

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фізико-математичний факультет
Кафедра інформатики та прикладної математики

**ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОМОВНИХ
ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ**

Кваліфікаційна робота студента групи Ім-24
ступінь вищої освіти «магістр»
спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика)
Ганчука Данила Олеговича

Керівник: доктор педагогічних наук, професор,
старший дослідник
Семеріков Сергій Олексійович

Кривий Ріг – 2025

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Ганчук Данило Олегович, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.



ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОМОВНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ	7
1.1. Аналіз сучасних досліджень у сфері генеративних моделей та мультимовних освітніх ресурсів	7
1.1.1. Методика відбору наукових джерел	7
1.1.2. Огляд відібраних досліджень	9
1.1.3. Узагальнення результатів аналізу	13
1.2. Теоретичні засади генеративних моделей та великих мовних моделей	14
1.2.1. Поняття генеративних моделей та великих мовних моделей (LLM)	14
1.2.2. Мультимовність і крослінгвальність у контексті великих мовних моделей	15
1.3. Застосування великих мовних моделей у створенні мультимовних навчальних матеріалів	16
1.3.1. Генерація навчальних матеріалів різними мовами	16
1.3.2. Адаптація та трансформація навчального контенту	17
1.3.3. Переклад і крослінгвальний перенос знань	18
1.4. Виклики та обмеження використання великих мовних моделей у мультимовній освіті	19
1.4.1. Мовні та культурні обмеження LLM	19
1.4.2. Якість генерації, помилки та питання академічної доброчесності	20
1.5. Сучасні тенденції розвитку великих мовних моделей у мультимовній освіті	21
1.6. Виявлені наукові прогалини у сфері застосування LLM для створення мультимовних навчальних матеріалів	22
Висновки до 1 розділу	23

2. МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМОВНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ	25
2.1. Методичні підходи до розроблення мультимовних навчальних матеріалів	25
2.2. Функціональна роль великих мовних моделей у процесі створення мультимовного навчального контенту	26
2.3. Архітектура системи автоматизованого створення мультимовних навчальних матеріалів	27
2.4. Процедури валідації та оцінювання якості мультимовного навчального контенту	29
2.5. Узагальнена методична модель створення мультимовних освітніх матеріалів із використанням генеративних моделей	31
Висновки до 2 розділу	32
 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ МОДЕЛІ СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМОВНИХ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	 34
3.1. Мета та завдання програмної реалізації	34
3.2. Вибір технологій та середовища реалізації	34
3.3. Архітектура прототипу вебзастосунку	35
3.4. Реалізація функціональних модулів	36
3.5. Приклад роботи програмного засобу	37
3.6. Перспективи розвитку прототипу	39
3.7. Обмеження прототипу вебзастосунку	40
Висновки до 3 розділу	41
 ВИСНОВКИ	 43
 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	 45

ВСТУП

Сучасний етап розвитку освіти характеризується зростанням ролі цифрових технологій та переходом до мультимовного, відкритого й інклюзивного навчального середовища [1]. В умовах глобалізації, міжнародної мобільності здобувачів освіти, а також розширення дистанційних та змішаних форм навчання, виникає потреба у швидкому створенні якісних навчальних матеріалів різними мовами [20]. Особливо актуальним це є для України, де поряд з державною мовою застосовуються англійська, кримськотатарська, жестова та інші мови освітнього середовища [9]. Створення мультимовних ресурсів традиційними засобами є трудомістким та потребує значних часових і людських ресурсів.

Поява генеративних моделей штучного інтелекту, зокрема великих мовних моделей (LLM), відкрила можливості автоматизації адаптації, перекладу та трансформації навчальних матеріалів [17]. Водночас, попри стрімкий розвиток LLM, дослідники наголошують на низці нерозв'язаних проблем: стабільність перекладів, коректність адаптацій відповідно до педагогічних вимог, відсутність готових методичних моделей використання генеративного ШІ у створенні мультимовних ресурсів та потреба у практичних інструментах, придатних для освітнього процесу [2; 25]. Таким чином, постає завдання розроблення узгодженої методики, яка дозволить інтегрувати можливості генеративних моделей у реальний освітній контекст.

Аналіз наукових джерел засвідчив, що дослідження активно розглядають застосування LLM у перекладі, адаптації текстів, генерації дидактичних матеріалів та підтримці освітньої взаємодії різними мовами [12; 18]. Проте значна частина робіт зосереджена на окремих аспектах (наприклад, точність перекладу або підтримка однієї конкретної мови), тоді як проблема комплексної методичної моделі створення мультимовних навчальних матеріалів залишається недостатньо опрацьованою [17]. Відсутні також практичні реалізації, що поєднували б адаптацію тексту, переклад та генерацію контрольних запитань у єдиному інструменті.

У цьому контексті магістерська робота спрямована на формування та експериментальну апробацію методичної моделі використання генеративних моделей для створення мультимовних освітніх ресурсів та реалізацію

робочого прототипу відповідного вебзастосунку.

Об'єкт дослідження — процес створення мультимовних навчальних матеріалів.

Предмет дослідження — методика використання генеративних моделей для адаптації, перекладу та дидактичної трансформації навчальних текстів.

Мета роботи — розробити та обґрунтувати методичну модель застосування генеративних моделей для створення мультимовних освітніх ресурсів і здійснити її практичну реалізацію у вигляді прототипу вебзастосунку.

Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

- 1) провести аналіз наукових досліджень, що стосуються використання генеративних моделей у створенні мультимовних навчальних матеріалів;
- 2) визначити підходи, принципи та структурні елементи методичної моделі;
- 3) розробити архітектуру та функціональні вимоги до інструменту створення мультимовних матеріалів;
- 4) реалізувати прототип вебзастосунку на основі генеративної моделі Gemini 3 Pro;
- 5) здійснити апробацію роботи прототипу та оцінити його відповідність методичній моделі.

Методи дослідження: аналіз і синтез наукових джерел, методи педагогічного моделювання, методи інженерії програмного забезпечення, експериментальна перевірка роботи прототипу, контент-аналіз отриманих результатів.

Наукова новизна полягає у розробленні цілісної методичної моделі створення мультимовних навчальних матеріалів на основі генеративних моделей та у практичній реалізації прототипу вебзастосунку, що забезпечує автоматизовану адаптацію, переклад і генерацію контрольних запитань у єдиному робочому процесі.

Практична значущість полягає у можливості використання створеного інструменту в освітньому процесі для швидкого формування мультимедійних ресурсів, а також у можливості подальшого розширення функціональності для підтримки інклюзивної та міжнародної освіти.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (26 найменувань). Робота містить 1 табл. та 3 рис. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи – 48 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОМОВНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ

1.1. Аналіз сучасних досліджень у сфері генеративних моделей та мультимовних освітніх ресурсів

1.1.1. Методика відбору наукових джерел

Для забезпечення системності та відтворюваності огляду було застосовано підхід, який відповідає загальним принципам PRISMA[24], із адаптацією до формату теоретичного дослідження. Основною метою пошуку стало виявлення наукових робіт, присвячених застосуванню генеративних моделей, зокрема великих мовних моделей (LLM), у контексті створення мультимовних освітніх ресурсів.

Пошук публікацій здійснювався у наукометричній базі Scopus, яка охоплює рецензовані статті провідних журналів та конференцій. Для формування вибірки було використано комбінований логічний запит, спрямований на одночасне охоплення трьох ключових аспектів: генеративних моделей, мультимовності та освітньої тематики. Остаточна форма запиту мала вигляд:

```
( TITLE-ABS-KEY ( "generative AI" OR "large language model" ) )  
AND ( TITLE-ABS-KEY ( "multilingual" OR "cross-lingual" ) )  
AND ( TITLE-ABS-KEY ( "education" OR "learning resources"  
OR "educational materials" ) )  
AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2026  
AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )
```

Застосування цього запиту дозволило отримати вибірку сучасних праць, які стосуються впровадження генеративних технологій у мультимовні освітні середовища.

Пошуковий запит повернув 124 публікації. Після аналізу назв та анотацій було відібрано 30 робіт для поглибленого перегляду. На основі повного читання текстів відібрано 10 досліджень, які найбільш повно відповідають тематиці даної роботи та репрезентують різні напрями розвитку галузі.

Попередній змістовий аналіз відібраних публікацій дав змогу виокремити кілька ключових напрямів сучасних досліджень:

- **генерація та адаптація навчальних матеріалів:** Pavlova [21] досліджує можливості LLM для мультимовної генерації освітнього контенту; Chatzichristofis [13] пропонує фреймворк для адаптації текстів у початковій школі;
- **крослінгвальна підтримка та переклад навчальних матеріалів:** Chen [3] аналізує якість перекладу медичних навчальних матеріалів кількома мовами; Athukorala [8] демонструє поєднання GPT та машинного перекладу для підтримки студентів;
- **проблематика мов з малим ресурсом:** Chaka [11] виявляє обмеження LLM для африканських мов; Pirzado [14] показує мовні відмінності в продуктивності моделей для програмування;
- **оцінювання LLM у мультимовних навчальних завданнях:** Wu [22] досліджує продуктивність ChatGPT англійською та китайською; Liu [7] порівнює моделі в контексті медичної освіти;
- **академічна доброчесність та виявлення AI-текстів:** Prykhodchenko [26] аналізує особливості детекції україномовних AI-згенерованих текстів.

До аналізу включалися публікації, що:

- мають чіткий освітній або педагогічний контекст;
- використовують генеративні моделі або LLM;
- містять мультимовний або крослінгвальний компонент;

- розглядають процеси генерації, перекладу або адаптації навчальних матеріалів.

Виключалися роботи, які:

- не мають відношення до освіти;
- не містять мультимовної складової;
- зосереджуються виключно на технічних аспектах NLP без дидактичного контексту;
- дублюють результати інших публікацій;
- присвячені генерації зображень або нефункціональних модальностей.

До узагальнення у таблиці 1.1 включено 10 найбільш релевантних робіт, що репрезентують сучасний стан досліджень у галузі генеративних моделей та створення мультимовних навчальних матеріалів.

1.1.2. Огляд відібраних досліджень

Згідно з результатами пошуку та подальшого скринінгу було відібрано 10 наукових робіт, які найбільш повно відповідають тематиці дослідження та відображають ключові напрями сучасних розробок у сфері застосування генеративних моделей для створення мультимовних освітніх ресурсів.

У таблиці 1.1 наведено узагальнений огляд відібраних публікацій. Для кожного джерела подано короткий бібліографічний опис та змістовну характеристику основних результатів, що дозволяє простежити, у яких аспектах автори застосовують великі мовні моделі (LLM), яким чином реалізовано мультимовність, які проблеми досліджуються та які висновки отримано. Такий формат дозволяє систематизувати наявний науковий доробок і визначити напрями, які потребують подальшого вивчення.

Таблиця 1.1

Огляд відібраних досліджень щодо застосування генеративних моделей у створенні мультимовних освітніх ресурсів

Бібліографічний опис	Зміст огляду
Pavlova [21]	У роботі представлено інтеграцію LLM з платформою OpenLogos для створення мультимодального та мультимовного навчального контенту. Автори аналізують можливості LLM щодо генерації пояснювальних матеріалів, спрощення текстів і підвищення доступності навчальної інформації. Значну увагу приділено якості автоматичної генерації та етичним аспектам використання ШІ у дидактиці. Стаття підкреслює потенціал LLM для створення адаптивних мультимовних освітніх ресурсів.
Chatzichristofis [13]	Дослідження пропонує фреймворк для автоматизованої адаптації художніх текстів для учнів початкової школи. Система включає модулі спрощення, стилістичної трансформації та перекладу текстів різними мовами за допомогою генеративних моделей. Автори оцінюють якість адаптації за критеріями читабельності та дидактичної коректності. Робота демонструє приклад практичного застосування LLM у мультимовній початковій освіті.
Chen [3]	Стаття присвячена оцінюванню якості перекладу медичних навчальних матеріалів англійською, українською, китайською та іспанською мовами. Автори використовують комбінований підхід: експертну оцінку лікарів, автоматичні метрики та порівняння між різними AI-перекладачами. Показано, що якість перекладу суттєво варіюється залежно від мови, що впливає на точність медичних інструкцій. Робота демонструє як сильні, так і слабкі сторони мультимовної генерації у високоризикових доменах.

Бібліографічний опис	Зміст огляду
Athukorala [8]	Описано створення навчального інструмента для студентів-носіїв мови Sinhala, які вивчають програмування. Система комбінує GPT-моделі з класичним машинним перекладом для покращення розуміння термінології та синтаксису. Автори наводять результати реального тестування зі студентами та показують, що мультимовна підтримка зменшує когнітивне навантаження і підвищує успішність. Дослідження ілюструє практичний підхід до підтримки low-resource мов у технічній освіті.
Chaka [11]	Автор проводить комплексний аналіз роботи LLM з африканськими low-resource мовами. Виявлено значні граматичні та семантичні помилки, низьку стабільність відповідей та відсутність культурної релевантності. Стаття показує, що сучасні моделі залишаються недостатньо адаптованими під малоресурсні мови, що створює ризики спотворення навчального контенту. Це підкреслює критичну потребу у розширенні мовного охоплення LLM.
Kwak [16]	У роботі запропоновано метод автоматичного тестування навчальних навичок у мультимовному освітньому контенті. LLM використовуються для визначення компетентностей, структуризації матеріалів та покращення адаптивності навчальних платформ. Автори демонструють, що моделі можуть інтерпретувати знання незалежно від мови подання матеріалу. Дослідження є важливим для розбудови інтелектуальних мультимовних навчальних систем.

Бібліографічний опис	Зміст огляду
Prather [10]	Стаття досліджує використання мультимовного промитування для навчання програмуванню студентів, які не володіють англійською на достатньому рівні. Моделі використовуються для генерації пояснень, прикладів та завдань рідною мовою студента. Автори доводять, що мультимовна підтримка значно підвищує самооцінку студентів та швидкість засвоєння матеріалу. Дослідження демонструє крослінгвальні можливості LLM у технічній освіті.
Pirzado [14]	Проведено порівняння якості відповідей LLM на програмістські запити англійською та іспанською мовами. Результати свідчать про суттєве падіння точності для іспанськомовних запитів, особливо щодо синтаксису, називання функцій та пояснень. Автори підкреслюють, що моделі залишаються орієнтованими переважно на англomовний контент. Стаття є важливим джерелом даних про мовні диспропорції LLM.
Wu [22]	У роботі проведено крослінгвальне тестування ChatGPT на медсестринських завданнях англійською та китайською мовами. Автори виявляють різницю у точності, стилі та структурі відповідей залежно від мови подання питання. Дослідження показує, що мовний фактор напряму впливає на якість навчальної підтримки. Це особливо важливо для створення багатомовних медичних освітніх матеріалів.

Бібліографічний опис	Зміст огляду
Prykhodchenko [26]	Стаття досліджує методи детекції україномовних текстів, згенерованих штучним інтелектом. Автори порівнюють різні інструменти, аналізують їх точність та виявляють характерні ознаки генерації. Показано, що існуючі методи часто мають низьку ефективність для української мови. Робота підкреслює важливість академічної доброчесності у контексті використання LLM у навчанні.

1.1.3. Узагальнення результатів аналізу

Аналіз відібраних досліджень демонструє, що застосування генеративних моделей у створенні мультимовних освітніх ресурсів є перспективним і динамічно зростаючим напрямом. Значна увага науковців зосереджена на використанні великих мовних моделей для адаптації навчального контенту, спрощення текстів, створення пояснень та генерації матеріалів різними мовами. Роботи [13; 21] підтверджують ефективність LLM у створенні варіативних та дидактично релевантних навчальних матеріалів, а також підкреслюють важливість мультимодальної подачі інформації.

Окремим важливим напрямом є використання генеративних моделей як інструментів крослінгвальної підтримки у навчанні. Дослідження [3; 8] демонструють потенціал LLM у покращенні доступності навчальних ресурсів для студентів, які не володіють англійською мовою, або навчаються мовами з малим обсягом цифрових даних. При цьому показано, що якість перекладу та генерації істотно залежить від конкретної мови та домену застосування, що створює обмеження для низки предметних галузей.

Відібрані роботи також виявляють суттєві мовні диспропорції у продуктивності сучасних моделей. Дослідження [11; 14] засвідчують, що LLM забезпечують найвищу якість генерації англійською мовою, тоді як для low-resource мов спостерігаються проблеми зі стабільністю, точністю та культурною відповідністю контенту. Ця тенденція підтверджується й результатами крослінгвальних тестувань [7; 22], які показують, що мовний фактор суттєво впливає на ефективність навчальних рішень, створених за

допомогою LLM.

Окремим аспектом є питання академічної доброчесності та виявлення текстів, згенерованих штучним інтелектом. Дослідження [26] підкреслює складність детекції автоматично згенерованого україномовного контенту, що є надзвичайно актуальним у контексті зростання використання генеративних моделей у навчальному процесі. Це підкреслює необхідність розробки надійних інструментів контролю якості та коректності мультимовних матеріалів.

Таким чином, сучасні дослідження охоплюють широкий спектр застосувань генеративних моделей — від перекладу й адаптації контенту до створення інтелектуальних мультимовних платформ. Водночас залишається низка проблем, зокрема нерівномірність якості генерації між мовами, обмеження для low-resource мов, а також відсутність цілісної методики створення мультимовних освітніх ресурсів на основі LLM. Виявлені тенденції та прогалини у дослідженнях формують підґрунтя для подальшого обґрунтування об'єкта, предмета і мети даної роботи.

1.2. Теоретичні засади генеративних моделей та великих мовних моделей

1.2.1. Поняття генеративних моделей та великих мовних моделей (LLM)

Генеративні моделі розглядаються у сучасних дослідженнях як інструменти штучного інтелекту, здатні автоматично створювати новий текстовий контент на основі закономірностей, засвоєних під час навчання. Оглядові роботи [5; 15; 23] підкреслюють, що генеративні системи набули особливої актуальності в освітній сфері завдяки здатності формувати пояснення, переформулювати фрагменти тексту, створювати інструктивні матеріали та підтримувати студента під час роботи з навчальним контентом.

Великі мовні моделі (LLM, Large Language Models) є різновидом генеративних моделей, що спеціалізуються на обробці природної мови. Як зазначено у [5; 6], LLM навчаються на великих масивах текстових даних і здатні виконувати такі завдання, як генерація відповідей, узагальнен-

ня інформації, переформулювання, аналіз змісту та автоматичний переклад. Завдяки цьому вони широко застосовуються в освітніх дослідженнях, пов'язаних із підтримкою навчання, створенням матеріалів і підвищенням доступності контенту різними мовами.

Низка робіт демонструє потенціал LLM як інструментів, здатних працювати з кількома мовами без окремого донавчання для кожної з них. Дослідження [3; 7] показують, що такі моделі можуть виконувати переклад та генерацію навчального контенту різними мовами, хоча якість результатів залежить від мовної представленості у тренувальних даних. Це особливо помітно у випадку мов з обмеженим корпусом цифрових ресурсів, де спостерігається зниження точності, що підтверджують роботи [11; 19].

Крослінгвальні властивості LLM описані в дослідженнях [10; 14], де моделі здатні розуміти запити однією мовою та надавати релевантні результати іншою. У роботах [7; 22] також показано, що якість генерації може суттєво варіювати залежно від мови вводу та предметної області, що є критично важливим чинником для застосування LLM у мультимовних освітніх середовищах.

Таким чином, згідно з наявними дослідженнями, великі мовні моделі можна визначити як багатомовні генеративні системи, здатні підтримувати створення, адаптацію та переклад навчальних матеріалів, проте їх ефективність суттєво залежить від мовної специфіки та якості даних, на яких вони були навчені.

1.2.2. Мультимовність і крослінгвальність у контексті великих мовних моделей

Поняття мультимовності у сфері штучного інтелекту передбачає здатність моделей працювати з кількома мовами, забезпечуючи розуміння, генерацію та трансформацію тексту на основі даних, доступних у тренувальному корпусі. У дослідженнях [3; 7] підкреслюється, що великі мовні моделі здатні виконувати переклад та формувати навчальні матеріали різними мовами без необхідності окремого тренування для кожної з них. Це робить LLM перспективним інструментом для розробки освітніх ресурсів, орієнтованих на користувачів з різним мовним фоном.

Крослінгвальність трактується як здатність моделі переносити знан-

ня, набуті під час навчання однією мовою, на виконання завдань іншою мовою. Роботи [10; 14] демонструють, що LLM можуть інтерпретувати запити, сформульовані мовами з різною структурою, і надавати змістовно коректні відповіді завдяки опрацюванню універсальних мовних закономірностей. Така властивість є ключовою для освітніх систем, які мають забезпечувати рівний доступ до інформації незалежно від мови користувача.

Разом із цим низка досліджень вказує на суттєві відмінності у якості крослінгвальної генерації. У роботах [11; 19] показано, що моделі демонструють найвищу точність під час роботи з англійською мовою, тоді як для мов з недостатнім обсягом відкритих текстових ресурсів помітно знижуються узгодженість, граматична правильність та семантична точність. Подібні тенденції підтверджують результати тестувань, описані у [3; 22], де якість відповідей суттєво варіює залежно від мови подання завдання.

У контексті мультимовної освіти ці спостереження мають особливе значення. З одного боку, LLM забезпечують доступ до навчальних матеріалів кількома мовами та підтримують студентів із різним рівнем володіння англійською [8; 10]. З іншого боку, нерівномірність мовної представленості у тренувальних даних створює ризики нерівної якості навчальних матеріалів, що вимагає додаткової валідації змісту та адаптації матеріалів для мов із малим ресурсом.

Отже, мультимовність і крослінгвальність є фундаментальними властивостями великих мовних моделей, однак їх реалізація залежить від мовної специфіки, доступності даних та предметної області. Це зумовлює необхідність обережного використання LLM у створенні мультимовних освітніх ресурсів і підкреслює важливість ретельної перевірки згенерованих матеріалів.

1.3. Застосування великих мовних моделей у створенні мультимовних навчальних матеріалів

1.3.1. Генерація навчальних матеріалів різними мовами

Одним із ключових напрямів застосування великих мовних моделей у сфері освіти є автоматична генерація навчальних матеріалів різними мовами. Згідно з дослідженнями [13; 21], LLM здатні формувати змістовні

текстові фрагменти, навчальні пояснення, приклади та інструкції, що робить їх корисними інструментами для створення багатомовного контенту. У роботі [21] підкреслюється, що моделі можуть виконувати спрощення, переформулювання та стилістичну адаптацію фрагментів, що дозволяє швидко отримувати варіативні навчальні ресурси.

Дослідження [10] демонструє використання генеративних моделей для створення навчальних прикладів та пояснень рідною мовою студентів, що сприяє зменшенню мовного бар'єра у вивченні програмування. Подібні результати наводяться у [8], де моделі застосовуються для підтримки студентів, які навчаються мовами з обмеженим цифровим ресурсом. Автори зазначають, що можливість генерувати матеріали кількома мовами є важливою умовою доступності навчання.

У роботах [3; 7] наведено приклади використання LLM для створення медичних навчальних текстів кількома мовами. Автори підкреслюють, що моделі здатні забезпечувати узгодженість структури та ключових понять під час генерації матеріалів різними мовами, хоча якість результуючих текстів може варіювати залежно від мовної специфіки.

Результати досліджень свідчать про те, що великі мовні моделі здатні підтримувати процес створення навчальних матеріалів різними мовами, що відкриває можливості для підвищення доступності освіти в умовах різноманіття мовних груп. При цьому якість згенерованого контенту на пряму залежить від того, наскільки добре конкретна мова представлена у навчальних даних моделі.

1.3.2. Адаптація та трансформація навчального контенту

Одним із важливих напрямів застосування великих мовних моделей є автоматична адаптація навчальних матеріалів відповідно до рівня підготовки, віку або мовних особливостей користувачів. У роботі [13] показано, що моделі можуть виконувати спрощення художніх та навчальних текстів, змінювати їхню стилістику та забезпечувати відповідність контенту віковим особливостям учнів початкової школи. Автори підкреслюють, що LLM дозволяють отримати кілька варіантів одного тексту — від оригінального до адаптованого, що спрощує персоналізацію навчання.

У [21] наведено приклади застосування LLM для переформулювання

та зміни стилю навчальних текстів. Моделі використовуються для перетворення складних фрагментів у більш доступні, а також для трансформації матеріалів у різні навчальні формати. Такі можливості є важливими у мультимовних середовищах, де один і той самий зміст має бути поданий у відповідному стилістичному та лінгвістичному виконанні для різних груп користувачів.

Дослідження [10] демонструє, що LLM здатні адаптувати навчальні пояснення відповідно до мовної компетентності студентів. Модель можливо використовувати для створення альтернативних формулювань і пояснень рідною мовою користувача, що суттєво знижує бар'єр під час опрацювання нового матеріалу. У [8] підкреслюється, що адаптація матеріалів особливо корисна для студентів, які навчаються мовами з обмеженим цифровим ресурсом, де необхідні додаткові пояснення і локалізовані навчальні приклади.

У сфері медичної освіти роботи [3; 7] показують, що LLM можуть коректно трансформувати термінологічно насичені тексти, забезпечуючи збереження ключових понять під час адаптації матеріалів для різних мовних груп. Автори зазначають, що такі трансформації покращують доступність складних тематичних ресурсів для студентів із різними рівнями володіння англійською мовою.

Таким чином, великі мовні моделі забезпечують широкий спектр можливостей для адаптації та трансформації навчального контенту: від стилістичного спрощення до мовної та концептуальної перебудови матеріалів. Це робить LLM ефективним інструментом підтримки мультимовної освіти, особливо в умовах різномірних аудиторій.

1.3.3. Переклад і крослінгвальний перенос знань

Переклад навчальних матеріалів є одним із найважливіших напрямів використання великих мовних моделей у мультимовній освіті. Дослідження [3] демонструє, що LLM здатні виконувати переклад медичних навчальних текстів англійською, українською, китайською та іспанською мовами, забезпечуючи збереження змісту та структури матеріалу. Автори відзначають, що якість перекладу може варіювати залежно від конкретної мови, однак загалом моделі показують високий рівень узгодженості

термінології порівняно з традиційними методами машинного перекладу.

У роботі [7] розглядається застосування великих мовних моделей для створення та перекладу навчальних матеріалів у сфері медичної освіти для білінгвальних користувачів. Результати показують, що LLM можуть коректно переносити ключові поняття між мовами, підтримуючи цілісність змісту та формуючи доступні пояснення для різних аудиторій. Це підтверджує потенціал LLM як інструментів для створення навчального контенту, орієнтованого на користувачів із різним мовним досвідом.

Крослінгвальні властивості моделей детальніше розкриті в роботах [10; 14], де продемонстровано здатність LLM виконувати завдання, сформульовані однією мовою, з наданням відповідей іншою мовою без додаткового навчання. Автори підкреслюють, що такі можливості є особливо важливими у навчанні програмуванню, коли студенти можуть формулювати запити рідною мовою, а модель надає пояснення та приклади англійською або навпаки.

У дослідженні [22] показано, що якість крослінгвального перенесення залежить не лише від самої моделі, а й від предметної області. Під час виконання завдань медсестринського профілю ChatGPT демонструє різні результати залежно від мови введення, що впливає на точність навчальних рекомендацій. Подібні спостереження описані у [11], де моделі виявляють суттєве зниження якості для low-resource мов, що підкреслює нерівномірність мовної підтримки.

1.4. Виклики та обмеження використання великих мовних моделей у мультимовній освіті

1.4.1. Мовні та культурні обмеження LLM

Аналіз відібраних публікацій показує, що якість роботи великих мовних моделей суттєво залежить від мовної представленості у тренувальних даних. У дослідженнях [11; 19] продемонстровано, що моделі забезпечують найвищу точність під час роботи з англійською мовою, тоді як для мов з обмеженим корпусом цифрових ресурсів спостерігаються зниження узгодженості, граматичні помилки, порушення семантики та нестабільність відповідей. Такі відмінності впливають на можливість використання LLM

у створенні навчальних матеріалів для широкого кола мовних груп.

У роботах [10; 14] показано, що крослінгвальні можливості моделей також залежать від конкретної мови запиту. Для іспанської мови, наприклад, зафіксовано суттєве зниження точності відповідей порівняно з англійською, що ускладнює використання LLM у навчанні програмуванню. Подібні спостереження наведено у [3; 22], де моделі демонструють різні результати залежно від мови введення, що впливає на точність рекомендацій у предметних галузях, таких як медицина.

Культурні особливості також становлять проблему під час створення мультимовного навчального контенту. У [11] зазначено, що моделі можуть некоректно інтерпретувати культурно забарвлені поняття або формувати неадаптовані приклади, що знижує релевантність матеріалів для окремих аудиторій. Це вимагає додаткової перевірки модельних результатів з боку педагогів або носіїв мови.

1.4.2. Якість генерації, помилки та питання академічної доброчесності

Окремим викликом є проблема точності та надійності згенерованого контенту. Дослідження [3; 7] демонструють, що під час перекладу або адаптації термінологічно насичених матеріалів моделі можуть допускати дрібні семантичні похибки, які є критичними для дисциплін із високими вимогами до точності. У [22] показано, що якість відповідей залежить не лише від мови, але й від предметної області завдання, що потребує додаткової перевірки матеріалів перед використанням у навчанні.

Проблема академічної доброчесності також є актуальною в контексті застосування LLM. У роботі [26] описано складність виявлення україномовних текстів, згенерованих штучним інтелектом, оскільки існуючі інструменти демонструють низьку ефективність. Це створює ризики використання моделей для неконтрольованої генерації навчальних робіт, підготовки відповідей до тестів або створення академічних текстів без належного цитування.

Виклики, описані у дослідженнях, стосуються як технічних аспектів роботи моделей, так і практичних питань їхнього використання у навчальному процесі. Це зумовлює необхідність поєднання LLM із механізмами

контролю якості, а також педагогічної експертизи при створенні мультимовних навчальних матеріалів.

1.5. Сучасні тенденції розвитку великих мовних моделей у мультимовній освіті

Аналіз відібраних джерел показує, що розвиток великих мовних моделей у контексті мультимовної освіти спрямований передусім на підвищення якості роботи з різними мовами та адаптацію навчального контенту. У роботах [6; 11] підкреслюється зростаюча увага дослідників до підтримки мов з обмеженим цифровим ресурсом. Автори зазначають, що актуальні тенденції включають розширення мультимовних корпусів, удосконалення механізмів перекладу та формування більш надійних моделей для low-resource мов.

Важливою тенденцією є інтеграція LLM у навчальні платформи та освітні інструменти. У дослідженнях [8; 10] показано, що моделі дедалі частіше використовуються як основа для систем підтримки студентів, що включають генерацію навчальних пояснень, створення прикладів та локалізованих інструкцій. Подібні підходи описані в [21], де LLM застосовуються для адаптації та трансформації навчальних матеріалів, що сприяє підвищенню доступності контенту для різних аудиторій.

Окремим напрямом є підвищення якості адаптації та стилістичного перетворення текстів. У роботі [13] описано використання генеративних моделей для створення варіативних навчальних матеріалів з урахуванням вікових та стилістичних вимог, що свідчить про формування нових підходів до персоналізації навчання. У [21] підкреслено перспективність застосування моделей для переформулювання і спрощення текстів у різних навчальних сценаріях.

Тенденцією, що набуває поширення, є доменне донавчання та адаптація моделей до конкретних професійних галузей. Роботи [3; 4; 7] демонструють, що спеціалізовані моделі можуть забезпечувати вищу точність у медичних та технічних дисциплінах, що робить їх перспективними інструментами для професійної освіти.

У низці оглядових статей [5; 15] відзначається тенденція до створе-

ння комбінованих систем, які поєднують можливості LLM із додатковими модулями: механізмами валідації, фільтрами якості або спеціалізованими алгоритмами контролю доброчесності. Це пов'язано з необхідністю мінімізувати помилки моделей та підвищити довіру до їхнього використання у навчальному процесі.

Питання академічної доброчесності та механізмів виявлення згенерованих текстів також формують окремий напрям розвитку інструментів ШІ у сфері освіти. У роботі [26] показано, що існуючі підходи до виявлення AI-текстів є недостатньо ефективними для української мови, що стимулює створення нових методів оцінювання та детекції.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку LLM у мультимовній освіті охоплюють покращення мовної підтримки, інтеграцію в освітні екосистеми, персоналізацію навчальних матеріалів, розвиток доменних моделей та створення систем контролю якості й доброчесності. Ці напрями визначають подальший рух технологій у контексті забезпечення доступної, гнучкої та мультикультурної освіти.

1.6. Виявлені наукові прогалини у сфері застосування LLM для створення мультимовних навчальних матеріалів

Аналіз сучасних досліджень показав, що, попри значний прогрес у розвитку великих мовних моделей та їхнє активне використання в освітніх контекстах, низка ключових аспектів залишається недостатньо вивченою. Перш за все, у роботах [11; 19] наголошується на нерівномірності мовної підтримки: моделі демонструють високу якість для англійської мови, але суттєве погіршення для мов з обмеженим корпусом цифрових даних. Це свідчить про наявність наукової прогалини, пов'язаної з недостатнім вивченням механізмів забезпечення стабільної якості генерації та перекладу для low-resource мов у навчальних контекстах.

Другим важливим аспектом є недостатня дослідженість крослінгвального перенесення знань у складних навчальних ситуаціях. У дослідженнях [10; 14] продемонстровано, що моделі можуть переносити зміст між мовами, однак цей процес залишається нестабільним залежно

від мовної пари та предметної галузі. Відсутнє систематичне дослідження того, як саме LLM зберігають логічні, структурні та термінологічні зв'язки під час міжмовної трансформації навчальних матеріалів.

Третьою проблемою є обмежені можливості оцінювання якості згенерованих освітніх матеріалів. Роботи [3; 7; 22] вказують на випадки семантичних похибок та зміщень у змісті під час перекладу або адаптації навчальних текстів. Проте досі не існує узгоджених методик перевірки точності та педагогічної коректності мультимовного контенту, створеного за допомогою LLM. Це створює прогалину в методологічному забезпеченні використання таких матеріалів у навчанні.

Четвертою виявленою прогалиною є недостатня увага до механізмів контролю академічної доброчесності у мультимовних умовах. Дослідження [26] демонструє складність виявлення україномовних текстів, створених ШІ, оскільки існуючі інструменти детекції виявляються малоефективними. Відсутність надійних методів ідентифікації згенерованого контенту створює ризики некоректного використання моделей у навчальному процесі.

П'ятою прогалиною є нестача комплексних досліджень, присвячених розробці цілісних підходів до створення мультимовних навчальних матеріалів на основі LLM. У більшості робіт [10; 13; 21] розглядаються окремі аспекти – генерація текстів, адаптація матеріалів або переклад, – але фактично відсутні узагальнені методичні моделі, що описують повний цикл роботи зі створення багатомовного освітнього контенту.

Висновки до 1 розділу

У першому розділі проведено систематизований огляд сучасних досліджень, що стосуються застосування генеративних моделей та великих мовних моделей у створенні мультимовних навчальних матеріалів. Аналіз наукових джерел засвідчив суттєве зростання інтересу до використання LLM у сфері освіти, особливо в контекстах, де необхідна підтримка кількох мов або адаптація навчального контенту для різномірних аудиторій.

Було визначено основні можливості LLM у мультимовній освіті: генерація дидактичних матеріалів, адаптація та трансформація текстів, переклад та крослінгвальний перенос знань. Дослідження [3; 7; 10; 13; 21] демонструють, що моделі здатні створювати осмислені, стилістично ада-

птовані та лінгвістично узгоджені матеріали, що сприяє підвищенню доступності навчального контенту та персоналізації освітніх сценаріїв.

Водночас виявлено низку суттєвих обмежень. Результати робіт [11; 14; 19; 22] вказують на нерівномірність підтримки різних мов, зниження точності для low-resource мов, а також нестабільність крослінгвальних перетворень залежно від предметної галузі та мовної пари. Особливою проблемою є ризики академічної недобросовісності та складність виявлення згенерованих текстів, зокрема українською мовою [26].

Аналіз сучасних тенденцій [4–6; 15] показує спрямованість досліджень на удосконалення мультимовної підтримки, створення доменних моделей, інтеграцію LLM у освітні платформи та розробку комбінованих систем контролю якості. Однак відсутність комплексних підходів до повного циклу створення мультимовних навчальних матеріалів за допомогою LLM, а також нестача методик оцінювання якості та достовірності таких матеріалів окреслюють низку наукових прогалин.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМОВНИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ

2.1. Методичні підходи до розроблення мультимовних навчальних матеріалів

Розроблення мультимовних освітніх ресурсів передбачає поєднання педагогічних, лінгвістичних та технологічних підходів, що забезпечують створення змістово коректного, доступного та методично обґрунтованого навчального контенту. У контексті застосування генеративних моделей такі підходи формують основу для проектування навчальних матеріалів різними мовами та визначають логіку їх адаптації.

Першим ключовим підходом є *дидактичне моделювання*, що передбачає визначення цілей навчання, структури знань та способів їх подання для різних мовних аудиторій. Мультимовність вимагає узгодження дидактичних одиниць між мовами, а також забезпечення смислової еквівалентності навчального матеріалу, що особливо важливо при автоматизованих трансформаціях тексту.

Другим підходом є *лінгвістична адаптація*, яка охоплює спрощення, стилістичну модифікацію, адаптацію термінології та врахування культурних особливостей. Застосування генеративних моделей може підтримувати ці процеси, зокрема шляхом переформулювання, стилістичної трансформації або зміни рівня складності тексту. При цьому результати досліджень [13] демонструють, що використання LLM може ефективно забезпечувати варіативність та відповідність навчальних матеріалів віковій або когнітивній специфіці здобувачів освіти.

Третій важливий підхід — *інструментальна інтеграція*, яка передбачає використання технологічних інструментів, включно з LLM, для автоматизації перекладу, адаптації або створення навчального контенту. У роботі [21] підкреслюється значення використання генеративних моделей для

трансформації та уніфікації навчальних матеріалів, зокрема у контексті підтримки мультимодальних форматів подання інформації.

Четвертий підхід — *мультимодальна підтримка*, що передбачає можливість представлення матеріалу у кількох формах: текстовій, візуальній, діалоговій. Генеративні моделі можуть забезпечувати створення альтернативних пояснень, прикладів, завдань або інтерпретацій, що сприяє індивідуалізації навчального процесу.

П'ятий принцип — *валідація та контроль якості*, які забезпечують відповідність створених матеріалів дидактичним цілям, галузевим вимогам та мовній коректності. Як показано у дослідженнях [3; 7], автоматизовані переклади або адаптований навчальний контент можуть містити дрібні семантичні похибки, що потребує додаткової перевірки з боку викладача або експертної системи.

2.2. Функціональна роль великих мовних моделей у процесі створення мультимовного навчального контенту

Великі мовні моделі виконують низку функцій, що роблять їх ефективними інструментами у створенні мультимовних навчальних матеріалів. Їх застосування дозволяє автоматизувати окремі етапи роботи з текстами різними мовами, забезпечуючи при цьому дидактичну узгодженість та лінгвістичну коректність за умови подальшої експертної перевірки.

Першою ключовою функцією є *генерація навчального контенту*. LLM здатні створювати пояснення, приклади, інструкції та завдання відповідно до визначених дидактичних вимог. Дослідження [10] демонструє можливість застосування моделей для створення навчальних матеріалів різними мовами, що є особливо важливим для здобувачів освіти, які не володіють англійською як основною мовою навчання.

Другою функцією є *переклад і крослінгвальна адаптація*. LLM можуть забезпечувати автоматизоване перенесення змісту між мовами, однак якість таких трансформацій залежить від мовної пари та предметної галузі. У дослідженнях [3; 7] вказано, що моделі демонструють високу точність у томатично обмежених доменах, проте можуть допускати семантичні по-

хибки, що потребує додаткового контролю під час використання їх у навчальному процесі.

Третьою функцією є *стилістична та рівнева адаптація матеріалів*. Застосування LLM дозволяє модифікувати складність тексту, змінювати регістр, додавати або спрощувати приклади. Робота [13] показує, що моделі можуть ефективно підтримувати навчання у молодших класах шляхом стилістичної й когнітивної адаптації літературних текстів, що свідчить про широкі можливості використання LLM у диференціації навчання.

Четвертою функцією є *мультимодальна підтримка*. Моделі можуть формувати не лише текстові, але й інші типи контенту (наприклад, структуровані описи, інтерпретації, варіанти пояснення), що сприяє індивідуалізації освітніх траєкторій. У [21] підкреслено, що LLM можуть функціонувати як інструмент адаптації навчальних матеріалів у різних форматах, покращуючи доступність та універсальність контенту.

П'ятою функцією є *підтримка викладача у процесі створення матеріалів*. LLM можуть використовуватись як засіб попередньої генерації текстів, чернеток або варіантів навчальних завдань, що зменшує трудомісткість підготовки ресурсів та дозволяє зосередитися на педагогічній експертизі. При цьому результати роботи [26] підкреслюють необхідність контролю достовірності та академічної доброчесності матеріалів, створених із використанням ШІ.

Узагальнюючи, великі мовні моделі виступають інструментами підтримки процесу створення мультимовних навчальних матеріалів, забезпечуючи переклад, адаптацію, генерацію та стилістичну трансформацію контенту. Їхня роль є допоміжною, а ефективність застосування визначається поєднанням можливостей моделей із педагогічною експертизою та процедурами перевірки якості.

2.3. Архітектура системи автоматизованого створення мультимовних навчальних матеріалів

Проектування системи автоматизованого створення мультимовних навчальних матеріалів із застосуванням великих мовних моделей потребує визначення структурних компонентів, їх функціональних зв'язків та

логіки взаємодії. Архітектура такої системи має забезпечувати повний цикл роботи з контентом: від введення вихідних даних до генерації, адаптації, валідації та формування кінцевого навчального продукту.

Основою системи є модуль *первинного збору та структурування даних*, призначений для введення вихідних матеріалів: навчальних текстів, завдань, інструкцій або дидактичних одиниць. На цьому етапі здійснюється нормалізація тексту, визначення ключових понять та встановлення рівня складності. Подібні підходи до попередньої обробки навчального контенту описані у роботах [21], де наголошується на важливості структурованого підготовчого етапу.

Другим компонентом є *модуль генеративної обробки*, який забезпечує переклад, переформулювання, стилістичну адаптацію та розширення навчальних матеріалів різними мовами. Для цього використовуються великі мовні моделі, здатні виконувати крослінгвальні перетворення, генерувати додаткові пояснення або створювати альтернативні варіанти контенту. Застосування LLM на цьому етапі узгоджується з функціональними можливостями моделей, продемонстрованими у дослідженнях [3; 10; 13].

Третій компонент — *модуль адаптації та дидактичної трансформації*. Його завданням є приведення автоматично згенерованого матеріалу у відповідність до педагогічних вимог, рівня підготовленості здобувачів освіти та особливостей навчальної дисципліни. На цьому етапі здійснюється контроль термінології, вирівнювання смислової структури та узгодження рівневої складності. Необхідність педагогічної корекції автоматично згенерованих матеріалів підтверджується результатами досліджень [7], що демонструють можливість виникнення дрібних семантичних помилок у спеціалізованих текстах.

Четвертим важливим компонентом є *модуль валідації та контролю якості*. Він забезпечує перевірку створеного контенту на відповідність дидактичним цілям, мовну коректність, логічну послідовність та відсутність змістових викривлень. У деяких випадках доцільно застосовувати методи автоматизованої оцінки якості або механізми виявлення помилок, проте ключова роль належить експертній перевірці викладача. Дослідження [26] підкреслюють важливість контролю достовірності та академічної доброчесності при роботі із згенерованим контентом, особливо для мов із недоста-

тньою ресурсністю.

Заключним компонентом є *модуль формування підсумкового навчального матеріалу*. Тут здійснюється фінальне збирання, структурування та представлення контенту у потрібному форматі: текстовому, мультимодальному або комбінованому. На цьому етапі матеріал готується до використання в освітньому процесі: додаються приклади, візуалізації, інструкції або інтерактивні елементи, відповідно до педагогічної мети ресурсу.

Запропонована архітектура забезпечує логічну взаємодію всіх компонентів та повний цикл створення мультимовних навчальних матеріалів. Вона відображає необхідність поєднання можливостей генеративних моделей із педагогічною експертизою та процедурами контролю якості, що дозволяє отримувати надійний, змістовно коректний і методично виважений навчальний контент.

2.4. Процедури валідації та оцінювання якості мультимовного навчального контенту

Валідація та оцінювання якості навчального контенту є невід’ємними етапами процесу створення мультимовних матеріалів з використанням великих мовних моделей. Оскільки автоматично згенерований текст може містити стилістичні, термінологічні або семантичні неточності, система має забезпечувати багаторівневий контроль якості, що поєднує автоматизовані засоби перевірки та експертну педагогічну оцінку.

Першим елементом є *лінгвістична валідація*, яка передбачає перевірку граматики, синтаксису, термінологічної узгодженості та стилістичної коректності матеріалу. Результати досліджень [3; 7] свідчать, що автоматизовані системи перекладу та адаптації можуть допускати дрібні змістові або термінологічні зміщення, особливо у складних доменах. Тому лінгвістична перевірка є критично важливою, зокрема для мов із недостатньою ресурсністю.

Другим елементом є *семантична валідація*, спрямована на виявлення логічних помилок, непослідовностей або викривлення предметного змісту. Автоматичні методи оцінювання вмісту можуть використовуватися для первинної перевірки, проте ключову роль відіграє експертна оцінка ви-

кладача. У дослідженні [22] підкреслюється, що якість відповідей мовних моделей значною мірою залежить від предметної складності, що потребує додаткової педагогічної перевірки.

Третім елементом є *крослінгвальна валідація*, яка включає порівняння матеріалів, створених різними мовами, на предмет смислової відповідності. Цей етап передбачає перевірку еквівалентності понять, відсутність втрати змісту або появи небажаних інтерпретацій. Як показано в роботі [21], збереження смислової єдності є критично важливим у мультимовному навчанні, особливо при підготовці матеріалів для різних культурних груп.

Четвертий елемент — *перевірка академічної доброчесності*, яка включає виявлення ознак автоматичної генерації текстів, що є важливою складовою захисту освітнього процесу від неналежного використання ШІ. Дослідження [26] демонструє складність виявлення україномовних текстів, створених LLM, що вимагає поєднання різних методів контролю: аналізу стилю, структури, частотних характеристик та інших ознак неавтентичності.

П'ятим елементом є *педагогічна експертиза*, яка передбачає перевірку створеного контенту на відповідність освітнім цілям, віковим особливостям здобувачів освіти та дидактичним вимогам. Вона включає оцінювання логічності структури, достатності пояснень, відповідності термінології та доцільності обраного стилю подачі. Педагогічна експертиза виконує роль остаточного етапу контролю, який забезпечує високу якість і релевантність навчального матеріалу.

Комплексне поєднання цих процедур дозволяє забезпечити високу якість мультимовних навчальних матеріалів, створених із використанням великих мовних моделей. Така система контролю мінімізує ризики помилок, забезпечує відповідність матеріалів дидактичним вимогам та підвищує їхню надійність у реальному освітньому процесі.

2.5. Узагальнена методична модель створення мультимовних освітніх матеріалів із використанням генеративних моделей

На основі результатів систематичного огляду, визначених методичних підходів та аналізу функціональних можливостей великих мовних моделей, була розроблена узагальнена методична модель створення мультимовних навчальних матеріалів. Модель відображає логіку повного циклу роботи з контентом та поєднує педагогічні принципи, лінгвістичні процедури та інструментальні можливості LLM.

Модель включає п'ять послідовних етапів: підготовчий, генеративно-адаптивний, дидактичний, валідаційний та інтеграційно-представницький.

- 1. Підготовчий етап.** На цьому етапі здійснюється первинний аналіз навчального матеріалу: визначення дидактичних цілей, структури змістових одиниць, рівня складності та типу навчальних завдань. Подібні підходи до попереднього структурування матеріалів описані у роботах [21], де наголошується на важливості чіткої організації вихідного контенту перед подальшою трансформацією.
- 2. Генеративно-адаптивний етап.** Використовуючи можливості великих мовних моделей, здійснюється автоматизована генерація, переклад або переформулювання навчального матеріалу різними мовами. LLM виконують створення варіативних пояснень, адаптацію стилю, трансформацію тексту відповідно до вікових та когнітивних особливостей здобувачів освіти. Відповідні можливості моделей підтверджені у дослідженнях [3; 10; 13].
- 3. Дидактичний етап.** Третій етап передбачає педагогічну корекцію автоматично створених матеріалів. Тут виконується узгодження термінології, перевірка логічної послідовності, адаптація до навчальних цілей та відповідність вимогам конкретної дисципліни. Результати досліджень [7] підкреслюють необхідність експертної корекції навіть у високоточних галузях, оскільки автоматична генерація може містити дрібні семантичні відхилення.

4. Валідаційний етап. На цьому етапі здійснюється комплексна оцінка якості створеного контенту: лінгвістична, семантична, крослінгвальна та педагогічна валідація. Перевіряється відповідність навчальних матеріалів дидактичним цілям, мовна точність та відсутність змістових викривлень. Робота [26] наголошує на важливості контролю академічної доброчесності, що є особливо актуальним при використанні автоматично згенерованих текстів.

5. Інтеграційно-представницький етап. Підсумковий етап включає формування готового навчального матеріалу у вибраному форматі: текстовому, мультимодальному або комбінованому. Матеріал структурується відповідно до освітніх завдань, забезпечується його цілісність, доповнюється вправами, прикладами або візуальними елементами. Цей етап завершує цикл опрацювання та готує матеріал до використання у реальному навчальному процесі.

Запропонована модель узгоджує педагогічні принципи та технологічні можливості генеративних моделей, забезпечуючи структурований і контрольований підхід до створення мультимовних навчальних ресурсів. Вона надає можливість систематизувати роботу з контентом і підвищує якість та доступність навчальних матеріалів для різних мовних аудиторій.

Висновки до 2 розділу

У другому розділі було розроблено методичні основи створення мультимовних навчальних матеріалів із використанням генеративних моделей та визначено структуру, логіку і процедурні елементи відповідного процесу. На основі аналізу педагогічних підходів і функціональних можливостей великих мовних моделей сформовано комплексну методику, що поєднує дидактичні, лінгвістичні та технологічні складові.

У підрозділі 2.1 окреслено методичні підходи, які визначають принципи побудови мультимовного навчального контенту: дидактичне моделювання, лінгвістична адаптація, інструментальна інтеграція, мультимодальна підтримка та валідація. Показано, що мультимовність потребує не лише перекладу, але й змістовної та стилістичної узгодженості матеріалів.

У підрозділі 2.2 визначено функціональну роль великих мовних моделей у процесі створення навчальних матеріалів. До ключових можливостей LLM віднесено генерацію, переклад, стилістичну адаптацію, крослінгвальні трансформації та підтримку педагогічної діяльності. Підкреслено, що моделі виконують допоміжну функцію і потребують педагогічної експертизи на кожному етапі.

У підрозділі 2.3 запропоновано архітектуру системи автоматизованого створення мультимовного навчального контенту, яка включає модулі попередньої обробки, генеративної трансформації, дидактичної адаптації, валідації та кінцевого формування матеріалу. Така структура забезпечує логічну організацію всіх процедур і дає змогу поєднати можливості LLM з вимогами освіти.

У підрозділі 2.4 описано процедури контролю якості, що охоплюють лінгвістичну, семантичну та крослінгвальну валідацію, а також перевірку академічної доброчесності. Наголошено на важливості поєднання автоматизованих інструментів і педагогічної експертизи для уникнення помилок, змістових викривлень та порушень доброчесності.

У підрозділі 2.5 сформовано авторську узагальнену методичну модель, що описує п'ять етапів створення мультимовного навчального контенту: підготовчий, генеративно-адаптивний, дидактичний, валідаційний та інтеграційно-представницький. Модель визначає повний цикл роботи з матеріалом і забезпечує структурованість, контрольованість та педагогічну доцільність процесу.

Отже, запропонована методика інтегрує можливості генеративних моделей з педагогічними вимогами та формує основу для подальшого застосування автоматизованих засобів у розробленні мультимовних освітніх ресурсів.

РОЗДІЛ 3

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИЧНОЇ МОДЕЛІ СТВОРЕННЯ МУЛЬТИМОВНИХ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1. Мета та завдання програмної реалізації

З метою апробації розробленої методичної моделі створення мультимовних навчальних матеріалів було реалізовано прототип вебзастосунку, який забезпечує автоматизовану адаптацію, переклад та генерацію контрольних запитань на основі введеного українського навчального тексту. Програмний засіб дозволяє оцінити практичну ефективність ключових етапів моделі: підготовчого, генеративно-адаптивного, дидактичного та інтеграційного.

Основними завданнями програмної реалізації є:

- забезпечення введення вихідного українського навчального тексту;
- підтримка вибору мови перекладу та рівня спрощення матеріалу;
- автоматизоване формування адаптованого варіанту тексту українською мовою;
- переклад адаптованого тексту на цільову іноземну мову;
- генерація контрольних запитань двома мовами;
- відображення результатів у структурованому вигляді.

Розробка прототипу дозволила перевірити на практиці ефективність використання генеративних моделей (зокрема, Gemini 3 Pro) для створення мультимовних освітніх матеріалів і оцінити можливості інтеграції такого підходу в реальний освітній процес.

3.2. Вибір технологій та середовища реалізації

Для реалізації прототипу обрано вебархітектуру з чітким розділенням фронтенду та бекенду, що відповідає сучасній практиці

створення легких інструментів для освітніх потреб.

Серверна частина реалізована за допомогою Python та фреймворку FastAPI, що забезпечує:

- швидку розробку REST API;
- вбудовану валідацію даних через Pydantic;
- просте розгортання та високу продуктивність.

Взаємодія з великою мовною моделлю здійснюється через офіційну бібліотеку `@google/generative-ai`, що підтримує роботу з моделлю Gemini 3 Pro. API-ключ завантажується із змінних середовища, що відповідає вимогам безпечного зберігання конфіденційних даних.

Клієнтська частина використовує чистий HTML, CSS та JavaScript без сторонніх фреймворків. Такий підхід спрощує розмітку, полегшує інтеграцію в освітній процес і робить код максимально зрозумілим для користувачів-початківців.

Фронтенд взаємодіє з бекендом через HTTP-запит методом POST, надсилаючи текст, обрану мову та рівень складності, а також отримуючи у відповідь структурований JSON із результатами.

3.3. Архітектура прототипу вебзастосунку

Архітектура реалізованого прототипу має клієнт-серверну структуру (рис. 3.1). Фронтенд (клієнт) відповідає за введення тексту, вибір параметрів, відправлення запиту й відображення результатів, бекенд (сервер) приймає дані користувача, формує промпт відповідно до методичної моделі, викликає Gemini 3 Pro, отримує відповідь і повертає її фронтенду, а генеративна модель здійснює адаптацію, переклад і генерацію запитань:

1. Користувач вводить український навчальний текст.
2. Фронтенд надсилає POST-запит на сервер із параметрами (текст, рівень, цільова мова).
3. FastAPI формує промпт і надсилає його до Gemini 3 Pro.

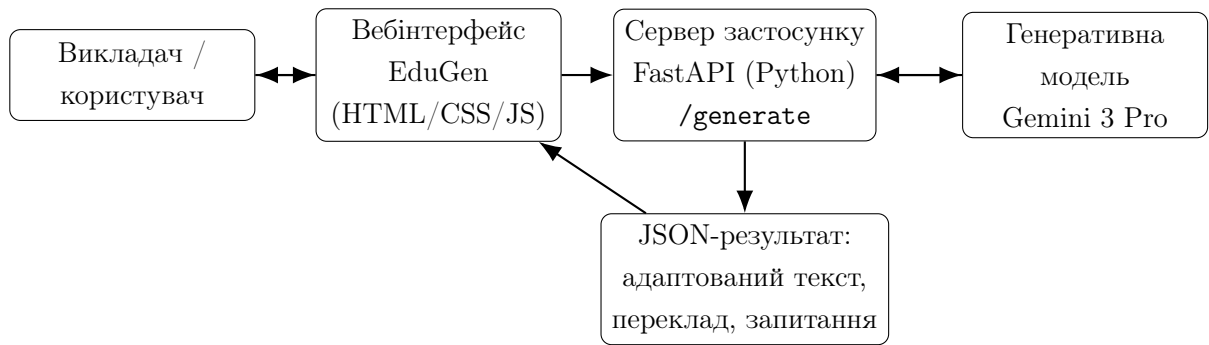


Рис. 3.1. Логічна схема роботи вебзастосунку.

4. Модель повертає структуровану JSON-відповідь.
5. Бекенд пересилає дані фронтенду.
6. Фронтенд відображає адаптований текст, переклад і запитання.

3.4. Реалізація функціональних модулів

Бекенд-модуль FastAPI

Серверна частина складається з одного ендпоінту `/generate`, що приймає JSON-запит і повертає скомпоновані результати. Функціональність бекенду включає:

- приймання вхідних даних користувача;
- формування промпта згідно з методичною моделлю (спрощення → переклад → генерація запитань);
- виклик моделі Gemini 3 Pro і отримання відповіді;
- парсинг JSON-структури;
- повернення результатів у стандартизованому вигляді.

Код бекенду наведено у файлі `main.py`.

Фронтенд-модуль

Клієнтська частина (рис. 3.2) включає:

- HTML-інтерфейс (`index.html`) – textarea для введення тексту, випадаючі списки для вибору мови та рівня, кнопка генерації, блоки для відображення результатів;
- JavaScript-логіку (`script.js`) – формування POST-запиту, надсилення даних на сервер, обробка JSON-відповіді;
- CSS-оформлення (`styles.css`) – стилізація інтерфейсу, виділення блоків результатів.

Рис. 3.2. Інтерфейс введення українського навчального тексту та вибору параметрів генерації.

Ця структура відповідає вимогам простоти та легкості інтеграції у навчальний процес.

3.5. Приклад роботи програмного засобу

Для прикладу апробації користувач вводить фрагмент українського навчального тексту, обирає цільову мову (наприклад, кримськотатарську) та рівень складності. Після натискання кнопки «Generate Materials» застосунок:

- а) формує адаптований текст українською мовою;
- б) генерує переклад на цільову мову;

- в) створює блок контрольних запитань українською;
- г) генерує аналогічні питання цільовою мовою (рис. 3.3).

Adapted Text (UA)	Translated Text
Україна — це велика держава у Східній Європі. Вона має дуже важливе географічне розташування. Через Україну проходять давні торговельні шляхи, які з'єднують Європу та Азію. Тому ця територія завжди була важливою для транспорту та торгівлі. Природа України дуже різноманітна. Тут є великі рівнини, високі гори Карпати та землі біля Чорного моря. Такий рельєф робить природу багатою та цікавою. Клімат в Україні помірно-континентальний. Зима може бути холодною, а літо — теплим або навіть спекотним. Така погода ідеально підходить для сільського господарства. На українських землях добре ростуть пшениця та виноград. Україна також багата на природні ресурси. Тут є найкращі у світі чорноземи, вугілля, залізна руда та газ. Вигідне географічне положення дозволяє розвивати порти та транспорт, що дуже важливо для економіки країни.	Ukraina — Şarqiy Avropada büyük bir devlet. Onın coğrafik yerleşüvi pek müimdir. Avrupa ve Asiyani bağlağan qadimiy ticariy yollar Ukraina arqalı keçe. Şunıñ içün bu topraqlar naqliyat ve ticaret içün er vaqıt müim edi. Ukrainanıñ tabiatı pek çeşitlidir. Mında büyük tüzlükler, yüksek Karpat dağları ve Qara deñiz yanındaki yerler bar. Böyle relef tabiatnı zengin ve meraqlı yapa. Ukrainada iqlim mutedil qıta iqlimidir. Qış suvuq, yaz ise cıllı ya da sıcaq ola bile. Böyle ava köy tasarrufı içün pek kelişiklidir. Ukraina topraqlarında boğday ve üzüm yahşı öse. Ukraina tabiiy resurslarğa da zengindir. Mında dünyanıñ eñ yahşı qara topraqları, kömür, demir cevheri ve gaz bar. Faydalı coğrafik yerleşüv limanlarını ve naqliyatnı inkişaf ettirmege imkân bere, bu ise memleketniñ iqtisadiyatı içün pek müimdir.
Questions (UA) • Де розташована Україна і чому її положення важливе? • Які особливості рельєфу та природи України згадано в тексті? • Чому клімат України підходить для сільського господарства? • Якими природними ресурсами багата Україна?	Questions (Target) • Ukraina nerede yerleşken ve onın coğrafik yerleşüvi ne içün müimdir? • Metinde Ukrainanıñ tabiatı ve relefi aqqında ne aytila? • Ukrainada köy tasarrufı içün ava şaraitleri nasıl? • Ukraina qaysı tabiiy resurslarğa zengindir?

Рис. 3.3. Приклад згенерованих мультимовних навчальних матеріалів (адаптований текст, переклад та контрольні запитання).

Отримані результати демонструють, що запропонована методична модель може бути реалізована у вигляді компактного інструменту, придатного для використання викладачами під час підготовки навчальних ресурсів.

Вихідні коди доступні за посиланням: <https://github.com/PilgrimXGod/masters>. Бекенд розміщений на render.com, фронтенд – на GitHub Pages: https://pilgrimxgod.github.io/masters_frontend/.

3.6. Перспективи розвитку прототипу

Розроблений прототип вебзастосунку демонструє працездатність запропонованої методичної моделі та підтверджує можливість використання генеративних моделей для створення мультимовних навчальних матеріалів. Водночас, з огляду на отримані результати, можна окреслити низку напрямів подальшого розвитку системи.

По-перше, перспективним є розширення функціональності інтерфейсу користувача. Зокрема, доцільним є впровадження попереднього перегляду структури уроку, можливості ручного редагування адаптованого тексту перед перекладом, а також додавання історії генерацій для повторного використання або порівняння варіантів.

По-друге, система може бути доповнена модулями автоматичної оцінки якості згенерованих матеріалів. Такі модулі можуть базуватися на метриках узгодженості, читабельності або відповідності рівням володіння мовою (CEFR), що дозволить підвищити надійність використання генеративних моделей в освітньому процесі.

По-третє, доцільним є додавання можливості підтримки декількох генеративних моделей з подальшим порівнянням результатів. Це відкриває можливість дослідження відмінностей між моделями щодо якості адаптації та перекладу текстів різними мовами, а також підвищує стійкість системи у разі зміни доступності API.

По-четверте, важливим напрямом розвитку є інтеграція з існуючими освітніми платформами, такими як Moodle або Google Classroom. Така інтеграція дозволить автоматично публікувати згенеровані матеріали у вигляді навчальних модулів, тестових завдань або практичних робіт.

По-п'яте, перспективним є впровадження механізмів колективної роботи викладачів над матеріалами. Це може включати спільне редагування, коментування, а також створення бібліотеки згенерованих ресурсів для подальшого використання у навчальному процесі.

Крім того, можливою є подальша оптимізація серверної частини. Зокрема, застосування черг запитів, кешування результатів або обмеження частоти звернень дозволить збільшити масштабованість та підвищити стабільність роботи системи за умов інтенсивного використання.

3.7. Обмеження прототипу вебзастосунку

Розроблений прототип підтвердив працездатність запропонованої методичної моделі, однак, як і будь-який дослідницький інструмент, має низку обмежень, що визначають межі його застосування та окреслюють напрями подальшого вдосконалення.

По-перше, функціонування системи повністю залежить від зовнішнього API генеративної моделі Gemini 3 Pro. У разі недоступності сервісу, перевищення ліміту запитів або зміни умов використання API генерація матеріалів стає неможливою. Така залежність є типовою для прототипів, побудованих на основі хмарних моделей, але потребує врахування під час масштабування системи.

По-друге, прототип не містить вбудованих механізмів оцінювання якості згенерованого контенту. Система не перевіряє, чи відповідає адаптований текст обраному рівню складності, чи збережено зміст вихідного матеріалу, наскільки точним є переклад, а також чи узгоджуються згенеровані запитання з навчальним текстом. Відсутність автоматичної валідації є суттєвим методичним обмеженням, що зумовлює необхідність контролю з боку викладача.

По-третє, рівні складності реалізовано як частину текстового запиту до моделі, без використання формальних лінгвістичних метрик. Таким чином, точність рівневої адаптації залежить виключно від здатностей генеративної моделі, а не від внутрішніх алгоритмів системи.

По-четверте, прототип має однокористувацьку архітектуру і не передбачає механізмів автентифікації, збереження історії генерацій чи організації спільної роботи над матеріалами. Це обмежує можливість використання системи у широкому освітньому середовищі без додаткових програмних рішень.

По-п'яте, система не містить спеціальних інструментів для обробки помилок або нестандартних ситуацій, таких як відсутність відповіді від API, некоректний формат JSON або надто великий обсяг вхідного тексту. У таких випадках робота прототипу залежить від поведінки моделі та стабільності зовнішнього сервісу.

По-шосте, інтерфейс користувача реалізовано лише англійською мовою та не містить мультимовної локалізації. Хоча це не впливає на пра-

цездатність системи, воно може обмежувати зручність використання для окремих категорій користувачів.

По-сьоме, генеративна модель може демонструвати різну якість результатів залежно від обраної мови перекладу. Це є типовим обмеженням LLM, що зумовлено нерівномірністю представленості мов у навчальних даних.

Обмеження прототипу не знижують його дослідницької цінності, але підкреслюють потребу у подальшому вдосконаленні механізмів валідації, локалізації, масштабування та підвищенні надійності системи в умовах реального освітнього середовища.

Висновки до 3 розділу

У третьому розділі було здійснено практичну апробацію розробленої методичної моделі створення мультимовних навчальних матеріалів шляхом реалізації прототипу вебзастосунку, заснованого на використанні генеративної моделі Gemini 3 Pro. Розроблена програмна система поєднує технічні можливості сучасних моделей штучного інтелекту з педагогічними вимогами до адаптації навчальних текстів, що дозволяє оцінити ефективність інтеграції генеративних технологій у реальний освітній процес.

Створений прототип забезпечує виконання всіх ключових етапів методичної моделі: спрощення (адаптації) україномовного навчального тексту відповідно до обраного рівня складності, переклад адаптованого матеріалу на іншу мову, а також автоматизоване формування двомовних перевірочних запитань. Усі ці операції реалізуються через єдиний робочий процес, що свідчить про здатність генеративних моделей підтримувати різномовну контент-генерацію в рамках одного інтерактивного сервісу.

Результати апробації підтвердили, що генеративні моделі можуть брати на себе значну частину рутинної підготовчої роботи викладача: адаптацію, переклад, мовно-дидактичну трансформацію та створення допоміжних навчальних матеріалів. Вебзастосунок, створений у межах роботи, продемонстрував стабільність, відтворюваність та достатню якість згенерованих результатів для застосування в педагогічних цілях. Користувач отримує структурований набір матеріалів, який може бути використаний у процесі викладання, самоосвіти, створення мультимовних дидактичних

ресурсів або підготовки завдань для змішаного та дистанційного навчання.

Окремо слід відзначити, що реалізація прототипу підтвердила можливість використання генеративних моделей у контексті підтримки мов з різними рівнями представленості. Система коректно опрацьовує як поширені європейські мови, так і мови з меншою підтримкою, демонструючи універсальність підходу та гнучкість моделі. Це відкриває перспективи застосування запропонованої методичної моделі для формування навчальних матеріалів у багатомовному середовищі, зокрема для потреб інтернаціоналізації освіти, підтримки студентів-іноземців та розвитку полікультурної компетентності.

Програмна реалізація не лише підтвердила життєздатність запропонованої методичної моделі, але й продемонструвала реальні шляхи її впровадження за допомогою сучасних генеративних технологій. Створений інструмент може слугувати основою для подальшого розширення функціональності, інтеграції в освітні платформи та формування повноцінних мультимовних навчальних ресурсів нового покоління.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розв'язано актуальну науково-прикладну задачу дослідження можливостей великих мовних моделей (LLM) у створенні мультимовних навчальних матеріалів та побудові інструментів для їх автоматизованого формування.

Основні результати проведеного дослідження можна узагальнити таким чином:

1. На основі систематизованого аналізу 10 наукових джерел, відібраних із бази Scopus, здійснено огляд сучасних підходів до застосування генеративних моделей у мультимовній освіті. Встановлено, що LLM активно використовуються для перекладу, адаптації текстів, створення навчальних завдань та подолання мовних бар'єрів у навчальному процесі.
2. Проаналізовано особливості використання генеративних моделей у різних галузях (медичній, технічній, мовній, інженерній, педагогічній освіті), що дозволило визначити загальні тенденції: зростання точності мультимовної генерації, підтримку дедалі більшої кількості мов, розвиток інструментів для малоресурсних мов і покращення якості адаптації текстів.
3. Виявлено ключові обмеження сучасних LLM у мультимовних сценаріях: нерівномірність якості генерації між мовами, складність роботи з фаховою термінологією, чутливість до контексту запиту, а також відсутність універсальних методик для створення навчальних матеріалів із фіксованою структурою. Це дозволило сформулювати дослідницьку прогалину та визначити потребу у створенні узгодженої методичної моделі.
4. Розроблено методичну модель створення мультимовних навчальних матеріалів на основі генеративних моделей, що включає три взаємопов'язані етапи: адаптацію тексту відповідно до рівня складності, переклад адаптованого матеріалу та генерацію контрольних запитань двома мовами. Модель відповідає сучасним дидактичним вимогам і може застосовуватися у мультимовному освітньому середовищі.

5. Реалізовано прототип вебзастосунку, який забезпечує повний цикл створення мультимовних навчальних матеріалів за допомогою моделі Gemini 3 Pro. Архітектура прототипу включає вебінтерфейс, серверну частину на FastAPI та модуль взаємодії з генеративною моделлю через API. Прототип дозволяє вводити україномовний текст, обирати цільову мову та рівень складності, а також отримувати структурований результат у вигляді адаптованого тексту, перекладу та запитань.
6. Апробація прототипу підтвердила працездатність запропонованого підходу та показала, що LLM можуть ефективно використовуватися для створення мультимовного навчального контенту. Система продемонструвала здатність генерувати змістовно узгоджені матеріали та дотримуватися заданої структури.
7. Практичне значення роботи полягає у створенні робочого прототипу, який може бути інтегрований у навчальні платформи або використаний викладачами для прискорення створення навчальних текстів. Результати дослідження можуть слугувати основою для подальшого розвитку інструментів мультимовної підтримки.
8. Наукова новизна роботи полягає у поєднанні систематизованого аналізу мультимовних досліджень LLM із практичною реалізацією, яка демонструє застосовність генеративних моделей у реальних освітніх сценаріях та пропонує цілісну методичну модель створення мультимовних матеріалів.

Таким чином, поставлену мету магістерської роботи досягнуто, усі визначені завдання виконано, а отримані результати підтверджують перспективність використання генеративних моделей у створенні мультимовних навчальних ресурсів та вказують на широкі можливості для подальших наукових і прикладних досліджень у галузі освітніх технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A comprehensive review of large language models: issues and solutions in learning environments / T. Shahzad [та ін.] // Discover Sustainability. — 2025. — Т. 6. — С. 27. — DOI: [10.1007/s43621-025-00815-8](https://doi.org/10.1007/s43621-025-00815-8).
2. A survey of multilingual large language models / L. Qin [та ін.] // Patterns. — 2025. — Т. 6, № 1. — С. 101118. — ISSN 2666-3899. — DOI: [10.1016/j.patter.2024.101118](https://doi.org/10.1016/j.patter.2024.101118).
3. A systematic multimodal assessment of AI machine translation tools for enhancing access to critical care education internationally / C. L. Chen [та ін.] // BMC Medical Education. — 2025. — Т. 25, № 1. — DOI: [10.1186/s12909-025-07452-9](https://doi.org/10.1186/s12909-025-07452-9).
4. Adapting LLMs for the Medical Domain in Portuguese: A Study on Fine-Tuning and Model Evaluation / P. H. Paiola [та ін.] // Computer Science Research Notes. — 2025. — Т. 3501, № 2025. — С. 339–342. — DOI: [10.24132/CSRN.2025-37](https://doi.org/10.24132/CSRN.2025-37).
5. AI in higher education: A bibliometric analysis, synthesis, and a critique of research / A. Lachheb [та ін.] // Internet and Higher Education. — 2025. — Т. 67. — DOI: [10.1016/j.iheduc.2025.101021](https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2025.101021).
6. *Albedah F.* Artificial Intelligence in Language Education: A Systematic Review of Multilingual Applications, Large Language Models, and Emerging Challenges // Language Teaching Research Quarterly. — 2025. — Т. 49. — С. 247–268. — DOI: [10.32038/ltrq.2025.49.13](https://doi.org/10.32038/ltrq.2025.49.13).
7. Assessing the Role of Large Language Models Between ChatGPT and DeepSeek in Asthma Education for Bilingual Individuals: Comparative Study / Y. Liu [та ін.] // JMIR Medical Informatics. — 2025. — Т. 13. — DOI: [10.2196/65365](https://doi.org/10.2196/65365).
8. *Athukorala K. S. N., De Silva D. I.* Bridging Language Barriers in Programming Education: Java Programming Assistance Tool for Sinhala Native Speakers // International Journal of Computer Theory and Engineering. — 2025. — Т. 17, № 3. — С. 151–169. — DOI: [10.7763/IJCTE.2025.V17.1378](https://doi.org/10.7763/IJCTE.2025.V17.1378).

9. *Bed V.* Multilingual Large Language Models (LLMs) and Their Biases Regarding Ukraine and the War with Russia: Analysis and Challenges // *keuapc.org*. — Uzhhorod, 2025. — Бep. — URL: <https://www.keuapc.org/2025/09/16/multilingual-large-language-models-llms-and-their-biases-regarding-ukraine-and-the-war-with-russia-analysis-and-challenges/>.
10. Breaking the Programming Language Barrier: Multilingual Prompting to Empower Non-Native English Learners / J. Prather [та ін.] //. — 2025. — C. 74—84. — DOI: [10.1145/3716640.3716649](https://doi.org/10.1145/3716640.3716649).
11. *Chaka C.* Currently Available GenAI-Powered Large Language Models and Low-Resource Languages: Any Offerings? Wait Until You See // *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*. — 2024. — Т. 23, № 12. — С. 148—173. — DOI: [10.26803/ijlter.23.12.9](https://doi.org/10.26803/ijlter.23.12.9).
12. Designing AI-powered translation education tools: a framework for parallel sentence generation using SauLTC and LLMs / M. Aleedy [та ін.] // *PeerJ Computer Science*. — 2025. — Бep. — Т. 11. — e2788. — DOI: [10.7717/peerj-cs.2788](https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2788).
13. Designing an AI-Supported Framework for Literary Text Adaptation in Primary Classrooms / S. A. Chatzichristofis [та ін.] // *AI (Switzerland)*. — 2025. — Т. 6, № 7. — DOI: [10.3390/ai6070150](https://doi.org/10.3390/ai6070150).
14. Evaluating Language Dependency in Large Language Models: A Study on Programming Queries in English and Spanish / F. A. Pirzado [та ін.] //. — 2025. — DOI: [10.18687/LACCEI2025.1.1.458](https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.458).
15. Generative AI in Education: Perspectives Through an Academic Lens / I. Întorsureanu [та ін.] // *Electronics*. — 2025. — Т. 14, № 5. — С. 1053. — DOI: [10.3390/electronics14051053](https://doi.org/10.3390/electronics14051053).
16. *Kwak Y., Pardos Z. A.* Bridging large language model disparities: Skill tagging of multilingual educational content // *British Journal of Educational Technology*. — 2024. — Т. 55, № 5. — С. 2039—2057. — DOI: [10.1111/bjet.13465](https://doi.org/10.1111/bjet.13465).

17. Large Language Models for Education: A Survey / H. Xu [та ін.] // arXiv preprint arXiv:2405.13001. — 2024. — DOI: [10.48550/arXiv.2405.13001](https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.13001). — arXiv: [2405.13001](https://arxiv.org/abs/2405.13001) [cs.CL]. — Journal of Machine Learning and Cybernetics. 4 tables, 6 figures.
18. Large Language Models for Education: A Survey and Outlook / S. Wang [та ін.] // CoRR. — 2024. — T. abs/2403.18105. — DOI: [10.48550/ARXIV.2403.18105](https://doi.org/10.48550/ARXIV.2403.18105). — arXiv: [2403.18105](https://arxiv.org/abs/2403.18105). — URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.18105>.
19. Large Language Models Only Pass Primary School Exams in Indonesia: A Comprehensive Test on IndoMMLU / F. Koto [та ін.] // EMNLP 2023 - 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Proceedings. — 2023. — C. 12359–12374. — DOI: [10.18653/v1/2023.emnlp-main.760](https://doi.org/10.18653/v1/2023.emnlp-main.760).
20. *Marlina R.* Globalisation, internationalisation, and language education: an academic program for global citizens // Multilingual Education. — 2013. — T. 3. — C. 5. — DOI: [10.1186/2191-5059-3-5](https://doi.org/10.1186/2191-5059-3-5).
21. *Pavlova A., Gerazov B., Barreiro A.* Large Language Models and OpenLogos: An Educational Case Scenario // Open Research Europe. — 2024. — T. 4. — DOI: [10.12688/openreseurope.17605.1](https://doi.org/10.12688/openreseurope.17605.1).
22. Performance of ChatGPT on Nursing Licensure Examinations in the United States and China: Cross-Sectional Study / Z. Wu [та ін.] // JMIR Medical Education. — 2024. — T. 10. — DOI: [10.2196/52746](https://doi.org/10.2196/52746).
23. *Tang K.-S.* Informing research on generative artificial intelligence from a language and literacy perspective: A meta-synthesis of studies in science education // Science Education. — 2024. — T. 108, № 5. — C. 1329–1355. — DOI: [10.1002/sce.21875](https://doi.org/10.1002/sce.21875).
24. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews / M. J. Page [та ін.] // BMJ. — 2021. — T. 372. — n71. — DOI: [10.1136/bmj.n71](https://doi.org/10.1136/bmj.n71).
25. *Zhang W., Li A. W., Wu C.* University students' perceptions of using generative AI in translation practices // Instructional Science. — 2025. — T. 53. — C. 633–655. — DOI: [10.1007/s11251-025-09705-y](https://doi.org/10.1007/s11251-025-09705-y).

26. Програмне виявлення україномовних текстів, згенерованих ШІ: методи, оцінки, виклики / S. D. Prykhodchenko [та ін.] // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. — 2025. — № 4. — С. 150—159. — DOI: [10.33271/nvngu/2025-4/150](https://doi.org/10.33271/nvngu/2025-4/150).