'яті, що сприяє кращому засвоєнню. Важливим моментом є те, що система повинна миттєво фіксувати результат — не лише правильність відповіді, але й час реакції, кількість переглядів відео перед відповіді, що в подальшому використовується для адаптації навчального шляху.

Третя частина сценарію — це аналіз помилок та навчання через них. Якщо користувач обирає неправильну відповідь, система не лише фіксує це як статистичну подію, а й надає пояснення. Це може бути повторне відтворення відео з жестом, текстовий або голосовий коментар щодо особливостей жесту, порівняння з жестом, який був обраний помилково. Важливо, щоб пояснення не обмежувалося вказівкою на помилку, а допомагало користувачеві усвідомити причину неправильного вибору. Наприклад, система може вказати на те, що обраний жест виконується схожим чином, але має іншу конфігурацію рук або напрямок руху. Такий зворотній зв'язок є основою навчання через помилки, що стимулює розвиток вміння розрізняти схожі елементи та формує глибше розуміння контексту.

Крім того, система передбачає повернення до попереднього матеріалу після помилки — або негайно, або під час наступного навчального циклу. Це дозволяє уникнути ефекту «випадіння» знань, коли засвоєння відбувається поверхнево. Розробка рівневої моделі передбачає логічне структурування навчального матеріалу — жести групуються за тематикою, складністю, граматичними функціями, що дозволяє будувати прогресивну траєкторію навчання, де кожен наступний етап спирається на попередній.

Таким чином, метод управління сценарієм навчання забезпечує поетапне й усвідомлене формування знань, дозволяючи користувачу не лише пасивно переглядати матеріал, але й активно брати участь у його засвоєнні, аналізі власних помилок і корекції розуміння. Це наближає освітній процес до умов реального середовища, де мовні конструкції використовуються з урахуванням контексту, емоцій, інтенцій — і все це потребує гнучкого мислення та високого рівня чутливості до деталей. У межах системи для вивчення української жестової мови

цей підхід дозволяє сформувати не механічне запам'ятовування, а свідоме й інтуїтивне володіння жестами, що є ключем до ефективної комунікації.

Методи класифікації контенту.

Методи класифікації контенту у навчальній інформаційній системі відіграють важливу роль у створенні логічної, зрозумілої та зручної для користувача структури. Вони забезпечують не лише організацію навчального матеріалу, а й підтримку індивідуальних траєкторій навчання, адаптацію контенту до цілей користувача, а також підвищення ефективності сприйняття та закріплення знань. У випадку системи, орієнтованої на ігрове вивчення української жестової мови, класифікація контенту дозволяє систематизувати велику кількість відеофрагментів із жестами, спростити пошук та повторення, а також забезпечити відчуття прогресу, що є ключовим фактором у збереженні мотивації.

Основним підходом до класифікації контенту у цьому проєкті є тематична класифікація, яка ґрунтується на принципі семантичної близькості жестів та слів, що їм відповідають. Згідно з цією моделлю, навчальні одиниці об'єднуються у категорії, кожна з яких охоплює певну сферу повсякденного життя, мовленнєвої активності чи емоційної взаємодії. Такий поділ дозволяє користувачеві вивчати лексику не ізольовано, а в контексті, що значно підвищує ефективність запам'ятовування.

Однією з базових категорій, з якої починається навчання, є алфавіт — вивчення дактильної абетки є основою для подальшого опанування жестової мови, оскільки дає змогу засвоїти принципи побудови знаків, положення рук, просторову орієнтацію та ритм виконання жестів. Друга важлива категорія — базові слова, тобто ті, що найчастіше використовуються в щоденному спілкуванні: привітання, прощання, слова-відповіді (так, ні), запитання (хто, що, де), числівники, дні тижня тощо. Ця лексика є ядром повсякденного мовлення й дозволяє швидко сформувати базову комунікативну компетентність.

Наступною важливою темою є емоції — категорія, яка охоплює жести, що передають психологічний стан, ставлення, реакції. Для жестової мови ця група особливо значуща, адже в ній важливу роль відіграють не лише рухи рук, але й

міміка, що формує загальну експресивність висловлювання. Саме тому навчальні блоки з цієї категорії супроводжуються детальними відео з акцентом на вираз обличчя, що допомагає користувачу краще зрозуміти, як поєднуються невербальні компоненти у жестовому спілкуванні.

Окрему групу становлять теми, пов'язані з повсякденним спілкуванням — фрази для запиту інформації, орієнтації в просторі, купівлі товарів, звернення до інших осіб, опису ситуацій. Цей тематичний блок дозволяє підготувати користувача до практичного застосування жестової мови в реальних життєвих ситуаціях, наближаючи навчання до умов автентичного спілкування.

Ще однією важливою категорією є професії та соціальні ролі. Вона включає назви основних видів діяльності (вчитель, лікар, водій, продавець тощо), що дозволяє сформувати у користувача можливість описувати себе, інших, а також орієнтуватися у контекстах, пов'язаних із працею, навчанням чи обслуговуванням. У майбутньому ця категорія може бути розширена за рахунок включення вузькоспеціалізованої лексики для певних груп користувачів — наприклад, студентів медичних або технічних напрямів.

Важливою перевагою тематичної класифікації є можливість побачити прогрес не лише в лінійному порядку (від рівня до рівня), а й у межах окремих категорій. Таким чином, користувач може самостійно обирати, які теми опановувати в першу чергу, повертатися до складніших або цікавих для нього категорій, і водночас бачити, скільки слів або жестів вже вивчено в кожному тематичному блоці. Це створює ілюзію контролю над навчальним процесом, що позитивно впливає на мотивацію.

У реалізації системи класифікація втілюється на рівні структури навчальних модулів, де кожна категорія представлена у вигляді окремої «глави» з власним візуальним оформленням, порядком проходження, умовами відкриття нових тем і системою досягнень. З технічного боку, для цього використовуються спеціальні структури на базі `ScriptableObject`, які дозволяють описувати навчальні одиниці з прикріпленими відеофрагментами, тегами, інструкціями, порядком слідування і взаємозв'язками з іншими модулями. Це забезпечує гнучкість системи та

можливість масштабування — зокрема, додавання нових категорій без порушення загальної логіки побудови навчального курсу.

Таким чином, методи класифікації контенту, зокрема тематична структура, виконують не лише організаційну функцію, а й глибоко впливають на ефективність навчального процесу, формування інтересу, підтримку індивідуального підходу та створення повноцінного середовища вивчення української жестової мови у форматі ігрової інформаційної системи.

Метод збереження і відновлення стану користувача.

Метод збереження і відновлення стану користувача є важливою складовою будь-якої сучасної інтерактивної освітньої системи, що прагне забезпечити безперервність навчального процесу, персоналізований підхід та гнучкість взаємодії з контентом. У контексті розробки системи для ігрового вивчення української жестової мови цей метод набуває особливого значення, оскільки дає змогу користувачеві зберігати прогрес, повертатися до матеріалів на будь-якому етапі, аналізувати свої успіхи та помилки, а також продовжувати навчання з тієї точки, на якій він зупинився незалежно від пристрою або періоду неактивності.

Суть методу полягає у фіксації так званого "стану користувача" — сукупності даних, які характеризують індивідуальний навчальний шлях. Це, зокрема, інформація про пройдені уроки, переглянуті відео, кількість правильних і неправильних відповідей, виконані тести, відкриті категорії, здобуті досягнення та інші взаємодії з контентом. Крім того, стан включає часові мітки останньої активності, індикатори повторних переглядів матеріалів, а також поточний рівень користувача в тій чи іншій тематичній категорії. Зібрані дані дозволяють не лише зберігати прогрес, а й надавати релевантні рекомендації — наприклад, щодо повторного проходження складного матеріалу або відкриття нового рівня складності.

З технічного боку метод реалізується шляхом серіалізації даних стану та їхнього збереження у вибраному сховищі. На початковому етапі, особливо при офлайн-роботі або роботі на одному пристрої, для цього використовується локальне сховище — наприклад, через PlayerPrefs, JSON-файли або інші форми

збереження у файловій системі пристрою. Такий підхід є простим у реалізації, швидким і не потребує підключення до інтернету. Однак для розширених функцій — наприклад, синхронізації прогресу між кількома пристроями, відновлення стану після видалення або перевстановлення застосунку, спільної роботи з базою знань — доцільно використовувати хмарні сервіси.

У рамках цього проєкту як потенційна хмарна база даних може застосовуватися платформа Firebase від Google, яка забезпечує зручний інтерфейс для зберігання користувацьких даних у реальному часі, високий рівень безпеки та підтримку масштабування. Зокрема, використовуються сервіси Firebase Authentication для ідентифікації користувача та Firebase Realtime Database або Firestore для зберігання його навчального стану. Це дозволяє реалізувати персоналізований досвід: користувач може увійти у систему з будь-якого пристрою, і всі його дані будуть автоматично підтягнуті, забезпечуючи безперервність навчання. У майбутньому це відкриває можливості для аналізу статистики користувачів, виявлення типових труднощів, а також реалізації адаптивного навчання на основі накопичених даних.

Окремо варто зазначити, що збереження стану дозволяє реалізувати ще одну важливу функцію — відновлення попередньої сесії навчання. Наприклад, якщо користувач перервав заняття, система може після запуску автоматично запропонувати продовжити з тієї ж вправи або відео. Це підвищує зручність користування застосунком і сприяє формуванню регулярного навчального ритму. У психологічному контексті така функція усуває бар'єр «повторного входу в процес», що часто є причиною припинення навчання у цифрових додатках.[40]

Ще однією перевагою методу збереження стану є можливість аналізу прогресу в динаміці. Система може зберігати історію відповідей, що дає змогу побудувати візуалізацію навчального шляху користувача, показати сильні і слабкі сторони, виявити повторювані помилки, а також сформувати рекомендації для подальшого навчання. Це може бути реалізовано через інтерактивні дашборди, діаграми, рейтинги тощо, що додатково стимулює мотивацію.

Таким чином, метод збереження і відновлення стану користувача є не лише технічною функцією, а й фундаментальним механізмом підтримки гнучкого, безперервного, персоналізованого та ефективного навчального процесу. У системі для вивчення української жестової мови він дозволяє користувачеві контролювати свій прогрес, підтримувати мотивацію, уникати втрати навчальних результатів і відчувати цілісність освітньої взаємодії. У перспективі його інтеграція з іншими методами, такими як адаптивне навчання чи гейміфікація, створює потужний синергетичний ефект, що виводить навчальний застосунок на рівень сучасного освітнього цифрового продукту.

Методи подання інформації.

Методи подання інформації в рамках інтерактивної інформаційної системи для вивчення української жестової мови є основою формування ефективного навчального процесу. Оскільки жестова мова є візуальною формою комунікації, що ґрунтується на комплексі невербальних елементів — конфігураціях рук, напрямках руху, положенні у просторі, міміці, зоровому контакті та навіть ритмі виконання жестів — спосіб подання матеріалу повинен бути спеціально адаптований до цих особливостей. Відтак, застосування мультимодальних методів подання знань у такій системі не є лише побажанням до дизайну, а необхідною умовою забезпечення повноцінного розуміння і засвоєння навчального контенту.

Принцип мультимодального подання інформації передбачає одночасне або послідовне використання кількох каналів передачі знань — зорового, текстового, аудіального, моторного — з метою залучення різних когнітивних систем користувача. Такий підхід базується на дослідженнях у сфері когнітивної психології та педагогіки, які свідчать, що інформація, подана через кілька сенсорних каналів, запам'ятовується краще, ніж та, що передається лише через один з них. У нашому випадку це дозволяє поєднати головну форму навчання — візуальну (через відео з жестами) — із допоміжними, такими як текстовий переклад, пояснення, анімації чи графічні позначення.

Центральним інструментом подання знань у системі виступає метод відеопояснення (video-based instruction). Він реалізується через спеціально створені

відеофрагменти, у яких демонструється виконання жесту у високій якості та з різних ракурсів. Зазвичай відео супроводжується фоновим освітленням, що підкреслює контури рук, а також нейтральним одягом виконавця для уникнення візуального шуму. У деяких випадках використовується повільне відтворення або повтор з акцентом на ключові рухи, що допомагає краще зафіксувати форму жесту в пам'яті. Крім того, можливість поставити відео на паузу, переглянути його кілька разів або змінити швидкість — суттєво підвищує індивідуальну ефективність навчання.

Важливим компонентом мультимодального підходу є текстовий супровід. До кожного відео додається напис, який відображає українське слово або фразу, що відповідає жесту. Це дозволяє користувачеві співвіднести побачене з вербальним змістом, а також спиратися на текст при пошуку або повторенні навчального матеріалу. Текст також може містити коротке пояснення щодо контексту використання жесту, граматичної функції, можливих варіантів його застосування в реальному спілкуванні.

Ще одним ефективним інструментом є візуальний фідбек — тобто система графічних або анімаційних підказок, що супроводжують дії користувача. Наприклад, після правильної відповіді може з'являтися зелений індикатор, а у випадку помилки — червоний, з поясненням або пропозицією повторити перегляд відео. Такий фідбек не лише надає зворотній зв'язок, але й виконує функцію підкріплення, стимулюючи користувача до активної участі та самоконтролю. У деяких випадках можуть використовуватися додаткові візуальні ефекти — наприклад, підсвічування частини руки на відео, яка є ключовою для жесту, або анімоване порівняння правильного і помилкового виконання.

Іншим цікавим аспектом є можливість поєднання відео з елементами інтерфейсу — наприклад, у форматі «вибери відповідь після перегляду». Це дозволяє перетворити пасивне сприйняття матеріалу у інтерактивне, що суттєво активізує увагу і формує навички миттєвого розпізнавання жестів. У цьому випадку користувач після перегляду відео повинен обрати відповідну відповідь зі списку

варіантів, що не лише перевіряє рівень розуміння, а й підтримує мультисенсорну активацію.

Також перспективним є використання мультимодальності у підказках: наприклад, при кількох неправильних відповідях система може не лише показати жест ще раз, але й додати схематичну ілюстрацію положення рук, написати граматичну функцію цього жесту, чи надати приклад його вживання у короткому реченні. Це створює багаторівневу підтримку користувача, яка враховує як візуальні, так і логіко-семантичні канали сприйняття.

Таким чином, методи подання інформації у системі для ігрового вивчення української жестової мови є інтегрованою системою мультимодального контенту, побудованою навколо відеопояснень та посиленою текстовими і графічними елементами. Це дозволяє забезпечити повноцінне охоплення усіх критично важливих компонентів жесту, формує міцні асоціації між жестом і його значенням, а також сприяє кращому закріпленню знань через багаторазову взаємодію з матеріалом у різних формах. У підсумку, мультимодальний підхід стає не лише засобом підвищення ефективності навчання, але й основою позитивного користувацького досвіду в системі, яка орієнтується на сучасні стандарти

2.2.2 Моделі, що лежать в основі системи

Модель взаємодії “користувач — система”.

Модель взаємодії “користувач — система” у рамках інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови базується на фундаментальних принципах HCI (Human-Computer Interaction — взаємодія людини з комп’ютером), що передбачають створення інтуїтивно зрозумілої, передбачуваної та комфортної в користуванні цифрової платформи. У цій моделі користувач виступає центральною фігурою навчального процесу, а система — як інструмент, що не лише передає інформацію, а й активно веде діалог, адаптується, надає зворотний зв’язок і формує контекст навчання.

Взаємодія між користувачем і системою реалізується насамперед через інтерфейс — сукупність візуальних, інтерактивних та логічних елементів, які дозволяють користувачеві орієнтуватися у програмі, обирати варіанти відповідей, переглядати навчальні матеріали, відстежувати свій прогрес, отримувати підказки тощо. Побудова такого інтерфейсу має спиратися на принципи UX-дизайну (User Experience), де в центрі уваги — не лише естетика, а й ефективність, ергономіка, простота виконання дій та емоційне сприйняття.

Одним з ключових моментів є зниження когнітивного навантаження. Навчання жестової мови передбачає інтенсивну роботу з візуальним каналом сприйняття, тож надмірне ускладнення інтерфейсу або перевантаження його текстовими, графічними чи анімаційними елементами може відволікати користувача від головного — розпізнавання та запам’ятовування жестів. Тому система реалізована таким чином, аби кожен екран мав лише ті функції, які необхідні в конкретний момент навчання. Наприклад, під час перегляду відео з жестом користувач бачить саме відео, короткий опис жесту, кнопку для повторного перегляду та перехід до тестування — і жодних додаткових вікон, спливаючих повідомлень чи зайвих блоків.

Логіка переміщення між елементами системи побудована на принципі передбачуваності. Це означає, що користувач завжди розуміє, яка дія до чого призведе, які опції йому доступні і як повернутися на попередній крок. Наприклад,

при переході з розділу навчання до вікторини інтерфейс не змінюється кардинально, а плавно адаптується, зберігаючи знайому структуру: зліва — відео або текст, справа — інтерактивна зона з відповідями або підказками. Така стабільність структури інтерфейсу дозволяє швидше орієнтуватися в системі навіть новим користувачам.

Ще одним важливим принципом є наявність постійного зворотного зв'язку. Після кожної дії користувача система одразу реагує — у формі кольорових індикаторів (зелений — правильно, червоний — помилка), коротких повідомлень («Вірно!», «Спробуй ще раз»), а також змін в інтерфейсі (відкриття нового рівня, оновлення статусу тощо). Такий зворотний зв'язок важливий для формування відчуття прогресу, а також для емоційного підкріплення навчальної дії, що, в свою чергу, стимулює подальшу активність користувача.

Окремо варто згадати про роль інтерактивних елементів — кнопок вибору відповіді, панелей переходу між категоріями, іконок досягнень, візуальних шкал прогресу тощо. Їхнє розташування, розмір, колір та поведінка мають відповідати принципам доступності, тобто бути зручними як для дорослих, так і для дітей, незалежно від рівня технічної підготовки. Наприклад, кнопки повинні бути достатньо великими для натискання на мобільних пристроях, а кольори — контрастними для користувачів з порушеннями зору.

Також модель взаємодії враховує різні сценарії поведінки користувачів: наприклад, ті, хто хоче проходити уроки послідовно, можуть рухатись від рівня до рівня у межах однієї категорії; натомість інші можуть обирати навчання «в довільному порядку», фокусуючись на темах, які їм потрібні найбільше — емоції, повсякденні фрази, алфавіт тощо. Система не блокує такий підхід, а лише супроводжує його через підказки й повідомлення про досягнення.

Таким чином, модель “користувач — система” у даній інформаційній платформі виконує не лише роль інтерфейсної оболонки, а й стає невід’ємною частиною педагогічного дизайну. Вона дозволяє формувати комфортне, передбачуване і водночас гнучке середовище, де кожна дія користувача має логічне продовження, кожна помилка — пояснення, а кожен крок — підтвердження. У

підсумку це сприяє не лише ефективному навчанню, а й формуванню позитивного емоційного досвіду, що є ключовим чинником у довготривалому залученні до освітнього процесу.

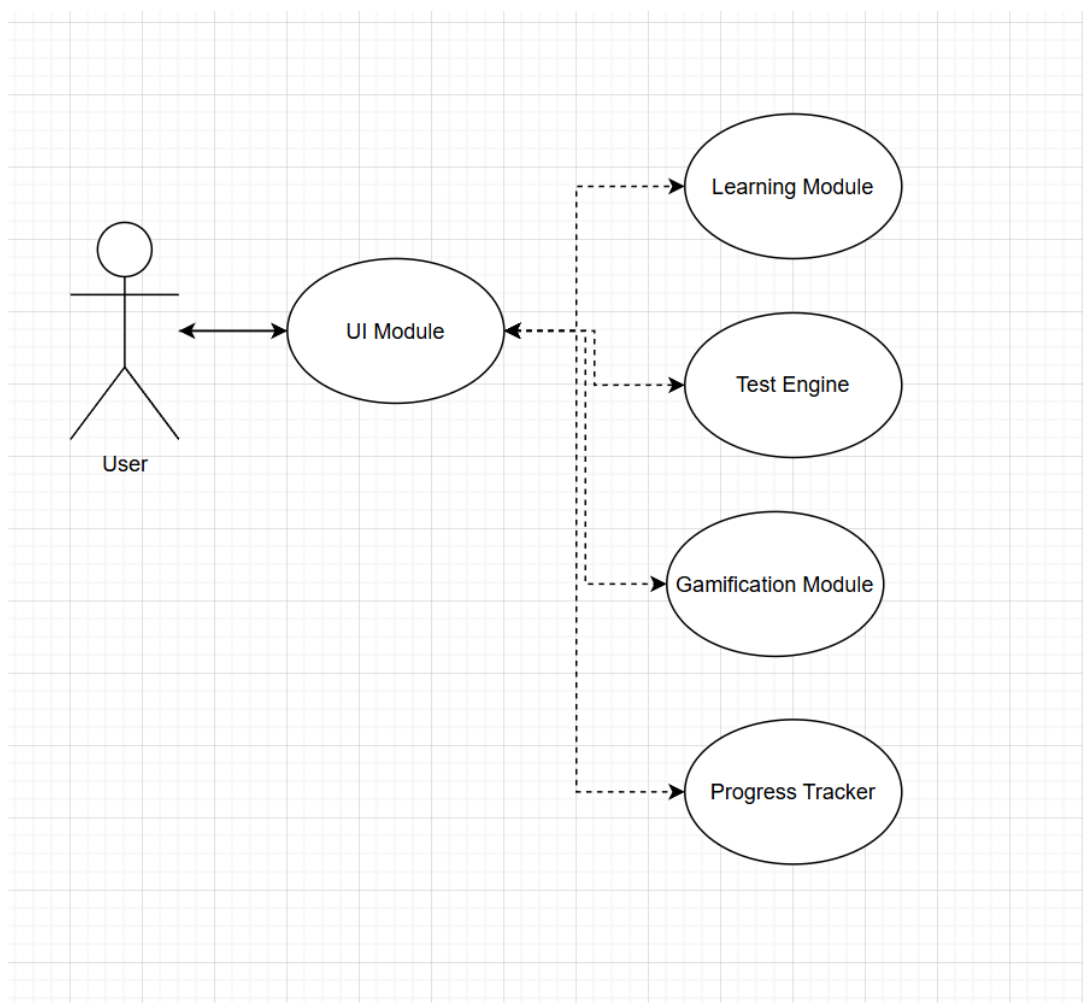


Рисунок 2.9 – Модель взаємодії

Джерело: розроблено автором

Компонентна модель системи.

Компонентна модель системи є архітектурною основою проектування інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови. Вона базується на принципах модульності, що дозволяють розділити функціональність платформи на незалежні, але взаємодіючі між собою частини — компоненти. Такий підхід не лише забезпечує високу гнучкість розробки та супроводу, а й дозволяє реалізовувати складні логічні сценарії навчання, не порушуючи структуру загальної системи. Особливо це важливо у динамічному освітньому середовищі, де

потреби користувачів, технологічні засоби та методи подання знань швидко змінюються.

У межах цієї системи кожна ключова функція — тестування, відеопояснення, система збереження прогресу, гейміфікація — реалізована у вигляді окремого компонента. Така структурна організація дозволяє кожному модулю мати власну логіку, інтерфейс, внутрішні дані й водночас забезпечує механізми зв'язку з іншими частинами системи. Наприклад, відеомодуль відповідає за відтворення навчального контенту, має інтерфейс для завантаження відео з жестами, контролі програвання, підтримки декількох мов пояснення (якщо потрібно), а також може взаємодіяти з модулем підказок або контролем доступу до навчальних блоків.

Компонент тестування, у свою чергу, оперує логікою перевірки знань: формує питання, генерує випадкові або тематично згруповані варіанти відповідей, фіксує результати, зберігає їх у системі обліку успішності користувача. Він є незалежним від візуального контенту, але взаємодіє з модулем зворотного зв'язку — після вибору відповіді тестовий компонент викликає відповідну реакцію інтерфейсу: індикацію правильності/помилки, пояснення, оновлення даних прогресу тощо.

Модуль прогресу відповідає за збереження і відновлення стану користувача. Він веде облік пройдених рівнів, відкритих категорій, кількості правильних відповідей, переглядів відео, досягнень та іншої статистики. Цей модуль працює як із локальним сховищем (наприклад, `PlayerPrefs` чи серіалізовані JSON-об'єкти), так і з хмарними базами даних на кшталт `Firebase`, забезпечуючи синхронізацію між пристроями, резервне копіювання та відновлення після втрати даних.

Гейміфікаційний компонент реалізує механізми мотивації: відстежує накопичення балів, відкриття нових рівнів, присудження нагород, ведення щоденних або тематичних завдань. Він також може бути розширений через введення таблиць лідерів, викликів між користувачами або внутрішньоігрових подій. Компонент може працювати незалежно від навчального контенту, але реагує на сигнали інших модулів — наприклад, підрахунок балів за правильні відповіді або відкриття нової теми за активність.

Окремо слід відзначити наявність інтерфейсного компонента (UI), який відповідає за візуальне представлення всієї системи. Він не містить логіки навчання, але надає зручні інструменти для навігації, перегляду матеріалів, вибору варіантів, перегляду досягнень і переміщення між розділами. Інтерфейс працює через подієву модель — тобто реагує на дії користувача і передає сигнали до відповідних логічних модулів, з якими взаємодіє.

Також можлива реалізація додаткових компонентів, таких як модуль налаштувань, багатомовності, доступності (збільшення шрифтів, перемикання на озвучування тощо), технічної діагностики, моніторингу продуктивності тощо. Такий підхід дозволяє масштабувати систему — тобто додавати нові функції без необхідності змінювати вже існуючі частини. Наприклад, можна ввести нову форму тестування (на відповідність жесту), просто підключивши новий модуль до загальної архітектури.

Ключова перевага компонентної моделі — це забезпечення незалежності та слабкого зв'язування між частинами системи. Завдяки цьому кожен модуль можна оновлювати, вдосконалювати або замінювати без порушення роботи всієї платформи. Якщо, наприклад, виникає потреба змінити формат збереження даних або перейти з Firebase на інше хмарне рішення — це можна зробити в межах одного модуля, не зачіпаючи логіку гейміфікації чи тестування.

У підсумку, компонентна модель системи є не лише зручною з технічного боку, але й підтримує концепції сталого розвитку програмного продукту, що особливо актуально в освітній сфері. Вона дозволяє адаптувати систему до нових педагогічних підходів, технологічних рішень, побажань користувачів і змін у навчальному контенті, зберігаючи при цьому цілісність і надійність функціонування. У випадку навчальної системи для української жестової мови це є гарантією якості, гнучкості та довготривалого розвитку проєкту.

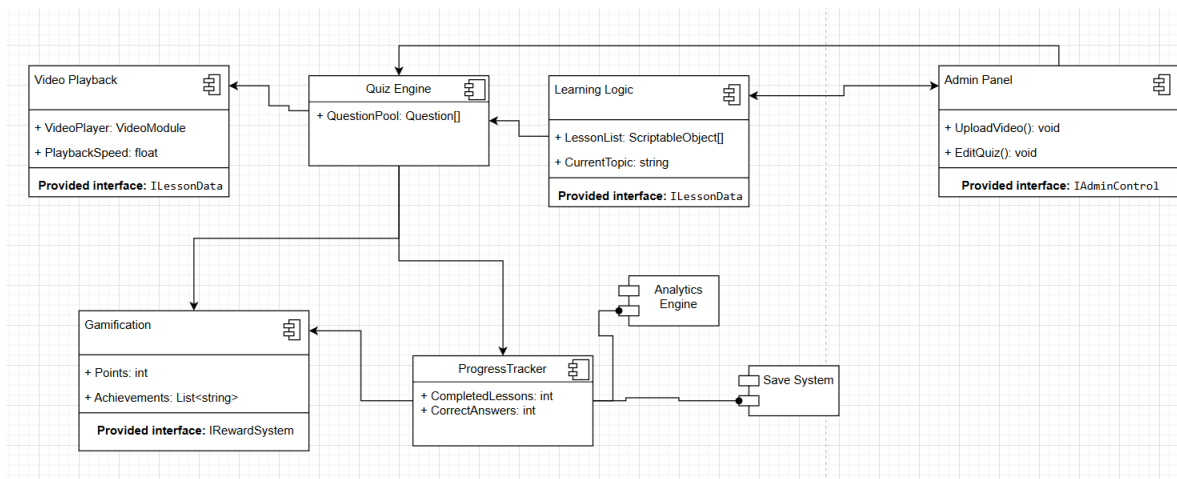


Рисунок 2.10 – Компонентна модель системи

Джерело: розроблено автором

Модель керування навчальним маршрутом.

Модель керування навчальним маршрутом у системі для ігрового вивчення української жестової мови побудована на основі лінійно-гілкової архітектури з можливістю динамічної адаптації маршруту відповідно до результатів користувача. Такий підхід дозволяє поєднати структурованість традиційного послідовного навчання з гнучкістю, яка притаманна адаптивним системам, де траєкторія навчання може змінюватися відповідно до прогресу, рівня знань та особливостей засвоєння матеріалу.

Лінійно-гілкова модель передбачає, що навчання розпочинається з базових тем і просувається вперед за логікою поступового ускладнення. Кожна тема або категорія жестів відкривається лише після завершення попередньої, що дозволяє формувати фундаментальні знання і уникати прогалин у розумінні. Наприклад, перед тим як перейти до теми “Професії” або “Соціальні ролі”, користувач спочатку повинен успішно засвоїти “Алфавіт”, “Базову лексику” та “Повсякденне спілкування”. Це дає змогу створити міцний мовний базис і забезпечити плавний перехід між рівнями складності.

Однак ця модель не є абсолютно жорсткою. В системі реалізовано функціонал умовного пропуску — так званий *skip-mode* — який дозволяє користувачам, що демонструють високу результативність, перескакувати проміжні

блоки і переходити одразу до більш складних тем або розділів. Така можливість передбачена насамперед для тих, хто вже має певний рівень знань або швидко засвоює матеріал, не потребуючи детального проходження кожного блоку.

Управління цим маршрутом здійснюється за допомогою алгоритмічного контролю, який оцінює успішність користувача на основі низки показників. Основними критеріями є відсоток правильних відповідей у тестах, кількість спроб, необхідних для проходження блоку, середній час на завдання, повторюваність помилок, перегляди навчального відео тощо. Якщо ці параметри перевищують визначений поріг (наприклад, 90% правильних відповідей у першій спробі та відсутність повторних помилок у трьох поспіль уроках), система пропонує користувачеві перейти на наступний рівень або розблоковує кілька тем одночасно.

Такий механізм не лише робить навчання більш індивідуалізованим, а й стимулює користувача до активнішої участі, адже чітко демонструє зв'язок між результативністю та можливістю пришвидшеного прогресу. У свою чергу, для тих, хто має труднощі на певному етапі, передбачено повернення до попередніх блоків, автоматичне вставлення повторень у маршрут, а також рекомендації щодо перегляду додаткового матеріалу.

Крім того, модель маршруту включає вузли розгалуження — моменти, коли користувач може самостійно обирати між кількома тематичними напрямками. Наприклад, після завершення базового рівня система може запропонувати кілька шляхів: “Емоції”, “Жести для подорожей”, “Навчання та освіта” тощо. Такий підхід базується на принципі персоналізації, дозволяючи користувачеві будувати навчальний шлях відповідно до власних інтересів або цілей.

Важливою перевагою цієї моделі є також можливість її розширення. Завдяки компонентній архітектурі системи можна легко додавати нові навчальні гілки, блоки або розділи без потреби перебудовувати весь маршрут. Це дозволяє адаптувати систему до різних вікових груп, рівнів підготовки чи освітніх потреб. Наприклад, можна створити окремі маршрути для дітей, для людей з досвідом володіння іншими жестовими мовами, або для професійного навчання (медична, технічна жестова лексика).

У технічному плані модель керування маршрутом реалізується через систему станів і тригерів, які реагують на дії користувача. Кожна навчальна одиниця має свій унікальний ID, прив'язаний до певної теми, складності й порядку проходження. Алгоритм контролю обчислює поточний стан користувача, порівнює його з заданими умовами і відповідно до результату приймає рішення про доступність наступних блоків. У разі відповідності критеріям система генерує подію на відкриття нових розділів або переходу до наступного рівня.

У підсумку, лінійно-гілкова модель з елементами адаптивності забезпечує баланс між системністю і гнучкістю: вона дозволяє новачкам послідовно й впевнено опановувати матеріал, а досвідченим користувачам — швидко просуватися до складніших тем. Такий підхід не лише підвищує ефективність навчання, але й підтримує мотивацію, формує відчуття контролю та залученості, що вкрай важливо для успішного оволодіння жестовою мовою в умовах цифрового середовища.

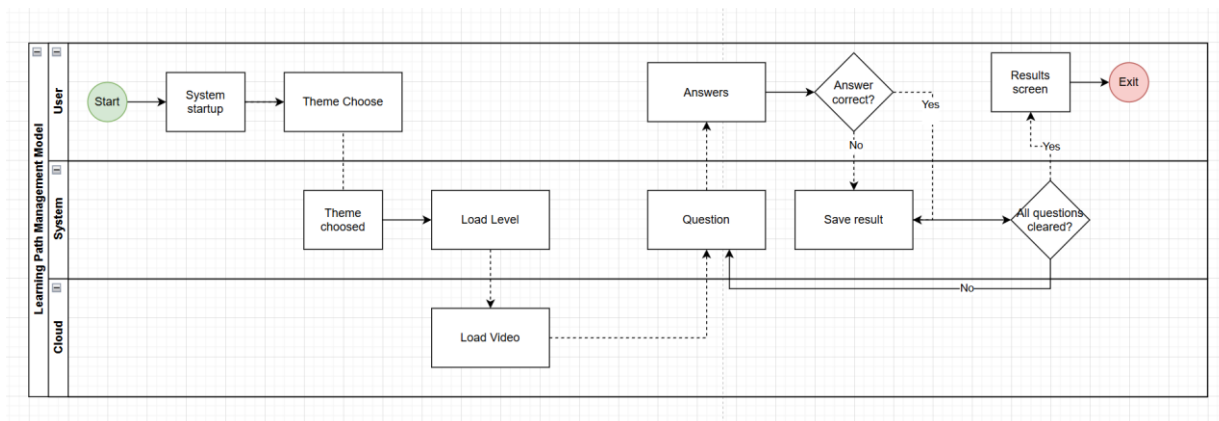


Рисунок 2.11 – Модель керування навчальним маршрутом.

Джерело: розроблено автором

Модель зворотного зв'язку.

Модель зворотного зв'язку у навчальній системі для ігрового вивчення української жестової мови є ключовим елементом, що забезпечує не лише моніторинг результатів користувача, але й підтримку мотивації, корекцію помилок та індивідуалізацію освітнього процесу. Вона реалізована як динамічна, багаторівнева система повідомлень, рекомендацій і візуального відображення

навчального прогресу, яка супроводжує кожну дію користувача протягом усієї взаємодії з платформою. Її головна мета — забезпечити користувача постійним розумінням того, де він перебуває у навчанні, наскільки ефективно опановує матеріал, і що саме слід зробити для покращення результату.

Основою реалізації цієї моделі є механізм оперативного зворотного зв'язку після кожного виконаного завдання. Як тільки користувач завершує чергову вправу — наприклад, обирає правильну відповідь у вікторині після перегляду відео з жестом, система одразу ж генерує візуальне повідомлення про результат: якщо відповідь правильна, відображається позитивний індикатор (зазвичай зелений колір, анімація, текст на кшталт «Правильно!»), а якщо ні — з'являється червоний індикатор із текстовим повідомленням типу «Неправильно, спробуй ще раз». Разом із цим повідомленням система надає коротке пояснення — або щодо правильності вибору, або з причиною помилки, наприклад: «Цей жест означає інше слово» або «Зверни увагу на положення рук у жесті». Такий миттєвий фідбек виконує функцію когнітивного підкріплення, допомагаючи закріпити правильну відповідь або усвідомити джерело помилки.

Крім миттєвого фідбеку, система також підтримує контекстуальний зворотний зв'язок, який з'являється після завершення певного блоку навчання — теми, підкатегорії або рівня. У такому випадку користувач отримує загальне повідомлення про свій прогрес, яке включає кількість правильних і неправильних відповідей, середній рівень успішності у темі, відсоток проходження, а також рекомендації щодо повторення або переходу до наступного етапу. Наприклад, якщо система фіксує, що у певній категорії користувач зробив занадто багато помилок, вона може запропонувати повідомлення: «Ми помітили, що деякі жести були складними. Рекомендуємо переглянути матеріал ще раз перед переходом далі». Водночас, якщо користувач пройшов розділ без помилок, з'являється повідомлення типу: «Відмінно! Ти готовий перейти до наступного рівня».

Візуалізація прогресу є ще одним важливим елементом моделі зворотного зв'язку. Користувач на головному екрані або у межах конкретного розділу бачить індикатори проходження: відсоток засвоєного матеріалу, статус кожної теми

(наприклад, "не розпочато", "у процесі", "завершено"), а також досягнення — значки, рівні, персональні рекорди. Це не лише дозволяє користувачеві стежити за власним прогресом, а й створює відчуття досягнення, що важливо для мотивації. Такий фідбек формує «карту успіху», де користувач бачить свою освітню траєкторію, у тому числі з проблемними місцями, які потребують додаткової уваги.

Окрему роль у зворотному зв'язку відіграють повідомлення-підказки, які з'являються під час проходження навчання, особливо у випадках повторюваних помилок. Наприклад, якщо користувач двічі неправильно відповів на запитання з одним і тим самим жестом, система автоматично генерує повідомлення на кшталт: «Схоже, цей жест викликає труднощі. Хочеш переглянути відео ще раз?». Такий підхід наближає систему до адаптивного фідбеку — механізму, який автоматично аналізує індивідуальну поведінку користувача і надає персоналізовані поради, що підвищують ефективність засвоєння знань.

У перспективі передбачається розвиток цієї моделі з впровадженням повноцінного адаптивного зворотного зв'язку. Це означає, що система збиратиме аналітику щодо навчального стилю, типових помилок, часу реакції, успішності за темами та формуватиме індивідуалізовані підказки. Наприклад, користувачам, які засвоюють краще через повтор, пропонуватимуться завдання на повторення, тим, хто має високу точність — пришвидшене проходження. Така персоналізація стане наступним етапом розвитку системи і дозволить вивести навчання на новий рівень ефективності.

Таким чином, модель зворотного зв'язку у системі реалізована як багатофункціональний механізм, що охоплює як миттєві реакції на дії користувача, так і стратегічне інформування про прогрес. Вона підтримує мотивацію, орієнтує в процесі навчання, дозволяє уникати повторення помилок і поступово готує до впровадження інтелектуального адаптивного супроводу, що є характерною ознакою сучасних освітніх технологій.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТНОГО РІШЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ ТА ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Проєктування бази даних та сховища даних для інформаційної системи ігрового вивчення української жестової мови

Проєктування бази даних та сховища даних для інформаційної системи ігрового вивчення української жестової мови є критично важливим етапом для забезпечення структурованого, надійного та ефективного зберігання навчального контенту, даних користувачів та результатів їхнього прогресу. Інформаційна система, яку описано у магістерській роботі, орієнтується на використання мультимедійних матеріалів, інтерактивних тестів і гейміфікованих механік для навчання жестової мови, тому база даних має підтримувати зберігання великої кількості різноманітної інформації — відеофрагментів жестів, текстових підписів, тестових завдань і відповідей, статистики проходження та даних для таблиць лідерів.

У процесі розробки інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови особливу увагу було приділено тому, як організувати навчальний контент таким чином, щоб він залишався гнучким, масштабованим і простим в управлінні. Основою для цієї організації стало використання можливостей технології `ScriptableObject` у середовищі `Unity`, яка дозволяє створювати незалежні модулі даних і працювати з ними без необхідності змінювати кодову частину програми.

Кожна навчальна категорія жестів у системі представлена окремим об'єктом типу `ThemeSO`. Цей об'єкт виконує роль контейнера, що об'єднує певну групу жестів за спільною тематикою або логікою навчального процесу. Внутрішня структура `ThemeSO` передбачає наявність списку елементів типу `ThemeWordsSO`, де кожен з них є самостійною одиницею навчального контенту. Кожен такий елемент поєднує в собі два ключові компоненти: відеофрагмент (`VideoClip`), на

якому демонструється жест, та текстовий заголовок (Title), який описує або ідентифікує суть цього жесту у зрозумілій для користувача формі.

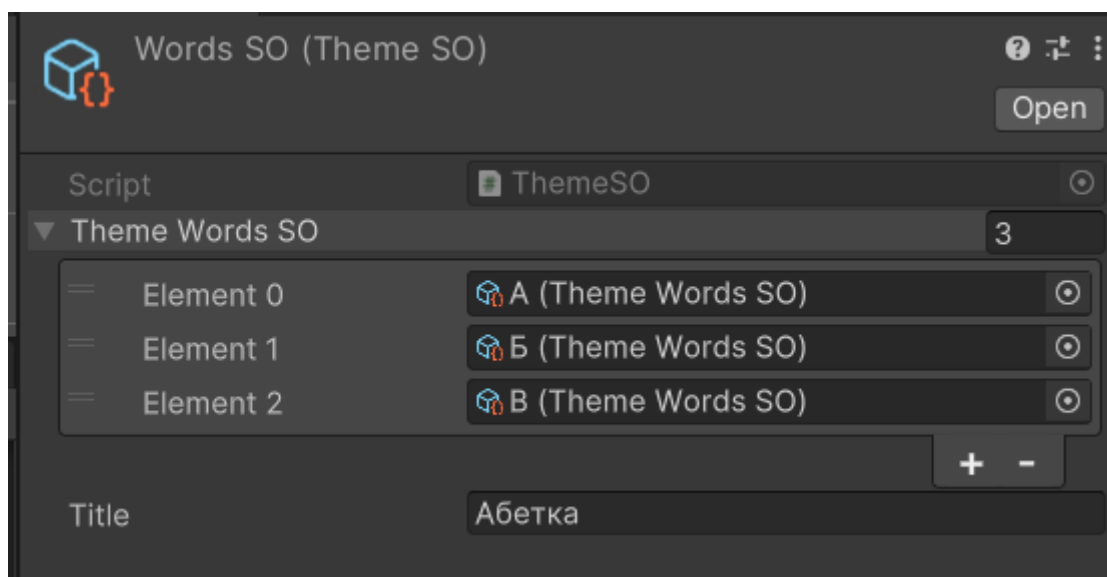


Рисунок 3.1 – ThemeSO

Джерело: розроблено автором

Завдяки такій моделі контент організовується не хаотично, а логічно і послідовно. Теми об'єднують окремі навчальні одиниці у природні групи, що полегшує користувачеві сприйняття матеріалу і дає можливість концентруватися на певному аспекті мови жестів, не розпорошуючи увагу на несуміжні поняття. Наприклад, окрема тема може бути присвячена базовим привітанням, інша — емоціям, ще одна — професіям. Усередині кожної теми кожен жест подається у вигляді короткого відео із супровідним підписом, що дає змогу легко і швидко ідентифікувати значення продемонстрованого руху.

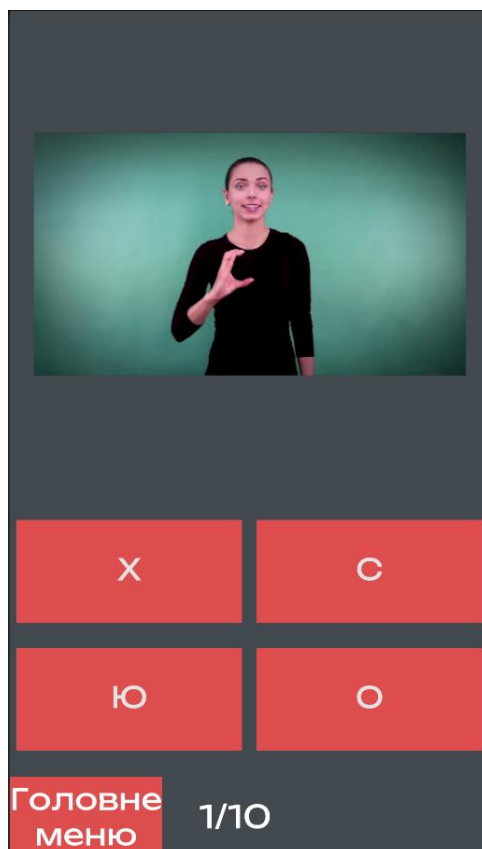


Рисунок 3.2 – Вид короткого відео

Джерело: розроблено автором

Однією з визначальних переваг такого підходу є надзвичайна легкість у редагуванні та розширенні бази знань. Додавання нового жесту в систему зводиться лише до створення нового об'єкта ThemeWordsSO, прикріплення до нього відповідного відеофайлу та текстового опису, а також включення цього об'єкта до списку потрібної теми. Не виникає потреби змінювати код або переробляти інтерфейс — усі зміни інтегруються у систему природно і безболісно. Такий підхід відкриває широкі можливості для еволюції контенту: можна поступово збільшувати кількість тем, доповнювати існуючі або адаптувати матеріал під нові навчальні стратегії без ризику порушення цілісності системи.[49]

Оскільки система базується на роботі з візуальним контентом, структура даних була розроблена з урахуванням високої вимоги до якості та доступності відеофрагментів. Кожен відеофайл, прив'язаний до жесту, розміщується так, щоб бути миттєво доступним для програвання у момент виконання завдання. Завдяки інтеграції відео безпосередньо в навчальні одиниці, мінімізуються затримки та

покращується загальне враження від роботи з додатком, що є критично важливим у системі, де ключову роль відіграє саме швидкість і якість візуального сприйняття.

З метою реалізації інтерактивного тестування у системі для вивчення української жестової мови використовується спеціально створений об'єкт типу QuizSO. Його структура була продумана таким чином, щоб забезпечити максимальну відповідність концепції гейміфікованого навчання, у якій важливу роль відіграє активна участь користувача в процесі засвоєння знань.[50]

Кожен екземпляр QuizSO поєднує в собі кілька ключових компонентів. Центральним елементом є відеофайл або зображення жесту, яке використовується для візуального подання завдання. Поруч із ним визначається текст питання, що формулює конкретну навчальну задачу або ситуацію, в якій користувачеві потрібно розпізнати продемонстрований жест. Для перевірки знань користувачу пропонується набір відповідей, організованих у вигляді масиву об'єктів AnswerData.

Кожен об'єкт AnswerData містить текст варіанту відповіді та логічний маркер, що вказує на правильність або неправильність цього варіанту. Таким чином, кожне тестове завдання у системі має кілька варіантів вибору, серед яких користувачеві потрібно визначити правильний, орієнтуючись на побачене відео або зображення. Це створює умови для активного залучення, коли учасник навчання не просто спостерігає за контентом, а безпосередньо взаємодіє з ним, намагаючись самостійно прийняти рішення на основі власного розуміння і запам'ятовування матеріалу.

Такий підхід дозволяє органічно поєднати в єдиній системі спостереження, аналіз і дію. Спочатку користувач отримує візуальний стимул у вигляді жесту, далі переходить до етапу розпізнавання і рефлексії над змістом побаченого, а потім активно проявляє свої знання через вибір правильної відповіді. Наявність чіткої вказівки на правильність варіантів відповіді в кожному об'єкті AnswerData дає змогу легко організувати автоматичну перевірку результатів, нарахування балів і побудову мотиваційної системи досягнень, що є невід'ємною складовою ігрового навчання.[43]

Завдяки гнучкій організації даних у QuizSO розробник отримує можливість швидко створювати нові тести, змінювати існуючі, адаптувати рівень складності завдань та вводити нові сценарії взаємодії. Водночас для користувача цей механізм виглядає як невід’ємна частина природного ігрового процесу, де кожна нова вікторина сприймається не як контроль знань у класичному сенсі, а як інтерактивне завдання, що підтримує інтерес і стимулює подальше навчання.

Саме така інтеграція тестових завдань через об’єкт QuizSO дозволяє інформаційній системі не лише перевіряти рівень засвоєння знань, а й утримувати високий рівень залучення користувача, що є однією з основних цілей проєкту.

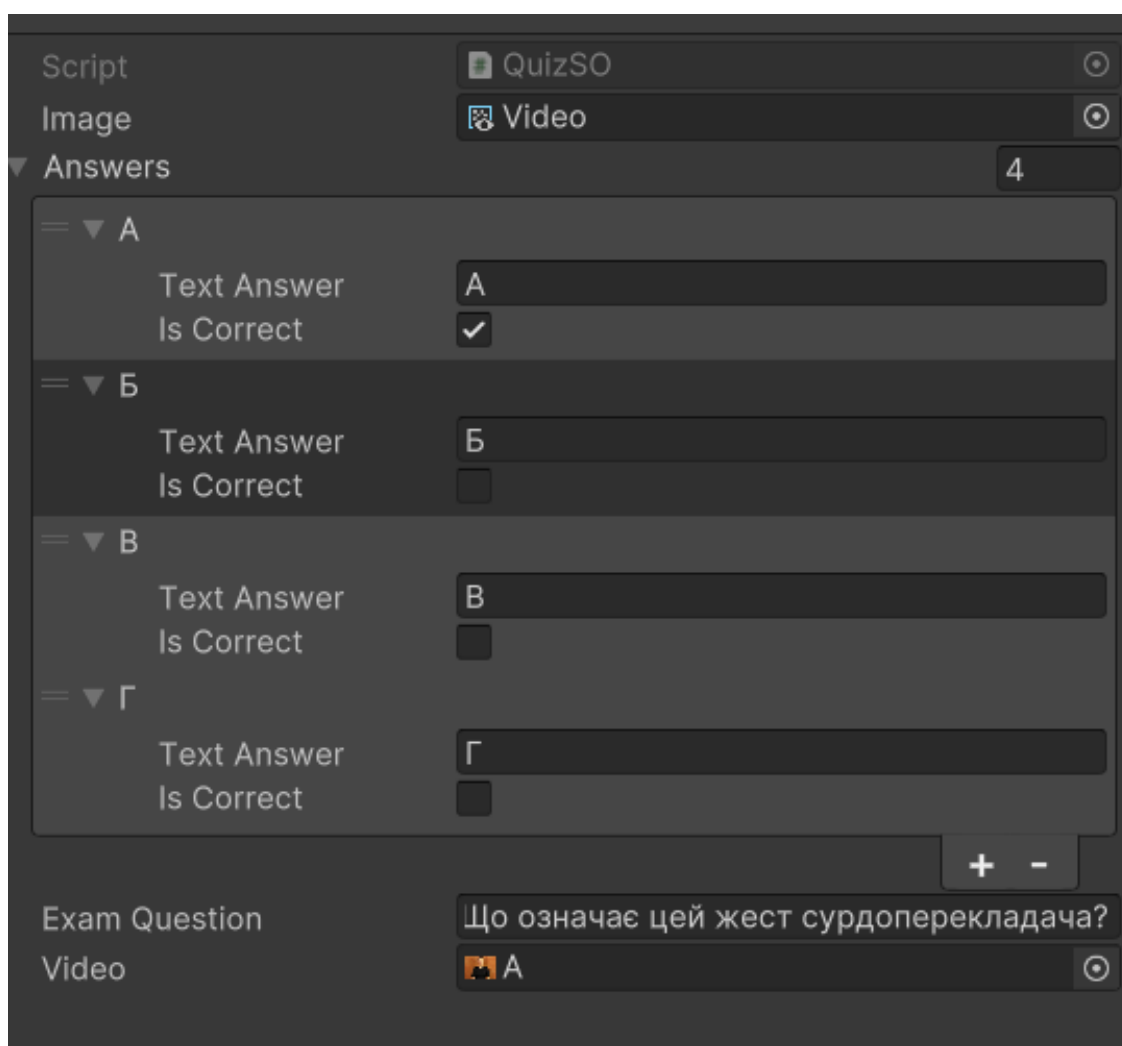


Рисунок 3.3 – QuizSO

Джерело: розроблено автором

На додаток до класичних вікторин, що формують основу інтерактивного тестування в системі, у навчальний процес інтегровано міні-ігри, які побудовані за

принципом встановлення відповідності між елементами. Цей формат навчання орієнтований на активізацію візуальної пам'яті та формування стійких асоціативних зв'язків між жестом і його семантичним значенням. Механіка таких завдань передбачає, що користувач отримує певну кількість відеофрагментів, на яких зображено різні жести, а також перелік словесних описів, кожен з яких відповідає певному відео. Завдання полягає в тому, щоб правильно зіставити кожен жест із відповідним словом або фразою.

Для реалізації подібного функціоналу у системі використовується об'єкт типу MatchSO, структура якого була спеціально розроблена з урахуванням потреб такого формату навчання. Усередині цього об'єкта містяться два ключові масиви: один для відео, що представляється через тип MatchDataImage, інший — для текстових відповідей, збережених у вигляді MatchDataAnswer. Обидва типи елементів мають спільну ознаку — унікальний ідентифікатор MatchId, завдяки якому система може встановити коректні зв'язки між жестом і його лінгвістичним відповідником.[23]

Саме завдяки використанню ідентифікаторів відповідності процес перевірки стає максимально наочним і логічно завершеним. Користувач, намагаючись знайти правильну пару, не просто відтворює запам'ятовану інформацію, а активно аналізує, порівнює, помиляється і повторює спробу — усе це є частиною навчального циклу, де помилки також відіграють важливу роль у закріпленні знань. На відміну від пасивного перегляду матеріалів, така форма навчання стимулює аналітичне мислення, розвиває здатність до швидкого розпізнавання візуального сигналу й асоціювання його з вербальним змістом.

Крім того, цей підхід створює додаткову динаміку у взаємодії з контентом. Кожна нова пара — це мікрозавдання, розв'язання якого викликає миттєвий зворотний зв'язок у вигляді візуального підтвердження або підказки. Така інтерактивність утримує увагу користувача, робить процес навчання більш насиченим, гнучким і цікавим. Завдяки різноманітності представлених жестів і лексичних одиниць у межах однієї гри система забезпечує повторення раніше

вивченого матеріалу, підкріплення правильних відповідей і природне закріплення знань через постійну практику.

Таким чином, об'єкт MatchSO стає ключовим інструментом у реалізації моделі навчання через встановлення зв'язків між формою та змістом, між візуальним образом і мовною одиницею. Це дозволяє розвивати глибше розуміння жестової мови як повноцінної комунікативної системи, а не лише набору жестів, які потрібно механічно запам'ятати. У результаті навчальний процес набуває комплексного характеру, охоплюючи як когнітивний, так і моторно-зоровий рівні, що є особливо ефективним для вивчення мов, де основним каналом передачі інформації є зір та рух.

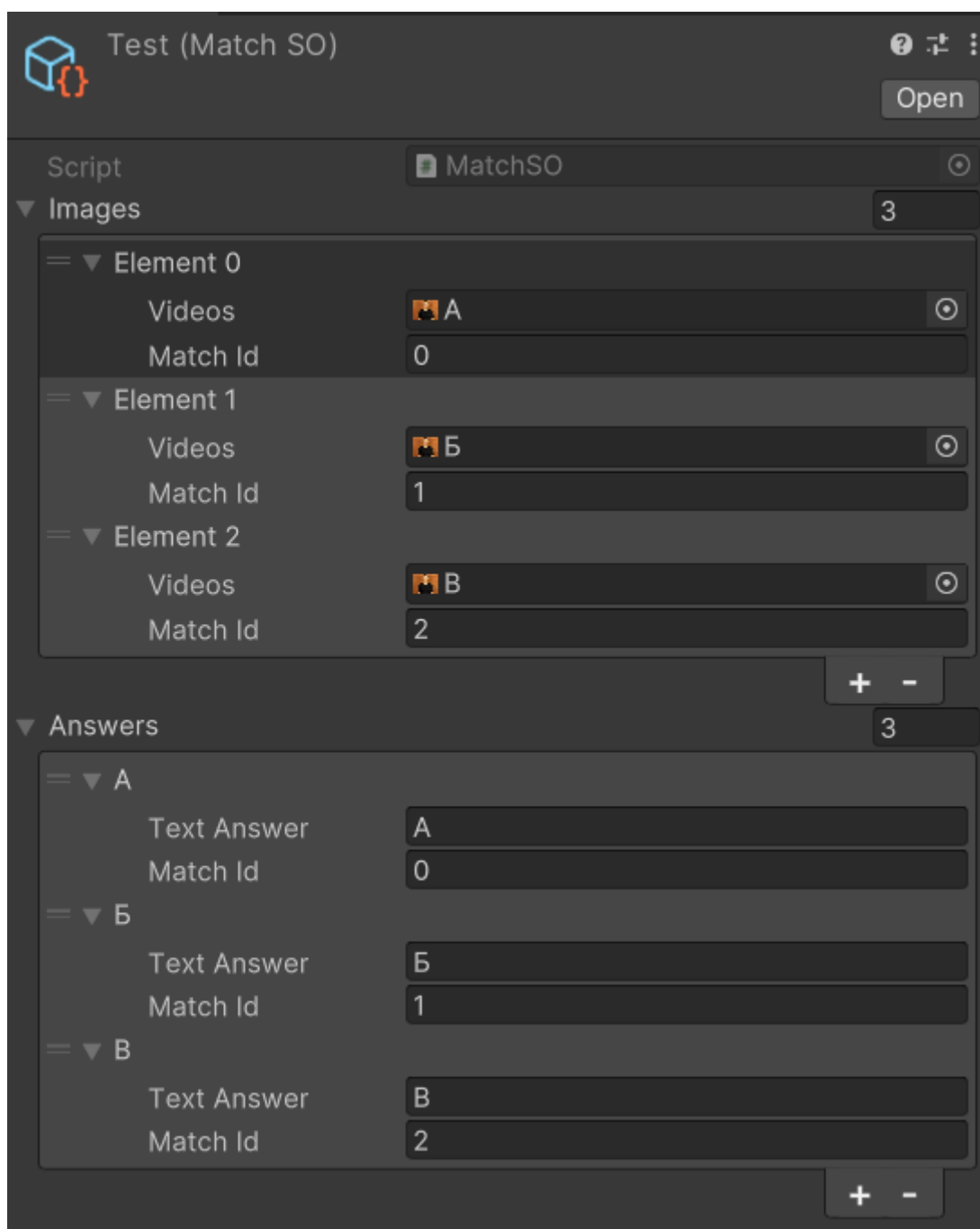


Рисунок 3.4 – MatchSO

Джерело: розроблено автором

У системі, що розроблена для ігрового вивчення української жестової мови, особливу роль відіграє зберігання й обробка даних про користувачів. Ця функціональність реалізована на основі інтеграції з Unity Services, що забезпечує надійний механізм автентифікації, збереження персоналізованих результатів і взаємодії з іншими учасниками. Ключовий модуль, що відповідає за процес авторизації користувача, — це MenuManager. Його логіка побудована таким чином,

щоб забезпечити максимально простий і зручний досвід початку роботи з додатком як для новачків, так і для досвідчених користувачів.[9]

Система підтримує декілька сценаріїв входу в додаток. Стандартною є авторизація за логіном і паролем, що дозволяє створити повноцінний обліковий запис, до якого прив'язується прогрес, статистика, індивідуальні налаштування та інші персональні дані. Але поряд із цим реалізована й альтернатива — анонімний вхід, що особливо корисний у випадках, коли користувач не бажає або не має змоги проходити повну реєстрацію. Цей підхід робить систему більш інклюзивною й відкритою: навіть без створення облікового запису користувач має змогу одразу зануритися в навчальний процес, проходити завдання, отримувати результати й зберігати власний прогрес локально або в хмарі.

Анонімна автентифікація водночас не позбавляє користувача можливості мати персоналізований профіль — ідентифікатор сесії, сформований Unity, слугує базою для збереження навчальних даних. У разі, якщо користувач пізніше вирішує зареєструватися, його попередній прогрес може бути інтегрований у новостворений обліковий запис, що забезпечує безперервність навчання.

Окремим і важливим аспектом підтримки зацікавленості та залучення користувачів у системі є візуалізація досягнень через модуль лідерборду. Завдяки інтеграції з Unity Leaderboards, система не лише фіксує результати користувачів, але й дозволяє побачити їх у контексті успіхів інших гравців. Для цього розроблено інтерфейс, у якому кожен запис (LeaderboardPlayerItem) відображає ім'я користувача та кількість балів, набраних у результаті виконання навчальних завдань.

Цей елемент є не просто декоративною функцією — він виконує глибшу педагогічну і психологічну роль. Створюється відчуття змагальності, яке заохочує користувача не лише завершити курс, а й поліпшити власні результати, обійти друзів чи анонімних суперників у загальному рейтингу. Упровадження такого соціального аспекту в навчання суттєво підвищує мотиваційний потенціал системи, дозволяє користувачам повертатися до вже пройдених тем заради

вдосконалення результату, а також стимулює регулярну активність, що є основою ефективного запам'ятовування.[8]

Таким чином, збереження, обробка й візуалізація користувацьких даних у системі не зводиться до формального ведення обліку. Навпаки, ці процеси формують серцевину адаптивного, персоналізованого й динамічного освітнього середовища, яке підтримує користувача протягом усього навчального шляху — від першого жесту до стабільного засвоєння української жестової мови.

Rank	Player ID	Name	Metadata	Score	
0	8fRj8tttu3CejS6oLFU5DuqVmZZ	Player#8404	-	2654	
1	jcGtGiWZZ9jawCeMoUUFDXspDFXm	Redeer#8898	-	395	
2	m1krVBRBqFTqk2kmp1thluG4OODK	Player#2292	-	264	
3	LI65aaWER3SlpgMZjrsldVoSn1Dp	smart#1756	-	4	
4	pGLjilpxz3MrwLpdLK7JE8mkpZz3	Player#5393	-	0	
5	IC2lFOEvvUNhSGs0TzknufMc7uPn	SAd@#6948	-	0	
6	hyMsvHfFpbqigB1lRQjqb4Kfiq0x	Raideraiker#3923	-	0	
7	ZYD0veaAoXQFPw5rYzLMu3z8UYf1	Player#3166	-	0	
8	WLL9790mCvel2rJBfXL4CAgAl2Hj	Are#8906	-	0	
9	GuM0Aiku9klmScZ4hTqmEQ8Y1FAQ	Player#1899	-	0	
Rows per page: 10 ▾ 1-10 of 11 < >					

Рисунок 3.5 – Unity Leaderboards

Джерело: розроблено автором

Щодо сховища даних для мультимедійного контенту, відеофайли жестів використовуються безпосередньо у ScriptableObject, що дозволяє локально зберігати невеликі обсяги даних для роботи офлайн. Проте для більш масштабованої версії системи передбачено перенесення відеоконтенту в хмарні сервіси. Це дозволить мінімізувати обсяг встановлюваного додатку та забезпечити динамічне оновлення навчальних матеріалів без необхідності перевстановлення клієнтської частини.

3.2 Проєктування бази знань інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови

Проєктування бази знань для інформаційної системи, орієнтованої на ігрове вивчення української жестової мови, є однією з ключових складових створення ефективного, адаптивного та інклюзивного цифрового освітнього продукту. Саме база знань відіграє роль фундаменту, на якому будується уся навчальна логіка, забезпечується взаємозв'язок між навчальними одиницями, формується сценарна структура навчання, а також реалізуються можливості персоналізації та адаптивного супроводу користувача у процесі оволодіння новою мовою.

Початковим етапом у проєктуванні бази знань стало глибоке усвідомлення специфіки жестової мови як предмета навчання. На відміну від звичайних мовних систем, українська жестова мова поєднує в собі візуальні, моторні й емоційні аспекти комунікації, що потребує особливого підходу до структурування навчального контенту. База знань повинна не просто зберігати інформацію про окремі жести, а й забезпечувати можливість відображення контексту їх використання, супроводження жестів поясненнями та ілюстраціями, а також враховувати граматичні особливості, що відрізняють жестову мову від словесних мов.

У рамках системи було обрано модель побудови бази знань на основі тематичних категорій і рівнів складності. Кожен навчальний елемент у базі знань асоціюється з певною темою, такою як алфавіт, базові слова, емоції, повсякденні ситуації чи професійна лексика. Така організація дозволяє не лише логічно впорядковувати матеріал, але й створювати поступову траєкторію навчання, коли користувач переходить від простих одиниць до складніших. Водночас у межах кожної теми визначаються підкатегорії, що дає змогу деталізувати контент і забезпечити гнучкість при формуванні індивідуального маршруту навчання.

Кожен запис у базі знань складається з кількох обов'язкових компонентів. Насамперед це відеофрагмент, у якому демонструється жест у високій якості. Відео

супроводжується текстовим поясненням, яке містить переклад жесту українською мовою, опис контексту його використання, а також можливі варіанти інтерпретації. Для складних жестів передбачено додаткові примітки або графічні підказки, які допомагають краще зрозуміти особливості виконання. Кожна одиниця контенту також має параметри складності, що дозволяє системі адаптивно змінювати порядок подачі матеріалів залежно від успішності користувача.

Структурно база знань у системі реалізована через використання об'єктної моделі даних. Кожна навчальна одиниця описується за допомогою окремого об'єкта, який включає у себе поля для зберігання посилання на відеофайл, текстового опису, категорії, рівня складності, унікального ідентифікатора та допоміжної інформації для побудови навчального сценарію. Зберігання навчальних об'єктів організовано через механізм `ScriptableObject` у середовищі Unity, що дозволяє ефективно управляти великим обсягом контенту без істотного навантаження на пам'ять додатку.[14]

Особливу увагу при проєктуванні бази знань приділено підтримці адаптивності навчального процесу. Завдяки спеціальним тегам і атрибутам, що додаються до кожної навчальної одиниці, система має змогу аналізувати поведінку користувача й надавати йому найбільш релевантний контент. Наприклад, якщо користувач часто помиляється в розпізнаванні жестів, пов'язаних із емоціями, система автоматично пропонує йому додаткові вправи саме за цією тематикою. Таким чином, база знань слугує не лише джерелом інформації, але й активним елементом навчальної адаптації.

Окрім організації контенту для навчання, база знань підтримує функціонал мотивації користувача через механізми досягнень і прогресу. Кожна навчальна одиниця пов'язується з певною кількістю балів, що нараховуються за її правильне опанування. Крім того, у базі знань зберігається інформація про нагороди, які можна отримати за завершення певних тематичних блоків, що стимулює користувача до регулярного навчання та поступового просування вперед.

З технічної точки зору важливим завданням при проєктуванні бази знань було забезпечення її масштабованості та можливості подальшого розширення без

необхідності кардинальної зміни структури. Для цього в основу моделі покладено принцип модульності: кожен навчальний модуль є незалежною сутністю, яку можна додавати, змінювати або вилучати без впливу на решту системи. Завдяки цьому можливе оперативне оновлення контенту, додавання нових категорій, а також підтримка спеціалізованих навчальних програм, орієнтованих на різні вікові групи або професійні напрямки.[16]

Збереження даних у локальному сховищі реалізовано через серіалізацію об'єктів у формат JSON, що дозволяє легко обробляти їх при завантаженні й оновленні. Для підтримки багатоплатформенності та можливості синхронізації даних у хмарі передбачено інтеграцію з хмарними сервісами типу Unity Cloud Save, які дозволяють зберігати прогрес користувача та дані про вивчені матеріали у безпечному віддаленому середовищі.[21]

При розробці бази знань особливу увагу було приділено питанням інклюзивності. Всі відеоматеріали супроводжуються текстовими поясненнями та інструкціями, що дозволяє користувачам із різними рівнями підготовки однаково ефективно взаємодіяти із системою. Додатково, для користувачів з обмеженими можливостями сприйняття інформації передбачено можливість налаштування контрастності інтерфейсу, розміру шрифтів та швидкості відтворення відео.

Проектування бази знань також включає забезпечення можливості повторного використання контенту у різних сценаріях навчання. Наприклад, один і той самий відеофрагмент може бути використаний як у базовому уроці для засвоєння жесту, так і в тесті для перевірки знань або у завданні на співставлення жесту з текстовим варіантом. Це значно підвищує ефективність використання ресурсів і спрощує розробку нових навчальних сценаріїв.

Ще одним важливим аспектом стало забезпечення аналітичної підтримки навчального процесу. База знань фіксує статистику використання кожної навчальної одиниці: кількість переглядів відео, середній час взаємодії, частоту правильних відповідей тощо. Ці дані дозволяють не лише формувати індивідуальні рекомендації для користувачів, але й аналізувати ефективність контенту, виявляти складні для сприйняття теми та коригувати навчальну програму.

Таким чином, проектування бази знань інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови є складним, багаторівневим процесом, що вимагає глибокого розуміння предметної галузі, сучасних принципів побудови освітніх цифрових продуктів, а також технологічної компетентності у сфері розробки програмного забезпечення. В результаті виконаної роботи було створено гнучку, масштабовану, адаптивну та інтуїтивно зрозумілу базу знань, яка забезпечує основу для ефективного, мотивуючого та доступного навчального процесу вивчення української жестової мови у форматі гейміфікації.

3.3 Програмне забезпечення

Для реалізації інформаційної управляючої системи, що орієнтована на ігрове вивчення української жестової мови, було використано сучасні інструменти розробки програмного забезпечення, які забезпечують кросплатформеність, мультимедійність, зручність створення користувацького інтерфейсу та можливість подальшого масштабування. У якості основного середовища розробки було обрано Unity — потужну інтегровану платформу для створення 2D та 3D-додатків, яка дозволяє швидко розгортати мобільні додатки та інтегрувати візуальний і аудіо контент. Unity забезпечує гнучке управління сценами, об'єктами, взаємодією користувача з інтерфейсом, а також повноцінну підтримку роботи з відео, що є критично важливим для вивчення жестової мови.

Основна логіка програми реалізована на мові програмування C#, яка є рекомендованою для проєктів в Unity і дозволяє створювати модульну архітектуру, дотримуючись принципів об'єктно-орієнтованого програмування. Вся структура навчального контенту, включно з питаннями, відповідями, категоріями, темами уроків і відеофрагментами, організована за допомогою механізму ScriptableObject. Цей підхід дозволяє зручно працювати з даними без необхідності використання класичних реляційних або документних баз даних, а також значно полегшує внесення змін до контенту без перекомпіляції основної програми.[19,18]

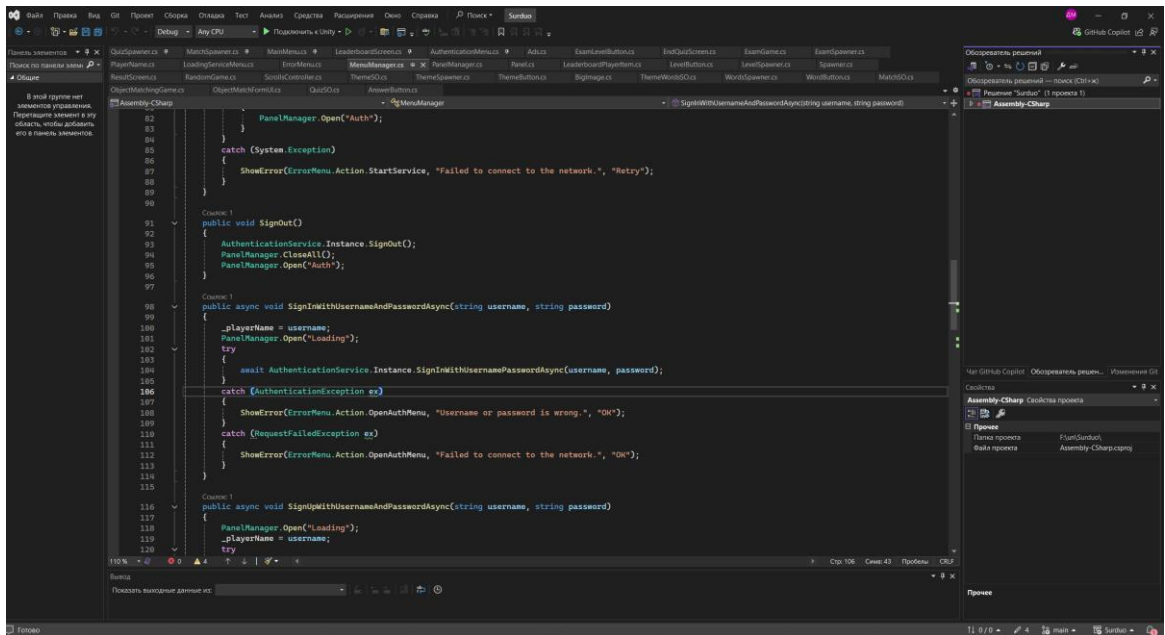


Рисунок 3.6 – Visual Studio

Джерело: розроблено автором

Для реалізації системи гейміфікації використовуються окремі менеджери, що відповідають за нарахування балів, облік рівнів, активацію досягнень. Візуальні ефекти переходів, анімації інтерфейсу, з'явлення та зникнення елементів реалізовані з використанням бібліотеки DOTween — одного з найпопулярніших інструментів tween-анімацій в середовищі Unity, що дозволяє створювати плавні зміни властивостей UI-елементів, зберігаючи при цьому продуктивність.

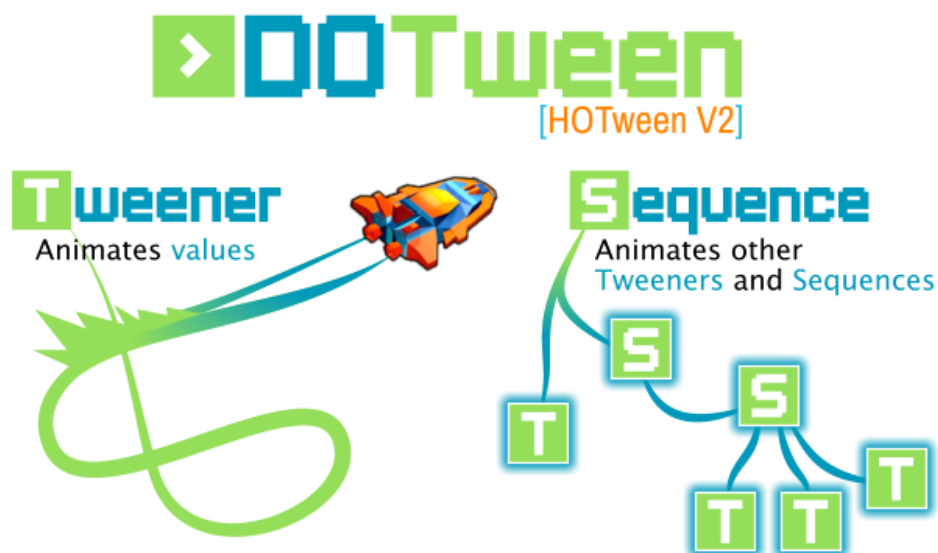


Рисунок 3.7 – DOTween

Джерело: відкриті джерела DOTween

Для зберігання даних користувачів та їхнього прогресу обрано хмарну інфраструктуру Unity Services, а саме Unity Cloud Save та Unity Authentication. Це дозволяє забезпечити персоніфіковану роботу з додатком, синхронізацію даних між пристроями та доступ до навчального прогресу з будь-якого місця. При цьому реалізується збереження основних параметрів, таких як ідентифікатор користувача, завершені уроки, рівень, набрані бали, дата останньої активності. У перспективі система дозволяє масштабування на основі використання Firebase, що забезпечує розширену аналітику та більш гнучкі механізми керування даними.[13]

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using TMPro;
5  using UnityEngine.UI;
6  using Unity.Services.Leaderboards;
7  using System;
8  using UnityEngine.SocialPlatforms.Impl;
9  using Unity.Services.Authentication;
10 using Unity.Services.Core;
11 using UnityEngine.SceneManagement;
12
13 public class LeaderboardScreen : Panel
14 {
15     [SerializeField] private int _playerOnPage = 10;
16     [SerializeField] private LeaderboardPlayerItem _playerItem;
17     [SerializeField] private RectTransform _playersContainer;
18     private bool _doOnce = false;
19     //[SerializeField] private Button _testAddScore;
20
21     //private async void Awake()
22     //{
23     //    await UnityServices.InitializeAsync();
24     //    //await AuthenticationService.Instance.SignInAnonymouslyAsync();
25     //}
26
27     //Ссылка 2
28     public void OpenBoard()
29     {
30         AddScore();
31         LoadPlayers();
32     }
33
34     //Ссылка 8
35     public override void Initialize()
36     {
37         if (IsInitialized) { return; }
38         CleanPlayersList();
39         //_testAddScore.onClick.AddListener(AddScore);
40         base.Initialize();
41     }
42 }

```

Рисунок 3.8 – Unity Leaderboards

Джерело: розроблено автором



Рисунок 3.9 – Unity Services

Джерело: відкриті джерела Unity Services[20]

Для створення інтерфейсу використано компоненти Unity UI з підтримкою TextMeshPro, що дозволяє отримати чітке відображення тексту на будь-якому екрані, у тому числі на пристроях з високою щільністю пікселів. Усі елементи інтерфейсу створені відповідно до принципів доступності, що передбачає

інтуїтивну навігацію, достатній розмір кнопок, кольорову контрастність та зрозумілу ієрархію елементів. Особливу увагу приділено логіці управління екранами — кожен розділ додатку (вибір теми, перегляд відео, тест, результат) реалізовано як окремий UI-екран, між якими здійснюється контрольована навігація за допомогою менеджера станів.[10]

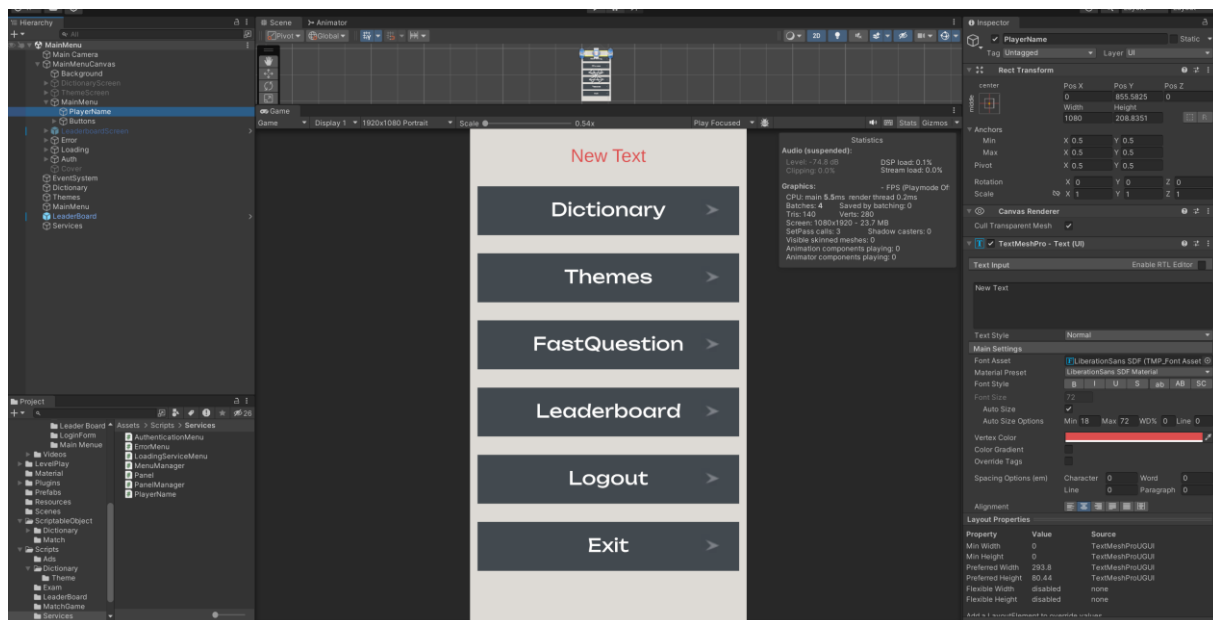


Рисунок 3.10 – Unity UI

Джерело: розроблено автором

Проект організований за модульною структурою, що дозволяє в подальшому розширювати функціонал без необхідності переписування існуючого коду. Наприклад, додавання нових уроків, категорій або типів завдань може здійснюватися за рахунок створення нових об'єктів даних без втручання у кодову базу. Така структура забезпечує масштабованість і гнучкість, що є важливими характеристиками для будь-якої сучасної інформаційної системи.[22]

Таким чином, вибране програмне забезпечення забезпечує надійну, зручну й гнучку платформу для реалізації інтерактивного навчального середовища, яка відповідає потребам користувача й дозволяє поєднати освітні функції з ігровими механіками. Структура проекту побудована таким чином, що дозволяє подальший розвиток у напрямі персоналізації навчання, аналізу поведінки користувачів та впровадження нових інтелектуальних технологій.

3.4 Технічне забезпечення

Ефективне функціонування та повноцінне використання інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови потребує наявності відповідного технічного забезпечення. До такого забезпечення належать як програмно-апаратні засоби, що використовуються під час розробки, тестування та підтримки проєкту, так і апаратні вимоги до кінцевих користувачів, які будуть працювати із застосунком.

Під час розробки системи було використано стандартне середовище персонального комп'ютера з операційною системою Windows 10. Основне середовище розробки — Unity Editor — потребує стабільного апаратного середовища із середніми або високими характеристиками, щоб забезпечити комфортну роботу над UI, інтеграцією відео, а також виконанням побудови (build) на різні платформи. У процесі роботи використовувались такі технічні ресурси: процесор Intel Core i5, оперативна пам'ять обсягом 16 ГБ, твердотільний накопичувач SSD на 512 ГБ для швидкої обробки проєктних файлів, відеокарта серії GeForce GTX, що дозволяє безперешкодно працювати з візуальними ефектами, анімацією та відеофайлами у проєкті.

Для кінцевих користувачів система орієнтована насамперед на мобільні пристрої з операційною системою Android. Додаток розроблений з урахуванням оптимізації під типові пристрої середнього цінового сегменту, які мають щонайменше 3 ГБ оперативної пам'яті, процесор з частотою не нижче 1.8 ГГц, дисплей із роздільною здатністю не менше 1280x720 пікселів та підтримкою відтворення відео у форматі MP4. Завдяки оптимізації та використанню Unity-компонентів, програма працює безперебійно навіть на пристроях з обмеженими ресурсами, що робить її доступною для широкого кола користувачів, включаючи школярів, студентів та осіб з особливими освітніми потребами.

Хмарна інфраструктура, яка використовується для зберігання даних користувачів (Unity Cloud Save або Firebase), не потребує локального серверного

обладнання, але потребує постійного підключення до інтернету для синхронізації прогресу, отримання оновлень та автентифікації користувача. Серверні рішення, що базуються на хмарних технологіях, автоматично масштабуються і забезпечують високу доступність, надійність та безпеку збережених даних. Підключення до таких сервісів відбувається через API, які інтегровані у клієнтський застосунок.

З огляду на мультимедійний характер додатку, важливо також забезпечити наявність пристрою з якісним дисплеєм, здатного відтворювати відео з високою чіткістю. Це необхідно для коректного сприйняття жестів, міміки та рухів, які складають основу навчального матеріалу. Оскільки користувачеві потрібно не просто читати текст, а спостерігати за рухами, технічні вимоги до екрана є важливими для забезпечення успішного навчання.[35]

Таким чином, технічне забезпечення інформаційної системи включає три основні складові: розробницьке середовище з достатніми апаратними ресурсами, клієнтські пристрої з базовими характеристиками для мобільного запуску, а також хмарну інфраструктуру для зберігання даних. Обраний підхід дозволяє забезпечити гнучкість, масштабованість і стабільність функціонування системи при одночасній доступності для широкого кола користувачів без надмірних технічних вимог.

3.5 Реалізація інформаційної системи

Після реалізації інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови було створено повнофункціональний додаток, який повністю відповідає всім раніше сформульованим вимогам. Система охоплює весь запроєктований функціонал, забезпечуючи інтерактивне навчання на основі відеоконтенту, адаптивну побудову навчального маршруту, використання гейміфікаційних механік для мотивації користувачів, а також надійний захист даних користувачів і самої системи.

Результати реалізації інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови наведено нижче (див. рисунки 3.11 – 3.23).

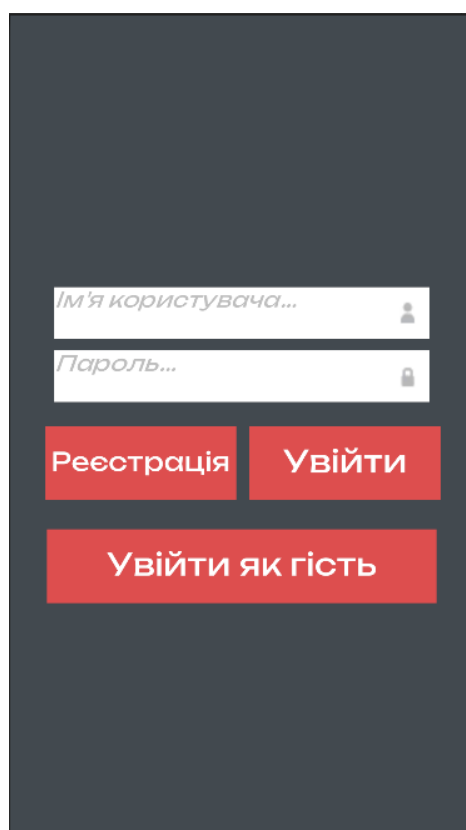


Рисунок 3.11 – Вікно реєстрації та аутентифікації

Джерело: розроблено автором

На першому малюнку відображається вікно в якому проводиться реєстрація або автентифікація користувача. Якщо користувач не хоче створювати обліковий запис він може зайти як гість, його прогрес при цьому збережеться.

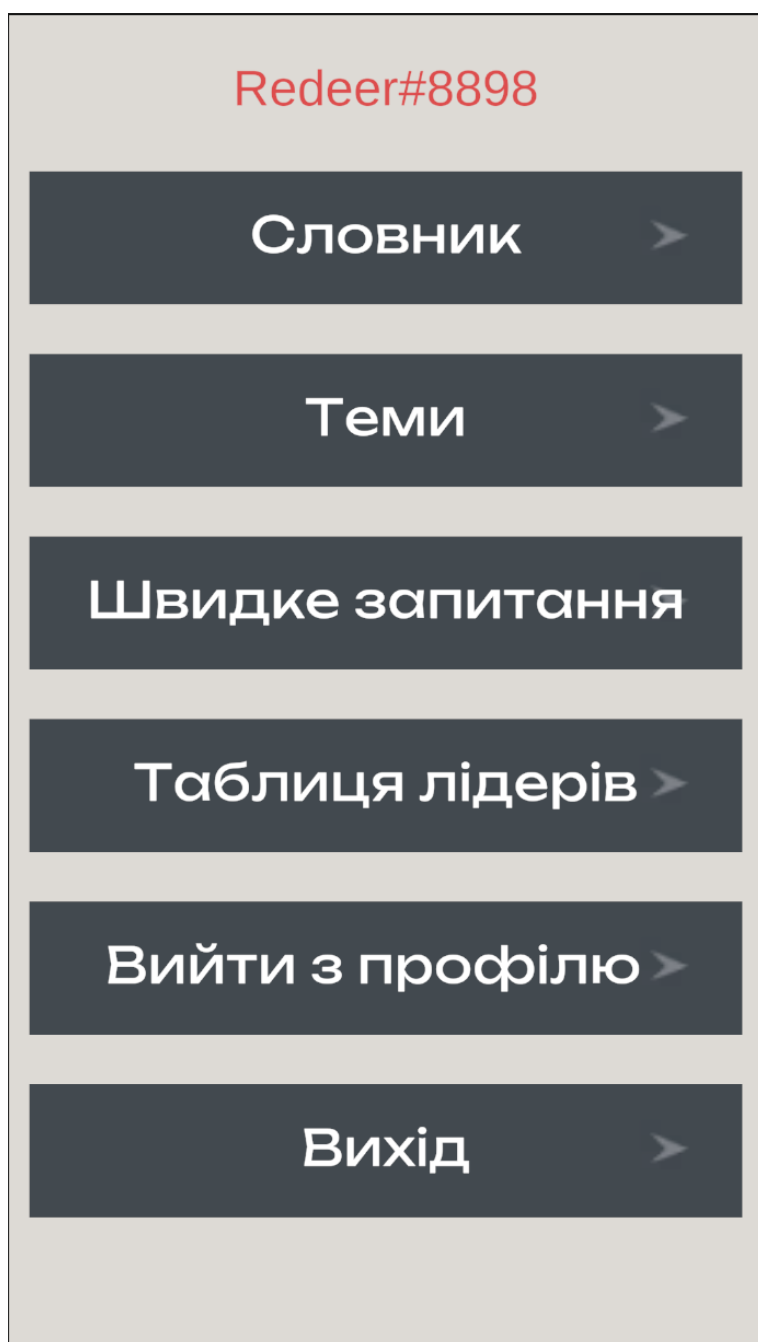


Рисунок 3.12 – Вікно головного меню

Джерело: розроблено автором

На головному екрані представлено всі ключові функціональні можливості, що підтримують процес навчання.

Користувачеві пропонується декілька основних напрямків взаємодії: можна перейти до розділу "Словник", де доступний структурований перелік тем з вивчення жестів. Обрати конкретну "Тему" для цілеспрямованого вивчення. Або ж одразу розпочати тренування, відповідаючи на "Швидке питання", яке генерується із різних тематичних блоків.

Окрім основної навчальної діяльності, користувач має змогу переглянути таблицю лідерів, де відображаються гравці з найбільшою кількістю набраних очок, що стимулює елемент змагання і підвищує мотивацію до систематичного навчання. Також передбачена можливість зміни профілю або, за необхідності, вихід із системи.

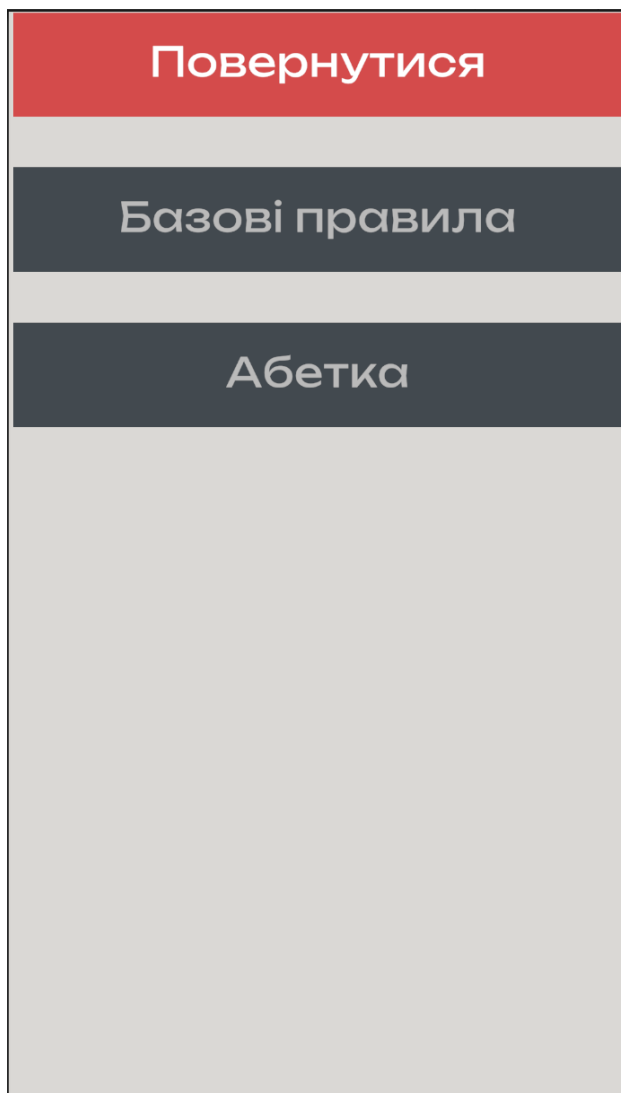


Рисунок 3.13 – Вікно "Словник"

Джерело: розроблено автором

У вікні словника можна вибрати базові правила або абетку. Надалі це вікно можна доповнювати новими темами.

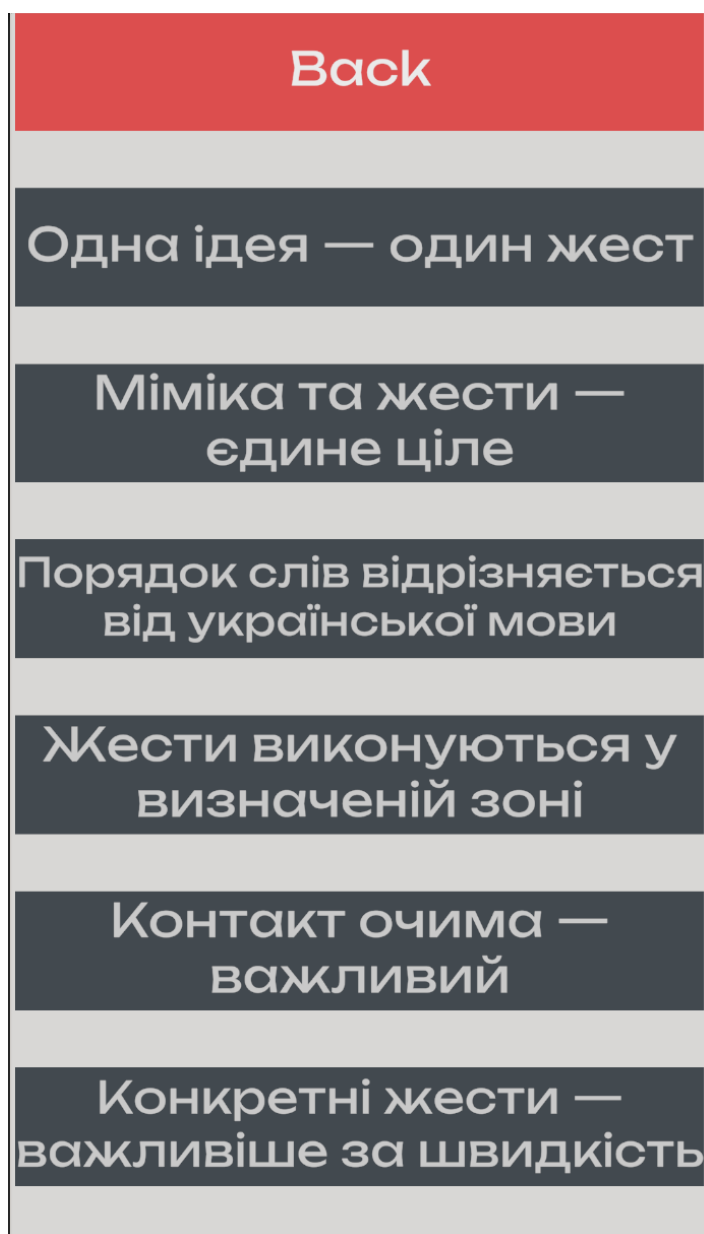


Рисунок 3.14 – Вікно "Словник" - Базові правила

Джерело: розроблено автором

У цьому вікні наведено приклад структури словника, де можна вибрати та вивчити основні правила мови жестів.

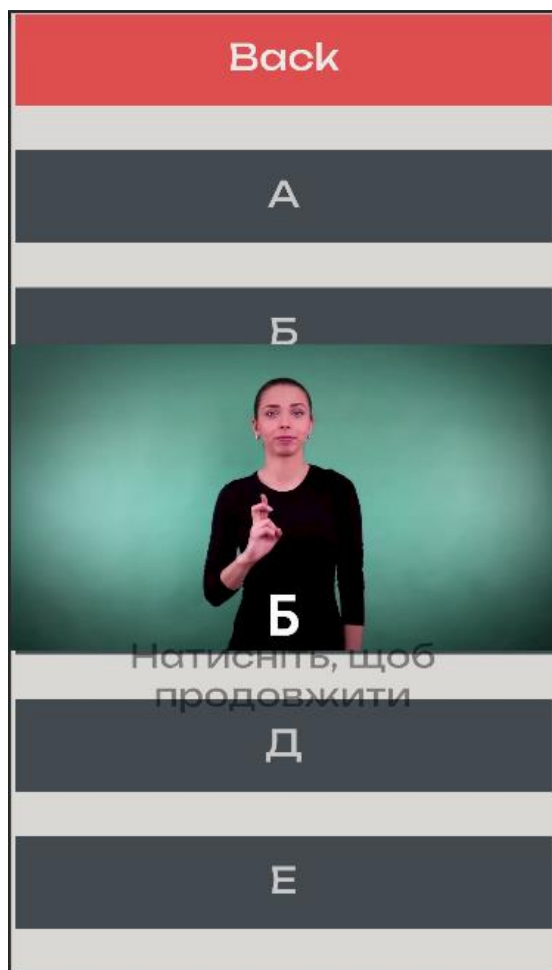


Рисунок 3.15 – Вікно "Словник" - Абетка

Джерело: розроблено автором

У цьому вікні наведено приклад відео сурдоперекладача, який показує жести, що позначають алфавіт або слова.



Рисунок 3.16 – Вікно "Теми"

Джерело: розроблено автором

У цьому вікні можна вибрати тему для вивчення за допомогою ігрових елементів.

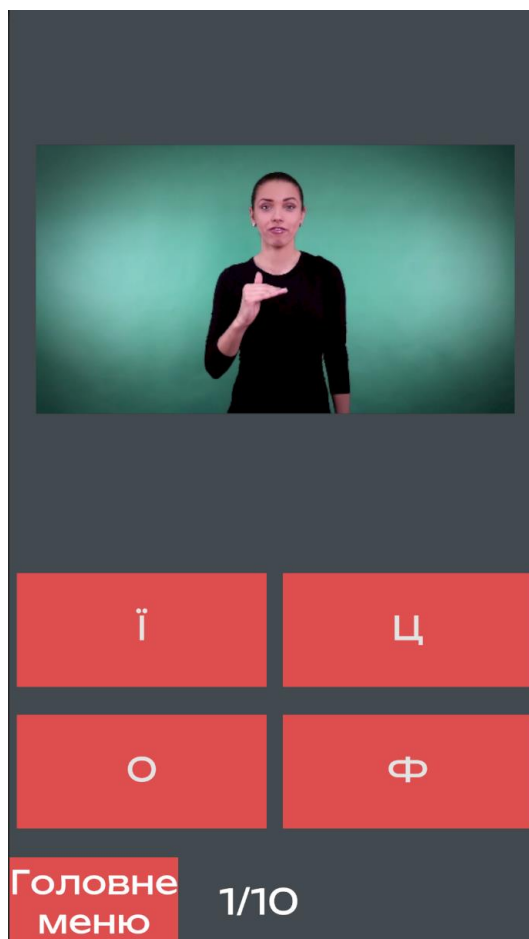


Рисунок 3.17 – Вікно "Теми" - Головна вікторина

Джерело: розроблено автором

Цей екран є головним, для гравця, так як основні теми та моменти вивчення проходять тут. У цьому випадку наведено приклад звичайної вікторини.

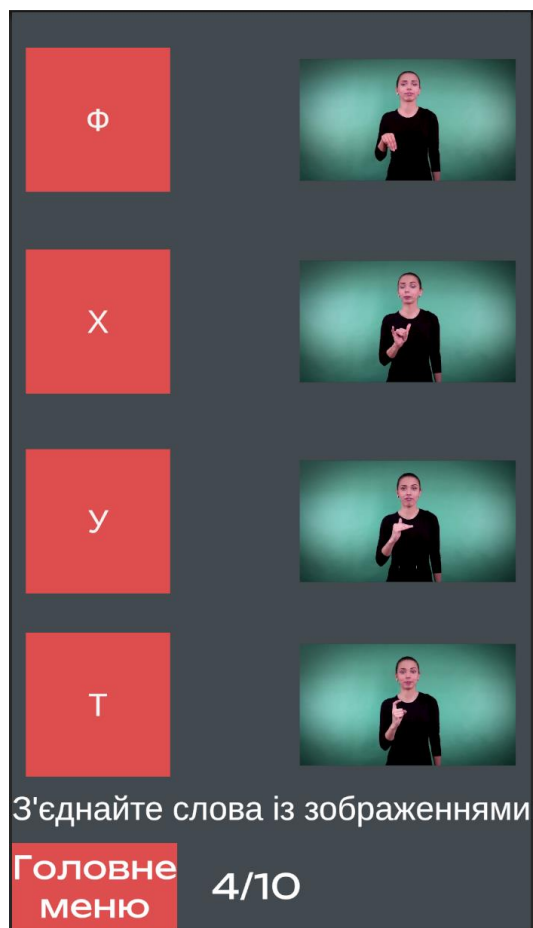


Рисунок 3.18 – Вікно "Теми" - Вікторина поєднання

Джерело: розроблено автором

У цій вікторині необхідно поєднати варіант і зображення. Якщо гравець помилиться то зарахується частина очок тільки за вірні варіанти, які він з'єднав. Якщо гравець з'єднує все правильно, отримує повноцінні очки.



Рисунок 3.19 – Вікно не вірної відповіді

Джерело: розроблено автором

Дане вікно відображається, якщо користувач вибрав неправильну відповідь або не правильно з'єднав варіанти. Червоний напис на чорному фоні привертає і концентрує увагу гравця.



Рисунок 3.20 – Вікно вірної відповіді

Джерело: розроблено автором

Дане вікно відображається, якщо користувач вибрав правильну відповідь або правильно з'єднав варіанти. Зелений напис заспокоює і дає почуття впевненості у своїх рішеннях.

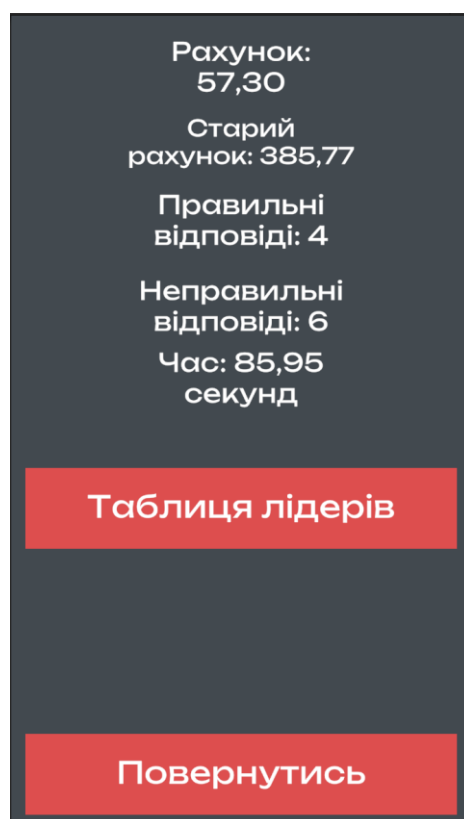


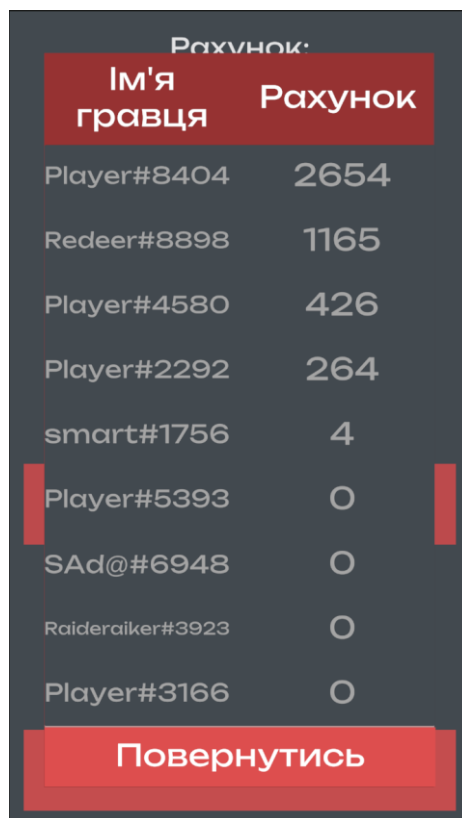
Рисунок 3.21 – Вікно результатів

Джерело: розроблено автором

Дане вікно відображається після завершення сесії навчання або проходження всіх питань у вибраному тесті. Воно виконує роль підсумкового екрана результатів, на якому користувач може ознайомитися зі своїми досягненнями. На екрані відображається поточний набраний рахунок, а також показується попередній найкращий результат, що дозволяє здійснити порівняння та оцінити власний прогрес.

Окрім цього, користувач отримує детальну статистику: кількість правильних та неправильних відповідей за сеанс і загальний час, витрачений на проходження тестування. Така інформація сприяє кращому усвідомленню особистої динаміки навчання та допомагає виявити аспекти, що потребують додаткової уваги.

Для посилення мотивації та залучення елементів соціальної взаємодії передбачено кнопку переходу до таблиці лідерів. Переглянувши результати інших користувачів за тією ж темою, гравець може оцінити своє місце серед інших учасників, що стимулює до підвищення особистих показників і сприяє розвитку здорової конкуренції всередині спільноти користувачів.



Рахунок:	
Ім'я гравця	Рахунок
Player#8404	2654
Redeer#8898	1165
Player#4580	426
Player#2292	264
smart#1756	4
Player#5393	0
SAd@#6948	0
Raideraiker#3923	0
Player#3166	0

Повернутись

Рисунок 3.22 – Вікно таблиці лідерів

Джерело: розроблено автором

Цей екран виконує функцію візуалізації досягнень користувачів і є важливою складовою гейміфікаційної моделі застосунку.

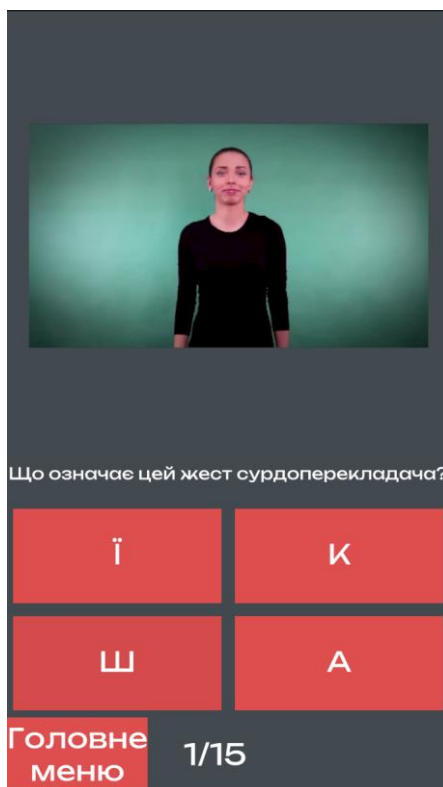


Рисунок 3.23 – Вікно іспиту

Джерело: розроблено автором

На зображенні представлено інтерфейс екзаменаційного режиму інформаційної системи для ігрового вивчення української жестової мови. Це вікно призначене для перевірки знань користувача після проходження певного блоку навчального матеріалу. Екзаменаційний формат відрізняється від стандартних вікторин кількома ключовими характеристиками.

Передусім, у цьому режимі користувач не отримує жодного зворотного зв'язку під час проходження — система не вказує, чи відповідь правильна чи ні, що максимально наближує процес до умов реального іспиту. Відео з жестом відтворюється лише один раз, без можливості повторного перегляду, що підвищує вимоги до уважності та рівня підготовки користувача.

Запитання формуються на основі повного набору жестів конкретної теми (наприклад, усі літери української абетки), але подаються не об'єднаними у тематичну послідовність, а в довільному порядку. Це дозволяє уникнути запам'ятовування порядку відповідей і краще перевірити реальний рівень знань.

Користувач повинен обрати одну з чотирьох запропонованих відповідей, представлених у вигляді окремих кнопок з літерами, на основі побаченого жесту.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної магістерської роботи було досягнуто поставлену мету – розроблено інформаційну систему, яка забезпечує ефективне, адаптивне та ігрове вивчення української жестової мови шляхом використання мультимедійного контенту, елементів гейміфікації та методів адаптивного навчання. Проведене дослідження продемонструвало актуальність поєднання ігрового підходу та освітнього функціоналу в єдиному цифровому середовищі, орієнтованому на користувача з будь-яким рівнем підготовки, зокрема осіб з порушеннями слуху.

У теоретичній частині роботи здійснено ґрунтовний аналіз сучасного стану інформаційних систем, які застосовуються для вивчення мов та, зокрема, жестових мов. Виявлено, що на ринку відсутній повноцінний україномовний продукт, який би поєднував мультимедійний контент, адаптивність, гейміфікацію та доступність для широкої аудиторії. Обґрунтовано доцільність створення спеціалізованої інформаційної системи для вивчення української жестової мови з урахуванням інклюзивності, інтуїтивного інтерфейсу та інтерактивного навчання.

У другому розділі сформовано вимоги до майбутньої системи, розроблено її архітектуру та функціональну модель, що охоплює основні модулі: навчальний, гейміфікаційний, управління прогресом, мультимедійного контенту та інтерфейсу користувача. Визначено методи та моделі, що використовуються у системі – зокрема адаптивне навчання, управління сценарієм, тематичну класифікацію контенту, гейміфікацію та збереження стану користувача. Для кожного методу подано як концептуальне, так і формалізоване обґрунтування у вигляді математичних моделей.

У третьому розділі здійснено технічну реалізацію запропонованих рішень. Система розроблена з використанням платформи Unity, яка надала широкі можливості для роботи з відео, інтерактивними UI-компонентами та адаптивною логікою навчання. Програмне забезпечення містить модулі для демонстрації відеожестів, формування вікторин, аналізу відповідей, збереження прогресу та

подання зворотного зв'язку. Було створено низку навчальних блоків, що ілюструють принцип роботи системи: демонстрація жесту у форматі відео, подальший вибір правильної відповіді серед кількох варіантів, миттєвий зворотній зв'язок і система нагород.

У межах тестування системи було перевірено коректність її функціонування, відповідність заявленим функціональним і нефункціональним вимогам, зокрема: швидкість завантаження контенту, стабільність збереження прогресу, адаптивність до результатів користувача, відповідність принципам інклюзивного дизайну. Проведена оцінка показала, що система може бути застосована як у формальній освіті (наприклад, у школах або спецзакладах), так і для самонавчання.

Практичне значення розробленої інформаційної системи полягає в її здатності підвищити доступність української жестової мови, створити сприятливе освітнє середовище для користувачів різного віку, покращити моторику, увагу та концентрацію через ігрові механізми, а також сприяти популяризації інклюзивного навчання в Україні. Створений прототип підтвердив доцільність запропонованого підходу, і у подальшому може бути доповнений новими тематиками, режимами навчання, механізмами соціальної взаємодії та розширеною статистикою навчального прогресу.

Таким чином, робота має завершений цикл: від аналізу потреб до повноцінної реалізації прототипу інформаційної системи. Вона є не лише навчальним проєктом, але й цінним внеском у сферу цифрових освітніх продуктів для вивчення української жестової мови.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Duolingo Inc. Duolingo: Learn Languages for Free [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.duolingo.com> (дата звернення: 10.02.2025).
2. Lingvano GmbH. Lingvano: Learn Sign Language App [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.lingvano.com> (дата звернення: 15.02.2025).
3. Spread the Sign. International Sign Language Database [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.spreadthesign.com> (дата звернення: 30.01.2025).
4. SignSchool [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://www.signschool.com>
5. Мартиненко Денис Володимирович. Гейміфікація в проєктах жестової мови: тези доповіді [Електронний ресурс] — URL: <https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/issue/view/ukr-18.04.2025/127> (дата звернення: 21.04.2025).
6. Handspeak [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.handspeak.com> (дата звернення: 14.01.2025).
7. Unity [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://unity.com> (дата звернення: 18.01.2025).
8. Unity Learn [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://learn.unity.com> (дата звернення: 22.01.2025).
9. Unity Asset Store [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://assetstore.unity.com> (дата звернення: 26.01.2025).
10. TextMesh Pro [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.textmeshpro> (дата звернення: 30.01.2025).
11. DOTween [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://dotween.demigiant.com> (дата звернення: 03.02.2025).
12. Firebase [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <https://firebase.google.com> (дата звернення: 07.02.2025).

13. Google Cloud [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://cloud.google.com> (дата звернення: 11.02.2025).
14. GitHub [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com> (дата звернення: 15.02.2025).
15. GameDev.net [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gamedev.net> (дата звернення: 19.02.2025).
16. Game Developer [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gamedeveloper.com> (дата звернення: 23.02.2025).
17. Medium. Unity Development [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/tag/unity> (дата звернення: 27.02.2025).
18. Visual Studio [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://visualstudio.microsoft.com> (дата звернення: 03.03.2025).
19. C# Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp> (дата звернення: 07.03.2025).
20. Unity Services [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://unity.com/services> (дата звернення: 15.03.2025).
21. JSON.org [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.json.org> (дата звернення: 15.03.2025).
22. Gamasutra (архів) [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gamasutra.com> (дата звернення: 19.03.2025).
23. Stack Overflow [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://stackoverflow.com> (дата звернення: 23.03.2025).
24. Sign Language Linguistics [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sign-lang.uni-hamburg.de> (дата звернення: 27.03.2025).
25. Sign Language Studies Journal [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://gupress.gallaudet.edu/SLS.html> (дата звернення: 31.03.2025).
26. Educational Technology & Society [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.j-ets.net> (дата звернення: 04.04.2025).
27. ACM Digital Library [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://dl.acm.org> (дата звернення: 08.04.2025).

28. IEEE Xplore [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org> (дата звернення: 12.04.2025).
29. SpringerLink [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com> (дата звернення: 16.04.2025).
30. ResearchGate [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.researchgate.net> (дата звернення: 20.04.2025).
31. Міністерство освіти і науки України [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua> (дата звернення: 24.04.2025).
32. Coursera. Game Development [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.coursera.org/courses?query=game%20development> (дата звернення: 28.04.2025).
33. UX Design for Education [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://uxdesign.cc/tagged/education> (дата звернення: 02.05.2025).
34. Sign Language Recognition Research [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9353914> (дата звернення: 06.05.2025).
35. AR in Education [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.springer.com/journal/10009> (дата звернення: 10.05.2025).
36. Inclusive Design Toolkit [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://inclusivedesigntoolkit.com> (дата звернення: 12.05.2025).
37. Погорілець І. С. Використання мобільних додатків у вивченні жестових мов // Інф. технології та навчання. 2021. – Т. 15, № 3. – С. 45–52.
38. Шевчук О. В. Гейміфікація навчального процесу: методологічні аспекти // Освітні технології. 2022. – № 2. – С. 78–86.
39. Registry of Interpreters for the Deaf [Електронний ресурс]. – URL: <https://rid.org> (дата звернення: 15.01.2025).
40. World Federation of the Deaf [Електронний ресурс]. – URL: <https://wfdeaf.org> (дата звернення: 20.01.2025).
41. Гнатюк В. І. Інклюзивна освіта: інформаційні технології // Інклюзія сьогодні. 2022. – № 2. – С. 42–51.

42. Miller R., Davis S. Personal progress tracking in language apps // *Comput. Assist. Lang. Learn.* 2023. – Vol. 36, № 2. – P. 152–169.

43. Шовковий Є., Гриньова О., Удовенко С., Чала Л. Система автоматичного сурдоперекладу з використанням нейромережних технологій та 3D-анімації // *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості.* 2023. № 4(26). С. 108–121.

44. Кульбіда С. О. Теорія і практика української жестової мови і дактильного мовлення [Електронний ресурс]. – URL: https://ispukr.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/BV8-Теорія_і_практика_УЖМ-і-дактильного-мовлення-2022-23.pdf (дата звернення: 08.05.2025).

45. Жестова мова, як повноцінний засіб комунікації [Електронний ресурс] // *На Урок.* 2022. – URL: <https://naurok.com.ua/zhestova-mova-yak-povnocinniy-zasib-komunikaci-332294.html> (дата звернення: 09.05.2025).

46. Johnson L., Smith A. Game-Based Learning in Special Education: A Review // *J. Spec. Educ. Technol.* 2022. – Vol. 37, № 3. – P. 123–139.

47. Brown C., Miller T. Evaluating User Engagement in Sign Language Learning Apps // *Int. J. Hum.–Comput. Interact.* 2023. – Vol. 39, № 4. – P. 410–422.

48. Martinez G., Lee S. Mobile Game Design Patterns for Language Learning // *IEEE Access.* 2024. – Vol. 12. – P. 872–885.

49. Жестівник «Українська жестова мова» [Електронний ресурс]. – URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/707467/1/%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0%20.pdf> (дата звернення: 10.05.2025).

50. «Перекладач ЖМ» — Соціальна Єдність [Електронний ресурс]. – URL: <https://se.org.ua/perekkladach-zhm/> (дата звернення: 06.05.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А Головні механіки

using System.Collections;

using System.Collections.Generic;

using Unity.Services.Authentication;

using UnityEngine;

using UnityEngine.SceneManagement;

using UnityEngine.UI;

public class MainMenu : MonoBehaviour

{

**[SerializeField] private Button _themeButton, _dictionaryButton,
_fastQuestionButton, _leaderBoardButton, _exitButton;**

[SerializeField] private Button[] _returnButtons;

[SerializeField] private Button _logoutButton;

**[SerializeField] private GameObject _themeScreen, _dictionaryScreen,
_mainMenuScreen, _leaderBoardScreen;**

[SerializeField] private LeaderboardScreen _leaderboardMenu;

[SerializeField] private string _fastLevel;

[SerializeField] private Animator _animator;

private void Awake()

{

Application.targetFrameRate = 120;

}

private void Start()

{

_themeButton.onClick.AddListener(() =>

```

{
    if (_animator != null)
        _animator.Play("ShowTheme");
});
_dictionaryButton.onClick.AddListener(() =>
{
    if (_animator != null)
        _animator.Play("ShowDictionary");
});
_fastQuestionButton.onClick.AddListener(() =>
{
    SceneManager.LoadSceneAsync(_fastLevel);
});
_leaderBoardButton.onClick.AddListener(() =>
{
    _leaderboardMenu.OpenBoard();
    // _leaderBoardScreen.SetActive(true);
    if (_animator != null)
        _animator.Play("ShowLeaderboard");
    PlayerName.Instance.UpdatePlayerNameUI();
});
_exitButton.onClick.AddListener(() =>
{
    if (_animator != null)
        _animator.Play("Exit");

    AnimatorStateInfo stateInfo =
        _animator.GetCurrentAnimatorStateInfo(0);

    StartCoroutine(Exit(stateInfo));
}

```

```

});
_logoutButton.onClick.AddListener(() =>
{
    MenuManager.Instance.SignOut();
    PlayerName.Instance.UpdatePlayerNameUI();
});
for (int i = 0; i < _returnButtons.Length; i++)
{
    _returnButtons[i].onClick.AddListener(() =>
    {
        if (_animator != null)
            _animator.Play("Fade");
        _mainMenuScreen.SetActive(true);
        _themeScreen.SetActive(false);
        //_leaderBoardScreen.SetActive(false);
        _dictionaryScreen.SetActive(false);
    });
}
PlayerName.Instance.UpdatePlayerNameUI();

}

private IEnumerator Exit(AnimatorStateInfo stateInfo)
{
    while (stateInfo.IsName("Exit") && stateInfo.normalizedTime < 1.0f)
    {
        stateInfo = _animator.GetCurrentAnimatorStateInfo(0);
        yield return null;
    }
}

```

```
        Application.Quit();

    }

}

using System;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using TMPro;
using UnityEngine;

public class ExamGame : MonoBehaviour
{
    public static ExamGame Instance;
    public event Action<int, int> OnLevelEnd;

    [SerializeField] private int _quizMaxCount = 10;

    [SerializeField] private Spawner _spawner;
    [SerializeField] private TMP_Text _quizNumberText;

    private int _quizCount = 0;

    private int _correctAnswersCount = 0;
    private int _wrongAnswersCount = 0;
    private void Awake()
```

```
{  
    Instance = this;  
  
}  
private void Start()  
{  
    OpenNewGame();  
}  
public void OnWrong()  
{  
    _wrongAnswersCount++;  
    OpenNewGame();  
}  
  
public void OnCorrect()  
{  
    _correctAnswersCount++;  
    OpenNewGame();  
}  
  
public void OpenNewGame()  
{  
  
    _spawner.Spawn();  
  
    if (_quizNumberText != null)  
        UpdateQuizText();  
  
    if (_quizCount == _quizMaxCount)
```

```
{  
    EndQuiz();  
}  
_quizCount++;  
}
```

```
private void EndQuiz()  
{  
    OnLevelEnd?.Invoke(_correctAnswersCount, _wrongAnswersCount);  
}
```

```
private void UpdateQuizText()  
{  
    _quizNumberText.text = _quizCount.ToString() + "/" +  
    (_quizMaxCount).ToString();  
}  
}
```

```
using System;  
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using TMPro;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.UI;
```

```
public class AnswerButton : MonoBehaviour  
{  
    public event EventHandler OnCorrectButtonClick;  
    public event EventHandler OnWrongButtonClick;  
    private Button _button;
```

```
[SerializeField] private TMP_Text _title;
```

```
private bool _isCorrect = false;
```

```
private void Awake()
```

```
{  
    _button = GetComponent<Button>();  
}
```

```
private void Start()
```

```
{  
    _button.onClick.AddListener(() =>  
    {  
        if (_isCorrect) OnCorrectButtonClick?.Invoke(this, EventArgs.Empty);  
        else OnWrongButtonClick?.Invoke(this, EventArgs.Empty);  
    });  
}
```

```
public void SetButton(string title, bool isCorrect)
```

```
{  
    _title.text = title;  
    _isCorrect = isCorrect;  
}
```

```
}
```

```
using System.Collections;
```

```
using System.Collections.Generic;
```

```
using UnityEngine;
```

```
using UnityEngine.SceneManagement;
```

```
using UnityEngine.UI;
```

```
using UnityEngine.Video;
```

```
public class QuizSpawner : Spawner
```

```
{
```

```
    [SerializeField] private QuizSO[] _quizes;
```

```
    [SerializeField] private AnswerButton[] _answerButtons;
```

```
    [SerializeField] private RawImage _image;
```

```
    [SerializeField] private VideoPlayer _videoPlayer;
```

```
    //Debug
```

```
    private void Start()
```

```
{
```

```
    for (int i = 0; i < _answerButtons.Length; i++)
```

```
    {
```

```
        _answerButtons[i].OnCorrectButtonClick += OnCorrectButtonClick;
```

```
        _answerButtons[i].OnWrongButtonClick += OnWrongButtonClick;
```

```
    }
```

```
}
```

```
    private void OnWrongButtonClick(object sender, System.EventArgs e)
```

```
{
```

```
        RandomGame.Instance.OnWrong();
```

```
}
```

```
    private void OnCorrectButtonClick(object sender, System.EventArgs e)
```

```
{
```

```
        RandomGame.Instance.OnCorrect();
```

```
}
```

```
private int _lastQuizIndex = -1;

public override void Spawn()
{
    int newQuizIndex;

    do
    {
        newQuizIndex = Random.Range(0, _quizes.Length);
    } while (newQuizIndex == _lastQuizIndex);

    _lastQuizIndex = newQuizIndex;

    QuizSO quiz = _quizes[newQuizIndex];

    _image.texture = quiz.Image;

    for (int i = 0; i < _answerButtons.Length; i++)
    {
        _answerButtons[i].SetButton(quiz.Answers[i].TextAnswer,
quiz.Answers[i].IsCorrect);
    }

    if (quiz._video != null)
    {
        _videoPlayer.clip = quiz._video;
        _videoPlayer.Play();
    }
}
```



Звіт подібності

метадані

Назва організації

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU

Заголовок

Інформаційна система для ігрового вивчення української жестової мови

Автор

Науковий керівник / Експерт

Мартиненк Денис ВелерійовичМозгаллі О.П.

підрозділ

кафедра інформаційних систем в економіці

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1

25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



КП 2

13862

Кількість слів



КЦ

110733

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		8
Інтервали		0
Мікропробіли		4
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		2

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/066dbca0-6afa-4cf4-a181-c3e88a2aab6f/download	28 0.20 %
2	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/066dbca0-6afa-4cf4-a181-c3e88a2aab6f/download	19 0.14 %
3	https://revolution.allbest.ru/programming/01177452_0.html	14 0.10 %
4	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8622815f-827a-4e26-8cee-fc9dc9fd7849/content	12 0.09 %
5	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/066dbca0-6afa-4cf4-a181-c3e88a2aab6f/download	12 0.09 %

6	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/066dbca0-6afa-4cf4-a181-c3e88a2aab6f/download	12 0.09 %
7	Інформаційна система управління процесами планування та виконання робіт в ЦІОСТ КНЕУ 6/13/2019 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	11 0.08 %
8	https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36903/Orlova.pdf	10 0.07 %
9	Інформаційна система управління процесами планування та виконання робіт в ЦІОСТ КНЕУ 6/13/2019 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	8 0.06 %
10	Проектування інформаційної системи обліку акціонерів і акцій комерційного банку 6/18/2019 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	7 0.05 %

з бази даних RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-----------	--

з домашньої бази даних (0.19 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Інформаційна система управління процесами планування та виконання робіт в ЦІОСТ КНЕУ 6/13/2019 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	19 (2) 0.14 %
2	Проектування інформаційної системи обліку акціонерів і акцій комерційного банку 6/18/2019 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman KNEU (кафедра інформаційних систем в економіці)	7 (1) 0.05 %

з програми обміну базами даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-----------	--

з Інтернету (0.92 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://ir.kneu.edu.ua/bitstreams/066dbca0-6afa-4cf4-a181-c3e88a2aab6f/download	76 (5) 0.55 %
2	https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8622815f-827a-4e26-8cee-fc9dc9fd7849/content	22 (3) 0.16 %
3	https://revolution.allbest.ru/programming/01177452_0.html	19 (2) 0.14 %
4	https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36903/Orlova.pdf	10 (1) 0.07 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ІГРОВОГО ВИВЧЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЖЕСТОВОЇ МОВИ

Мартиненко Денис Валерійович

здобувач вищої освіти ННІ «Інститут інформаційних технологій в економіці»

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,
Україна*

Науковий Керівник: Мозгаллі Ольга Петрівна

докт. екон. наук, професор, професор ННІ «Інститут інформаційних технологій в економіці»

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,
Україна*

У сучасному світі технології активно використовуються в освітньому процесі, забезпечуючи доступність та ефективність навчання для різних категорій населення. Одним з важливих аспектів цифрової освіти є підтримка людей з особливими потребами, зокрема, осіб із порушеннями слуху[1]. У цьому контексті особливо актуальним є створення інформаційних систем для вивчення жестової мови, які можуть значно полегшити процес навчання та сприяти соціальній інтеграції користувачів. Розвиток таких систем став можливим завдяки стрімкому прогресу у сфері штучного інтелекту, комп'ютерного зору та інтерактивних технологій навчання.

Статистичні дані свідчать про те, що в Україні проживає понад 150 тисяч людей з порушеннями слуху, з яких значна частина використовує українську жестову мову як основний засіб комунікації. Водночас, кількість людей, які володіють жестовою мовою, залишається недостатньою для забезпечення повноцінної соціальної інтеграції осіб з вадами слуху. Це створює значні комунікаційні бар'єри у повсякденному житті, освіті та професійній діяльності.

Важливою особливістю системи є використання штучного інтелекту для аналізу правильності виконання жестів, що забезпечує миттєвий зворотний зв'язок та допомагає користувачам швидко коригувати свої помилки[3].

Технологічна база системи має ґрунтуватися на використанні нейронних мереж глибокого навчання, які були б спеціально навчені на великому масиві даних

української жестової мови. Система має використовувати комп'ютерний зір для захоплення та аналізу рухів користувача через веб-камеру або спеціалізовані сенсори. Алгоритми машинного навчання дозволяють розпізнавати не лише статичні жести, але й динамічні послідовності рухів, що є критично важливим для правильного відтворення жестової мови.

Адаптивність системи забезпечується через впровадження спеціального алгоритму, який аналізує успішність виконання завдань та автоматично коригує рівень складності наступних вправ. Це дозволяє створити індивідуальну траєкторію навчання для кожного користувача, враховуючи його початковий рівень, швидкість засвоєння матеріалу та специфічні труднощі, з якими він стикається.

Особлива увага в системі має приділятися мотиваційним аспектам навчання. Гейміфікація реалізована через систему досягнень, рівнів та винагород, що стимулює користувачів до регулярних занять. Користувачі можуть змагатися з іншими учнями[2].

Навчальний контент системи структурований за тематичними модулями, починаючи з базових жестів для повсякденного спілкування. Кожен модуль містить теоретичний матеріал, демонстраційні відео з носіями жестової мови, інтерактивні вправи та контрольні завдання[5].

Для індивідуальних користувачів система має стати персональним тренером, що доступний у будь-який час та з будь-якого пристрою з доступом до інтернету.

Економічна ефективність впровадження системи обумовлена можливістю масштабування без значного збільшення витрат, оскільки основні процеси автоматизовані. Це робить навчання жестової мови доступним для широкого кола користувачів незалежно від їх географічного розташування та економічних можливостей.

Подальший розвиток системи має плануватися за кількома напрямками. По-перше, це вдосконалення алгоритмів розпізнавання жестів з використанням нових досягнень у сфері комп'ютерного зору та штучного інтелекту. По-друге, розширення навчального контенту та додавання нових тематичних модулів. По-

третє, розробка мобільної версії додатку для забезпечення ще більшої доступності навчання.

Висновки: Розробка та впровадження інформаційної системи для вивчення української жестової мови є важливим кроком у забезпеченні доступності освіти та соціальної інтеграції людей з порушеннями слуху. Використання сучасних технологій штучного інтелекту та комп'ютерного зору дозволяє створити ефективний інструмент навчання, який забезпечує персоналізований підхід та миттєвий зворотний зв'язок для кожного користувача. Система демонструє високу економічну ефективність завдяки можливості масштабування без значного збільшення витрат, що робить її доступною для широкого кола користувачів незалежно від їх місцезнаходження.

Важливим аспектом системи є її адаптивність та використання елементів гейміфікації, що сприяє підтримці мотивації користувачів та забезпечує індивідуальну траєкторію навчання. Структурований навчальний контент, разом із можливістю практикувати жестову мову в інтерактивному режимі, створює комплексне рішення для ефективного засвоєння матеріалу.

Подальший розвиток системи передбачає вдосконалення алгоритмів розпізнавання жестів, розширення навчального контенту та розробку мобільної версії додатку, що дозволить зробити навчання жестової мови ще більш доступним та ефективним. Впровадження такої системи стане важливим кроком у розвитку інклюзивної освіти в Україні та сприятиме подоланню комунікаційних бар'єрів для людей з порушеннями слуху.

Список використаних джерел

1. Кульбіда С.В. Українська жестова мова як природна знакова система // Жестова мова й сучасність: збірник наукових праць. - Київ, 2021. - С. 218-239.
2. Адамюк Н.Б. Теоретико-методичні основи вивчення лексики української жестової мови глухими учнями початкової школи. - Київ: Інститут спеціальної педагогіки НАПН України, 2020.

3. Чепчина І.І. Інноваційні технології навчання української жестової мови // Освіта осіб з особливими потребами: шляхи розбудови. - 2022. - Вип. 18. - С. 156-169.
4. Дробот О.А. Комунікативна діяльність осіб із порушеннями слуху: теоретичні та прикладні аспекти. - Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2021.
5. Іванюшева Н.В., Кульбіда С.В. Українська жестова мова: навчальний посібник. - Київ: Освіта України, 2022.