

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «магістр»
за спеціальністю 121 «Інженерія програмного забезпечення»
(освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»)

на тему:

«Система інтелектуального аналізу відеоматеріалів»

Виконав студент групи ІПЗм-22-2

РАЧКИНДА Федір Федорович

Керівник роботи:

ЄФРЕМОВ Юрій Миколайович

Рецензент:

КОНЦИДАЙЛО Андрій Михайлович

Житомир – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

зав. кафедри інженерії
програмного забезпечення

Тетяна ВАКАЛЮК

«18» вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Здобувач вищої освіти: **РАЧКИНДА Федір Федорович**

Керівник роботи: **ЄФРЕМОВ Юрій Миколайович**

Тема роботи: **«Система інтелектуального аналізу відеоматеріалів»**,
затверджена Наказом закладу вищої освіти від **«18» вересня 2023 р. № 479/с**

Вихідні дані для роботи: **аналіз та дослідження системи інтелектуального аналізу відеоматеріалів.**

Консультанти з магістерської кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів,
що їх стосуються:

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
1	Єфремов Ю.М.	22.09.2023р.	22.09.2023р.
2	Єфремов Ю.М.	22.09.2023р.	22.09.2023р.
3	Єфремов Ю.М.	22.09.2023р.	22.09.2023р.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота присвячена системі автоматичного аналізу та перекладу відеоматеріалів. Пояснювальна записка містить з 42 сторінок, 17 зображень та 8 таблиць, 2 формули, список використаних джерел складається з 20 джерел.

Метою досліджень встановлено детальний аналіз системи автоматичного аналізу відеоматеріалів.

В дослідженнях визначено переваги та недоліки наявних систем, економічне зображення. Сформовано задачу кваліфікаційної роботи та проаналізовано, обрано архітектуру компонентів системи. Досліджено способи уникнення помилок допущених іншими системами.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА, IBM, Seq2Seq, ГНМ, РНМ,

RESUME

The qualifying master's thesis is devoted to the system of automatic analysis and translation of video materials. The explanatory note contains 42 pages, 17 images and 7 tables, 2 formulas, the list of used sources consists of 20 sources.

The goal of the research is a detailed analysis of the automatic video analysis system.

In the studies, the advantages and disadvantages of the existing systems, the economic image, are determined. The task of the qualification work was formulated and analyzed, and the architecture of the system components was chosen. Methods of avoiding errors made by other systems have been studied.

KEY WORDS: INTELLECTUAL, IBM, Seq2Seq, DNN, RNN.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1. Основи мовознавства та лінгвістики в контексті перекладу	9
1.2. Огляд інструментів та технологій для розпізнавання мовлення	12
1.3. Методи та алгоритми машинного перекладу.....	14
1.4. Приклади використання штучних нейронних мереж для перекладу.....	16
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ПЕРЕКЛАДУ ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ ТА ЕКОНОМІЧНА СКЛАДОВА	18
2.1. Архітектура системи перекладу відеоматеріалів	18
2.2. Економічна частина дослідження	21
2.3. Ризики та шанси.....	26
Висновки до розділу 2.....	28
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
3.1. Зміст експерименту	29
3.2. Розробка ресурсу для перекладу	36
Висновки до розділу 3	39
ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IBM	– International Business Machines
Seq2Seq	– Sequence-to-Sequence
ГНМ	– Глибокі нейронні мережі
РНМ	– Рекурентні нейронні мережі
ІС	– Інформаційні системи
НДП	– Науково-дослідної роботи

ВСТУП

Сучасний розвиток інформаційних технологій та високошвидкісних мереж відкриває нові можливості для обміну інформацією та культурним взаєморозумінням між різними національностями та мовами. Великий обсяг відеоматеріалів, який щодня створюється та споживається в інтернеті, створює необхідність у швидкому та ефективному перекладі цих матеріалів для глобальної аудиторії.

Зростаюча потреба в інтернаціоналізації контенту відеоматеріалів породжує виклики та вимагає нових підходів до мовного перекладу, які враховують контекст, виразність та природність перекладу. У цьому контексті, виникає актуальна проблема створення інтелектуальних систем перекладу відеоматеріалів, що могли б ефективно працювати зі звуковим та візуальним контекстом.

Метою даної магістерської роботи є детальний аналіз та розробка системи інтелектуального аналізу та перекладу відеоматеріалів, яка базується на сучасних досягненнях у галузі машинного навчання та обробки природної мови. Дослідження спрямоване на створення та вдосконалення інтелектуальних алгоритмів, які забезпечують високу точність та ефективність перекладу, зокрема у випадках, коли важливо враховувати аудіовізуальний контекст відеоматеріалу.

Сформовано основні завдання які потрібно вирішити під час досліджень:

- Експериментальне дослідження та оцінка ефективності
- Аналіз впливу на різні сфери застосування
- Вдосконалення та подальший розвиток системи

Об'єктом дослідження магістерської роботи є система інтелектуального перекладу відеоматеріалів. Основний фокус дослідження спрямований на відповідні технології та алгоритми, які використовуються для здійснення інтелектуального перекладу мовлення в контексті відео.

Предметом дослідження є визначення оптимальних технічних рішень для побудови системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів, а також вивчення можливостей її інтеграції з існуючими мовними технологіями та мультимедійними платформами.

Наукова новизна роботи полягає у внесенні вагомого внеску у розуміння та розробку інтегрованих підходів до перекладу відеоматеріалів, об'єднуючи в собі технічні та мовознавчі аспекти для досягнення більш ефективного та природного перекладу. Результати цього дослідження можуть служити основою для подальших розвитків у галузі машинного перекладу та розпізнавання мовлення в контексті відео.

Практичне значення полягає у сприянні подальшому розвитку технологій перекладу, зокрема в галузі відеоматеріалів. Запропоновані методи та алгоритми можуть вплинути на покращення якості та ефективності перекладу.

Методологія дослідження включатиме в себе аналіз існуючих технологій, розробку алгоритмів та моделей для інтелектуального перекладу, а також експериментальне тестування аналогових системи на реальних відеоматеріалах. Цей підхід дозволить здійснити комплексне дослідження, охоплюючи як теоретичні аспекти, так і практичні.

Дана магістерська робота визначається як важливий крок у напрямку розробки і вдосконалення інтелектуальних систем перекладу відеоматеріалів, що відповідає сучасним викликам глобалізації та розширенню глобального медіа-простору.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Основи мовознавства та лінгвістики в контексті перекладу

В перекладі, мовознавство та лінгвістика виступають не лише як засоби аналізу мовних структур, але і як фундаментальні складові в розумінні та управлінні процесом передачі змісту з однієї мови до іншої. Розглядання основ мовознавства у контексті перекладу сприяє глибшому розумінню структури мов та їх взаємодії, що, в свою чергу, визначає ефективність перекладу та передачу значення.

Аналіз морфологічних особливостей як джерельної, так і цільової мов є фундаментальним компонентом в процесі автоматичного перекладу. Морфологія вивчає форми слів і способи їхньої зміни для передачі різних значень і граматичних функцій.

Розуміння синтаксичних структур і їх вплив на виразність та логічність перекладу:

Синтаксичні структури мови грають ключову роль у створенні виразних та логічних текстів, і їх розуміння в перекладі має вирішальне значення для точності та адекватності передачі смислу. Синтаксичний аспект включає в себе не лише граматичні конструкції, але і взаємозв'язки слів у реченнях, порядок слів, та способи їх комбінації.

Однією з ключових аспектів є аналіз побудови речень. Перекладач повинен уважно розглядати структуру речень у джерелі та забезпечити, щоб її адекватно відтворили в цільовій мові. Це включає в себе розуміння простих та складних речень, а також їх зв'язку в тексті. Врахування синтаксичних особливостей дозволяє зберегти логічний порядок ідей та подій, зберігаючи структуру оригіналу.

У перекладі також важливо враховувати виразність. Синтаксичні структури впливають на стиль та експресію тексту. Розгляд різних способів побудови речень та їх впливу на стилістичні аспекти тексту дозволяє

перекладачеві врахувати індивідуальні особливості мови джерела та відтворити їх в перекладі, зберігаючи експресивність.

Порядок слів у реченні також має суттєвий вплив на передачу смислу. Розуміння та правильне використання синтаксичних конструкцій для відтворення логічного надбання слів і ідей допомагає уникнути розбіжностей та зберегти структуру оригіналу.

Крім того, урахування координації та субординіції в синтаксисі дозволяє точно передати зв'язок між ідеями та частинами тексту, забезпечуючи логічну послідовність. Врахування синтаксичних взаємозв'язків допомагає уникнути розчленування ідей та забезпечити структурну цілісність.

Взагалі, синтаксичні структури вимагають від перекладача не лише глибоких знань граматики, але й вміння адаптувати їх для конкретних перекладацьких завдань. Це включає аналіз синтаксичних конструкцій, їх відтворення в іншій мові з урахуванням культурних та лінгвістичних нюансів, та вибір тих структур, що найкраще відповідають задачам конкретного перекладу.

Одним із важливих аспектів мовознавства та перекладу є вивчення вживання слів і їх значень у різних контекстах. Його мета полягає в тому, щоб зрозуміти різноманітність семантичних характеристик мовних одиниць. Коли ми розглядаємо це явище, ми повинні розглянути не лише слова, але й те, як вони залежать від контексту, як вони стилістичні, і як соціальні та культурні фактори впливають на їх семантику.

Полісемія, або наявність кількох значень у визначенні слова, та поліфункціональність, що вказує на різноманітність функцій слів у різних ситуаціях, стають важливими аспектами дослідження. Розуміння, як терміни можуть мати різні семантичні відтінки та як вони адаптуються до різних стилів мовлення, відображається у виборі точних синонімів або відтінків для забезпечення найточнішого виразу смислу.

Контекстуальний аналіз лексики включає у себе розгляд не лише лексичного, але і синтаксичного контексту. Так, розуміння взаємодії слів в

реченні та їх семантики в різних синтаксичних конструкціях є важливим для вивчення впливу порядку слів на семантику висловлювань.

Культурні та стильові відтінки є невід'ємною частиною аналізу вживання слів. Слова можуть набувати специфічних конотацій або асоціацій в різних культурах, а їх стильове вживання може розкривати різні відтінки значень у залежності від комунікативної мети.

Контекстуальний вибір слів також пов'язаний із значенням у конкретних жанрах тексту. Термінологічна адаптація, врахування емоційного забарвлення та використання фразеологізмів стають ключовими елементами для точного передавання смислу в різноманітних жанрах.

Загалом, аналіз вживання слів у різних контекстах враховує всі елементи, які впливають на семантику слів у цих контекстах, що запобігає помилковим тлумаченням і гарантує точний і адекватний переклад.

В контексті наукового вивчення, аналіз вживання мовленнєвих виразів у конкретних ситуаціях виступає як складний та глибокий підхід, спрямований на розкриття багатоаспектності цього явища в рамках конкретних комунікативних випадків.

Почнемо з контекстуальної чутливості, що визначається не лише самим висловлюванням, але й тим, як воно взаємодіє з обставинами. Вивчення цього аспекту дозволяє врахувати вплив місця, часу та ситуації на сприйняття та інтерпретацію мовленнєвого вислову.

Другий аспект наукового аналізу - це функціональний аспект. Тут мовленнєві вислови розглядаються як інструменти комунікації, що виконують певну функцію. З'ясування цієї функції дозволяє розуміти, чи є вони, наприклад, засобом вираження емоцій, переказу думок чи досягнення конкретної мети спілкування.

Третій аспект – емоційне забарвлення. Вивчення вживання мовленнєвих виразів в контексті емоцій розкриває, як емоційний фон впливає на вибір слів та їх інтонацію у конкретних обставинах. Це може включати аналіз спектру

емоцій, від задоволення до роздратування та їхнього відображення у лінгвістичних засобах.

Усі ці аспекти доповнюються аналізом синтаксичної та семантичної структури мовленнєвих висловів у конкретних обставинах. Розглядання, як змінюється синтаксична конструкція та семантика вислову, допомагає розкрити його точне вираження та визначити його ефективність у відповідному контексті.

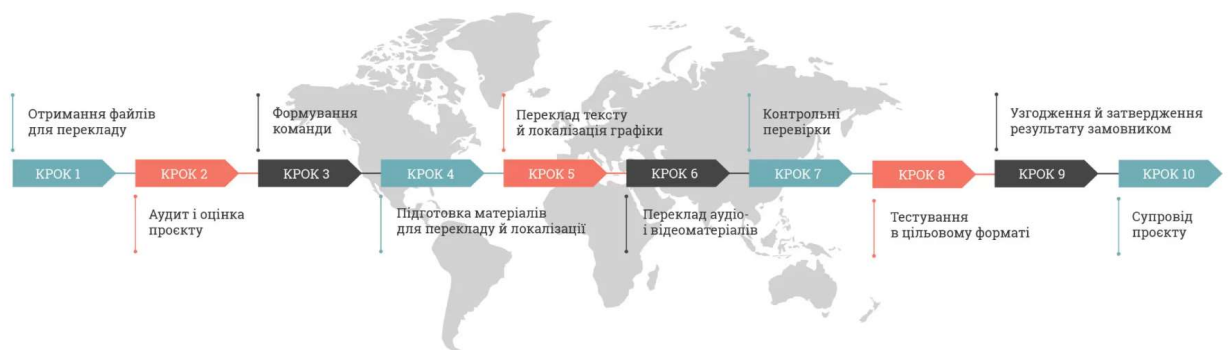


Рисунок 1.1 – схема поетапного перекладу

1.2. Огляд інструментів та технологій для розпізнавання мовлення

Голосові асистенти, системи автоматичного розпізнавання мовлення та інші засоби розпізнавання мовлення є важливими компонентами сучасного інформаційного суспільства. Виявляється, що аналіз інструментів і технологій цієї галузі є необхідним для розуміння поточного стану та перспектив розвитку галузі.

Сучасні голосові асистенти, такі як Siri від Apple, Google Assistant, та Amazon Alexa, базуються на технологіях розпізнавання мовлення. Ці системи використовують глибоке навчання та нейронні мережі для розуміння природної мови та виконання завдань, запитаних голосом.

Технології транскрипції дозволяють автоматично переводити мовлення у текст. Google Speech-to-Text, Microsoft Azure Speech, та IBM Watson Speech to Text є прикладами платформ, які використовуються для цього. Вони

використовують алгоритми глибокого навчання та моделі машинного навчання для досягнення високої точності розпізнавання.

Багато мобільних додатків використовують технології розпізнавання голосу для введення тексту або виконання дій за допомогою голосових команд. Наприклад, деякі клавіатури для смартфонів мають вбудовану функцію розпізнавання голосу.

В області телекомунікацій технології розпізнавання мовлення застосовуються для автоматичного розпізнавання команд в телефонних системах і впровадження різних сервісів, таких як розпізнавання абонентів.

Технології розпізнавання мовлення також використовуються в системах автоматичного перекладу. Деякі мобільні додатки, такі як Google Translate, використовують глибоке навчання для розпізнавання та перекладу мовлення в режимі реального часу.

Інструменти розпізнавання мовлення можуть також використовуватися для аналізу емоційного тону висловлювань. Це застосовується в сферах від клієнтського сервісу до досліджень в галузі маркетингу.

У багатомовних або діалектних середовищах, де мовлення може суттєво відрізнятися, технології розпізнавання можуть враховувати мовленнєві особливості різних груп користувачів.



Рисунок 1.2 – Перші технології розпізнавання

1.3. Методи та алгоритми машинного перекладу

Методи та алгоритми машинного перекладу знаходяться в центрі інтенсивних досліджень, оскільки розвиток цих технологій визначає ефективність мовного спілкування в умовах глобалізації. Сучасні дослідження в цьому напрямку акцентують на використанні глибокого навчання, нейронних мереж, моделей послідовного перекладу, методів формалізованого моделювання, архітектур, що забезпечують здібність до перекладу, та гібридних підходів.

Глибоке навчання та нейронні мережі, як ключові компоненти, дозволяють системам адаптуватися до різних лінгвістичних особливостей та автоматично визначати синтаксичні та семантичні взаємозв'язки. Великі набори даних та складні алгоритми навчання роблять можливим високий рівень точності перекладу.

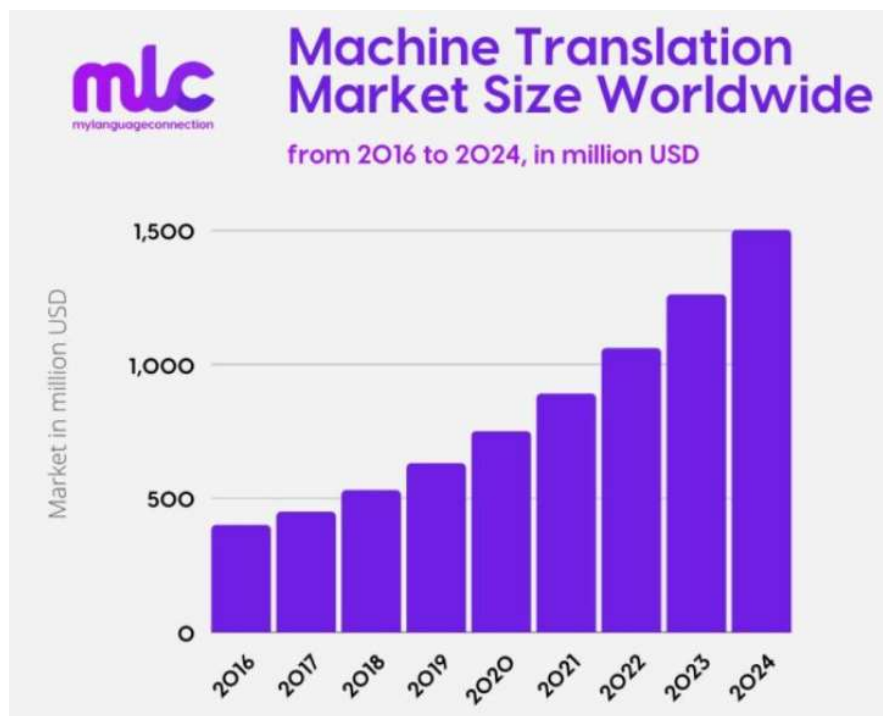


Рисунок 1.3 – Графік зростання попиту машинного перекладу

Моделі послідовного перекладу вивчають відносини між словами в реченні, забезпечуючи збереження семантичної структури тексту. Однак, цей підхід може стикатися з обмеженнями при обробці великих обсягів інформації через його лінійний характер.

Методи формалізованого моделювання, такі як статистичні та правилкові системи, використовують граматичні та семантичні правила для забезпечення стабільності перекладу в різних умовах та середовищах.

Архітектури, що забезпечують здібність до перекладу, включають компоненти для розуміння семантики та контексту, роблячи системи гнучкими та придатними для використання в різних лінгвістичних середовищах.

Гібридні підходи поєднують різні методи, використовуючи переваги статистичних та глибоких навчальних методів, намагаючись вирішити їхні обмеження та покращити точність перекладу.

Мета кожного з цих напрямків досліджень полягає в тому, щоб зробити машинний переклад точнішим, ефективнішим і більш адаптованим до різноманітних лінгвістичних проблем, з якими стикається сучасний світ.



Рисунок 1.4 – Фактори впливу ціни на вартість перекладу

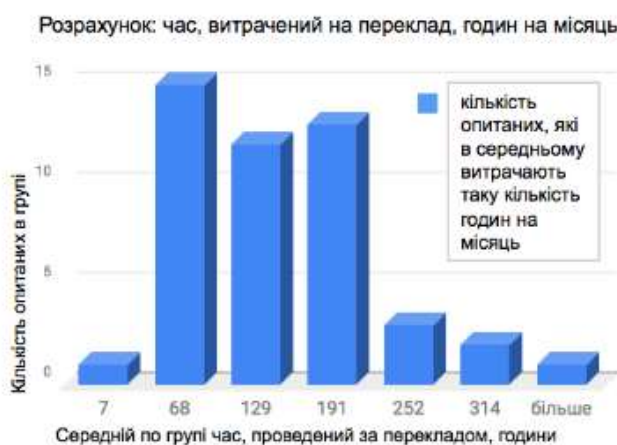


Рисунок 1.5 – Витрати в часі витрачені на переклад

1.4. Приклади використання штучних нейронних мереж для перекладу

Переклад штучних нейронних мереж є важливим етапом розвитку мовних технологій. Висока здатність моделей досліджувати складні нелінійні залежності між мовними структурами визначає ефективність цього підходу та відмінні результати порівняно з традиційними методами перекладу.

Штучні нейронні мережі, зокрема глибокі нейронні мережі (ГНМ) та рекурентні нейронні мережі (РНМ), використовуються для реалізації машинного перекладу. Глибокі нейронні мережі в зв'язку з своєю здатністю адаптуватися до складних завдань та автоматично вивчати представлення мови є основним інструментом у цьому контексті.

Варто відзначити приклад використання сучасних архітектур, наприклад, Sequence-to-Sequence (Seq2Seq) з використанням рекурентних або трансформерних мереж для перекладу. У Seq2Seq архітектурі, вхідний текст представляється у вигляді вектору, який подається на вхід рекурентній або трансформерній мережі. Потім, отриманий вектор, називається контекстом, використовується для генерації вихідного тексту у цільовій мові.

Застосування глибокого навчання дозволяє створювати моделі, які здатні до адаптації до різноманітних мов, ураховуючи синтаксичні та семантичні аспекти. Крім того, вони можуть ефективно враховувати контекст та нюанси висловлювань, що робить їх особливо корисними для завдань перекладу великих обсягів текстів, включаючи відеоматеріали.

Важливим є також застосування ансамблевих моделей, де декілька нейронних мереж працюють разом, щоб поліпшити якість перекладу та зробити систему більш стійкою до різноманітних лінгвістичних варіацій.

В цілому, застосування штучних нейронних мереж у машинному перекладі відкриває перспективні можливості для поліпшення точності, швидкості та гнучкості перекладу в різних мовних контекстах.

Висновки до розділу 1

Висновок до першого розділу підкреслює важливість ретельного вивчення та розуміння теоретичних аспектів, що лежать в основі системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів. Здійснений огляд сучасних методів та підходів до машинного перекладу визначає фундаментальні концепції, які визначають функціональність та результативність системи.

Нейронні мережі, зокрема глибокі та рекурентні, виявляються важливими теоретичними компонентами, які визначають їхню високу здатність адаптуватися до лінгвістичних особливостей і автоматично вивчати мовні структури. Архітектури, такі як Sequence-to-Sequence, взаємодіючі з трансформерними мережами, значно покращують результати перекладу.

У повному розгляді теоретичної бази є елементи дослідження синтаксичних і семантичних структур, аналізу вживання слів у різних контекстах і дослідження вживання мовленнєвих виразів у певних контекстах. Це не тільки дозволяє автоматизувати переклад, але й дозволяє враховувати мовні відтінки та контекст, що дуже важливо для точного та природного перекладу відеоматеріалів.

Для подальших експериментів, розробки та вдосконалення системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів слід використовувати ці теоретичні основи. Вони відкривають нові перспективи у мовних технологіях, визначаючи стратегічний напрямок досліджень і впровадження технологій, спрямованих на ефективний і точний переклад у відеоформаті.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ПЕРЕКЛАДУ ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ ТА ЕКОНОМІЧНА СКЛАДОВА

2.1. Архітектура системи перекладу відеоматеріалів

Для виконання завдань, поставлених у дослідженні, система інтелектуального аналізу та перекладу відеоматеріалів повинна володіти високими стандартами. Це дозволить задовольнити всі визначені специфікації, стандарти та інші сформовані вимоги та документи. Крім того, підрозділ містить правила, яких користувач повинен дотримуватися, коли працює з цим програмним забезпеченням. інформація про можливості програми, показники якості та обмеження її використання.

Бізнес-вимоги:

1. Основна ціль: Розробка системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів для забезпечення ефективного та точного перекладу контенту для різних мовних аудиторій;
2. Мовна підтримка: Підтримка широкого спектру мов для забезпечення глобального охоплення аудиторії;
3. Якість перекладу: Забезпечення високої якості перекладу, яка відповідає сучасним стандартам та задовольняє очікування користувачів;
4. Продуктивність та швидкість: Забезпечення ефективної роботи системи навіть при обробці великого обсягу відеоматеріалів;
5. Інтерфейс користувача: Розробка інтуїтивного та зручного інтерфейсу користувача для легкого використання системи;
6. Аналіз та звітність: Включення засобів аналізу та звітності для відстеження використання системи та здатності задовольняти потреби користувачів;

Подальший проектування та розробка системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів має базуватися на цих вимогах. Виконання цих вимог сприяє успішності проекту та задоволенню користувачів.

Функціональні вимоги:

- Користувач повинен мати можливість завантажувати відеофайли в систему;
- Система повинна автоматично обробляти завантажені відео, визначаючи аудіо- та відеодоріжки;
- Система повинна розпізнавати мову тексту з аудіодоріжки відео;
- Здійснення мовного перекладу тексту з аудіодоріжки на обрану мову користувачем;
- Автоматична генерація субтитрів для перекладеної аудіодоріжки;
- Використання алгоритмів обробки відео для визначення руху, обличчя, тексту та інших важливих деталей в кадрі.
- Користувач повинен мати можливість вибрати бажану мову перекладу для відео;
- Система повинна бути здатною обробляти велику кількість відеоматеріалів та велику кількість користувачів одночасно;
- Розробка інтуїтивного і зручного інтерфейсу для завантаження відео, вибору мови та керування іншими параметрами;
- Механізми валідації для переконання в точності та зрозумілості перекладу;
- Здатність обробляти різні формати відео для забезпечення універсальності системи;
- Можливість генерації звітів про використання системи та її продуктивність.

1. Термін засвоєння роботи з системою:

- Щоб навчитися користуватися системою, користувачам потрібно п'ять хвилин, а користувачам з більшим досвідом — дві хвилини.

- Тривалість часу відгуку системи для простих відео не повин перевищувати 1 хвилини, а для більш складних відеоматеріалів — 5 хвилин;
- Інтерфейс відображення інформаційної системи повинен бути простим для користувачів і зручним;

2. Захист та надійність:

- Для обслуговування програмного комплексу необхідно не більше п'яти годин на тиждень;
- Середня тривалість часу роботи без перезавантажень 1 тиждень;
- Найбільша допустима кількість помилок і багів у програмному комплексі — одна помилка на 1000 звернень клієнтської частини;

3. Результативність:

- Отримання інформації що оброблюється на протязі 5 хвилин;

4. Експлуатаційні можливості:

- До системи ставиться вимога швидкого перекладу за потреби у випадку високої кількості запитів користувачів;
- Підготовка до оновлень: автоматичні оновлення складової системи на сервері є обов'язковими, тоді як клієнтські частини оновлюються користувачами в ручному режимі.

Вимоги до середовища розгортання:

1. Вимоги до середовища розгортання визначають, які умови та ресурси потрібні для ефективної роботи системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів:

- Система має бути сумісною з різними операційними системами, такими як Windows, Linux та macOS;
- Використання певної мови програмування, такої як Python, Java чи Node.js, залежно від вибору технологій для розробки системи;
- Підтримка популярних систем управління базами даних, таких як MySQL, PostgreSQL чи MongoDB.;

- Встановлення та налаштування фреймворків та бібліотек, які використовуються для розробки системи (наприклад, TensorFlow, PyTorch, Django, Flask тощо);
- Розгортання та конфігурація моделей машинного навчання для розпізнавання мови та перекладу;
- Наявність стабільного інтернет-з'єднання для забезпечення обміну даними з перекладачем та іншими службами;
- Встановлення заходів безпеки для захисту від несанкціонованого доступу та забезпечення конфіденційності даних;
- Розгортання систем моніторингу та логування для відстеження продуктивності системи, виявлення помилок та забезпечення можливості аналізу;
- Забезпечення системи резервного копіювання для уникнення втрати даних у випадку непередбачених ситуацій;

2. Вимоги до клієнтських систем:

- Підтримка популярних веб-браузерів, таких як Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari чи Microsoft Edge.;
- Стабільне та швидке Інтернет-з'єднання для завантаження та відтворення відео, а також обміну даними з сервером;
- Рекомендації щодо користування оновленими версіями браузера для забезпечення сумісності та безпеки;
- Дотримання основних стандартів безпеки браузера для захисту від несанкціонованого доступу та інших загроз;

2.2. Економічна частина дослідження

Мета цього розділу полягає в тому, щоб проаналізувати, скільки коштуватиме проведення науково-дослідної роботи (НДП), яка передбачає дослідження технологій перекладу відеоматеріалів за допомогою нейромереж. Таке обґрунтування включатиме розрахунок заробітної плати та витрат

працівників, розрахунок одноразових витрат і прибутку та оцінку результатів НДР.

Реалізація НДР передбачає такі етапи:

- аналіз предметної області;
- визначення недоліків існуючих систем перекладу;
- формулювання основних вимог до процесу створення системи перекладу відеоматеріалів з використанням нейромереж;
- вибір методів для проведення експерименту;
- отримання оцінки інтерфейсу, що дозволяє обрати найкращу технологію;
- розробка дизайн-концепції відповідно до складеної методики;
- обробка та аналіз результатів дослідження.

Під час виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд існуючих теоретичних підходів у даній галузі, досліджено основні методи та процеси створення перекладу відеоматеріалів за допомогою нейромереж. Після чого були розроблені рекомендації, щодо розробки концепції та проведено експеримент з їх використанням.

Умовно НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу були виконані підбір і аналіз інформації для проведення відповідних до постановки завдання робіт.

Проаналізовано вимоги до інтерфейсу та перекладу інформації, які створюються нейромережею.

На етапі виконання основної частини НДР були здійснено такі роботи:

- аналіз основних характеристик та принципів перекладу відеоматеріалів;
- аналіз сприйняття та засвоєння інформації потенційним споживачем;
- були обрані методи для проведення дослідження;
- створення рекомендацій щодо розробки зручного інтерфейсу;
- генерування перекладу у нейромережах;

У заключній частині проводяться: аналіз результатів виконання НДР, складання звіту з НДР.

Найбільш складною та відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт (візьмемо для прикладу керівника роботи, експерта досліджування та перекладача).

Середня заробітна плата виконавця робіт розраховується за формулою:

$$З_{\text{ср.н}} = З_{\text{ср.міс.}} / n$$

де $З_{\text{ср.міс}}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n=22$).

Середньоденна заробітна плата перекладача складає:

$$З_{\text{ср.н}} = 16000 / 22 = 727,27 \text{ грн}$$

Середньоденна заробітна плата експерта дослідження складає:

$$З_{\text{ср.н}} = 9000 / 22 = 409,09 \text{ грн}$$

Середньоденна заробітна плата керівника складає:

$$З_{\text{ср.н}} = 20000 / 22 = 909,09 \text{ грн}$$

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Затрати в днях	Ср. денна Заробітня плата, грн	Сума заробітної плати
Підготовка та збір матеріалів	1	Керівник	2	909,09	1818,18
Складання плану	1	Керівник	1	909,09	909,09
Постановка задачі	1	Керівник	1	909,09	909,09
Розгляд сучасних методів перекладу	1	Перекладач	2	727,27	1454,54
Аналіз процесу розробки	1	Перекладач	1	727,27	727,27
Генерація перекладу за допомогою нейромережі	1	Перекладач	2	727,27	1454,54
Проведення експерименту	1	Експерт	1	409,09	409,09
Аналіз результатів	2	Керівник	2	909,09	1818,18
		Перекладач	2	727,27	1454,54
Формування висновків	1	Керівник	1	909,09	909,09
Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Керівник	1	909,09	909,09
Всього			16		12772,7

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- вартість машинного часу;
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

До інших витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, опалення, освітлення) та вартість послуг зв'язку.

Витратами на матеріали, які необхідні для виконання робіт, і цінами, які діють на момент складання калькуляції, визначаються матеріальні витрати. Щоб провести НДР, вам потрібно три ручки та одна упаковка паперу. Таким чином можна визначити матеріальні витрати:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j,$$

де М – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів, $j = (1 / n)$;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Витрати на оплату праці розраховуються виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати.

Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 12772,70 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому

порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску (ЄСВ) дорівнює 22% від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 2809,99 грн.

Також потрібно враховувати вартість техніки на якій виконувалась НДР.

Результат – це завершальний наслідок послідовності дій, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науковотехнічним рівнем.

Відповідно до теми даної роботи можна зробити висновок про те, що результатом впровадження НДР є зменшення ваги сайту та підняття його у рейтингу порівняно з попереднім (неоптимізованим) результатом, що має досить велике значення для його користувачів.

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок про те, що кожна гривня витрат на розробку НДР забезпечує зниження витрат часу на створення перекладу. Дана науково-дослідна робота має позитивний показник економічної ефективності. Роботу у цілому можна вважати ефективною або такою, що має науковий і технічний рівень.

2.3. Ризики та шанси

В економічному плані існує декілька видів ризиків тому варто їх розглянути:

- Технічні ризики: Існує ймовірність того, що алгоритми машинного перекладу не завжди точно розпізнають і перекладають відеоконтент, що може призвести до низької якості вихідного перекладу. Крім того, при інтеграції системи з різними

платформами можуть виникнути проблеми, які можуть призвести до непередбачуваних помилок і нестабільності системи.

- Безпекові ризики: Кібератаки на систему, такі як хакерські атаки та витік конфіденційної інформації, можуть підірвати довіру користувачів і шкодити репутації системи. Додатково, недостатній захист конфіденційної інформації користувачів може призвести до низького рівня конфіденційності.
- Ліцензійні та правові ризики: Правопорушення щодо авторських прав на відеоконтент може призвести до юридичних проблем і витрат. Отримання ліцензій, необхідних для використання мовних і перекладацьких технологій, також може виявитися складним і дорогим.

Також варто розглянути які існують шанси:

- Шанси апгрейдів: Якість перекладу та задоволення користувачів можуть покращитися, якщо алгоритми машинного перекладу постійно вдосконалюються. Утворення стратегічних партнерств або інтеграція з новими технологіями може створити нові можливості для розвитку системи.
- Бізнес-шанси: Розширення функціоналу та підтримка більшої кількості мов може відкрити нові ринки та сегменти. Укладання стратегічних партнерств з виробниками відеоконтенту чи платформами може сприяти розвитку бізнесу та збільшенню його конкурентоспроможності.
- Маркетингові шанси: Створення сильного бренду в сфері мовленнєвих технологій і перекладу може бути спричинено успішною реалізацією системи. Якість перекладу може привертати та утримувати лояльних користувачів, що позитивно впливає на маркетингові можливості.

Висновки до розділу 2

Даний розділ містить три підпункти. Розглядаючи архітектуру системи перекладу відеоматеріалів, визначено ключові компоненти, які включають в себе алгоритми машинного перекладу, модулі інтеграції, та інфраструктуру для оптимальної обробки та виводу перекладу. Забезпечено високий рівень масштабованості та гнучкості для реалізації майбутніх розширень.

Економічна частина дослідження досліджувала стратегічні напрямки розвитку системи, оцінювала вартість розробки та підтримки та вивчала можливості монетизації. Система мала переваги для бізнесу та суспільства, а також ризики, такі як технічні проблеми та потенційні правові проблеми.

Також в третьому підпункті було виокремлено ризики, пов'язані з технічними аспектами системи, безпекою, та ліцензійними питаннями. У той же час, виявлені можливості для технологічного вдосконалення, розширення функціоналу, та укладання стратегічних партнерств, що відкриває нові горизонти для розвитку та вдосконалення системи.

Підсумовуючи можна сказати, що для успішного впровадження системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів потрібні як глибокі наукові, так і технічні дослідження. При цьому важливим є постійне вдосконалення технологічних рішень, розумний підхід до економічних викликів і швидка адаптація до змін у бізнес-середовищі.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Зміст експерименту

У даній роботі проведено експеримент із виявлення найвдалішого сайту для створення перекладу відеоматеріалів за допомогою ІІІ на даний момент. На українському ринку немає моделей для перекладу відеоматеріалів за допомогою нейромереж тому розглянемо міжнародний ринок. Одним з ефективних методів є метод парних порівнянь, який найкраще підходить, щоб визначити переваги певної технології.

Важко знайти кращий спосіб перекладань відеоматеріалів, проте для їх створення необхідно обрати нейромережу, в якій буде відбуватися правильність перекладу та легкість інтерфейсу. Один з найкращих методів для такої задачі є метод матриці порівнянь. Суть методу полягає в логікоінтуїтивному аналізі внутрішнього і зовнішнього середовища організації, розробці альтернатив і кількісній оцінці їх якості. Вибір робиться на основі узагальненої думки експертів.

Коли потрібно розставляти пріоритети в процесі будь-якої діяльності або ранжувати різні об'єкти, метод парного порівняння є одним із методів оцінки та прийняття рішень, який широко використовується в експертних оцінках.

Ідея методу полягає в тому, що попарно порівнюються кожні два об'єкти та визначається першість одного з них, звідси назва – «попарне (або парне) порівняння». Вважається, що при вирішенні проблеми набагато легше зробити якісне порівняння двох об'єктів, спираючись на думку експертів, ніж встановити кількісні критерії. Тобто, це метод отримання вихідних даних, метод своєрідного опитування респондентів. На основі отриманих даних можна вирішувати різні завдання, зовсім необов'язково включають побудову оцінної шкали.

Цей метод дозволяє отримати відповідь на питання в досить своєрідному вигляді. Кожному респонденту пропонуються всілякі пари, складені з об'єктів, що розглядаються. Він має щодо кожної пари сказати, який об'єкт із цієї пари йому подобається більше.

Основні переваги методу включають наступне:

- Метод парного порівняння дуже простий у реалізації та зрозумілий для учасників експерименту. Немає необхідності у складних інструкціях або спеціалізованих знаннях.
- Порівняння параметрів один до одного дозволяє виявити важливість кожного параметра окремо. Це особливо корисно в тих випадках, коли важливо визначити внесок кожного параметра у загальну якість системи.
- Метод не вимагає створення або використання конкретної системи оцінювання. Він може використовуватися в різних контекстах та для різних завдань.
- Порівняння двох елементів дозволяє визначити, який з них вважається кращим за певним параметром, що дає змогу визначити переваги та недоліки кожного елемента.

Найпростіший із існуючих методів класифікації, метод парного порівняння, використовує лише два зразки продукту для порівняння.

Метод парних порівнянь перевершує метод ранжування, оскільки супервізору потрібно порівнювати лише двох людей одночасно. Це полегшує винесення суджень. Друга перевага полягає в тому, що він дозволяє поставити людей, які мають однакові здібності, на один рівень.

Метод парних порівнянь дозволяє провести суворий, статистично обґрунтований аналіз узгодженості думок експертів, виявити, чи випадкові отримані оцінки.

Для аналізу та порівняння було обрано наступні веб сторінки:

- rask.ai
- evelenlabs.io

- wavel.ai

Умови експерименту: запити в обох програмах абсолютно однакові – відеоматеріал сформований англійською мовою, який триває 3 хвилини. Результати повністю створені неймережею і не проходили жодної постобробки.

The image shows the wavel.ai website interface for video translation. At the top, there's a navigation bar with a blue arrow icon, a timer showing '0/3 min', a 'Help center' link, a 'View plans' button, and a user profile icon 'M'. The main heading is 'Let's translate your first video!' with a subtext 'Translate a video today, take over the world tomorrow'. Below this is a large purple button labeled 'Upload video or audio'. Underneath, it says 'or' and shows a grid of video thumbnails with a large play button in the center. Below the main interface, there are two side-by-side panels showing the 'Upload video or audio to translate' form. The left panel shows the initial state with fields for 'Project name' (Project 1), 'Number of speakers in video' (Autodetect), 'Original language' (Autodetect), and 'Translate to' (English (US)). The right panel shows the same form after a video has been uploaded, with the video title 'Discovering the Hidden Mayan City_ Sac Balam _ Expedition Unknown _ Discovery' and the 'Translate to' option set to 'German (DE)'. Both panels have a 'Translate' button at the bottom.

Let's translate your first video!

Translate a video today,
take over the world tomorrow

Upload video or audio

or

Upload video or audio to translate

Trial videos should be under 20 mins and 100 mb.
We'll trim your video to a 1-minute trial clip.

Click to choose a file or drag and drop it here
MP4, MOV, WEBM, MKV, MP3, WAV

or

Paste link
Youtube or Google Drive

Project name
Project 1

Number of speakers in video
Autodetect

Original language
Autodetect

Translate to
English (US)

Upload SRT (optional)

Translate

Upload video or audio to translate

Trial videos should be under 20 mins and 100 mb.
We'll trim your video to a 1-minute trial clip.

Discovering the Hidden Mayan City_ Sac Balam _ Expedition Unknown _ Discovery

Project name
Discovering the Hidden I

Number of speakers in video
Autodetect

Original language
Autodetect

Translate to
German (DE)

Upload SRT (optional)

Translate

Рисунок 3.1 – Інтерфейс сайту rask.ai

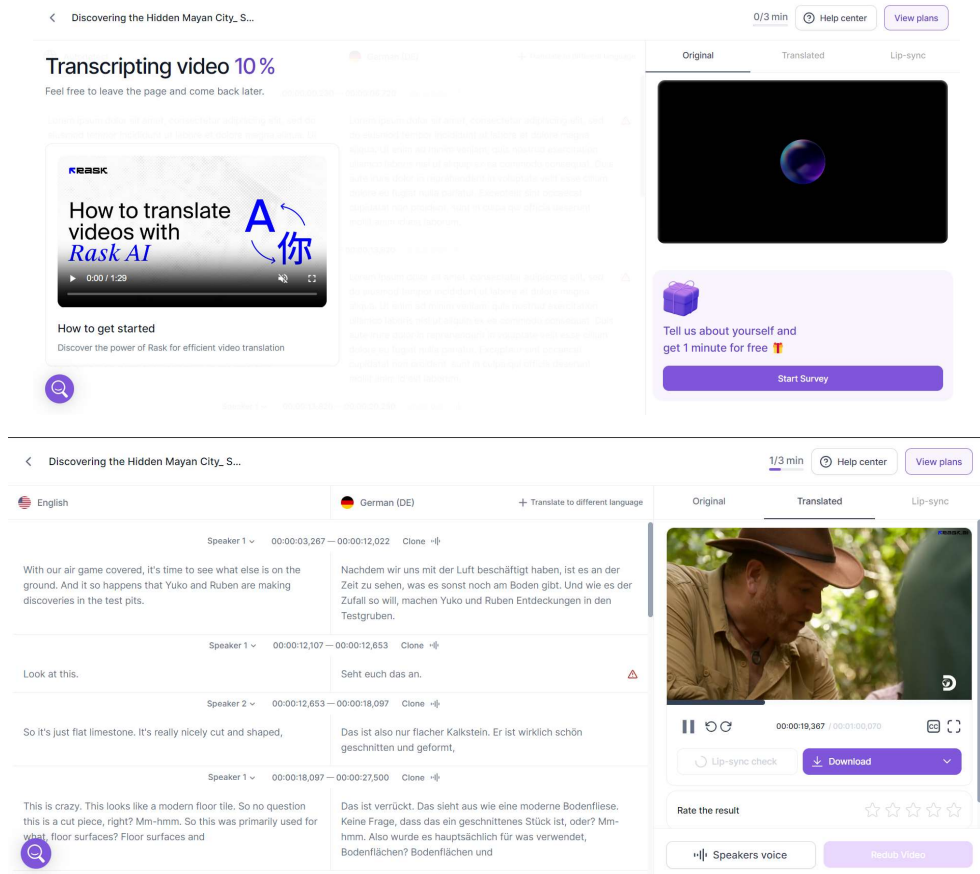


Рисунок 3.2 – Результат перекладу відеоматеріалу за допомогою сайту rask.ai

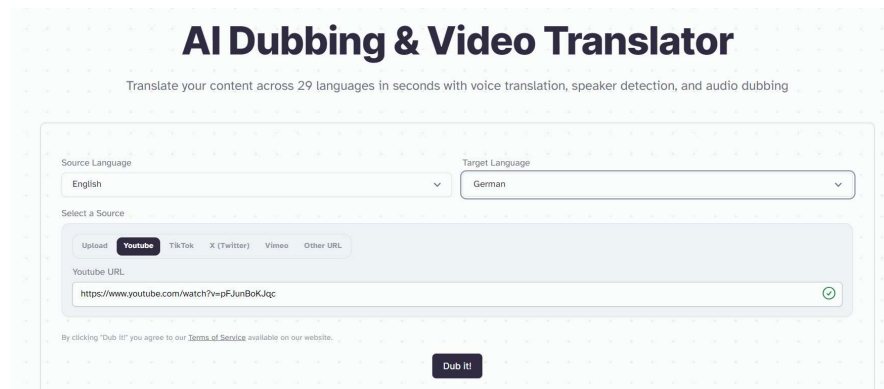


Рисунок 3.3 – Інтерфейс сайту evelenlabs.io

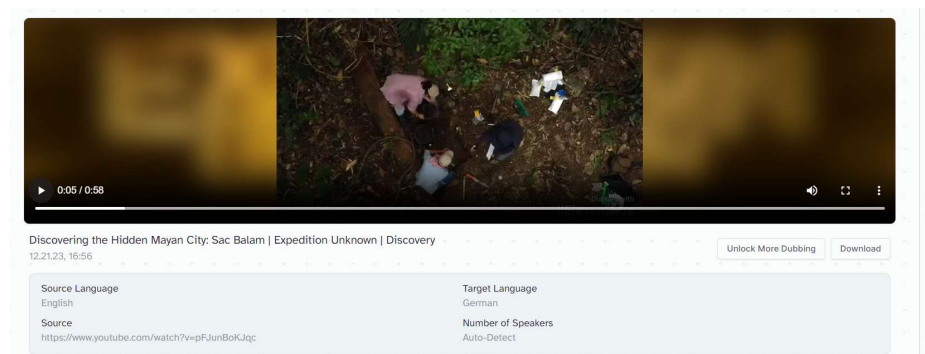


Рисунок 3.4 – Результат перекладу відеоматеріалу за допомогою сайту evelenlabs.io

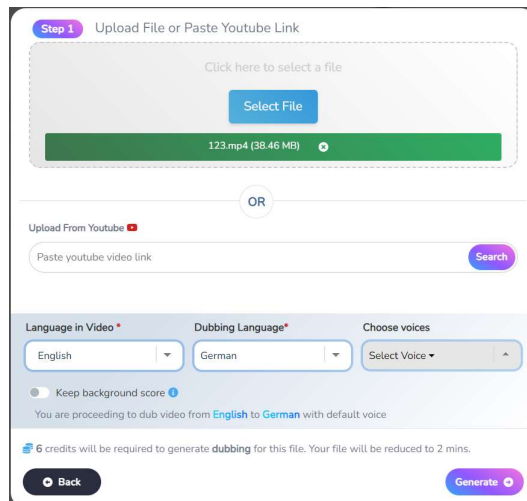


Рисунок 3.5 – Інтерфейс сайту evelenlabs.io

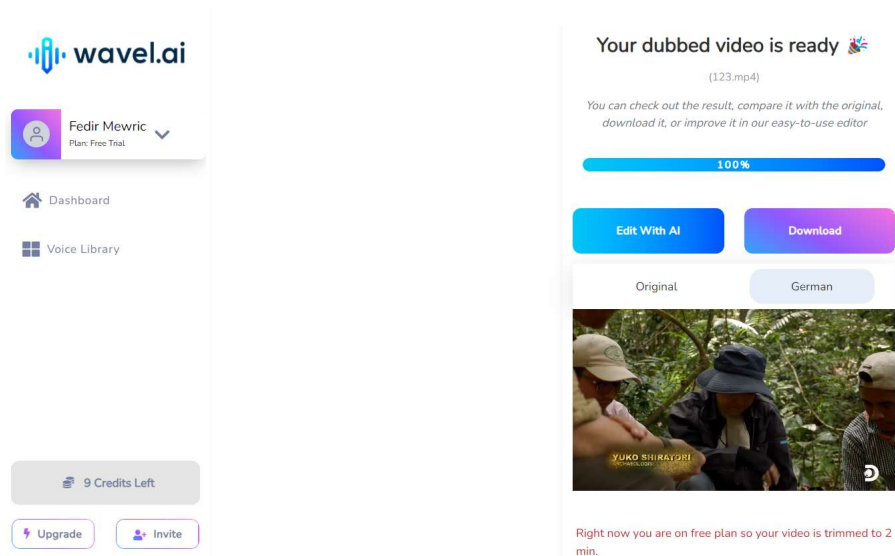


Рисунок 3.6 – Результат перекладу відеоматеріалу за допомогою сайту wavel.ai

Основними критеріями для зрівняння було визначено:

- відповідність запиту (1);
- легкість інтерфейсу (2);
- можливість безкоштовно отримувати послугу (3);
- швидкість (4);
- наявність функції покращення (5).

Оцінка методів за наведеними критеріями представлена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Оцінка досліджень

Сайт/Критерії	1	2	3	4	5
rask.ai	добре	добре	середнє	середнє	відмінно
evelenlabs.io	добре	відмінно	відмінно	добре	середнє
wavel.ai	відмінно	середнє	добре	середнє	відмінно

Наступним кроком дослідження є створення матриць зрівнянь нейромереж відповідно до кожного критерію. Матрицю можна знайти в табл. 3.2–3.6.

Були розроблені матриці парних зрівнянь і знайдено коефіцієнти.

Таблиця 3.2 – Матриця порівнянь за відповідністю запиту

Критерія №1	1 rask.ai	2 evelenlabs.io	3 wavel.ai	Коефіцієнт
1 rask.ai	1	1	2	1,33
2 evelenlabs.io	1	1	0	0,67
3 wavel.ai	2	1	1	1,33

Таблиця 3.3 – Матриця порівнянь за легкість інтерфейсу

Критерія №2	1 rask.ai	2 evelenlabs.io	3 wavel.ai	Коефіцієнт
1 rask.ai	1	0	0	0,33
2 evelenlabs.io	2	1	0	1,00
3 wavel.ai	2	2	1	1,67

Таблиця 3.4 – Матриця порівнянь за можливість безкоштовно отримувати послугу

Критерія №3	1 rask.ai	2 evelenlabs.io	3 wavel.ai	Коефіцієнт
1 rask.ai	1	0	1	0,67
2 evelenlabs.io	2	1	2	1,67
3 wavel.ai	1	2	1	1,33

Таблиця 3.5 – Матриця порівнянь за швидкість перекладу

Критерія №4	1 rask.ai	2 evelenlabs.io	3 wavel.ai	Коефіцієнт
1 rask.ai	1	0	2	1,00
2 evelenlabs.io	1	1	2	1,33
3 wavel.ai	0	0	1	0,33

Таблиця 3.6 – Матриця порівнянь за наявність функції покращення

Критерія №5	1 rask.ai	2 evelenlabs.io	3 wavel.ai	Коефіцієнт
1 rask.ai	1	2	2	1,67
2 evelenlabs.io	0	1	0	0,33
3 wavel.ai	2	1	1	1,33

Таблиця 3.7 – Підрахунок загальних коефіцієнтів

Сайт/Критерії	1	2	3	4	5	Заг.коэф.
rask.ai	1,33	0,33	0,67	1,00	1,67	1,0
evelenlabs.io	0,67	1,00	1,67	1,33	0,33	1,0
wavel.ai	1,33	1,67	1,33	0,33	1,33	1,2

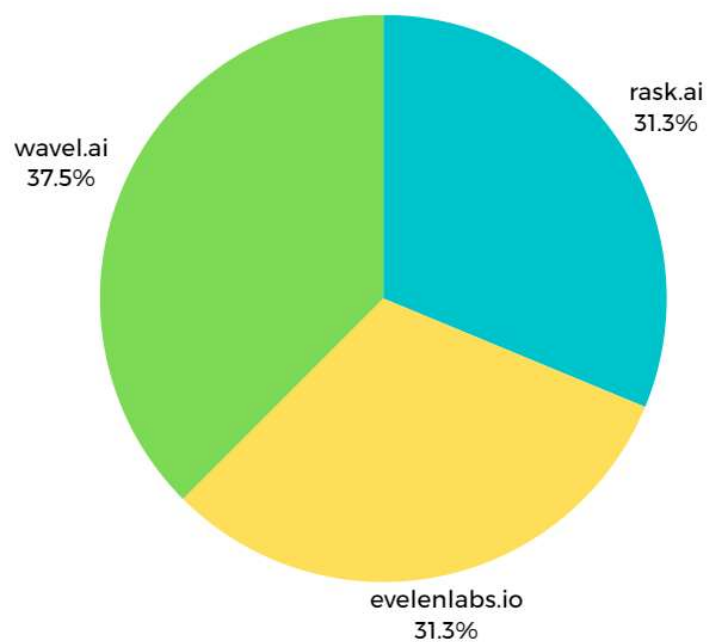


Рисунок 3.7 – Результати дослідження

Тим не менш, загальний коефіцієнт для кожної веб-сторінки було визначено за допомогою коефіцієнтів, розроблених відповідно до різних критеріїв (табл. 3.7). Таким чином, дослідження показали, що wavel.ai є найкращим варіантом.

3.2. Розробка ресурсу для перекладу

Проаналізувавши ринок попиту, переваги яким надають користувачі, а також врахувавши недоліки було розпочато створення власного проекту. Даний проект знаходиться на стадії розробки, проте деякі елементи (макет майбутнього проекту) наведемо для прикладу.

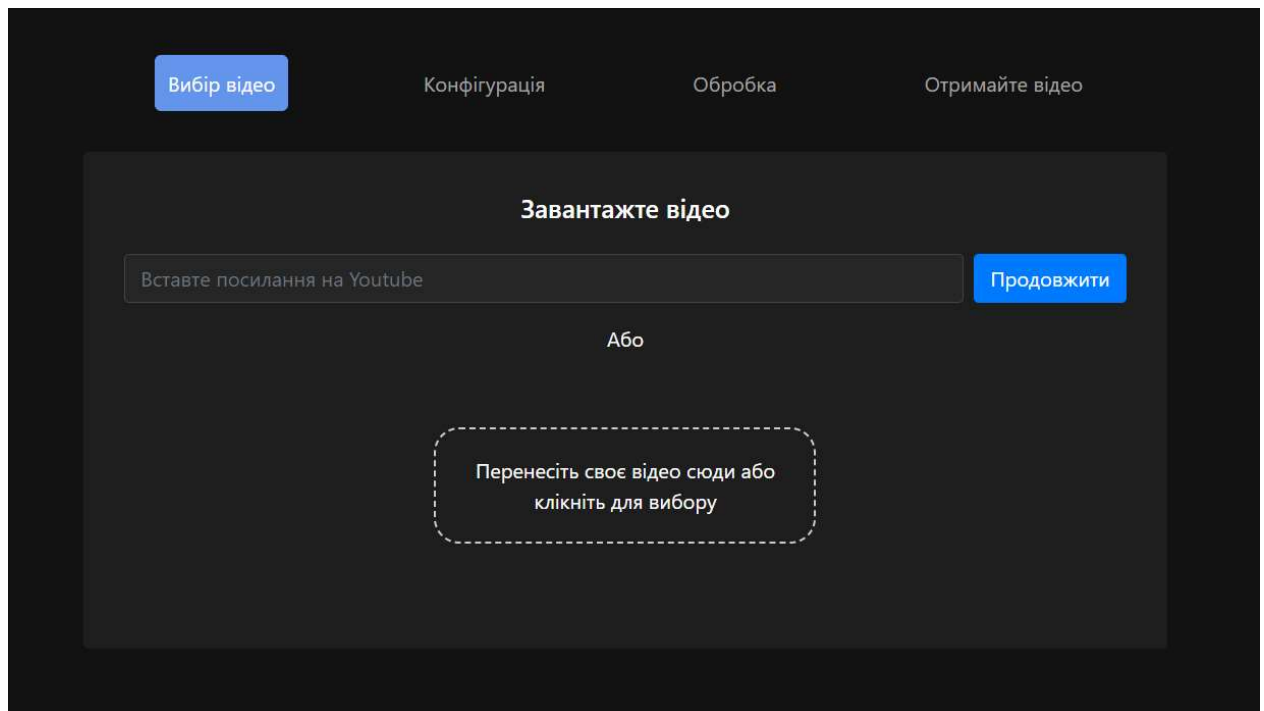


Рисунок 3.8 – Початковий інтерфейс

Аби не було різких кольорів котрі різуть очі – було обрано кольорову гамму – чорний та відтінки синього кольору.

Даний інтерфейс розроблений для користувачів поглибленого та початкового рівня знань.

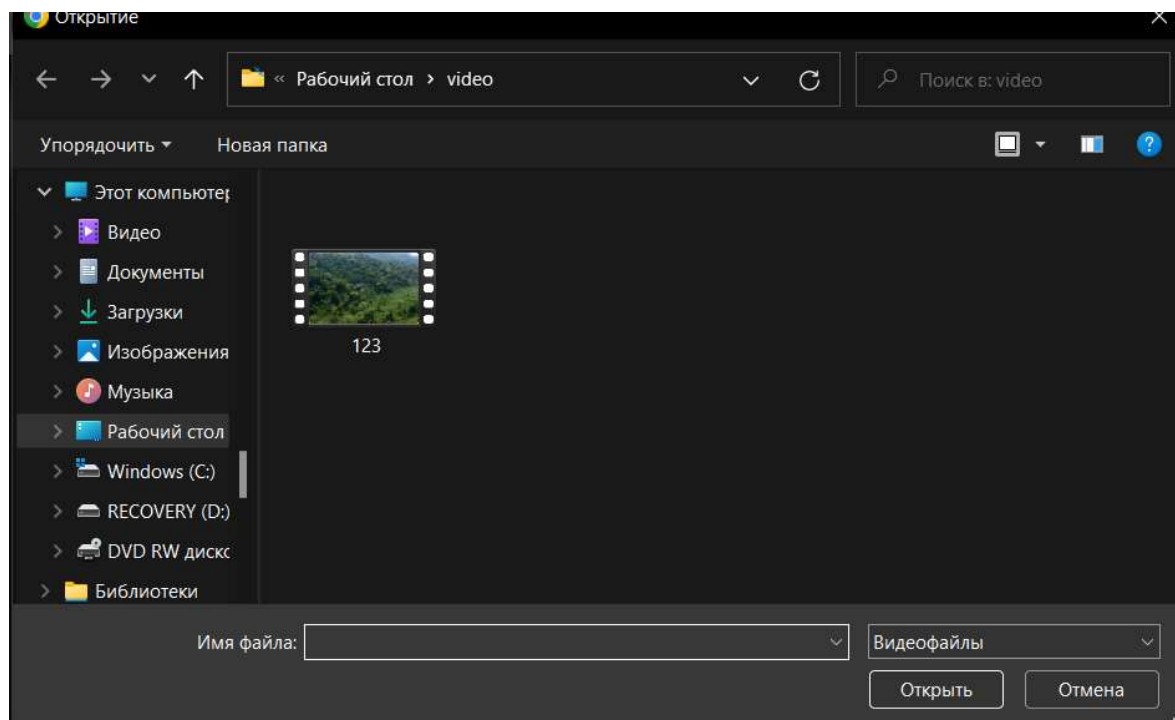


Рисунок 3.9 – Завантаження відеоматеріалів

Натиснувши на пунктирну зону для завантаження відеоматеріалів нас автоматично перекину до провідника котрий запропонує наявні відео на персональному комп'ютері.

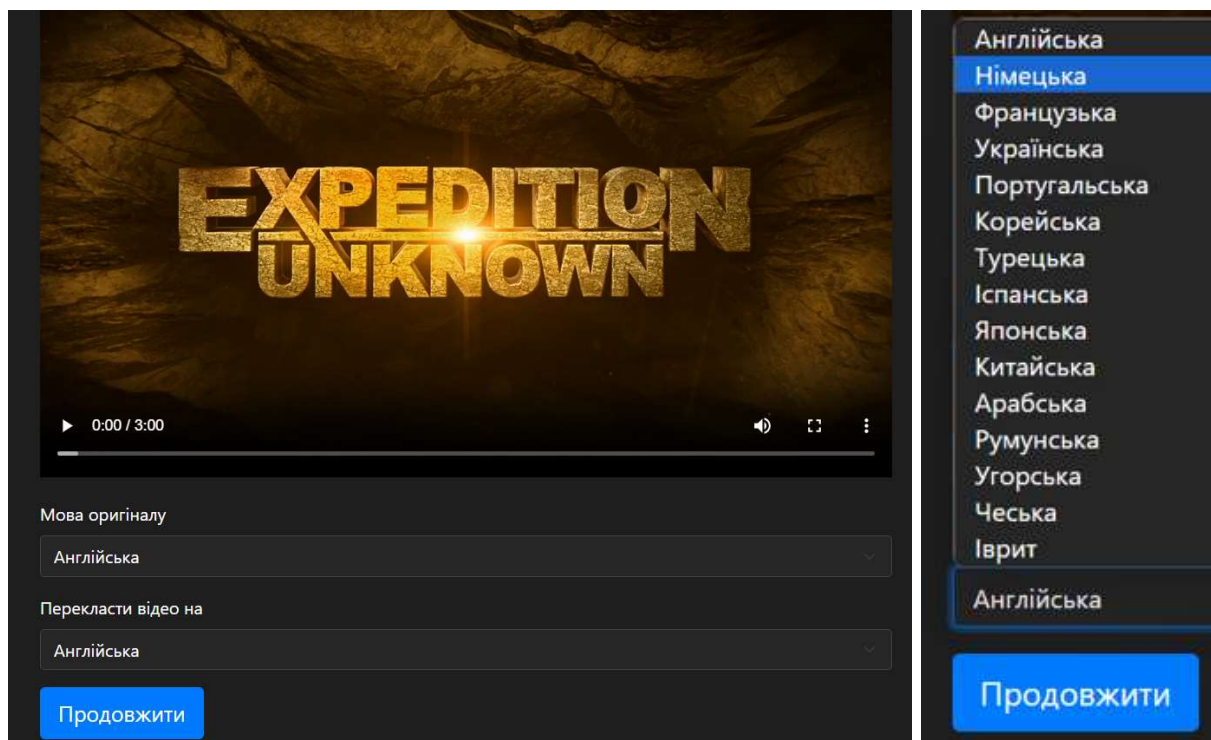


Рисунок 3.10 – Конфігурації відеоматеріалу

На рис. 3.10. наведено приклад конфігурацій для налаштування за потребою правильної мови оригіналу та виконання на яку мову потрібно перекласти відеоматеріал.

Також наявний попередній перегляд чи дійсно це файл котрий потрібно перекласти.

Враховано недоліки попередніх web-сторінок для перекладу відео. Головним недоліком було те що тривалість перекладу відеоматеріалів триває досить тривалий час – інколи 3 хвилинне відео може перекладати 10 хвилин, тому були прийняті міри та пришвидшено навчання штучного інтелекту мові (рис. 3.12).

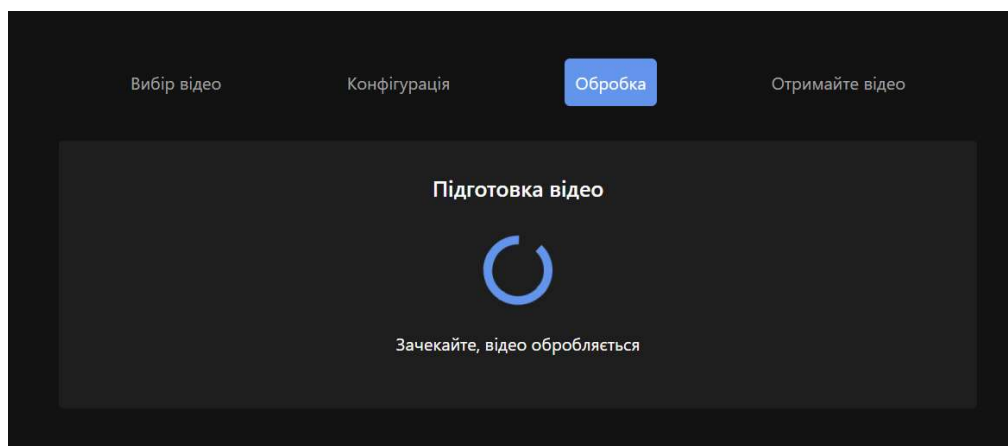


Рисунок 3.11 – Обробка відеоматеріалу

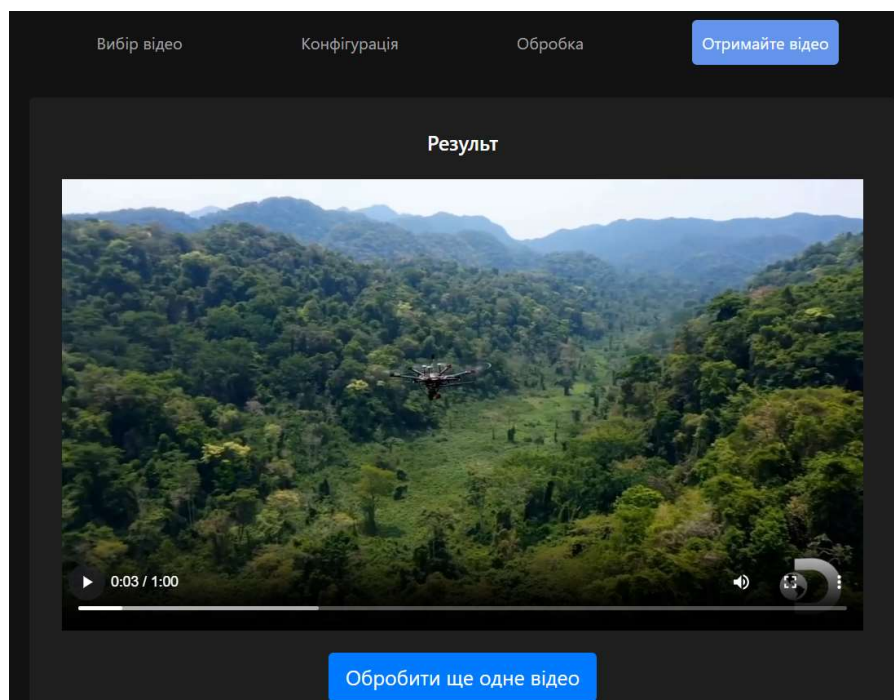


Рисунок 3.12 – Отриманий результат

Висновки до розділу 3

Було здійснено вибір та обґрунтування оптимального сервісу для перекладу, який допоможе створити за запитом перекладений відеоматеріал. Вибір здійснювався на основі методу парних порівнянь з урахуванням вимог до завдань дослідження.

Експертний метод показав, що оптимальним сервісом є wavel.ai. Розроблено рекомендації щодо необхідності для генерування правильного перекладу. В експериментальній частині роботи з урахуванням результатів теоретичних досліджень та вимог технічного завдання було розроблено макет сайту.

ВИСНОВКИ

У ході дослідження систем інтелектуального перекладу відеоматеріалів та їхніх методів застосування, були виявлені ключові аспекти, які визначають сучасний стан та перспективи розвитку цієї області. Висновки дозволяють зрозуміти не лише досягнення та переваги, але й виклики та напрямки подальших досліджень.

Сучасні системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів демонструють значний потенціал у вирішенні завдань крос-мовного спілкування та розширення глобальної доступності відомостей. Вплив штучного інтелекту на полі перекладу стає значущим та позначається на швидкості та точності перекладів.

Використання систем інтелектуального перекладу дозволяє розширити границі мовознавства та лінгвістики, особливо у контексті розпізнавання відтінків контексту та мовних особливостей відеоматеріалів.

Однією з ключових тенденцій у розвитку є використання глибокого навчання та нейронних мереж. Моделі, які базуються на цих принципах, демонструють високу точність та здатність адаптуватися до різноманітних лінгвістичних викликів.

Узагальнюючи, системи інтелектуального перекладу відеоматеріалів відкривають нові можливості для глобального спілкування та обміну знаннями, але їхній успіх залежить від ефективного вирішення викликів та постійного вдосконалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Automatic Detection of Camera Translation in Eye Video Recordings using Multiple Methods [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1196/annals.1325.047>;
2. Video analytics revisited [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-cvi.2015.0321>;
3. Audio, Image, Video Coding, and Transmission [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9051.ch3>;
4. Philosophy in Translation [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118613504.ch3>;
5. Методи інтелектуального аналізу даних в інформаційних технологіях : методичні вказівки до самостійної роботи студентів спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» та 113 «Прикладна математика» / Н.В. Грипинська, П.М. Радюк. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 222 с.
6. Голубова Г.В. Методичні вказівки з курсу “Статистичне моделювання та прогнозування” для студентів спеціальності “Прикладна статистика та бізнес-аналітика” денної форми навчання. К.: НАСОА, 2021, с. 61
7. Best Video Translator Tools [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://elevenlabs.io/blog/best-video-translators>;
8. Neural Machine Translation [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://www.cambridge.org/core/books/neural-machine-translation/7AAA628F88ADD64124EA008C425C197>;
9. Foundations of Statistical Natural Language Processing [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://nlp.stanford.edu/fsnlp>;
10. Speech and Language Processing [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/555733>;
11. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.

12. Neural Machine Translation with TensorFlow [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://eleks.com/research/neural-machine-translation-attention-mechanism>;
13. Machine Translation [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://www.marcellofederico.net>;
14. Deep Learning for Natural Language Processing [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням everand.com/read/428796565/Natural-Language-Processing;
15. Foundations of Machine Translation [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням everand.com/read/657289352/Machine-Translation-Fundamentals-and-Applications;
16. Machine Translation: Its Scope and Limits [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-72774-5>;
17. Natural Language Processing for Online Applications: Text Retrieval, Extraction and Categorization [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://benjamins.com/catalog/nlp.5>;
18. Multimodal Machine Learning: A Survey and Taxonomy [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://people.ict.usc.edu/~gratch/CSCI534/Readings/Baltrusaitis-MMML-survey.pdf>;
19. Foundations of Deep Learning for Language Processing [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://link.springer.com/book/9789811682322>;
20. Neural Machine Translation [Електронний ресурс]. Доступ за посиланням <https://openreview.net/pdf?id=B1G9tvcgx>;